

**ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TECNICO – FINANCIERO DE UN  
CULTIVO DEL HONGO PLEUROTUS OSTREATUS**



**JOEL ANDRÉS GUARIN BARRERO  
ANDRÉS ALBERTO RAMÍREZ ALVAREZ**

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
CARRERA DE INGENIERIA INDUSTRIAL  
BOGOTÁ, DC.**

**2004**

**ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TECNICO – FINANCIERO DE UN  
CULTIVO DEL HONGO PLEUROTUS OSTREATUS EN  
CUNDINAMARCA**

**JOEL ANDRÉS GUARIN BARRERO  
ANDRÉS ALBERTO RAMÍREZ ALVAREZ**

**Trabajo de Grado para optar al título de  
Ingeniero Industrial.**

**Director**

**DANIEL REMOLINA GOMEZ**

**Ingeniero Industrial**

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
DEPARTAMENTO DE INDUSTRIAL  
SANTAFÉ DE BOGOTÁ, DC.**

**2004**

*“La Universidad no se hace responsable por los conceptos emitidos por sus alumnos en sus Trabajos de Grado, solo velará por que no se publique nada contrario al dogma y moral católicos y por que el trabajo no contenga ataques y polémicas puramente personales, antes bien, se vea en ellas el anhelo de buscar la verdad y la justicia”*

*Reglamento de la Pontificia Universidad Javeriana Artículo 23 de la resolución No. 13 de 1964.*

## CONTENIDO

|  |    |
|--|----|
| LISTA DE ANEXOS  | 6  |
| GLOSARIO   | 7  |
| INTRODUCCIÓN   | 9  |
| 1. FORMULACIÓN DEL PROYECTO  | 10 |
| 1.1. FORMULACION DEL PROBLEMA  | 10 |
| 1.2. JUSTIFICACIÓN   | 10 |
| 1.3. OBJETIVOS   | 14 |
| 1.3.1. Objetivo general.   | 14 |
| 1.3.2. Objetivos específicos.  | 14 |
| 2. GENERALIDADES   | 15 |
| 2.1. BIOLOGÍA GENERAL DE LA ESPECIE  | 15 |
| 2.1.1. Características fisiológicas de la especie.                             | 15 |
| 2.1.2. Hábitos alimenticios.   | 15 |
| 2.1.3. Crecimiento.  | 16 |
| 3. ESTUDIO DE MERCADOS   | 17 |
| 3.1. TAMAÑO DEL MERCADO  | 17 |
| 3.1.1. Mercado objetivo.   | 17 |
| 3.2. CANALES DE COMERCIALIZACIÓN   | 19 |
| 3.2.1. Canal de comercialización para mercado objetivo.                        | 19 |
| 3.3. INVESTIGACIÓN DE MERCADOS   | 21 |
| 3.3.1. Modelo de encuesta aplicada.  | 21 |
| 3.3.2. Resultados de la encuesta.  | 22 |
| 3.3.3. Conclusiones de la investigación.                                       | 22 |
| 4. INGENIERIA DEL CULTIVO  | 23 |
| 4.1. LOCALIZACIÓN ZONA DE CULTIVO  | 23 |
| 4.2. PARÁMETROS AMBIENTALES DE LA ZONA DE CULTIVO                              | 27 |
| 4.2.1. Características hídricas y fisicoquímicas del cultivo.                  | 27 |
| 4.3. SISTEMA DE CULTIVO  | 27 |
| 4.3.2. Sistema de producción industrial  | 28 |
| 4.3.3. Procesos biológicos de producción para cultivo industrial               | 29 |
| 4.3.4. Sustratos empleados para la producción de <i>Pleurotus Ostreatus</i>    | 30 |
| 4.3.4.1. Descripción de proceso para la preparación del sustrato               | 31 |
| 4.3.5. Esterilización Del Sustrato   | 32 |
| 4.3.5.1 Descripción de proceso para la Esterilización Del Sustrato             | 34 |
| 4.3.6. Descripción de proceso para la siembra (inoculación)                    | 34 |
| 4.3.7. Descripción de proceso para la Incubación                               | 35 |
| 4.3.8. Descripción de proceso para la Fructificación                           | 36 |
| 4.3.9. Descripción de proceso para la Cosecha y operaciones preliminares       | 37 |
| 4.3.9.1 Diagramas del Proceso  | 38 |
| 4.3.10. Manejo de post-cosecha de <i>Pleurotus Ostreatus</i> y su conservación | 41 |
| 4.4. CARACTERISTICAS DE LA INFRAESTRUCTURA                                     | 42 |
| 4.4.1. INSTALACIONES PARA EL CULTIVO INDUSTRIAL.                               | 42 |
| 4.5. Almacenamiento y otros procesos   | 50 |
| 4.5.1. Almacenamiento bajo refrigeración.                                      | 50 |

|   |    |
|---|----|
| 4.5.2. Congelación.   | 51 |
| 4.5.3. Irradiación.   | 52 |
| 4.5.4. Liofilización.   | 53 |
| 4.5.5. Esterilización.  | 53 |
| 4.5.6. Salado.  | 54 |
| 4.5.7. Secado o deshidratación.   | 54 |
| 4.6. MATERIALES Y EQUIPO NECESARIOS                                       | 55 |
| 4.7. INVESTIGACIONES SOBRE PRODUCTIVIDAD                                  | 57 |
| 4.8. PLANEACIÓN DE LA PRODUCCIÓN  | 58 |
| 5. CONSTITUCIÓN DE LA EMPRESA   | 60 |
| 5.1. CREACIÓN Y CONSTITUCIÓN  | 60 |
| 5.1.1. Estatutos de una sociedad limitada.                                | 60 |
| 5.1.2. Inscripción en cámara de comercio.                                 | 61 |
| 5.1.2.1. Código CIIU  | 62 |
| 5.1.3 Inscripción en el registro único tributario RUT y solicitud de NIT. | 62 |
| 5.3. MISIÓN   | 63 |
| 5.4. VISIÓN   | 63 |
| 5.5. ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL  | 63 |
| 5.5.1. Manual de funciones.   | 64 |
| 5.5.2. Microbiólogo Asesor.   | 68 |
| 5.5.3. Contador.  | 69 |
| 6. ANÁLISIS FINANCIERO  | 70 |
| 6.1. INVERSIÓN INICIAL EN ACTIVOS FIJOS                                   | 70 |
| 6.1.1. Terreno  | 70 |
| 6.1.2. Infraestructura.   | 70 |
| 6.1.3. Materiales y Equipo  | 71 |
| 6.2. GASTOS PREOPERATIVOS   | 72 |
| 6.3. COSTO MICELIO Y SUSTRATO   | 73 |
| 6.4. PRECIO E INGRESO POR VENTAS  | 73 |
| 6.5. GASTOS ADMINISTRATIVOS Y DE VENTAS                                   | 74 |
| 6.5.1. Gastos de Personal.  | 74 |
| 6.5.2. Impuesto de Industria y Comercio.                                  | 74 |
| 6.5.4. Gastos de distribución   | 74 |
| 6.6. FINANCIACIÓN   | 75 |
| 6.6.1. Crédito FINAGRO  | 75 |
| 6.7. DEPRECIACIÓN   | 78 |
| 6.8. FLUJO DE FONDOS  | 78 |
| 6.8.1. Flujo neto de inversión.   | 78 |
| 6.8.2. Flujo neto de la operación.  | 79 |
| 6.8.3. Flujo neto del proyecto con financiamiento para el inversionista.  | 79 |
| 6.9. INDICADORES FINANCIEROS  | 79 |
| 6.9.1. VPN  | 79 |
| 6.9.2. TUR  | 79 |
| 6.10. ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD  | 80 |
| 6.11. BALANCE GENERAL PROYECTADO  | 81 |
| CONCLUSIONES  | 81 |
| RECOMENDACIONES   | 83 |
| BIBLIOGRAFÍA  | 83 |

## **LISTA DE ANEXOS**

### ***ANEXO 1.***

Pleurotus Ostreatus

### ***ANEXO 2.***

Tamaño del Mercado

### ***ANEXO 3.***

Encuesta Investigación de Mercados

### ***ANEXO 4.***

Resultados Encuesta de Mercados

### ***ANEXO 5.***

Distribución de Planta

### ***ANEXO 6.***

Bodega de materiales con pajas de cereales, aserrines de pino y encino y bagazo de café.

### ***ANEXO 7.***

Substrato colonizado y en estado de botón.

### ***ANEXO 8.***

Sistema de estaca con bolsas de 60 por 90 cm.

### ***ANEXO 9.***

Bolsas invadidas ya con el micelio

### ***ANEXO 10.***

Bolsas invadidas ya con el micelio

### ***ANEXO 11.***

Bolsas invadidas ya con el Hongo Desarrollado

### ***ANEXO 12.***

Construcción túnel de Pasteurización

### ***ANEXO 13.***

Características de la Sociedad Limitada

### ***ANEXO 14.***

Formulario Cámara de Comercio

### ***ANEXO 15.***

Formulario Inscripción RUT.

### ***ANEXO 16.***

Cotizaciones

### ***ANEXO 17.***

Formatos FINAGRO

### ***ANEXO 18.***

Instructivo De Diligenciamiento Del Formato De Planificación De Crédito FINAGRO

### ***ANEXO 19.***

Flujo neto de la operación

### ***ANEXO 20.***

Balance general proyectado

### ***ANEXO 21.***

Acta Reunión con Director.

## GLOSARIO

- **Bagazo**

Residuo fibroso de la caña de azúcar después de la extracción del líquido.

- **Carpóforo**

Sombrero carnoso que se forma al desarrollarse la seta.

- **Cepa**

Variación de un tipo de inóculo. Para una especie existen diversas variaciones de esta las cuales presentan distintas características pero con un denominador común.

- **Composta**

La Composta es una materia oscura rica en nutrientes que se producen cuando la materia orgánica se degrada. Esta materia puede ser usada para mejorar la fertilidad del suelo y favorecer el crecimiento de las plantas. Los organismos que participan en esta degradación son: Bacterias, Hongos y Lombrices.

- **Eficiencia Biológica**

Este término corresponde al porcentaje de sustrato que se puede transformar en hongos útiles para el consumo.

- **Enzimas**

Las enzimas son proteínas que catalizan reacciones químicas en los seres vivos. Los enzimas son catalizadores, es decir, sustancias que, sin consumirse en una reacción, aumentan notablemente su velocidad. No hacen factibles las reacciones imposibles, sino que solamente aceleran las que espontáneamente podrían producirse. Ello hace posible que en condiciones fisiológicas tengan lugar reacciones que sin catalizador requerirían condiciones extremas de presión, temperatura o Ph.

- **Esporas**

Es una célula reproductiva producida por las plantas (hongos, musgos, helechos) y por algunos protozoarios y bacterias. Las bacterias también producen esporas como mecanismo de defensa, las cuales poseen paredes gruesas y pueden soportar temperaturas variables, humedad y otras condiciones no favorables.

- **Fructificación**

Fase del cultivo en la que los carpóforos aparecen y se obtiene los hongos ya para consumo.

- **Humedad Relativa**

Humedad necesaria en el ambiente con respecto a la atmósfera externa necesaria para el apropiado desarrollo del cultivo.

- **Incubación o Pasteurización**

Fase en la cual se calienta el sustrato con el fin de que el inóculo pueda desarrollarse en este. Esta etapa es crítica para el proceso productivo.

- **Inóculo (Micelio)**

Semilla de los hongos a cultivar. Estas se obtienen en laboratorios y son la base para el cultivo de estas.

- **Orellanas**

Nombre común conocido internacionalmente para los hongos o setas comestibles de gran tamaño.

- **Pleurotus Ostreatus**

Hongo o seta tipo "Ostra", variedad comestible muy utilizada en la cocina internacional.

- **Sustrato**

Sustrato se le llama al material del cual el hongo se alimentará y sobre el cual se desarrollará.

Puede ser cualquier residuo poscosecha, siempre y cuando sea rico en lignina y celulosa.

Sustancia sobre la cual se basa un cultivo, contiene elementos orgánicos que sirven de nutrientes para el cultivo. Se le pueden adicionar diversas sustancias con el fin de mejorar su efectividad.



## INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de grado, es el resultado de reunir ideas e información, aplicando perseverancia y convicción en la integración de los conocimientos adquiridos durante la carrera y nuestro interés en formular proyectos que contribuyan al desarrollo de la agricultura del país.

Para su elaboración ha sido necesaria una profunda preparación académica y un exhaustivo trabajo de investigación llevado a cabo a través de entrevistas, visitas, y consulta de material especializado.

El trabajo inicia en la formulación del problema de investigación a realizar, así como las razones que motivaron su elaboración; a continuación se da un primer contacto con la especie de hongo a cultivar describiendo aspectos generales de la biología del *Pleurotus Ostreatus*; una vez se tienen estos conocimientos, se establece el lugar donde se efectuará el cultivo de acuerdo a los parámetros ambientales requeridos para realizar el mismo. El siguiente paso consiste en la identificación de los materiales y equipos necesarios para llevar a cabo el proceso de cultivo así como el diseño del esquema de siembras y cosechas del *Pleurotus Ostreatus*.

Luego de investigar acerca de los canales de comercialización existentes para los hongos comestibles dentro del territorio nacional y una vez se ha determinado el tamaño de mercado para el presente proyecto, se define cómo se realizará la comercialización del *Pleurotus Ostreatus*, teniendo presentes las exigencias y características que los clientes seleccionados demanden del producto. Existe una normatividad muy específica relacionada con los requerimientos para constituir la empresa del cultivador, por tanto el siguiente paso consiste en la descripción detallada de dicha normatividad; como parte integral del tratamiento de la empresa del cultivador se presentan aspectos tales como su misión, visión, conformación y funciones básicas. El presente estudio de factibilidad queda concluido con la última etapa: el estudio financiero que contempla los costos, los diversos flujos y los indicadores básicos con los que se concluye si la empresa es o no tanto viable como rentable.

Con este estudio se espera por tanto aportar una herramienta que contribuya al desarrollo y fortalecimiento de la agricultura colombiana y presente nuevas alternativas de cultivo y de alimentación, al contemplar aquellas características fundamentales que se deben tener presentes para poder realizar el cultivo de manera eficiente y rentable.

# 1. FORMULACIÓN DEL PROYECTO

## 1.1. FORMULACION DEL PROBLEMA

¿CUÁL ES LA FACTIBILIDAD TÉCNICA, DE MERCADOS Y FINANCIERA DE UN CULTIVO DEL HONGO PLEUROTUS OSTREATUS EN CUNDINAMARCA, COMO PROPUESTA VIABLE HACIA EL DESARROLLO AGROINDUSTRIAL?

## 1.2. JUSTIFICACIÓN

Es importante considerar que el mercado de hongos comestibles está en expansión en nuestro país y puede contribuir a la diversificación de actividades agroindustriales e incrementar su rentabilidad sin alterar el medio ambiente.

A causa de esto, la propuesta de un cultivo del hongo Pleurotus Ostreatus en Cundinamarca se plantea como una excelente alternativa de cultivo para el fortalecimiento del desarrollo rural del País.

El cultivo del hongo Pleurotus Ostreatus presenta varias ventajas:<sup>1</sup>

Entre las numerosas ventajas del cultivo del hongo ostra, se pueden señalar:

- Sus principales substratos de crecimiento son residuos vegetales ricos en ligninas (lignívoros) -como maderas, cáscaras y pajas de cereales- lo cual permite utilizar un residuo muy barato y fácil de conseguir.
- Es un gran colonizador capaz de desplazar otros organismos, lo cual requiere menos energía para eliminar probables contaminantes.

---

<sup>1</sup> Andrés France I. ,Ingeniero Agrónomo, Ph. D., Investigador INIA Quilamapu  
Juan Antonio Cañumir V. ,Ingeniero Agrónomo, M.Sc. ,Investigador U.de Concepción. Chile

- Por crecer en materiales ricos en lignina y celulosa, enfrenta pocos competidores que puedan prosperar sobre el mismo sustrato.
- Su crecimiento es rápido, produciendo un rendimiento promedio de 20% del peso del sustrato que lo contiene.
- La consistencia del carpóforo (callampa o sombrero del hongo) es mayor a la mayoría de los otros hongos comestibles, por lo que su vida de postcosecha es más prolongada.
- Por ser un producto menos cultivado que el champiñón, su precio es mayor en el mercado nacional e internacional.
- Representan la forma más eficiente de conversión de desechos vegetales en alimento.
- El alimento obtenido es considerado una comida agradable debido a su textura y sabor.
- El residuo producido puede ser utilizado de numerosas formas tales como producción de biogás, producción de papel o cartón, mejoradores de suelo, lombricultura, etc.
- Representa un papel vital en la ecología del ciclo del Carbono en la Naturaleza, reduciendo la acumulación de materia orgánica vegetal.
- Facilidad de adaptación del hongo a diferentes condiciones ambientales.
- Desarrollo del cultivo a menores costos en diferentes regiones geográficas, debido a que se pueden utilizar cepas que resulten adecuadas para las diversas temperaturas reinantes en dichas regiones siempre que éstas sean más o menos constantes.

Con este proyecto se pretende aportar una herramienta para contribuir al **fortalecimiento de la industria agrícola nacional** mediante la aplicación de diversos aspectos de la Ingeniería Industrial, tales como el diseño del proceso productivo, la optimización de procesos, la investigación de mercados y el estudio financiero que evalúe la viabilidad y rentabilidad del cultivo.

Mediante el desarrollo del cultivo del Pleurotus Ostreatus se obtendrían beneficios tales como:

### **Económicos**

- Mayor desarrollo e innovación para la agricultura nacional.
- Mayor sostenibilidad dentro del sector de la agricultura.
- Incremento y/o mejoramiento de la oferta alimentaria.
- Diversificación del mercado y portafolio de productos cultivados.
- Posibilidad de ofrecer una producción homogénea y seleccionada.

### **Sociales**

- Mejoramiento de la seguridad alimentaria del país.
- Al ser la tecnología relativamente económica y simple, se adapta a personas y comunidades con bajos recursos o sin tierras.
- Se generarán nuevas fuentes de empleo.

### **Tecnológicos**

- Desarrollo de nuevas tecnologías de cultivo que aporten al desarrollo de la industria agrícola.
- Empleo de diversas herramientas de la Ingeniería Industrial, tales como el diseño del proceso productivo, la optimización de procesos, la investigación de mercados y el estudio financiero.

## **Ambientales**

- Preservación de los ecosistemas mediante la reducción del daño ecológico causado por métodos inadecuados de cultivo.
- Menor daño y contaminación al medio ambiente al no utilizar fertilizantes ni insecticidas.
- Se evita la captura de hongos con tamaños inferiores a las mínimas, contribuyendo con la continuidad de su ciclo reproductivo y asegurando un mayor potencial productivo de los ecosistemas.

## **Culturales**

- Satisfacción de consumidores en búsqueda de productos naturales de primera calidad nutricional.
- Ampliación de las posibilidades de trabajo del cultivador tradicional mediante el uso de nuevas técnicas de cultivo industrial.

## **Académicos**

- Aplicación de conocimientos adquiridos en el transcurso de la carrera y que van en pos del fortalecimiento de la Industria Agrícola Nacional y del mejor aprovechamiento de los recursos.
- Ampliación de las fuentes de consulta de la Universidad al contar con un estudio de factibilidad enfocado al desarrollo de la agricultura por medio de un cultivo no tradicional.

### **1.3. OBJETIVOS**

#### **1.3.1. Objetivo general.**

Realizar el estudio de factibilidad de mercados, técnica y financiera para la implementación de un cultivo del hongo *Pleurotus Ostreatus* en Cundinamarca, como propuesta viable hacia el desarrollo agroindustrial.

#### **1.3.2. Objetivos específicos.**

- Definir el mercado objetivo de acuerdo con el perfil de los consumidores y determinar cual será el mercado meta según los objetivos y posibilidades del proyecto.
- Determinar los canales de comercialización mediante los cuales se distribuirá el producto al mercado objetivo, así como las características que estos exijan del producto.
- Determinar cómo se realiza el proceso productivo del cultivo del hongo *Pleurotus Ostreatus*, de acuerdo con los requerimientos básicos para su óptimo desarrollo.
- Estructurar la empresa cultivadora definiendo las diferentes áreas que la componen y sus respectivas funciones, así como los requerimientos legales para la constitución de la misma.
- Establecer los permisos que se requieren para poder realizar el cultivo de *Pleurotus Ostreatus* en Cundinamarca.
- Realizar una evaluación financiera que contemple los diversos costos, determine la inversión inicial necesaria y que analice la viabilidad y rentabilidad del proyecto.
- Integrar los resultados de la investigación de forma tal que se articulen mostrando un plan de implementación viable y atractivo para los posibles inversionistas del proyecto.

## **2. GENERALIDADES**

### ***2.1. BIOLOGÍA GENERAL DE LA ESPECIE***

#### **2.1.1. Características fisiológicas de la especie.**

El Pleurotus es un hongo comestible gastronómicamente de primera calidad. Su color es blanco o castaño, aunque hay variedades azuladas y rosadas (ver [ANEXO 1](#)) Su carne es compacta en el sombrero y fibrosa y blanca en el pie con sabor y olor agradable.

El sombrerillo de esta seta es redondeado, con la superficie lisa, abombada y convexa cuando es joven, aplanándose luego poco a poco. El borde está algo enrollado al principio. Su diámetro oscila entre 5 y 15 cm., dependiendo de la edad del hongo.

En la parte inferior del sombrero hay unas laminillas dispuestas radialmente como las varillas de un paraguas, que van desde el pie o tallo que lo sostiene, hasta el borde. Son anchas, espaciadas unas de otras, blancas o crema, a veces bifurcadas, y en ellas se producen las esporas destinadas a la reproducción de la especie. Estas esporas son pequeñas, oblongas, casi cilíndricas, que en gran número forman masas de polvo o esporadas, de color blanco con cierto tono lila-grisáceo.

El pie suele ser corto, algo lateral u oblicuo, ligeramente duro, blanco, con el principio de las laminillas en la parte de arriba y algo peloso en la base. Pueden crecer de forma aislada sobre una superficie horizontal o en grupo formando repisas laterales superpuestas sobre un costado de los árboles. La carne de la seta es blanca, de olor algo fuerte, interna al principio y después correosa.

#### **2.1.2. Hábitos alimenticios.**

La biología y ecología trófica del Pleurotus Ostreatus se presenta en el trabajo de Maroto (1995). De la misma referencia puede resumirse que la especie tiene la característica de ser xilófago, por lo cual se los cultiva en diversos sustratos (aserrín de maderas no resinosas o paja de distintas malezas provenientes de cultivos) obtenidos de sobrantes de la industria agrícola y maderera.

### 2.1.3. Crecimiento.

Los hongos comestibles del género *Pleurotus*, también llamados setas, son organismos que utilizan selectivamente la lignina para su crecimiento. Debido a que este compuesto químico actúa como una barrera para la degradación biológica de los residuos lignocelulósicos, estos se acumulan en grandes cantidades. La alternativa de utilizar los residuos vegetales como sustratos para el cultivo de setas tiene importancia en la actualidad, porque se están implementando tecnologías para la producción de un alimento de consumo humano de calidad nutricional aceptable, incidiendo directamente sobre un problema grave de contaminación. A través del tiempo se ha buscado la utilización de nuevos sustratos para el cultivo de setas, probándose gran cantidad de materiales lignocelulósicos, determinando la factibilidad de su empleo en el cultivo de *Pleurotus Ostreatus*. La implementación de una biotecnología que utilice los materiales lignocelulósicos para la producción de hongos comestibles, implica un estudio económico de costos para la producción a nivel piloto de dicho alimento, con fines comparativos con respecto a las tecnologías ya existentes que utilizan este recurso.<sup>2</sup>

---

<sup>2</sup> Kirk, T. K., W. J. Connors y J. G. Zieikus. 1977. "Advances in Understanding the Microbiological Degradation of Lignin", en F. A. Loewus y U. C. Runeckles, eds. *Recent Advances of Phytochemistry*. Vol. 11. The Structure Biosynthesis and Degradation of Wood. N. Y. Plenum Press.



## **3. ESTUDIO DE MERCADOS**

### **3.1. TAMAÑO DEL MERCADO**

El consumo anual per. cápita total del hongo *Pleurotus Ostreatus* durante 2.003 fue de 0,004 kilos / año<sup>3</sup>; Adicionalmente y según información del DANE, el total de habitantes urbanos en Colombia para el presente año es de 32'020.438 personas<sup>4</sup>.

El tamaño del mercado en Colombia viene representado por el valor resultante de multiplicar el consumo per cápita por el número total de habitantes, lo que representa 128.082 kilos al año, es decir 128 toneladas por año

#### **3.1.1. Mercado objetivo.**

El *Pleurotus Ostreatus* es un producto que se comercializa en los estratos 4 a 6 por presentar un alto valor a causa de características como su textura, sabor y olor agradables que han hecho que sea considerado como un alimento “de lujo”. Esto quiere decir que su uso está enfocado hacia la alta cocina y platos especiales, por lo cual su comercialización a estratos 1, 2 y 3 resulta inconveniente para este proyecto ya que es completamente desconocido en estos estratos y su valor de precio de venta al público les resulta inaccesible.

El precio al público para la carne de *Pleurotus Ostreatus* en el mercado de Colombia se sitúa alrededor de \$8.500 - \$ 10.000/Kg<sup>5</sup>. Este precio varía de acuerdo a las características específicas del hongo, como son peso, frescura y tamaño, las cuales son determinadas por el intermediario que lo comercializa. Como se espera tener una alta calidad en el producto que se ofrece, se

---

<sup>3</sup>María Elena Arango. Asociación Nacional de Productores, Comercializadores y Transformadores de Hongos Útiles.

<sup>4</sup> WWW.DANE.org

<sup>5</sup> María Elena Arango. Asociación Nacional de Productores, Comercializadores y Transformadores de Hongos Útiles.

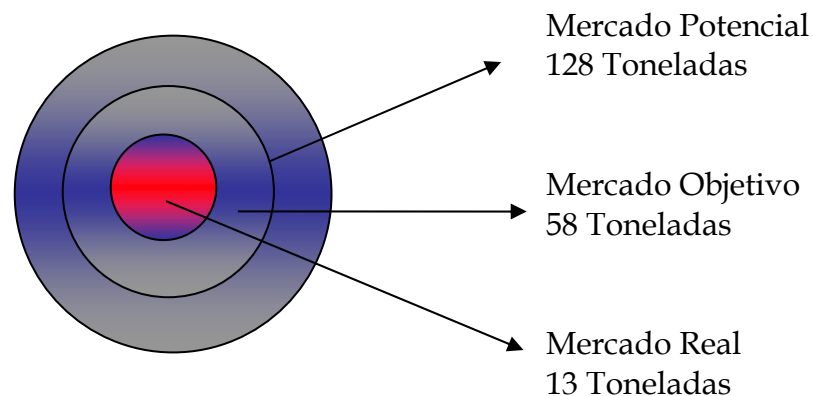
espera tener un alto precio de compra. Sin embargo se tomará el promedio de \$9000 pesos el kilo para las proyecciones que se realizarán posteriormente.

Las ciudades Bogotá, Cali, Medellín, Cartagena, Barranquilla y Bucaramanga, son los principales centros de consumo de hongos comestibles del país, debido a que son ciudades con un alto número de habitantes y con mayor nivel de ingresos per cápita promedio.<sup>6</sup>

Teniendo presentes estas variables de nivel de ingresos y ubicación geográfica, el *Pleurotus Ostreatus* tendrá por mercado objetivo las personas cuyo nivel de ingresos se sitúe por encima de 3 salarios mínimos vigentes y que estén ubicadas en las ciudades anteriormente mencionadas (ver ANEXO 2). Esta cifra multiplicada por el consumo per cápita (0,004 kilos/ año) proporciona por mercado objetivo 13.188 kilogramos al año.

Esto se puede ver de una forma más clara en el diagrama a continuación:

**Figura 1.** Diagrama del mercado Real



---

<sup>6</sup> www.dane.org

### 3.2. CANALES DE COMERCIALIZACIÓN

La producción de hongos comestibles se comercializa a través de varios canales de distribución, teniendo en cuenta la localización geográfica y el nivel de ingresos de la población. En la Tabla 1 se relacionan los diferentes sitios de comercialización de hongos comestibles.

**Tabla 1:** Canales de comercialización, hongos comestibles.\*

| <b>Canales de Comercialización, Hongos Comestibles</b> |
|--|
| Plazas de mercado                                      |
| Puestos Fijos  |
| <b>Comerciantes y procesadores</b>                     |
| Supermercados  |
| - Cajas de compensación                                |
| - Cadenas de Supermercados                             |
| Restaurantes especializados en comida internacional    |
| Hoteles  |
| Clubes   |

\* ASOCIACIÓN NACIONAL DE PRODUCTORES, COMERCIALIZADORES Y TRANSFORMADORES DE HONGOS UTILES.

#### 3.2.1. Canal de comercialización para mercado objetivo.

La principal especie de hongo comercializada por minoristas es el champiñón, con una mayor preferencia en estratos 2, 3, y 4. Su precio varía entre \$6.000 a \$7.000 pesos por kilo, lo cual no

cumple con las expectativas del presente proyecto ya que como se menciona con anterioridad, el precio para la carne de Pleurotus Ostreatus se sitúa entre de \$8.500 y \$ 10.000/Kg.

El consumo de carne de hongo diferente al champiñón en Colombia es muy bajo con respecto a las cifras manejadas en mercados como el Europeo (0.06Kg. per. cápita contra 8Kg. per. cápita), es por esto que realizar un estudio de mercados dirigido a personas comunes resulta muy complicado ya que estas desconocen las características del hongo y sus propiedades. Resulta mucho más productivo interrogar a las empresas que comercializan este producto desde hace tiempo, que tienen un mercado ya establecido, y que pueden mostrar un panorama real de las condiciones de este mercado, así como las características del hongo que este requiere.

Por tanto, el canal de comercialización seleccionado para el presente proyecto está conformado por aquellas compañías comercializadoras de hongos comestibles que cuentan con mayor cubrimiento en el territorio nacional (principalmente en las ciudades de Bogotá, Cali, Medellín, Cartagena, Barranquilla y Bucaramanga), que garanticen un pago a tiempo y una pronta salida del producto; adicionalmente estas compañías deben en la actualidad comercializar Pleurotus Ostreatus.

Se escogieron las Empresas Champiñones Portobello, Champiñones & Shiitake Monte Alto, y Champiñones Robert Garzón como objeto de este estudio debido a que comercializan el hongo concerniente a este estudio y cuentan con un buen nombre en el medio así como recursos suficientes para estar interesadas en este proyecto.

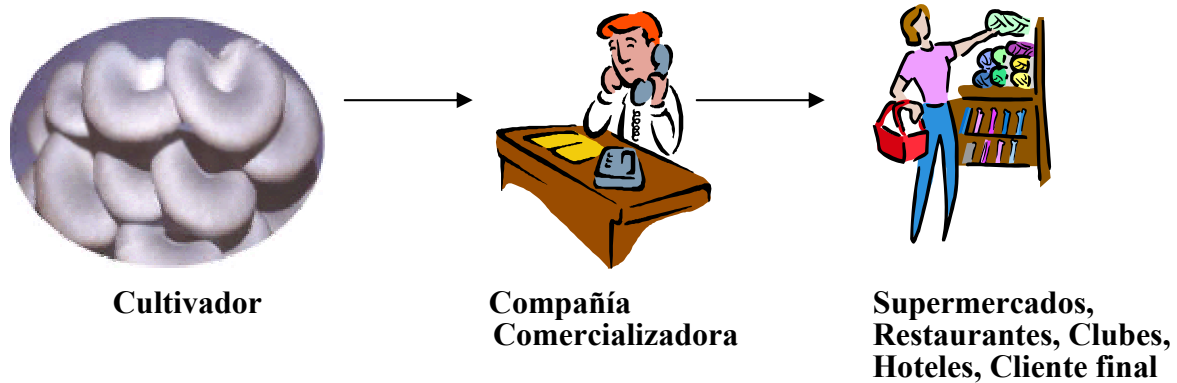
En la Tabla 2, se relacionan las compañías que están acordes a este perfil.

**Tabla 2:** Canal de comercialización seleccionado.

| <b>Tabla 2: Canal de Comercialización Seleccionado</b> |
|--|
| <b>Champiñones Portobello</b>                          |
| <b>Champiñones &amp; Shiitake Monte Alto</b>           |
| <b>Champiñones Robert Garzón</b>                       |

El canal de distribución que se utilizará para comercializar el producto y llegar al mercado objetivo se ilustra a continuación.

**Figura 2.** Canal de comercialización seleccionado<sup>7</sup>



### ***3.3. INVESTIGACIÓN DE MERCADOS***

Se debe resaltar que aunque este estudio resulta muy útil para conocer el mercado, es débil desde el punto de vista matemático ya que no permite demarcar una población de consumo con rigor estadístico.

#### **3.3.1. Modelo de encuesta aplicada.**

El modelo de encuesta aplicada para la realización de la investigación de mercados se observa en el (ANEXO 3). Por medio de ésta se buscó establecer la demanda mensual de producto y las características del *Pleurotus Ostreatus* requeridas por las empresas comercializadoras: Estas características son:

- ⊕ Tamaño
- ⊕ Color
- ⊕ Peso
- ⊕ Presentación
- ⊕ Cantidad de compra
- ⊕ Periodicidad de compra

---

<sup>7</sup> Todos los dibujos son propiedad de Microsoft Corporation, 2003.

### 3.3.2. Resultados de la encuesta.

Las personas a quienes se les aplicó la encuesta, su cargo, teléfono y la empresa a la que pertenecen se muestran a continuación:

**Tabla 3:** Personas encuestadas.

| Empresa                                      | Cargo               | Persona        | Teléfono |
|--|---------------------|----------------|----------|
| <b>Champiñones Portobello</b>                | Ejecutiva de Ventas | Gloria Pinzón  | 6305766  |
| <b>Champiñones &amp; Shiitake Monte Alto</b> | Directora Comercial | Liliana Guzmán | 2133864  |
| <b>Champiñones Robert Garzón</b>             | Gerente General     | Robert Garzón  | 4333831  |

En el (ANEXO 4) se muestran los resultados de la encuesta aplicada.

### 3.3.3. Conclusiones de la investigación.

✦ Existe una demanda insatisfecha del producto puesto que la oferta de Pleurotus Ostreatus cubre en el mejor de los casos la mitad de la cantidad deseada por los comerciantes del mismo.

✦ Hay un marcado interés por parte de las compañías distribuidoras de este producto en comercializar el Pleurotus Ostreatus.

✦ Para cumplir con los requerimientos de las compañías comercializadoras pertenecientes al mercado objetivo del proyecto, el producto debe poseer las siguientes características:

- Color blanco o pardo
- Con diámetro del sombrero entre 10 a 15 cm.
- De uno o dos días máximo de cortado
- Llegar debidamente empacado en bandejas de 250 gr. o 500 gr.

✦ El precio que estas compañías comercializadoras están dispuestas a pagar por el producto es constante a lo largo del año, siendo en promedio de \$9.000 por Kilogramo.

✦ En general, estas empresas garantizan pronta salida y pago oportuno del producto (de contado).

- ⌘ En la actualidad no existe en Colombia ningún cultivo a nivel industrial de esta especie; los *Pleurotus Ostreatus* comercializados provienen del cultivo artesanal y este no brinda un volumen constante ni suficiente del producto a las compañías distribuidoras.
- ⌘ El tamaño de los *Pleurotus Ostreatus* no es un factor de relevancia para su adquisición ya que lo que importa a las empresas que lo comercializan es su peso.
- ⌘ Debido a la forma de cultivo del *Pleurotus Ostreatus*, la compra del mismo se efectúa cada que este último es llevado para su venta a la compañía Distribuidora

## **4. INGENIERIA DEL CULTIVO**

### **4.1. LOCALIZACIÓN ZONA DE CULTIVO**

Los hongos no necesitan tierra para desarrollarse, requieren de espacios pequeños, bajo cubierta o en invernaderos. Es importante que el sitio sea ventilado, seco y limpio. Se deben separar al menos cuatro áreas:<sup>8</sup>

a) Área de Preparación:

Puede ser un área al aire libre, o cualquier área amplia que facilite la preparación del sustrato.

b) Esterilización del sustrato y Área de Inoculación: Es el área donde se inoculará o sembrará la semilla del hongo en el sustrato estéril. Esta es el área que debe permanecer más aséptica en todo el proceso, debe tener bastante luz, para vigilar el proceso de siembra o inoculación.

c) Área de Incubación: Es el área donde el hongo se incubará o crecerá alimentado del sustrato escogido, debe ser un área aséptica, completamente oscura, la temperatura debe permanecer a

---

<sup>8</sup> GONZÁLEZ, A.E. & RODRÍGUEZ, M. 1995. Cultivo de dos cepas de *Pleurotus* sobre diferentes mezclas de sustratos. Revista del Jardín Botánico Nacional, 16: 69-71.

25oC, aunque a menor temperatura también se desarrolla, pero se demoran más en crecer. La humedad ideal del sustrato debe ser del 60%.<sup>9</sup>

d) Área de Fructificación: Es el área que requiere de mayor espacio. Se debe permitir el ingreso de la luz hasta lograr un estado de semipenumbra. Tener en cuenta la ubicación de los estantes, tejas o lo que se vaya a utilizar para colocar los bloques y la separación entre ellos, para facilidad de las personas encargadas de la cosecha.

La temperatura máxima debe ser de 20 a 23oC.<sup>10</sup>

Estos elementos se deben construir en un espacio plano adecuado. Por esto es necesario contar con un terreno que reúna las siguientes características:

### **Definición y ponderación de los criterios de selección**

- 1. Funcionamiento del proyecto (20%):** Es un factor de importancia dado que el proyecto requiere mano de obra intensiva, disponibilidad de energía eléctrica y facilidades de transporte.
- 2. Costos de inversión (20%):** Se trata de un proyecto que requiere grandes inversiones en terreno y adecuación de la zona de cultivo.
- 3. Costos de operación (20%):** Es un proyecto de mucho cuidado en su operación, son necesarias condiciones especiales (ambientales, transporte y de contratos) por tal motivo los costos de operación son determinantes.
- 4. Ingresos del proyecto (15%):** Es básico para el funcionamiento del proyecto tener en cuenta los ingresos del proyecto para que el mismo sea rentable.
- 5. Servicios ofrecidos por la comunidad local (5%):** Aunque se deben tener en cuenta, no son fundamentales en este tipo de proyecto.
- 6. Emplazamiento específico (15%):** Se debe tener una infraestructura óptima para el adecuado desarrollo del cultivo.
- 7. Criterios subjetivos (5%):** Son factores relacionados con el aspecto humano que no sobra considerar.

---

<sup>9</sup> NOBLE, R. & GAZE, R.H. 1998. Composting in aereated tunnels for mushrooms cultivation: influence of process temperature and substrate formulation on compost bulk density and productivity. International Symposium on composting and use of composed materials for Horticulture. Acta Hort., 469: 417-426.



### Evaluación de alternativas:

Las zonas de Tenjo, Cota, Sopó y demás alrededores de Bogotá presentan condiciones apropiadas para el cultivo de nuestro producto por lo cual son la primera opción al analizar posibles lugares para el cultivo.

**Tabla 4: Tabla De Evaluación De Alternativas**

| TABLA DE EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS        |             |  |   |   |
|--|-------------|--|---|---|
| REGIÓN GEOGRÁFICA Y LOCALIDAD              | Ponderación | Tenjo  | Cota  | Sopó  |
| FUNCIONAMIENTO DEL PROYECTO                | 20%         | Cuenta con mano de obra calificada. Se encuentra cerca de la ciudad.   | Cuenta con mano de obra calificada. Se encuentra cerca de la ciudad.  | No cuenta con suficiente mano de obra, dado que esta se encuentra en otro tipo de industrias (Alpina y Colcerámica).                        |
| COSTOS DE INVERSIÓN                        | 20%         | Precios accesibles para la consecución del terreno.  | Precios elevados del terreno. Dificultad de encontrar el terreno óptimo para el cultivo.  | Precios relativamente elevados del terreno.   |
| COSTOS DE OPERACIÓN                        | 20%         | Costos competitivos de salarios, transporte y suministros, posee buenas condiciones climáticas para el cultivo.  | Posee las mejores condiciones climáticas para el cultivo, los servicios y suministros son costosos. Se encuentra muy cerca de Bogotá. | Los salarios son elevados dado la menor disponibilidad de mano de obra. Las fuertes heladas de la región son perjudiciales para el cultivo. |
| INGRESOS DEL PROYECTO                      | 15%         | El valor y facilidad de consecución del terreno permite ahorro en costos que pueden llegar a ser significativos. | Se pueden presentar dificultades debido al valor de los predios y los servicios.  | Los costos de mantenimiento son alto, las industrias cercanas tienen complicaciones salariales.   |
| SERVICIOS OFRECIDOS POR LA COMUNIDAD LOCAL | 5%          | Cuenta con los servicios básicos para los trabajadores   | Cuenta con los servicios básicos para los trabajadores  | Es la mejor dotada en servicios.  |
| EMPLAZAMIENTO ESPECÍFICO                   | 15%         | La infraestructura está acorde con las necesidades del cultivo   | La infraestructura es la óptima, no ayuda mucho la topografía del terreno.  | La infraestructura está acorde con las necesidades del cultivo  |

|                                 |    |  |  |   |
|---------------------------------|----|--|--|---|
| <b>CRITERIOS<br/>SUBJETIVOS</b> | 5% | Se encuentra mano de obra muy motivada hacia este tipo de industria. | Se encuentra mano de obra muy motivada hacia este tipo de industria. | Es difícil encontrar mano de obra motivada para el cultivo. |
|---------------------------------|----|--|--|---|

### **Conclusiones:**

- La alternativa seleccionada para la localización del cultivo es Tenjo, ya presenta las condiciones más favorables para la instalación del proyecto.
- Las condiciones de Cota y Sopó tienen una clara desventaja en relación a Tenjo ya que los precios del terreno y suministros son mucho más accesibles y posee condiciones similares en las otras variables.

La ubicación del cultivo en esta zona permite un rápido acceso a la ciudad de Bogotá, (el tiempo de viaje entre Tenjo y Bogotá por vía terrestre en camión es de 25 minutos), en donde se encuentran todas las empresas comercializadoras del producto.

A fin de escoger el sitio óptimo para la realización del cultivo, se efectuaron diversas entrevistas con propietarios de terrenos en la zona, concedores tanto de las condiciones y características del suelo (aunque esto no es significativo en nuestro cultivo) como de los precios y terrenos disponibles.

Luego de analizar las diferentes características de la región, se concluyó que el lugar más apropiado para realizar el proyecto es la zona de Tenjo ya que los precios de venta o arriendo del terreno son mucho menores que en las otras anteriormente mencionadas. El área de terreno necesaria para el proyecto no requiere ser de más de 1/3 de hectárea ya que el cultivo se realiza en bolsas en estructuras diseñadas para albergarlas.

## **4.2. PARÁMETROS AMBIENTALES DE LA ZONA DE CULTIVO**

### **4.2.1. Características hídricas y fisicoquímicas del cultivo.**

Las condiciones necesarias del ambiente y del sustrato en el momento de la siembra del hongo *Pleurotus Ostreatus* son las siguientes: humedad relativa 82 a 86%; concentración de CO<sub>2</sub> del sustrato 20000 ppm; temperatura del sustrato 27,7 a 30° C; en estas condiciones, la incubación se lleva a cabo en 10-14 días ; humedad del sustrato en el momento de la pasterización 70-75% ; Ph. 6,0 a 6,5 el cual es considerado como ideal; temperatura 28° C durante la fase de incubación temperatura de fructificación 10-15° C, aunque las diferentes especies se comportan de manera distinta cuando son influenciadas por diferentes niveles de temperatura); concentraciones de CO<sub>2</sub> durante la fructificación inferiores de 0,08%; humedad relativa 90-95%; luz 8-12 horas diarias.<sup>11</sup> *Pleurotus Ostreatus* utiliza 17 elementos, los cuales son: nitrógeno, fósforo, potasio, azufre y magnesio; y en proporciones menores calcio, hierro, zinc, cobre, molibdeno, y manganeso.

## **4.3. SISTEMA DE CULTIVO**

El cultivo del Hongo *Pleurotus Ostreatus* se realiza artesanalmente de la siguiente manera: Se toman trozos del hongo y se pican, obteniendo con esto lo necesario para utilizar como “semilla”. Esta “semilla” se le añade al sustrato que puede ser aserrín o paja, y se procede a almacenarlo en bolsas plásticas que se almacenan generalmente en un cuarto oscuro. Posteriormente se trasladan a otro cuarto con un poco más de luz en el cual se obtiene una producción de hongos que no sobrepasa el 40% de eficiencia biológica. (Ver glosario)

---

<sup>11</sup> Anotaciones acerca de la bromatología y el cultivo del hongo comestible *Pleurotus Ostreatus*, Luis Fernando Cardona Urrea. 2001

### 4.3.2. Sistema de producción industrial

Como es de esperarse, el cultivo industrial de los hongos necesita una mayor cantidad de suplementos y de materia prima, requiere maquinaria y equipo especializado y se le añade el proceso de fermentación. Esta forma de cultivo es muy poco conocida por los pocos agricultores de setas en el país debido a la escasa literatura que existe y el bajo consumo de este producto. También se desconocen principios técnicos y cálculos para diseñar un túnel de pasteurizado o de una planta productora por el personal que ha laborado en empresas de este tipo.

Los principales inconvenientes para este sistema de producción son derivados de los puntos situados anteriormente: Costos de producción más altos, carencia de técnicos asesores calificados y realización de todos los procesos por parte del productor. Sin embargo es de esperarse que la realización de outsourcing en Colombia sea muy complicado. Cabe la aclaración que el proceso de producción a realizar es sólo para el producto fresco. Los distintos métodos de conservación expuestos a continuación sí deben realizarse por empresas externas.

Se debe tomar en cuenta que la adquisición de semilla de calidad es indispensable para evitar factores adversos. Es por esto que debe considerarse importarla de Estados Unidos o México ya que en estos países se produce excelente semilla pero en grandes volúmenes. Es por esto que se dificulta la compra para un cultivo de estas características pero debe tomarse en cuenta que realizar un pedido con un buen número de productores puede ser muy beneficioso para todas las partes. Por otra parte, es más fácil colocar la venta del producto en el mercado nacional o internacional por ser mayor ya que garantiza una producción continua así proveyendo al comprador con una empresa confiable como proveedor logrando así tener mayores expectativas de crecimiento.<sup>12</sup>

---

<sup>12</sup> LOZANO, J.C. 1990. Producción comercial del champiñón *Pleurotus ostreatus* en pulpa de café. Revista Colombiana de Fitopatología, 14(2): 42-56.

### 4.3.3. Procesos biológicos de producción para cultivo industrial

Los procesos biológicos de producción en ambos sistemas son relativamente los mismos aunque por las cantidades utilizadas en este sistema se requiere de la fermentación o compostaje:

- Fermentación
- Esterilización
- Siembra
- Incubación
- Producción

#### Metodología

1. Desbaratar, picar, humectar y apilado del aserrín.
2. Revolver suplementos agrícolas previamente humectados con el aserrín y apilar ( INICIO DE LA FASE DE FERMENTACIÓN)
3. Permanencia de la composta por 3-5 días revolviendo diariamente o cada tercer día (FERMENTACIÓN)
4. Introducción de la composta en un local cerrado con paredes aisladas, controlando temperaturas por un periodo de 24 horas aproximadamente (ESTERILIZACIÓN)
5. Distribución de la semilla con un dosificador o manualmente sobre la composta ( SIEMBRA)
6. Colocación de la composta sembrada en bolsas plásticas con tamaño promedio de 1 Kg.
7. Transporte de las bolsas a las naves de incubación (INCUBACIÓN)
8. Control de temperaturas a 22° C promedio durante 15 días aproximadamente
9. Transporte de las bolsas a la nave de producción (FRUCTIFICACIÓN)

## Ventajas

- El costo de la inversión obliga a tener mayores cuidados y supervisión calificada tanto en los procesos de cultivo como en la instalación de equipos, así como el diseño de la planta o la adaptación de la infraestructura si fuera el caso
- El control en las temperaturas y ventilación esta dado por los equipos especiales lo que garantiza una calidad homogénea en las bolsas
- Se tiene en las naves de incubación y producción la cantidad de bolsas suficientes y al mismo tiempo para que se dé el mismo tratamiento
- La producción es homogénea y garantiza una mayor cantidad y calidad de producto constante que permite la entrada al mercado formal nacional o internacional

## Desventajas

- Existen pocos técnicos con experiencia en producción comercial industrial
- Requiere de mayor inversión y espacios.
- Requiere de maquinaria y equipo

(Ver [ANEXO 5](#))

### **4.3.4. Sustratos empleados para la producción de *Pleurotus Ostreatus***

En general, este hongo se cultiva en compuestos orgánicos, producidos fundamentalmente por las plantas; lo más común es que se cultiven en residuos agrícolas ricos en estos compuestos. Es bastante larga la lista de materiales que se pueden emplear como sustrato básico para la producción de *Pleurotus*.

Los desechos del algodón, que se conocen como cascarilla motosa, proveen un sustrato ideal para el crecimiento del *Pleurotus*, estos desechos constituyen el 7% de la materia prima utilizada durante el hilado. También se realiza el cultivo de *Pleurotus* con la utilización de hollejos de semillas de maní, garbanzo, tamos de maíz, sorgo, bagazo de caña y desechos de papel.

Se ha visto que desechos de palma datilera mezclados con tamo de arroz arrojan excelentes resultados en el cultivo de estos hongos.

En Colombia se han investigado los siguientes sustratos:

- Vainas secas de Frijol y otras leguminosas
- Bagazo triturado de caña de azúcar
- Cogollo de azúcar
- Cascarilla motosa de algodón
- Caña, capacho y tusa (secos) de maíz
- Pulpa de café
- Pasto seco
- Socas de flores
- Podas de rosas y arbustos
- Fibra de plátano
- Acícula de Pino
- Viruta de madera
- Aserrín (excepto el de Pino y Eucalipto)
- Residuos de cultivo de Palma Africana
- Residuos de pastos y cereales

#### **4.3.4.1. Descripción de proceso para la preparación del sustrato**

El Aserrín es el tipo de sustrato escogido ya que fue seleccionado por la facilidad con que se consigue en el área y debido a que su precio es mínimo. Si se van a almacenar grandes cantidades del sustrato, este debe secarse al sol y guardarse en un lugar seco, libre de humedad, y de roedores e insectos.

Se homogenizan todos los elementos muy bien sobre una superficie limpia y seca, se hidrata hasta llegar a un 70% de humedad y se remueve durante tres días consecutivos. Posteriormente se apila en montones con el objetivo de ser transportados a el área donde se realiza la esterilización.

La utilización del sustrato remanente una vez terminado el proceso de producción consiste en:

#### **Enmiendas de suelo o fertilizantes.**

Las relaciones carbono nitrógeno y lignina nitrógeno que controlan los procesos de mineralización-inmovilización, logran una mayor velocidad de descomposición y un aporte nutricional al suelo, lo cual representa un valor agregado a la explotación comercial de hongos.

Otra ventaja de incorporar este material al suelo radica en las propiedades nematológicas que posee el hongo, el cual atrapa y mata nemátodos (lombrices microscópicas) que pasan por entre el micelio, ayudando a controlar estos organismos.

#### 4.3.5 Esterilización Del Sustrato

La esterilización es un proceso mediante el cual se anulan los microorganismos y semillas existentes en cualquier sustrato, con el fin de dejarlo lo más puro posible para que el hongo colonice más fácilmente, sin la presencia de otros microorganismos que pueden competir con él, por su alimento, o de semillas que puedan germinar allí quitándole al hongo espacio y alimento.

Existen varios métodos de esterilización:

- Hervir el sustrato en Agua: En una olla o caneca se coloca el sustrato, se cubre con agua al ras, teniendo en cuenta que el agua si este en contacto con todo el sustrato, se deja hervir de 3-4 horas. Dejas escurrir o decantar sin destapar, (puede hacerse un orificio en la parte inferior del recipiente, lo suficiente solo para que escurra). Dejar enfriar totalmente.
- Peróxido de Hidrógeno (Agua Oxigenada) : Al 30 %

Generalmente se consigue al 50 %, entonces para que quede al 30% se realiza la siguiente operación.

$$V_f = \frac{V_i \times (C_i)}{(C_f)} \quad \text{Ej. } \frac{V_f : 4 \text{ lt} \times 50}{30} = 6.6 \text{ lt}$$

V<sub>f</sub> = Volumen Final

V<sub>i</sub> = Volumen inicial

C<sub>i</sub> = Concentración inicial

C<sub>f</sub> = Concentración final

Entonces 6.6 litros de agua se le agregan a los 4 litros de agua oxigenada que es la máxima cantidad que vende el mercado.<sup>13</sup>

---

<sup>13</sup> FERNÁNDEZ, M.J. 2000. Productividad de dos cepas comerciales del hongo comestible *Pleurotus ostreatus* en diferentes mezclas de sustratos lignocelulósicos. Proyecto de investigación. Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín, Facultad de Ciencias Agropecuarias (inédito).



Posteriormente se agrega el peróxido hasta que cubra el sustrato, verificando su contacto al interior. El peróxido provoca efervescencia, por sí solo, una vez termina este efecto, el sustrato está listo. El tiempo de efecto de este método es relativo, dependiendo la cantidad de materia orgánica que el peróxido tenga que degradar, pero en promedio una arroba de sustrato por más contaminada que se encuentre no se demora más de tres horas en quedar estéril.

- **Autoclavar:** La autoclave es un Equipo que esteriliza a través de vapor. El sustrato se debe autoclavar 20 minutos a 121 psi.
- **Esterilizante en frío:** En estudio la dilución específica para sustratos de Orellana.
- **Anaerobiosis en frío :**

Este método se basa en la necesidad de oxígeno de los microorganismos para sobrevivir. Existen microorganismos que necesitan oxígeno y otro que necesitan su ausencia para sobrevivir. El método entonces crea un ambiente de anaerobiosis (sin oxígeno), para inhibir el desarrollo de los que lo necesitan y posteriormente, al sacar el sustrato de ese ambiente hay un choque de encuentro con el oxígeno y mueren los que necesitan de la ausencia de oxígeno (anaerobiosis).

**Tabla 5: Comparación métodos de Esterilización**

| <b>MÉTODO</b>              | <b>VENTAJA</b>                           | <b>DESVENTAJA / PUNTOS DE CUIDADO</b>   |
|----------------------------|--|---|
| <b>Cocción</b>             | <b>Fácil, rápido y Esteriliza bien</b>   | <b>Se debe escurrir adecuadamente hasta Humedad 60%</b>   |
| <b>H2O2</b>                | <b>Fácil y rápido</b>                    | <b>Un poco más costoso que el agua</b>  |
| <b>Autoclave</b>           | <b>Más rápido y Buena esterilización</b> | <b>Proporciona &lt; humedad de la requerida, se deben agregar 300 ml de agua antes de esterilizar. El equipo es costoso</b> |
| <b>Esterilizar en frío</b> | <b>Más rápido que todos</b>              | <b>La esterilización no es óptima.</b>  |

Considerando estas razones se ha elegido la utilización de una autoclave que garantiza la apropiada esterilización en un tiempo mínimo. El calentamiento se hace en una máquina diseñada

para ello y no en útiles caseros como ollas (Cocción), de tal manera que se evitan accidentes y se tiene un mayor control sobre el proceso.

#### **4.3.5.1 Descripción de proceso para la Esterilización Del Sustrato**

El sustrato se transporta desde el área de composteo hacia el lugar donde se encuentra el autoclave. Posteriormente se realiza el proceso de esterilización a vapor del sustrato, el cual se debe autoclavar 20 minutos a 121 psi. La capacidad del autoclave es de 26 litros con lo que se quiere decir que se puede manejar aproximadamente 30 kilos de aserrín ya que estos ocupan el volumen de 26 litros utilizando la máquina en un 80% de su capacidad. Posteriormente se transporta a la mesa de acero en la cual se el sustrato se colocará en bolsas plásticas con 1Kg. de capacidad. Estas bolsas se mantienen en el sitio de trabajo con el fin de realizar el siguiente proceso.

#### **4.3.6. Descripción de proceso para la siembra (inoculación)**

La inoculación consiste en agregar la semilla o Micelio del hongo al sustrato en donde va a crecer. Este paso debe hacerse en completa esterilidad, desinfectando el área. La persona que vaya a realizar el proceso debe desinfectar bien sus manos, usar bata o ropa escogida siempre para este mismo proceso y ningún otro, tapabocas siempre y gorro. No se debe hablar en esta área pero si lo requieren hacerlo lo estrictamente necesario y siempre con tapabocas.

En caso de no utilizar toda la semilla, si no se va a utilizar el mismo día debe guardarse en nevera, NO en el congelador, sino en la parte menos fría de la nevera, no se debe guardar más de dos meses.

Se debe dejar enfriar el sustrato, ya que si se inocula el hongo así se muere por el calor que trae el sustrato. Una vez este esterilizado y frío el sustrato, en un área cerrada, con tapabocas y guantes se empaca el sustrato en las bolsas se va pesando, tratando de que no le entre mucho aire a las bolsas. Se necesitan 1 o 2 personas que tomen el sustrato, lo expriman con sus manos (guantes), una puede introducirlo en las bolsas. La otra persona debe pesarlo y pasarlo a una tercera persona que sobre una mesa provista de un mechero, tomará con una cuchara desinfectada 20 gramos de semilla (3 cucharadas) y los pesará solo una vez para tener el cálculo y luego inoculara o agregará esos gramos dentro del sustrato, cerrará la bolsa sólo por torsión manual y la pasará a una cuarta persona quien homogenizará la semilla con el sustrato para que se quede en varias partes del sustrato, cerrará adecuadamente la bolsa, y los irá colocando en los baldes plásticos, no se deben llevar al área de incubación de bolsa en bolsa, sino todas los baldes al tiempo, para ahorrar

trabajo y para no abrir las puertas de ambas áreas. Es importante escribir en cinta de enmascarar, la fecha de inoculación y pegársela a los bloques (bolsas inoculadas).

La siembra se realiza en las bolsas de plástico, las cuales son perforadas para facilitar el intercambio gaseoso. Al sustrato se le inocula con 2% de micelio del hongo crecido en granos de cereal previamente hidratados y esterilizados. Se usan 20 gramos de inóculo para 980 g de sustrato seco, una vez llenas las bolsas de polietileno, estas son compactadas un poco con el fin de evitar el exceso de aire y así garantizar un mayor contacto entre la semilla y el sustrato. Luego se cierran y se le realizan punzadas múltiples veces en las paredes verticales para que el intercambio gaseoso se lleve a cabo siendo mantenidas 80-90% de humedad relativa durante el proceso de incubación.

Ver ([ANEXO 6](#))

Ver ([ANEXO 7](#))

Ver ([ANEXO 8](#))

#### **4.3.7. Descripción de proceso para la Incubación**

En esta etapa se busca que el hongo se incube, es decir que tenga las condiciones adecuadas para que se desarrolle dentro del sustrato. Se debe tener en un sitio oscuro, con temperaturas de 19 a 26 OC. El cuarto no debe tener humedad, es el sustrato el que tiene la humedad al 60 %, debe ser poco ventilado si el sitio es muy pequeño, debe haber suficiente oxígeno en el sitio, pero no corrientes de aire. Los bloques pueden acomodarse en estantes preferiblemente de plástico; si son de madera deben cubrirse con plástico y los paralelos con papel aluminio, ya que el hongo puede alimentarse también de la madera del estante; si son metálicas, cubrir con cartón para aislar los bloques del frío del metal. Es bueno en áreas de difícil desinfección, aplicar al suelo y/o en la superficie de los estantes cal en polvo para ayudar a la esterilidad del sitio, retener humedad y prevenir la presencia de insectos o si se quiere siempre por prevención.

Durante esta etapa no se debe entrar mucho al área, en lo posible cada 3 días, una sola vez al día.

Se entra con tapabocas y se revisan los bloques para detectar algunas posibles contaminaciones:

- Cuando se ingresa al área el olor debe ser agradable, si no es así es señal de algún o algunos bloques contaminados
- Presencia de otros colores diferentes al blanco
- Exudado negro.
- Exudados amarillos de mal olor (ya que el hongo en sus fases tempranas presenta un exudado amarillo propio de él, pero no de olor)

- Si llegan a observar algunas manchas de otros colores lo que se debe hacer es lo siguiente:
- Si la mancha es pequeña pueden (con ayuda de una jeringa estéril, nueva o esterilizada al mechero), pinchar sólo una vez en el sitio de la mancha (colonia de otro microorganismo) agregando alcohol puro, no más de 0.5 ml.
- Si la mancha es grande, se deben aislar esos bloques para otro estante, determinado para ello y alejado de los demás, y observar los constantemente, si el Hongo de la Orellana no logra ganar por competencia a ese otro microorganismo deberán desecharse esos bloques

En ésta etapa el hongo se alimenta del sustrato e invade, cubre o rodea todo éste, el tiempo puede variar de un bloque a otro, pero en general es de 4 semanas, a los 26 ó 28 días se debe ir a revisar, pues algunos primordios (puntos gruesos blancos o primeras manifestaciones del cuerpo fructífero del hongo) aparecen antes de tiempo, en éste momento se deben romper las bolsas con cuidado y tijeras desinfectadas, el bloque no se desbaratará, pues el micelio (pelitos blancos o hifas por donde se nutre) del hongo lo habrá compactado. Se colocan de nuevo en bandejas y se pasan al área de Fructificación

(Ver [ANEXO 9](#))

(Ver [ANEXO 10](#))

#### **4.3.8. Descripción de proceso para la Fructificación**

En esta etapa se espera que el hongo ya fructifique o madure, si hasta el momento todo ha marchado bien, el hongo ya cuenta con defensas para desarrollarse y no es común que en este punto se presenten contaminación.

Cuando se ha trasladado los bloques a ésta área, ya se deben cambiar las condiciones para proporcionar un ambiente propicio para la fructificación del Hongo.

Se debe entonces aumentar la humedad relativa del área (80%), esto se puede lograr por aspersión a los 10 días o colocando baldes de agua en el suelo, con pequeñas nebulizaciones, regando el piso y las paredes diariamente, en climas fríos simplemente se quitan las adecuaciones de calor, se deben observar los bloques, ya que generalmente tienden a deshidratarse, para esto se les puede asperjar agua con atomizador, hacia arriba para que el agua caiga, pero no directamente. El agua para ésta aspersión puede ser la de Bogotá, en otras áreas rurales se recomienda esterilizarla (al vapor o hervirla, y esperar a que enfríe totalmente antes de asperjarla)

La entrada de luz se regula hasta obtener estado de semipenumbra, se usa la misma área de incubación, solo si todos los bloques ya están cubiertos por el micelio, de lo contrario no todos estarán listos para pasar al área de fructificación y habrá que destinarles otra área para fructificar.

Buena ventilación, sin corrientes de aire, temperaturas de 20 a 23°C. En ésta etapa los bloques deben estar más separados que en la anterior, pues se les debe dar espacio a para que crezcan y poder cosecharlos más fácilmente (lo recomendado es 9 bloques por m<sup>2</sup>). Para 70 bloques se necesitan 8 m<sup>2</sup>.<sup>14</sup>

Relativamente a los 4 días de haber descubierto el sustrato, comienzan a nacer los primeros primordios, en los siguientes días debe haber vigilancia constante pues todas los hongos no están listos para cosechar al mismo tiempo.

Aquí se cuenta con baldes aforados para la cosecha de los hongos. (Ver [ANEXO 11](#))

#### **4.3.9. Descripción de proceso para la Cosecha y operaciones preliminares**

Unas dos o tres semanas después de aparecer el primer botón ya se recogen las primeras setas. La producción de setas se concentra en tres a ocho días y luego para de diez a veinte días, después abundan otra semana y así sucesivamente. Para obtener setas con sombreros gruesos, carnosos y de buena calidad es preferible bajar la temperatura 2-3° C. Los hongos se cortan con un cuchillo, sin arrancar la base. En unas siete o nueve semanas se pueden producir entre 100 y 200 kilos de *Pleurotus* por tonelada de sustrato preparado y húmedo. La producción se escalona a lo largo del año, concentrándose entre 2 y 4 meses, distribuidos:

De 15 a 30 días de incubación y crecimiento del micelio.

De 15 a 20 días en la zona de cultivo.

De 45 a 60 días de cosecha.

Los ejemplares para la venta se recogen cuando son jóvenes ya que luego su carne se vuelve correosa. Los sombreros más aceptados por el consumidor son los que pesan menos de 70 g.

Los hongos, al igual que los champiñones, poseen alrededor de un 90% de agua, lo que las hace muy perecederas; por ello se deben consumir inmediatamente después de la cosecha, conservarlas o transformarlas en alimentos estables y aceptables por el consumidor.

Se realiza en el área de fructificación, no hay necesidad de usar guantes, pero si las manos lavadas y desinfectadas. La recolección debe hacerse cuidadosa y suavemente, los hongos se toman de la base y se realiza un movimiento de torsión. Cada bloque puede dar cosecha 4 o 5

---

<sup>14</sup> CARDONA, L.F. & BEDOYA, A. 1996. Producción de orellanas (*Pleurotus ostreatus*), deshidratadas y condimentadas. 88p.: il. Trabajo de grado M.Sc. (Ciencia y Tecnología de Alimentos). Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín. Facultad de Ciencias Agropecuarias.

veces. La producción de setas en el mismo bloque irá decreciendo hasta que por degradación del micelio ya no se produzcan más fructificaciones.

La producción se obtiene en tres o cuatro colectas durante 2 meses, después de inducir el fructificación, destapando los “pasteles” resultantes después de la incubación en bolsa y regando tanto el sustrato como los pisos para mantener la humedad relativa en 80% o más. Para que los hongos presenten el píleo pigmentado se recomienda obtener las cosechas en un ambiente donde la luz sea suficiente para leer, se recomiendan tubos fluorescentes para que se obtenga una iluminación durante 12 horas diarias con una intensidad de 200<sup>a</sup> 500 lux. El *Pleurotus Ostreatus* fructifica más rápido a 15 que a 22 grados centígrados. Terminado el ciclo, los residuos de los cultivos pueden utilizar para alimentar todo tipo de animales de granja o como abono orgánico.

Una vez se ha producida la primera cosecha (durante 15 días) la producción de los bloques entra en una fase de reposo de 15 días, en ésta fase el hongo se prepara para sacar la semilla que está más hacia el interior del bloque, luego 15 días de la segunda cosecha, 15 días de latencia o reposo y 15 días de la tercera cosecha. Durante estos períodos se debe estar pendiente de la no deshidratación del micelio. En total desde el día de la inoculación de la semilla el proceso se demora 90 días.

Los hongos pueden producirse de diversos colores:

Oscuros: En la etapa de fructificación se les debe dar más luz

Pardos-grises: 1/2 luz (Penumbra)

Claros: Menor entrada de luz

Tamaños:

Los hongos pueden presentar diferentes tamaños:

Menores de 4 cm. (May)

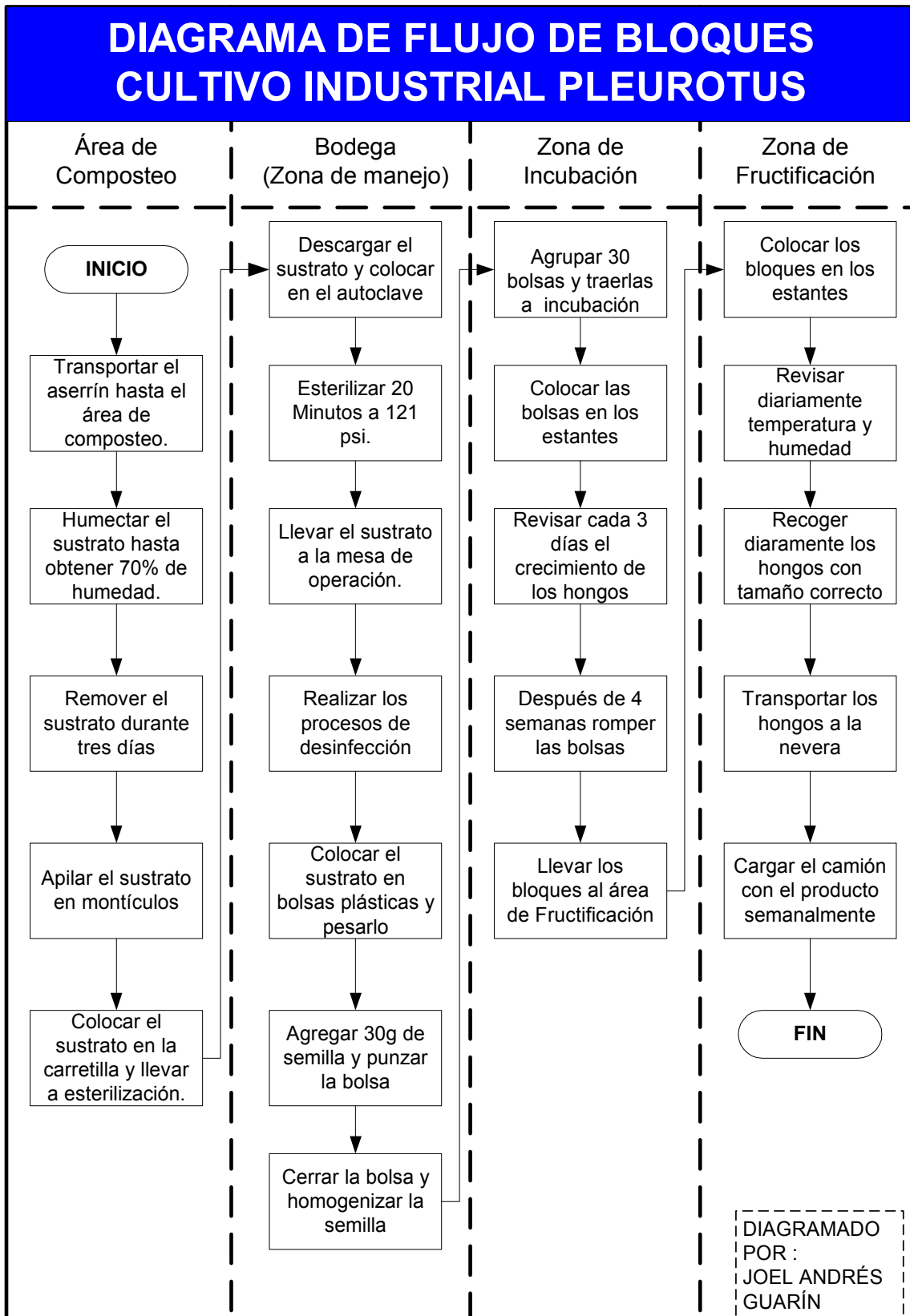
- De 4 a 8 cm. (medium)= Tamaño Exportación

> 8 (Large)

#### **4.3.9.1 Diagramas del Proceso**

Con el objetivo de hacer más clara la forma en que se realiza el cultivo del *Pleurotus Ostreatus* a continuación se presentan los diagramas de bloques y el diagrama de flujo de operaciones. Estos diagramas presentan de forma sencilla el procedimiento a seguir, los tiempos y distancias implicadas en el desarrollo del cultivo así como el tipo de actividad que se realiza en cada paso.

Diagrama 1: Diagrama de flujo de bloques para el cultivo industrial de Pleurotus Ostreatus



**Diagrama 2: Diagrama de flujo de proceso para el cultivo industrial de Pleurotus Ostreatus**

|   |                      |                    |
|---|----------------------|--------------------|
| Analistas: Andrés Ramírez, Joel Andrés Guarín                 | Operación/Inspección | 6                  |
| Método: Propuesto   | Transporte           | 4                  |
| Tipo: Material  | Inspección           | 2                  |
| Comentarios:  | Demora               | 0                  |
| La cantidad de material en todas las operaciones es de 30 Kg. | Almacenaje           | 3                  |
|   | Tiempo               | 80 días y 11 horas |
|   | Distancia (metros)   | 59                 |

**Diagrama de flujo para el Cultivo de Pleurotus Ostreatus**

| N° | ACTIVIDAD  | Símbolo |  |  |  |  |  | TIEMPO (Minutos) | DISTANCIA (Metros) |
|----|--|---------|--|--|--|--|--|------------------|--------------------|
| 1  | Transportar el aserrín hasta el área de composteo. |         |  |  |  |  |  | 15               | 5                  |
| 2  | Humectar el sustrato hasta obtener 70% de humedad. |         |  |  |  |  |  | 5                | 0                  |
| 3  | Remover el sustrato                                |         |  |  |  |  |  | 3 (días)         | 0                  |
| 4  | Apilar el sustrato en montículos                   |         |  |  |  |  |  | 10               | 0                  |
| 5  | Colocar el sustrato en la carretilla               |         |  |  |  |  |  | 8                | 0                  |
| 6  | Llevar el sustrato a esterilización.               |         |  |  |  |  |  | 2                | 8                  |
| 7  | Descargar el sustrato y colocar en el autoclave    |         |  |  |  |  |  | 10               | 0                  |
| 8  | Esterilizar 20 Minutos a 121 psi.                  |         |  |  |  |  |  | 20               | 0                  |
| 9  | Llevar el sustrato a la mesa de operación.         |         |  |  |  |  |  | 10               | 2,5                |
| 10 | Realizar los procesos de desinfección              |         |  |  |  |  |  | 15               | 0                  |
| 11 | Colocar el sustrato en bolsas plásticas y pesarlo  |         |  |  |  |  |  | 120              | 0                  |
| 12 | Agregar 30g de semilla y punzar la bolsa           |         |  |  |  |  |  | 150              | 0                  |
| 13 | Cerrar la bolsa y homogenizar la semilla           |         |  |  |  |  |  | 120              | 0                  |
| 14 | Agrupar 30 bolsas y llevarlas a incubación         |         |  |  |  |  |  | 5                | 12                 |
| 15 | Colocar las bolsas en los estantes                 |         |  |  |  |  |  | 15               | 6                  |
| 16 | Almacenar en zona de Incubación                    |         |  |  |  |  |  | 4 (semanas)      | 0                  |
| 17 | Revisar cada 3 días el crecimiento de los hongos   |         |  |  |  |  |  | 15               | 0                  |
| 18 | Después de 4 semanas romper las bolsas             |         |  |  |  |  |  | 60               | 0                  |
| 19 | Llevar los bloques al área de Fructificación       |         |  |  |  |  |  | 18               | 9                  |
| 20 | Colocar los bloques en los estantes                |         |  |  |  |  |  | 15               | 6                  |
| 21 | Almacenar en zona de Fructificación                |         |  |  |  |  |  | 1,5 (meses)      | 0                  |
| 22 | Revisar diariamente temperatura y humedad          |         |  |  |  |  |  | 10               | 0                  |
| 23 | Recoger diariamente los hongos con tamaño correcto |         |  |  |  |  |  | 15               | 0                  |
| 24 | Transportar los hongos a la nevera                 |         |  |  |  |  |  | 8                | 8                  |
| 25 | Almacenar hongos en la nevera                      |         |  |  |  |  |  | 1 (semana)       | 0                  |
| 26 | Cargar el camión con el producto semanalmente      |         |  |  |  |  |  | 10               | 3                  |



#### 4.3.10. Manejo de post-cosecha de *Pleurotus Ostreatus* y su conservación

La conservación de setas comestibles, como la de cualquier otro alimento, se realiza con el fin de mantener durante un tiempo más o menos prolongado sus capacidades nutricionales y organolépticas, así como de proporcionar una apariencia general del producto que sea aceptable por el consumidor.

Los métodos utilizados pueden ser naturales o artificiales, pero en cualquier caso, el éxito en la conservación los hongos radica en hacer la cosecha a tiempo, es decir, cuando los carpóforos estén todavía convexos y las lamelas sean absolutamente blancas; en este estado, los carpóforos son duros y presentan una apariencia excelente. Con cualquier método de conservación los hongos sufren un tratamiento para evitar la degradación provocada por microorganismos y enzimas.

Es imprescindible darle el tratamiento inmediatamente después de la cosecha. Una práctica muy común para la venta en fresco de los hongos es el lavado de los mismos con el fin de mejorar su apariencia, pues se remueven restos de la tierra de cobertura de los champiñones o salpicada por la lluvia. En general, los hongos lavados se deterioran más rápidamente que los no lavados, debido a la acción de bacterias durante el almacenamiento. Para evitarla, se agregan al agua de lavado sustancias químicas como cloruro de calcio ( $\text{CaCl}_2$ ), hipoclorito de sodio ( $\text{NaOCl}$ ), peróxido de hidrógeno ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ) y otros desinfectantes y antibióticos.<sup>15</sup>

El lavado reduce en aproximadamente 10% el contenido de fenoles solubles comparados con los hongos empacados sin lavar. Los bloques de donde se cosecharon los hongos, luego de su última cosecha quedan enriquecidos de proteína y sirven: Por tanto deben reutilizarse de acuerdo al proyecto ZERI (cero emisiones), en el cual todo desecho de un ciclo de producción tiene un nueva utilización en pro de no contaminar el ambiente, bajar costos, usar todo el material con que se cuenta y realizar ciclos lo más ecológico-orgánicos posibles. Las distintas utilidades que se presentan son:<sup>16</sup>

- Enmiendas de suelo o fertilizantes. Las relaciones carbono nitrógeno y lignina nitrógeno que controlan los procesos de mineralización-inmovilización, logran una mayor velocidad de

---

<sup>15</sup> NOBLE, R. & GAZE, R.H. 1998. Composting in aereated tunnels for mushrooms cultivation: influence of process temperature and substrate formulation on compost bulk density and productivity. International Symposium on composting and use of composed materials for Horticulture. Acta Hort., 469: 417-426.

<sup>16</sup> ARENAS, M.D. 1992. Evaluación de diferentes sustratos para el cultivo de *Pleurotus ostreatus*. 64p.: il. Tesis de grado (Ingeniero Agrónomo). Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Departamento de Agronomía.

descomposición y un aporte nutricional al suelo, lo cual representa un valor agregado a la explotación comercial de hongo.

- Lombricultivo
- Plaguicida, las propiedades nematológicas que posee el Pleurotus, el cual atrapa y mata nemátodos (lombrices microscópicas) que pasan por entre el micelio, ayudando a controlar estos organismos.<sup>17</sup>

#### ***4.4. CARACTERISTICAS DE LA INFRAESTRUCTURA***

##### ***4.4.1. INSTALACIONES PARA EL CULTIVO INDUSTRIAL.***

Las instalaciones requeridas para el cultivo Industrial se diseñan con base en las condiciones climáticas sobre las que se basará el cultivo y el volumen de este que se requiere. Como es la intención que la producción sea continua es necesario crear dos locales en los que todos los parámetros climáticos puedan ser controlados. Estos parámetros son ventilación, temperatura, humedad y luz. Los dos locales que se deben construir son un local de incubación en el cual se desarrollará el crecimiento del micelio en el sustrato escogido. Sus temperaturas deben oscilar entre los 18 y los 22 grados centígrados. Su ventilación debe ser de 1 metro cúbico de aire cada hora. El otro local necesario es el de cultivo en sí, en el cual se producen los hongos de los bloques o bolsas de sustrato invadidos de micelio. Su temperatura debe variar entre los 17 y 21 grados centígrados con una humedad relativa de entre el 85 y 95 por ciento. La entrada de aire debe ser de manera que el CO<sub>2</sub> sea menos del, 0.06 por ciento. Por último su iluminación debe ser de 200 a 500 lux durante 12 horas diarias.

Para obtener estas condiciones climáticas se utilizan pequeñas estructuras que pueden contar de sistemas de calefacción, humidificación de cortina de agua en ventiladores, circulación de aire por medio de conductos de plástico perforados colgando del techo, aislamiento del exterior y sistemas de filtro (para evitar la entrada de otros hongos, enfermedades o insectos). Debido a que la temperatura se mantiene estable en el área escogida, estos aditamentos no son necesarios. La

---

<sup>17</sup> PAULA, F. 1983. Cultivo rentable de champiñones y trufas. Manual práctico. Barcelona, España, Ed. Vecchi, S. A. 127p.

construcción del almacén de materias primas debe hacerse al otro lado del patio de composteo con el fin de garantizar el adecuado flujo de proceso.

Para albergar las instalaciones mencionadas anteriormente se debe contar con un área aproximada de 400 m cuadrados. Sin embargo debido a que se debe contar con más espacio disponible con el fin de permitir la expansión a futuro del proyecto y tomando en cuenta que en los terrenos cotizados no se ha logrado un ofrecimiento de venta menor a 1/3 de hectárea (800 metros cuadrados) se debe disponer de un área mínimo de esta envergadura.

Para las instalaciones es posible construir un túnel de pasteurización que permite tener una producción continua más homogénea. Debido a su costo no está contemplado en el proyecto. Por esto se adjunta como anexo (Ver [ANEXO 12](#)).

A continuación se presentan los diagramas de las instalaciones proyectadas y su capacidad futura, así como el diagrama de recorrido del proceso.

Diagrama 4: Diagrama disposición y medidas de la infraestructura

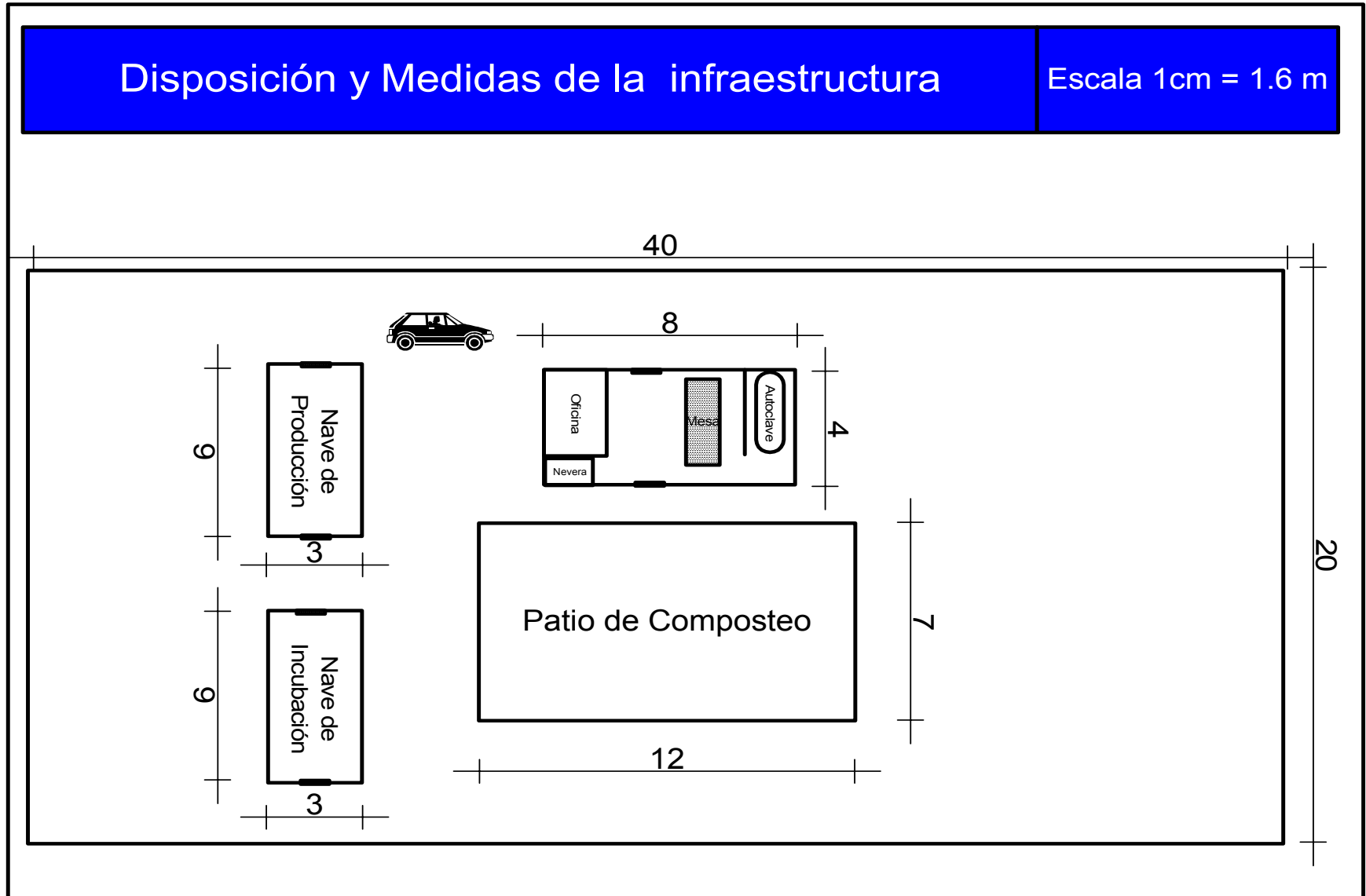


Diagrama 5: Diagrama capacidad futura de la infraestructura

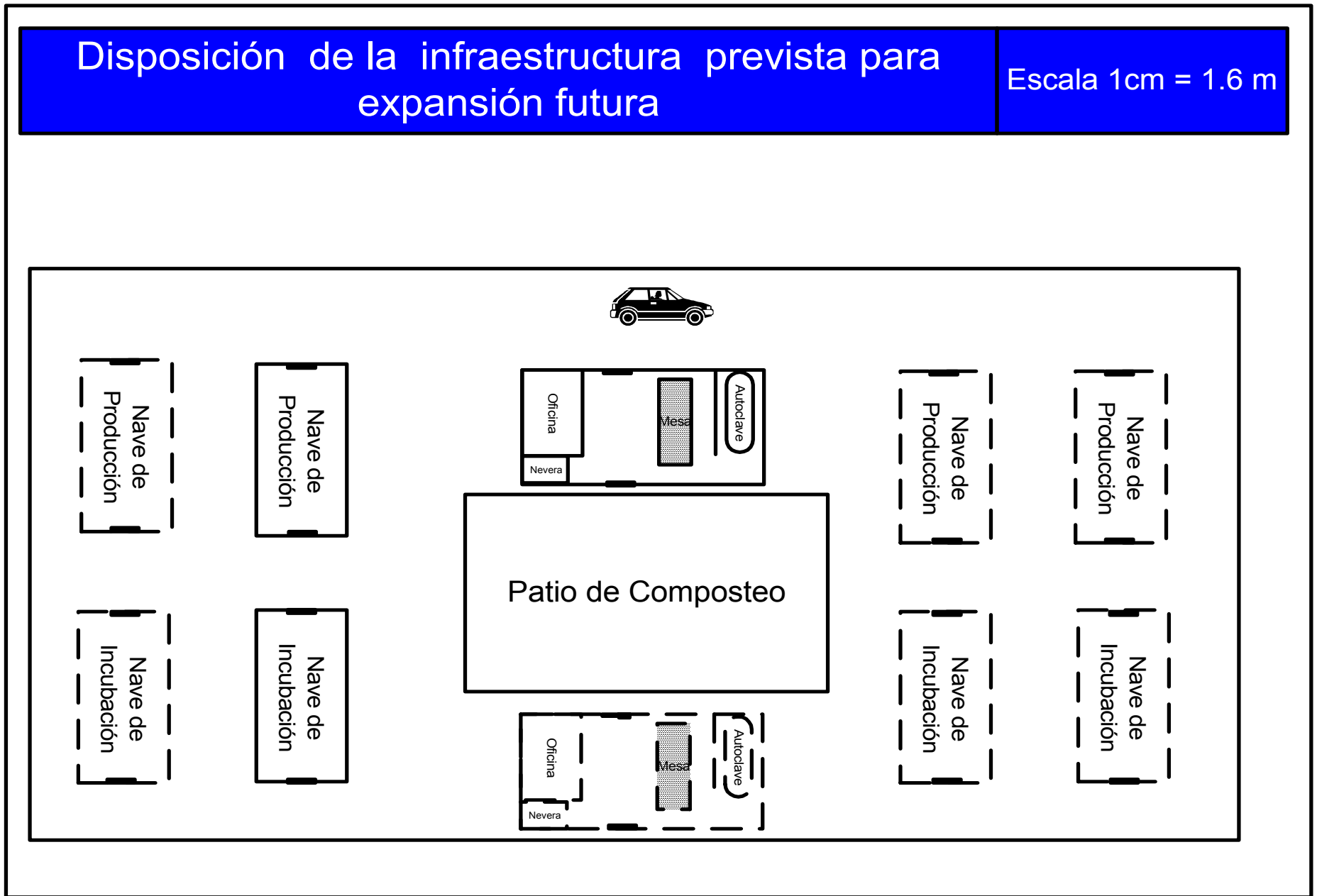
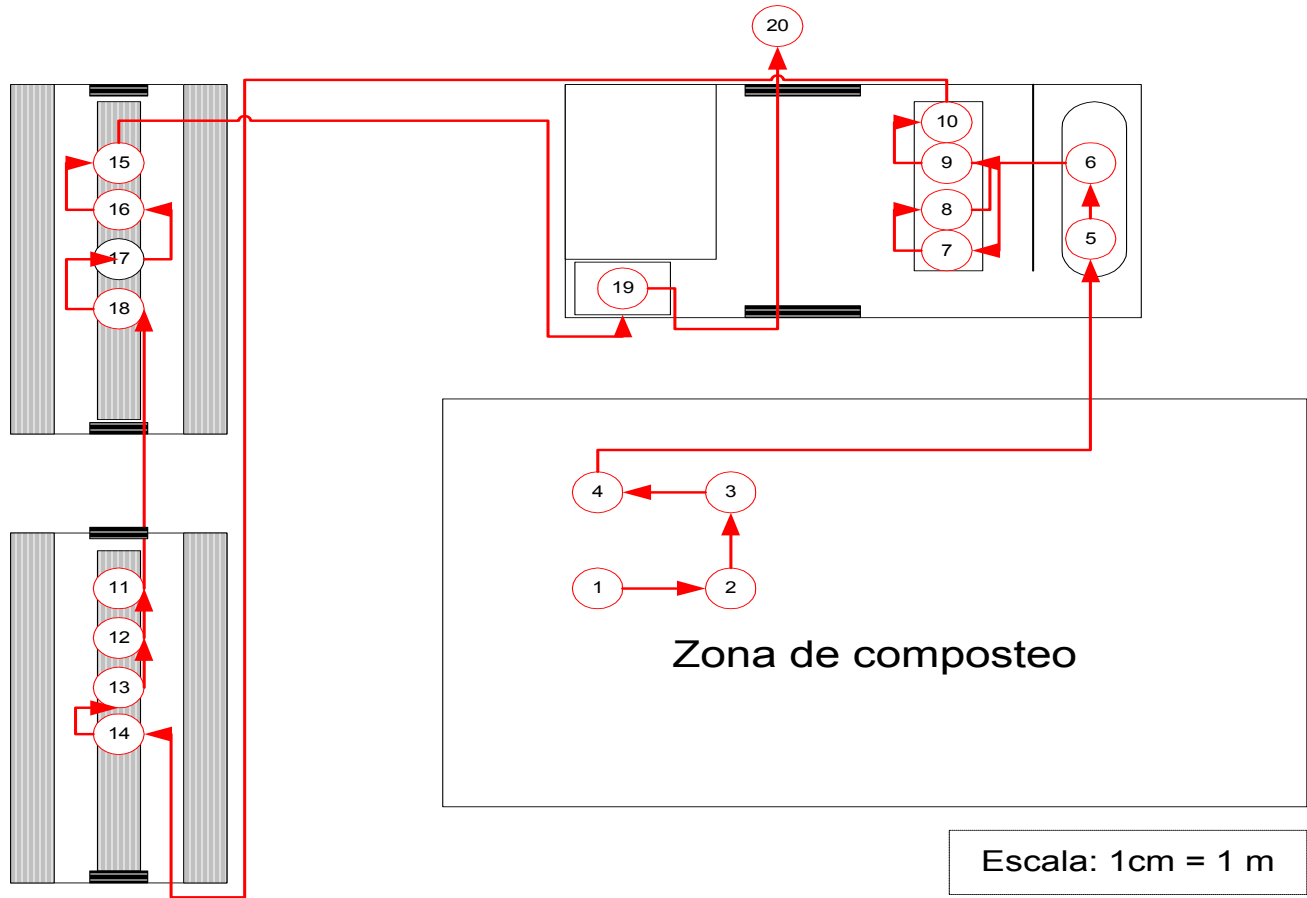


Diagrama 6: Diagrama de Recorrido para el cultivo de Pleurotus Ostreatus

## Diagrama de Recorrido para el Cultivo de Pleurotus Ostreatus



| Nº | ACTIVIDAD  | ACTIVIDAD  |
|----|--|--|
| 10 | Cerrar la bolsa y homogenizar la semilla           | Cerrar la bolsa y homogenizar la semilla           |
| 11 | Colocar las bolsas en los estantes                 | Colocar las bolsas en los estantes                 |
| 12 | Almacenar en zona de Incubación                    | Almacenar en zona de Incubación                    |
| 13 | Revisar cada 3 días el crecimiento de los hongos   | Revisar cada 3 días el crecimiento de los hongos   |
| 14 | Después de 4 semanas romper las bolsas             | Después de 4 semanas romper las bolsas             |
| 15 | Colocar los bloques en los estantes                | Colocar los bloques en los estantes                |
| 16 | Almacenar en zona de Fructificación                | Almacenar en zona de Fructificación                |
| 17 | Revisar diariamente temperatura y humedad          | Revisar diariamente temperatura y humedad          |
| 18 | Recoger diariamente los hongos con tamaño correcto | Recoger diariamente los hongos con tamaño correcto |
| 19 | Almacenar hongos en la nevera                      | Almacenar hongos en la nevera                      |
| 20 | Cargar el camión con el producto semanalmente      | Cargar el camión con el producto semanalmente      |

**Tabla 6: Análisis de materiales Invernadero (1)**

Con el objetivo de construir las estructuras tipo invernadero que se necesitan para el proyecto se cotizaron los siguientes materiales en el mercado nacional. Posteriormente se eligieron aquellos de mayor calidad.

| Ancho                  | Especificaciones | Características    | Precio | Unidad  |
|------------------------|------------------|--------------------|--------|---------|
| <b>PLASTICOS</b>       |                  |                    |        |         |
| 210                    | Polipropileno    | Blanco             | 1800   | Metro   |
| 250                    | Polipropileno    | Blanco             | 2200   | Metro   |
| 165                    | Polipropileno    | Blanco             | 1600   | Metro   |
| 100                    | Polipropileno    | Blanco             | 1000   | Metro   |
| 210                    | Polipropileno    | Verde              | 1700   | Metro   |
| 165                    | Polipropileno    | Verde              | 1600   | Metro   |
| 100                    | Polipropileno    | Verde              | 1000   | Metro   |
| 400                    | Plastileno       | Verde              | 5700   | Metro   |
| 300                    | Plastileno       | Verde              | 4500   | Metro   |
| 1000                   | Plastileno       | Verde              | 16000  | Metro   |
| 400                    | Plastileno       | Garantizado 3 años | 6500   | Metro   |
| 300                    | Plastileno       | Garantizado 3 años | 5400   | Metro   |
| 1000                   | Plastileno       | Garantizado 3 años | 18000  | Metro   |
| <b>ANGEO</b>           |                  |                    |        |         |
| 120                    | Plástico         |                    | 3500   | Metro   |
| 100                    | Plástico         |                    | 2500   | Metro   |
| 120                    | Plástico         |                    | 2700   | Metro   |
| 0,9                    | Plástico         | 30M Denso          | 107000 | Rollos  |
| 0,9                    | Plástico         | 30M                | 87000  | Rollos  |
| <b>TUBERIA Y CODOS</b> |                  |                    |        |         |
|                        |                  | 250 Tanque         | 65500  | Litros  |
|                        |                  | 105 Caneca         | 63400  | Litros  |
| 0,75                   | PVC              | 6 Metros           | 10650  | Sección |
| 1                      | PVC              | 6 Metros           | 14350  | Sección |
| 0,5                    | PVC              | 6Metros            | 8300   | Sección |
| 0,5                    | PVC              | Marca Gato         | 7550   | Sección |
| 0,5                    | PVC              | Codo 45            | 350    | Unidad  |
| 0,75                   | PVC              | Codo 45 (Genérico) | 600    | Unidad  |
| 0,75                   | PVC              | Codo 45            | 700    | Unidad  |
| 1                      | PVC              | Codo 45 (Genérico) | 1150   | Unidad  |
| 1                      | PVC              | Codo 45            | 1300   | Unidad  |
| 0,5                    | PVC              | Codo 90            | 200    | Unidad  |
| 0,75                   | PVC              | Codo 90            | 350    | Unidad  |
| 1                      | PVC              | Codo 90            | 700    | Unidad  |
| 0,5                    | PVC              | T                  | 250    | Unidad  |
| 0,75                   | PVC              | T                  | 500    | Unidad  |
| 1                      | PVC              | T                  | 950    | Unidad  |

**Tabla 7: Análisis de materiales Invernadero (2)**

| Ancho                  | Especificaciones | Características | Precio | Unidad  |
|------------------------|------------------|-----------------|--------|---------|
| <b>VALVULAS</b>        |                  |                 |        |         |
| 0,5                    | PVC              |                 | 2000   | Unidad  |
| 0,75                   | PVC              |                 | 4500   | Unidad  |
| 1                      | PVC              |                 | 8700   | Unidad  |
| <b>ANGULOS Y MALLA</b> |                  |                 |        |         |
| 1,8                    |                  | 36m             | 58000  | Rollo   |
| 1,5                    |                  | 36m             | 48000  | Rollo   |
| 1,2                    |                  | 36m             | 38000  | Rollo   |
| 0,75                   |                  | 6m              | 11000  | Sección |
| 1                      |                  | 6m              | 13000  | Sección |
| 1,5                    |                  | 6m              | 38000  | Sección |
| 0,9                    |                  | 36M             | 28000  | Rollo   |
| <b>TEJAS</b>           |                  |                 |        |         |
| 3,05                   |                  |                 | 15000  | Unidad  |
| 3,66                   |                  |                 | 17500  | Unidad  |
| 1,2                    |                  | * 20 Unidades   | 29000  | Paquete |
| 3,05                   |                  |                 | 16600  | Unidad  |
| 2,15                   |                  |                 | 11500  | Unidad  |
| 3,05                   |                  | Plásticas       | 35000  | Unidad  |
| 2,15                   |                  | Plásticas       | 25000  | Unidad  |
| 3,66                   |                  | Plásticas       | 36000  | Unidad  |
| 3,05                   |                  | Plásticas       | 28800  | Unidad  |
| 3,05                   |                  | Plásticas       | 32000  | Unidad  |
| <b>PERFILES</b>        |                  |                 |        |         |
| Cal.18                 | Sección 6 M.     | Acero           | 20000  | Unidad  |
|                        |                  |                 |        |         |
|                        |                  |                 |        |         |
| <b>OTROS</b>           |                  |                 |        |         |
| 1,8                    | Micro tubo       | Milímetros      | 5500   | Kilo    |
| 6                      | Micro tubo       | Milímetros      | 12000  | Rollo   |
| 20                     | Micro tubo       | Milímetros      | 25000  | Rollo   |
| 20                     | Micro tubo       | Milímetros      | 32000  | Rollo   |
| 20                     | Micro tubo       | Milímetros      | 28000  | Rollo   |
|                        | Nebulizador      |                 | 500    | Unidad  |
|                        | Buje             |                 | 400    | Unidad  |
|                        | Codo Galvanizado | 3 Vías          | 15000  | Unidad  |
|                        | Gualla           |                 | 400    | Metro   |
|                        | Gualla           |                 | 350    | Metro   |



**Tabla 8: Tabla definitiva necesidades para construcción del invernadero**

| Ancho                  | Especificaciones | Características    | Precio | Unidad  |
|------------------------|------------------|--------------------|--------|---------|
| <b>PLASTICOS</b>       |                  |                    |        |         |
| 1000                   | Plastileno       | Garantizado 3 años | 15000  | Metro   |
| <b>ANGEO</b>           |                  |                    |        |         |
| 0,9                    | Metálico         | 30M Denso          | 107000 | Rollos  |
| <b>TUBERIA Y CODOS</b> |                  |                    |        |         |
| 3/4                    | PVC              | 6 Metros           | 10650  | Sección |
| 1                      | PVC              | 6 Metros           | 14350  | Sección |
| 1                      | PVC              | T                  | 950    | Unidad  |
| <b>VALVULAS</b>        |                  |                    |        |         |
| 1/2                    | PVC              |                    | 2000   | Unidad  |
| 3/4                    | PVC              |                    | 4500   | Unidad  |
| 1                      | PVC              |                    | 8700   | Unidad  |
| <b>ANGULOS Y MALLA</b> |                  |                    |        |         |
| 1,8                    |                  | 36m                | 58000  | Rollo   |
| <b>TEJAS</b>           |                  |                    |        |         |
| 3,05                   |                  | Plásticas          | 32000  | Unidad  |
| <b>PERFILES</b>        |                  |                    |        |         |
| Cal.18                 | Sección 6 M.     | Acero              | 20000  | Unidad  |
| <b>OTROS</b>           |                  |                    |        |         |
| 20                     | Microtubo        | Milímetros         | 28000  | Rollo   |
|                        | Nebulizador      |                    | 500    | Unidad  |
|                        | Buje             |                    | 400    | Unidad  |
|                        | Codo Galvanizado | 3 Vías             | 15000  | Unidad  |
|                        | Gualla           |                    | 400    | Metro   |

**Tabla 9: Tabla de costos de cada invernadero (6m X 3m X 4m)**

| INVERNADERO      |         |              |              |
|------------------|---------|--------------|--------------|
| Uso              |         | Cantidad (m) | Precio total |
| Vigas            | 3/4"    | 18           | 31950        |
| Tensores         | 3/4"    | 19           | 42600        |
| Arcos            | 3/4"    | 40           | 74550        |
| Codos T          | 1"      | 14 Und.      | 13300        |
| Codos 3 Vías     | 1"      | 4 Und.       | 60000        |
| Columnas         | 1"      | 45           | 114800       |
| Base             | 1"      | 17,2         | 43050        |
| Base Domo        | 1"      | 17,2         | 43050        |
| CUBIERTA         |         |              |              |
| Tejas            |         | 55 m2        | 992000       |
| Tubo Rectangular | 2" * 1" | 31           | 75000        |
| Tubo Cuadrado    | 1"      | 20           | 60000        |
| Area Superficie  |         |              |              |
| Recubrimiento    |         | 112,4        | 1695000      |
| OTROS            |         |              |              |
| Microtubo        |         | 8            | 224000       |
| Nebulizador      |         | 18           | 9000         |
| Buje             |         | 29           | 11600        |
| Gualla           |         | 25           | 10000        |
| TOTAL            |         |              | 3499900      |

#### 4.5. Almacenamiento y otros procesos

Debido a que el objetivo del proyecto es brindar el producto a distintos proveedores, se ha escogido el sistema de refrigeración como el más viable par el proyecto debido a que es el más sencillo y no requiere de procedimientos adicionales. Sólo requiere un refrigerador común para su almacenamiento hasta que se transporte hasta el proveedor.

##### 4.5.1. Almacenamiento bajo refrigeración.

Como una característica de los hongos es la de continuar su desarrollo una vez se ha recolectado y esto depende de la temperatura y concentraciones de óxido de carbono y oxígeno es conveniente transportar el producto refrigerado a temperaturas entre cero y dos grados centígrados cuando se

planee comercializar en fresco. (Propuesta inicial). De este modo se reduce el deterioro hasta que se le entrega al distribuidor para su posterior comercialización.

Otra característica del *Pleurotus* se refiere a la pérdida de peso del producto por causa de evaporación de los líquidos en este. Es por esto que la refrigeración y el transporte deben hacerse con humedad relativa que oscile entre 90 y 95 por ciento.

Cuando el hongo se almacena a una temperatura de 0 grados la actividad metabólica se reduce pero no se elimina pero a temperaturas menores (como de -09 a -1.2) existen complicaciones mayores como la formación de cristales de hielo en los tejidos del hongo lo que causa que las estructuras celulares se rompan. Posteriormente cuando se descongelan los tejidos, el hongo intenta realizar su conversión alimenticia normal lo que hace que se deteriore rápidamente. Si la humedad relativa no es lo suficientemente alta, se puede presentar evaporación del agua en el hongo debido que la presión de esta disminuye con la temperatura.<sup>18</sup>

Para el consumo en fresco en el mercado nacional, los hongos cosechados van hacia una mesa de inspección, en donde se separan los defectuosos, y los sanos son enfundados sin lavarse en bolsas de polietileno, que tienen perforaciones a fin de permitir la transpiración, y por último se cierran y se envían a los distribuidores.

Una vez el producto ha sido refrigerado y transportado a sus respectivos distribuidores estos pueden realizar distintos procedimientos para la comercialización en sí del producto. Esto no va incluido en el proyecto debido a los altos costos que realizar estos procedimientos independientemente conlleva.

#### **4.5.2. Congelación.**

En este proceso se forman cristales de hielo bajando la temperatura del producto a temperaturas menores de -2 grados centígrado, utilizando el agua libre dentro del hongo. Es recomendable que el proceso de congelación sea lo más rápido posible ya que entre más velocidad en bajar de temperatura se logra detener el desarrollo de microorganismos y se inactivan las enzimas, también reduciendo el tamaño de los cristales formados. Esta suele hacerse con enfriado al vacío, lo que toma de 15 a 20 minutos para llegar a una temperatura de 0 grados centígrados, también se puede utilizar ventilación

---

<sup>18</sup> CARDONA, L.F. & BEDOYA, A. 1996. Producción de orellanas (*Pleurotus ostreatus*), deshidratadas y condimentadas. 88p.: il. Trabajo de grado M.Sc. (Ciencia y Tecnología de Alimentos). Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín. Facultad de Ciencias Agropecuarias.

positiva, que evita pérdidas de humedad ya que se utiliza aire enfriado con agua-hielo. Existen aún métodos más eficientes como lo son la utilización de nitrógeno líquido o congeladores a 40 grados bajo cero. No importa el método que se usa, una vez congelado, deben ser mantenidos los hongos a temperaturas de -20 grados centígrados.

“Los hongos congelados pueden durar varios meses sin mayor pérdida de calidad. Los mohos, las levaduras y la mayoría de las bacterias se destruyen y las enzimas se inactivan por el escaldado previo con vapor o con agua hirviendo a la que se ha añade de 0,1 a 0,2% de ácido cítrico. El *P. Ostreatus* es un hongo que presenta características apropiadas para ser sometida a congelación, ya que muestra pocas pérdidas, inclusive cinco meses después de ser sometida a dicho tratamiento”<sup>19</sup>

#### **4.5.3. Irradiación.**

Aunque es prácticamente desconocido en Colombia, este proceso tiene bastantes aplicaciones en países Europeos y Americanos y aun del Medio Oriente. Consiste en utilizar radiaciones ionizantes (rayos beta y gamma) para que, al ser absorbidas por el alimento, lleven a una serie de reacciones que resultan beneficiosas. Así, mediante la aplicación de dosis adecuadas de radiación, se obtienen resultados parecidos a los que se alcanzan con la pasteurización o con el enlatado, pero también se logran otros objetivos como la desinfectación de los granos y cereales, también evita cuerpos extraños en papas y otros alimentos. Las fuentes ionizantes que se utilizan normalmente son CO60 (cobalto-60) y C8 137 (cesio-137); estas son aplicadas en dosis de Kilogray o Kiloradios, cuya equivalencia es 1 Kilogray = 100 Kiloradio. La radiación, como forma de preservar un alimento, es un método atractivo para la industria desde el punto de vista de mejoramiento de la calidad del alimento.

En el caso de los hongos recién colectados, se les puede aplicar rayos gamma de fuentes como el de las expuestas anteriormente, en dosis de 100 a 150 Krad, para evitar el alargamiento del pie (tallo), el oscurecimiento, el desarrollo de microorganismos y su enrollamiento. Su aplicación sólo tiene sentido para la venta en fresco, ya que con este proceso se logra conservar la calidad durante 4 o 5 días.

---

<sup>19</sup> MARTÍNEZ, R. 1981. El champiñón y su industrialización. Agroquim, Tecnología de Alimentos, 21(4): 437-453.

#### 4.5.4. Liofilización.

Es la deshidratación en frío y al vacío, el producto mantiene su calidad de manera excelente, ya que los procesos enzimáticos y microbiológicos se detienen instantáneamente por congelación ultrarrápida realizada antes del secado. Si los hongos se liofilizan hasta 17 por ciento de humedad y se someten a una deshidratación extra a 80° C, se obtiene un producto de calidad aceptable, economizando un 30 por ciento del tiempo de tratamiento.<sup>20</sup>

#### 4.5.5. Esterilización.

Es un tratamiento que se realiza a muy altas temperaturas, que son mayores de 100° C en ambientes cerrados. Con la esterilización se destruyen los microorganismos como también se inactivan las enzimas (Ver glosario). De este modo se evita que se acelere el proceso de descomposición del hongo. Con el cierre hermético se evita que se vuelva a contaminar el producto; algunas bacterias pueden permanecer vivas, pero con el enfriamiento rápido se impide que se propaguen.

La esterilización se realiza en latas de aluminio o frascos de vidrio, después de procesos de selección, clasificación, lavado, corte, escaldado, envasado, adición de líquido de preservación, precierre, precalentamiento y cierre.

Actualmente se usan la esterilización con llama y la "Steril-vac". La primera usa impulsos para elevar la temperatura a 80, 95 y 130° C en nueve minutos. Después permanece a 130° C durante 3 minutos y luego se enfría rápidamente hasta 35° C. La esterilización " Steril-vac " usa sólo 1,5% del volumen del recipiente para líquido, añade presiones y calentamiento rápido en esterilizador de llama, así vaporiza el líquido y expulsa el aire del interior. Después del cierre, se eleva la temperatura en dos o tres minutos hasta 130° C. La calidad nutritiva, como también la reducción de pérdidas, son excelentes. El *Pleurotus* da lugar a conservas esterilizadas de óptima calidad en textura, color y sabor, con mejor rendimiento dado su mayor contenido de fibra. Las pérdidas de peso presentadas durante la esterilización de este hongo son del 11%, mientras que con otros hongos comestibles se dan pérdidas de hasta el 36 % lo que representa una importante ventaja.

---

<sup>20 20</sup> MARTÍNEZ, R. 1981. El champiñón y su industrialización. *Agroquim, Tecnología de Alimentos*, 21(4): 437-453.

Los hongos también pueden ser conservados cuando se preparan al ajillo, confitados o en aceite; estos métodos son más caseros que industriales y permiten obtener un producto de excelente calidad, especialmente por su sabor y aroma.

#### **4.5.6. Salado.**

Al utilizar la sal se baja la actividad del agua de los alimentos, lo que permite su conservación a temperatura ambiente. Los hongos pueden ser conservados por largo tiempo en salmueras con una cantidad de sal del 15 al 20%. Si se han escaldado (sumergido en agua hirviendo), se conservan con capas de sal en frascos tapados con celofán o con tapas de vidrio.

#### **4.5.7. Secado o deshidratación.**

Es un proceso natural o artificial por medio del cual un producto alimenticio pierde agua para que los niveles de deterioro fisiológico se bajen a condiciones mínimas, incluyendo el crecimiento de microbios y cambios químicos. Aunque las condiciones no sean propicias para que surjan microorganismos, aquellos que afectan a los hongos, especialmente las bacterias, tienen la capacidad de aparecer después de que el alimento haya sido deshidratado y recuperan su capacidad de reproducirse si el alimento se rehidrata. El secado es un proceso muy útil para la conservación de los hongos contando con que el nivel de humedad final sea lo suficientemente bajo para no permitir el crecimiento de microorganismos perjudiciales. Estos niveles son del 16% para bacterias, 13% para mohos y 20% para levaduras. Por medio de la deshidratación se Los hongos partidos en trozos, rasgándolos en el sentido de las lamelas, se deshidratan con aire forzado a 35° grados C. hasta obtener una humedad del 10 al 12%, quedando un producto final de muy buena calidad en términos de estructura, volumen, color y apariencia general. También se puede obtener un producto de humedad intermedia, condimentado con ajo y sal siempre y cuando se adicionen los condimentos después de una deshidratación parcial de los hongos de un 70% de humedad; ambos productos, orellanas deshidratadas con y sin condimentos, se deben conservar en empaques a prueba de humedad y así, su vida útil supera los 30 días.<sup>21</sup>

---

<sup>21</sup> <sup>21</sup> MARTÍNEZ, R. 1981. El champiñón y su industrialización. Agroquim, Tecnología de Alimentos, 21(4): 437-453.

#### 4.6. MATERIALES Y EQUIPO NECESARIOS

Con el fin de desarrollar este proyecto es necesario identificar claramente todos los materiales y equipo requeridos. Es por esto que se ha realizado la siguiente tabla en la que están listados junto con la cantidad requerida, sus especificaciones y su uso dentro del proyecto.

**Tabla 10: Materiales y equipo necesarios**

| MATERIALES Y EQUIPOS          |          |   |   |
|-------------------------------|----------|---|---|
| Nombre                        | Cantidad | Especificaciones                                | Uso   |
| Nevera                        | 1        | Corriente, debe albergar 200 Kg. de producto    | Almacenamiento Temporal                     |
| Autoclave eléctrica a vapor   | 1        | 121 psi   | Calentamiento Sustrato                      |
| Pica                          | 1        | Con cabo.                                       | Manejo sustrato                             |
| Pala                          | 2        | Redonda con cabo.                               | Manejo Sustrato                             |
| Carretilla                    | 1        | Plástica, de 30 Kg. de capacidad.               | Transporte del aserrín                      |
| Termómetro                    | 2        | Tipo ambiental                                  | Medición de temperatura                     |
| Termo higrómetro              | 2        | Tipo ambiental                                  | Medición de humedad                         |
| Balanza                       | 1        | Electrónica                                     | Pesaje producto                             |
| Botiquín                      | 1        | Aditamentos para quemaduras                     | Seguridad                                   |
| Mesa de Acero Inoxidable      | 1        | 3* 1 m  | Operaciones varias                          |
| Baldes Aforados               | 4        | Capacidad de 5kg                                | Transporte de las bolsas y de los hongos.   |
| Tanques plásticos             | 2        | (1000 lt)                                       | Almacenamiento Agua                         |
| Equipos telefónicos           | 1        | Estándar  | Administrativos                             |
| Equipos de oficina            | 1        | Escritorio, silla ergonómica                    | Administrativos                             |
| Bodega                        | 1        | 8*4 m. en bloque con teja de zinc (2 m de alto) | Almacenaje de insumos y producto.           |
| Nave de incubación            | 1        | 6 * 3 m. (estilo invernadero) (4m alto)         | Siembra y manejo de inóculo con el sustrato |
| Nave de producción            | 1        | 6*3 m (estilo invernadero) (4m alto)            | Producción los hongos                       |
| Laboratorio para el autoclave | 1        | 6*4 m. (3 m de alto)                            | Esterilización Sustrato                     |
| Una oficina                   | 1        | 3*2 m. (2 m de alto)                            | Administración                              |

**Tabla 11: Análisis de herramientas y equipo**

| <b>ANÁLISIS DE MATERIAL Y EQUIPO</b> |                             |   |                  |         |  |
|--------------------------------------|-----------------------------|---|------------------|---------|--|
| Cantidad                             | Maquina / herramienta       | Especificaciones técnicas   | Marca            | Precio  | Observaciones  |
| <b>HERRAMIENTAS</b>                  |                             |   |                  |         |  |
| 2                                    | Tanque de agua              | 1000 Lts.   | Implásticos      | 189544  | Buena calidad  |
| 2                                    | Tanque de agua              | 800 Lts.  | Plásticos Acosta | 154500  | Calidad dudosa, capacidad insuficiente                             |
| 1                                    | Carretilla                  | Tipo Buggy Industrial   | Implásticos      | 125650  | Costosa  |
| 1                                    | Carretilla                  | Tipo Buggy Industrial   | La Poderosa      | 107300  | Buena calidad  |
| 1                                    | Pica                        | Con cabo  | Herragro         | 10980   | Buena calidad  |
| 2                                    | Pala                        | Redonda con cabo  | Herragro         | 8437    | Buena calidad  |
| <b>EQUIPO</b>                        |                             |   |                  |         |  |
| 1                                    | Autoclave eléctrica a vapor | Tipo Olla, Capacidad 40 lts, Potencia de 1650 Watts. 120 V                  | All american     | 3016000 | Capacidad de acuerdo con expectativas del proyecto, buena potencia |
| 1                                    | Autoclave eléctrica a vapor | Tipo Olla, Capacidad 26 lts, Potencia de 875 Watts. 110 V                   | Ergin            | 2853000 | Precio bajo, capacidad y potencia deficientes                      |
| 1                                    | Balanza Electrónica         | Tipo Shinzu, 1200g de capacidad, sensibilidad 0,1g, alimentación eléctrica. | Shimadzu         | 84000   | Reconocida calidad   |
| 1                                    | Balanza Electrónica         | Scout II, 1200g de capacidad, sensibilidad 0,1g, alimentación eléctrica.    | Ohaus            | 754000  | Reconocida calidad, buen precio                                    |
| 1                                    | Termohigrómetro             | Metálico, diámetro 5"   | Brixco           | 76560   | Reconocida calidad, buen precio                                    |
| 1                                    | Termohigrómetro             | Metálico, diámetro 5"   | Hanna            | 79800   | Reconocida calidad   |
| 1                                    | Termómetro ambiental        | Madera, doble escala, -40 a 50° C   | Brixco           | 11020   | Reconocida calidad, buen precio                                    |
| 1                                    | Termómetro ambiental        | Madera, doble escala, -40 a 50° C   | Hanna            | 126000  | Reconocida calidad   |



**Tabla 12: Herramientas y equipo escogidos**

| <b>MATERIAL Y EQUIPO SELECCIONADO</b> |                             |  |              |         |
|---------------------------------------|-----------------------------|--|--------------|---------|
| Cantidad                              | Maquina / herramienta       | Especificaciones técnicas  | Marca        | Precio  |
| <b>HERRAMIENTAS</b>                   |                             |  |              |         |
| 2                                     | Tanque agua                 | 1000 Lts.  | Implásticos  | 189544  |
| 1                                     | Carretilla                  | Tipo Buggy Industrial  | La Poderosa  | 107300  |
| 1                                     | Pica                        | Con cabo   | Herragro     | 10980   |
| 2                                     | Pala                        | Redonda con cabo   | Herragro     | 8437    |
| <b>EQUIPO</b>                         |                             |  |              |         |
| 1                                     | Autoclave eléctrica a vapor | Tipo Olla, Capacidad 40 lts, Potencia de 1650 Watts. 120 V               | All american | 3016000 |
| 1                                     | Balanza Electrónica         | Scout II, 1200g de capacidad, sensibilidad 0,1g, alimentación eléctrica. | Ohaus        | 754000  |
| 1                                     | Termohigrómetro             | Metálico, diámetro 5"  | Brixco       | 76560   |
| 1                                     | Termómetro ambiental        | Madera, doble escala, - 40 a 50° C                                       | Brixco       | 11020   |

#### **4.7. INVESTIGACIONES SOBRE PRODUCTIVIDAD**

El rendimiento de un cultivo de hongos comestibles se basa en la producción de unidades por metro cuadrado de cultivo por el método de eficiencia biológica, que es la relación del porcentaje de peso de los hongos frescos dividido por el peso seco de sustrato. Este peso seco se obtiene pesándolo antes de agregársele el micelio (ver glosario). Generalmente se pesan 100g de sustrato después de habersele elevado la temperatura hasta 110° C.

En algunos estudios se ha visto una producción del triple de la normal en el cultivo de este hongo utilizando un cultivo líquido para el micelio al cual se le agregaban pedazos de hongos del mismo *Pleurotus* antes de ser inoculado el sustrato. Otros estudios muestran que el tipo de sustrato es esencial para la productividad del cultivo. Por ejemplo el cultivo en paja de arroz es muy superior al cultivo en aserrín ya que se obtienen hongos de mayor tamaño y en mayor cantidad además que los frutos aparecen entre 15 a 18 días mientras que en los otros tardan de 4 a 5 semanas. También muestran que cuando se le agrega sulfato de amonio aumenta la producción y la ocurrencia de plagas y enfermedades.

“La eficiencia biológica de *P. Ostreatus* en un sustrato determinado depende de la especie y aún de las cepas utilizadas (Gaitán & Salmones 1996). Se han encontrado eficiencias biológicas (ver glosario) hasta de 186% en tamo de maíz, 50% en tusas de la misma planta y 15,7% para el bagazo de caña de azúcar cuyo bajo valor está relacionado con el poco contenido de nitrógeno del sustrato (Acosta *et al.* 1988); los bajos rendimientos de algunos sustratos lignocelulósicos se pueden mejorar mediante compostaje”.<sup>22</sup>

En sustratos que fueron pasteurizados por 45 minutos a 80° C, se presentó una eficiencia biológica de 125,2 por ciento siendo el sustrato paja de cebada, teniendo un ciclo de producción de 43 días en los que se recogieron cinco cosechas. En pulpa de café se ha logrado una eficiencia de 118,2% durante 41 días, y se produjeron seis cosechas.

#### **4.8. PLANEACIÓN DE LA PRODUCCIÓN**

##### **FÓRMULAS DE EFICIENCIA Y RENDIMIENTO**

Para cuantificar la producción y evaluar el rendimiento del cultivo debemos tener en cuenta la siguiente información:

##### **EFICIENCIA BIOLÓGICA**

Permite evaluar la producción de la siguiente manera:

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

• Se deben buscar eficiencias Biológicas mayores del 50%; es ideal una EB del 70%. Así los 50 Kilos que utilizamos como ejemplo, pueden producir 35 kilos de Hongos, lo que nos daría una EB de 70%. Si se cosechan 25 Kilos de Hongos, la EB es del 50%. En general, la EB para Hongos oscila entre el 50 y el 75%. Para este estudio tomaremos una eficiencia del 60%.

La Eficiencia Biológica (EB), también puede calcularse basándose en el sustrato húmedo, así:  $EB = \text{Peso de hongos frescos producidos} \times 100 / \text{Peso del sustrato húmedo}$

Esta fórmula da una información precisa cuando se tiene el sustrato ya esterilizado y empacado en sus respectivas bolsas para incubación.

##### **RENDIMIENTO (Kg. /m<sup>2</sup>)**

---

<sup>22</sup> MARTÍNEZ-CARRERA, D., MORALES, P. & SOBAL, M. 1990. Cultivo de *Pleurotus ostreatus* sobre bagazo de caña enriquecido con pulpa de café o paja de cebada. Revista de Micología Neotropical Aplicada, 3: 49-52.

Nos da la información del área y número de estantes que se necesitan para mantener una cantidad determinada y constante de producción. Este rendimiento se expresa así:

Rendimiento (Kg. /m<sup>2</sup>) = Kilogramos de hongos frescos / Área ocupada por las bolsas en fructificación.

En este proyecto se toma en cuenta la utilización mensual de 1300 Kg. de sustrato en las bolsas que se manejan. Sin embargo es de esperarse que existan pérdidas importantes de sustrato durante su manipulación, especialmente durante su remoción continua de 3 días. Es por esto que se considera necesario contar con 1500 Kg. mensuales de este para garantizar la producción. Este no tiene valor y se puede reutilizar o ser usado para otros fines como ya ha sido expuesto.

De esta forma para el primer año se toma una producción mensual de 900 Kg. de hongos frescos provenientes de 1500 Kg. de sustrato. Estos 900 Kg. divididos por el área ocupada por las bolsas (54m<sup>2</sup>) nos da un rendimiento de 16.7 Kg. por metro cuadrado. En los años futuros cuando la producción se haya estabilizado, se puede esperar una eficiencia biológica mayor, por lo cual se puede considerar una eficiencia biológica del 70% por lo cual de 1547 Kg. se puede obtener una producción mensual de 1080 Kg. de hongos frescos.

**Tabla 13: Producción Esperada**

| Ingreso por ventas                |               |                |                |                |                |
|-----------------------------------|---------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
|                                   | Año 1         | Año 2          | Año 3          | Año 4          | Año 5          |
| Total producción para venta (Kg.) | 10800         | 12960          | 12960          | 12960          | 12960          |
| Total producción para venta (\$)  | \$ 97.200.000 | \$ 116.640.000 | \$ 116.640.000 | \$ 116.640.000 | \$ 116.640.000 |

## 5. CONSTITUCIÓN DE LA EMPRESA

### 5.1. CREACIÓN Y CONSTITUCIÓN

El primer paso para crear la empresa del cultivador es decidir qué forma jurídica lo caracterizará. Considerando que para el proyecto tanto el factor capital como personal cuentan con igual trascendencia, la clase de sociedad que mejor se ajusta a estos es la Limitada; (ver [ANEXO17](#)) se encuentran las características de dicha sociedad.

Para la constitución de la empresa es necesario firmar una **escritura pública** ante Notario que deberá ser luego inscrita en la Cámara de Comercio de la región correspondiente al domicilio de la sociedad. La escritura de constitución de la sociedad limitada tiene que expresar:

- La identidad de los socios.
- La voluntad de constituir una sociedad de responsabilidad limitada.
- Las aportaciones que cada socio realiza y la numeración de las participaciones asignadas en pago.
- Los estatutos de la sociedad.
- La determinación del modo en que inicialmente se organiza la administración.
- La identidad de la persona o personas que se encargan inicialmente de la administración y de la representación legal.

También se pueden incluir todos los pactos y condiciones que los socios juzguen conveniente establecer, siempre que no se opongan a las leyes ni contradigan los principios de la sociedad de responsabilidad limitada.

#### 5.1.1. Estatutos de una sociedad limitada.

Los estatutos rigen el funcionamiento de la Sociedad. En ellos debe expresarse:

- La denominación de la Sociedad Limitada.
- El objeto social, determinando las actividades que lo integran.
- La fecha de cierre del ejercicio social.
- El domicilio social.

- El capital social, las participaciones en que se divide, su valor nominal y su numeración correlativa.
- El modo o modos de organizar la administración de la sociedad. Para el presente proyecto se tiene:

### **Número de socios** 3

**Objeto Social Principal** Se persigue como desarrollo del objeto social principal de la empresa Setas Andinas Ltda., el cultivo de Pleurotas Ostreatus (Hongos) en Cundinamarca y su posterior comercialización, distribución y venta al mercado nacional.

**Domicilio** Bogotá DC:

**Duración** 5 años

**Capital** \$100'000.000

**Administración** La representación de la sociedad y administración de la misma la efectuará el gerente de la empresa delegado por la junta de socios.

**Responsabilidad** Cada socio responderá hasta por el valor de su aporte.

**Disolución** Por las causales indicadas en el artículo 218 del Código de Comercio y por:

Pérdidas que reduzcan el capital por debajo del cincuenta por ciento (50 %) Incremento del número de socios a más de veinticinco (25).

### **5.1.2. Inscripción en cámara de comercio.**

La inscripción ante Cámara de Comercio se realiza con el fin de obtener la **matrícula mercantil**; ésta se trata del registro que certifica la existencia y la constitución de las empresas y negocios. Además disfruta de los siguientes beneficios:

- Seguridad Jurídica, confianza, credibilidad y respaldo para hacer negocios.
- Queda registrado en la base de datos empresarial más completa de la ciudad.
- Protege el nombre del negocio o empresa.

Para matricularse se debe diligenciar el formulario correspondiente (ver **ANEXO**

14) . Los datos suministrados deben ser veraces pues de lo contrario el empresario se hará acreedor de sanciones penales (artículo 38 del código de comercio). La matrícula causa el pago de unos **derechos** previstos por la ley, de acuerdo con los activos de la empresa.

La matrícula debe renovarse todos los años en los meses de enero, febrero y marzo sin importar la fecha en que se haya efectuado. Para la renovación se diligencia un nuevo formulario con la información actualizada.

Para realizar la inscripción, se debe presentar el documento correspondiente en cualquiera de las sedes, el pago de los derechos de ley y del impuesto de registro en la Cámara de Comercio. Así mismo, para diligenciar por completo el

Formulario de Inscripción, Renovación o Modificación de Matrícula Mercantil, es necesario conocer la clasificación de la actividad de acuerdo al código CIU.

#### **5.1.2.1. Código CIU**

**CIU** es la **Clasificación Industrial Internacional Uniforme** de todas las actividades económicas; tiene como propósito agrupar las actividades similares por categorías que facilitan el manejo de información para el análisis estadístico y económico del empresarial.

Para la selección de dicho código se encuentran 4 niveles diferentes acorde a las características del presente proyecto la clasificación final obtenida es:

**Código:** A01120

**Descripción:**

Categoría de tabulación A: agricultura, ganadería, caza y silvicultura

01 Agricultura, ganadería, caza y actividades de servicios conexas.

#### **5.1.3 Inscripción en el registro único tributario RUT y solicitud de NIT.**

Para el cumplimiento a las obligaciones tributarias de la empresa, esta se debe inscribir en el Registro Único Tributario RUT (ver [ANEXO 15](#) )

Los requisitos y documentos para efectuar este trámite se mencionan a continuación:

- Diligenciar el formato de inscripción en el RUT, en original y copia firmada por el interesado, si se trata de persona jurídica deberá estar suscrito por el representante legal.
- Anexar el certificado de constitución y gerencia con vigencia expedido por la cámara de comercio con vigencia no superior a tres meses y última reforma si la hubiere.
- Anexar fotocopia simple de la cédula de ciudadanía del representante legal.

### 5.3. MISIÓN

Setas Andinas es una empresa cultivadora de Hongos en ambiente natural con óptima tecnología en agricultura, que brinda un producto de primera calidad acorde a las exigencias del mercado, logrando por medio de su comercialización satisfacer las necesidades de sus clientes \*, mejorar la calidad de vida de los mismos gracias al valor altamente nutritivo de los hongos y garantizar la rentabilidad y productividad de la empresa contribuyendo al crecimiento de ésta, de sus accionistas, de sus trabajadores y por ende al desarrollo económico y social del país.

### 5.4. VISIÓN

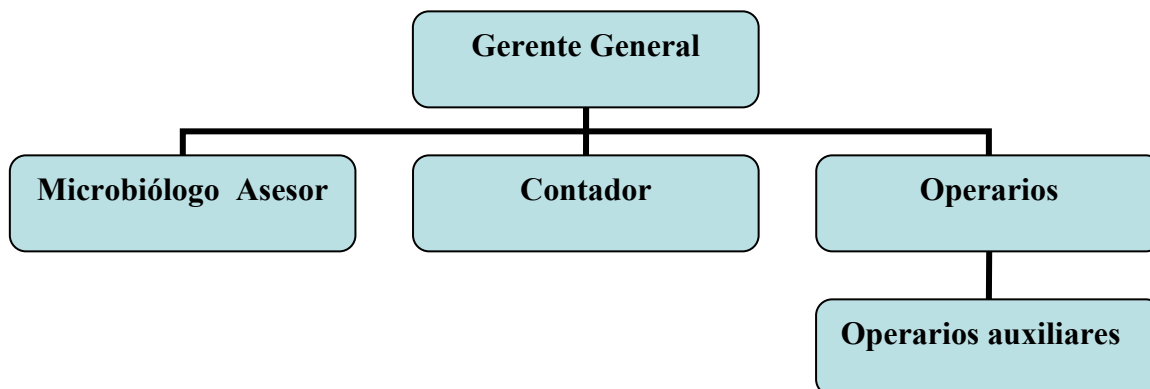
Posicionarse en Colombia y en el exterior como la empresa líder en tecnología y

Producción del cultivo de Pleurotus Ostreatus, ofreciendo un producto de la mejor calidad, con un alto valor agregado gracias a las diferentes formas de presentación del mismo, que satisfaga las necesidades de los clientes y que contribuya al fortalecimiento del sector industrial del país por medio de un constante compromiso con el desarrollo humano, social, científico y tecnológico.

### 5.5. ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL

Con la finalidad de lograr una armonía entre el proceso productivo y las necesidad que este demanda en cuanto a recurso humano, la empresa Setas Andinas Ltda. Se encuentra estructurada como se ilustra en el organigrama.

Figura 3: Setas Andinas Ltda.



### **5.5.1. Manual de funciones.**

#### **1. IDENTIFICACIÓN**

**Nombre del Cargo:** Gerente

**Cargo Jefe Inmediato:** Junta de Socios

**Área Funcional:** Gerencia

**Cargo Bajo Dependencia:** Biólogo Asesor, Contador, Operarios

#### **2. OBJETIVO**

Planear, organizar, controlar y dirigir las actividades de la compañía.

#### **3. FUNCIONES**

Dirigir, coordinar, controlar y evaluar la ejecución de las tareas administrativas, operativas y técnicas de la compañía.

Planear el modelo de producción a seguir con asesoría del Biólogo.

Elaborar el proyecto de presupuesto de la compañía.

Dirigir y controlar las actividades presupuestales, contables y de tesorería de la compañía.

Administrar el recurso económico y humano de la empresa.

Formular y desarrollar las políticas de administración de personal, contemplando aspectos tales como capacitación, bienestar y seguridad social de los empleados.

Efectuar la compra de la materia prima que sea necesaria.

Rendir informe anual a la Junta de Socios especificando las actividades realizadas y los resultados obtenidos.

Nombrar y remover al personal de la compañía de acuerdo con los requerimientos y normas establecidas.

Dar cumplimiento a las decisiones de la Junta de Socios.

Representar a la empresa en los actos en que se requiera su intervención y/o presencia.

Elaborar el plan estratégico de ventas y servicios de la compañía.

Controlar el manejo de crédito y cuentas corrientes.



Establecer y mantener un procedimiento para la facturación de la producción suministrada a los clientes y el cobro de dicha facturación.

Investigar y diseñar estrategias para ampliar el margen de participación del producto.

Efectuar la comercialización del producto.

Realizar la contratación de recursos externos para llevar a cabo el ciclo del proceso de cultivo y comercialización del producto.

Mantenerse informado de las fuentes de suministro y de las condiciones actuales de precios para el análisis de costos, así como llevar al día la información inherente a los proveedores de insumos.

Entrevistarse con los proveedores, obtener y comparar cotizaciones para asegurarse de efectuar la compra más favorable.

Planificar la compra de materias primas; esto con el fin de evitar déficit en algún punto de la producción.

Velar por el cumplimiento de las normas fiscales y contables de la compañía.

## **4. REQUERIMIENTOS Y EXIGENCIAS**

### **4.1. Estudios**

Ingeniería Industrial

### **4.2. Experiencia**

Conocimientos sobre cultivo de setas y el proceso de cultivo del “Pleurotus Ostreatus”

### **4.3. Sexo**

Hombre o mujer

### **4.4. Idioma**

Español

Conocimientos de inglés

### **4.5. Edad**

Mayor de 24 años

## **1. IDENTIFICACIÓN**

**Nombre del Cargo:** Operario

**Cargo Jefe Inmediato:** Gerente

**Área Funcional:** Producción

**Cargo Bajo Dependencia:**

## **2. OBJETIVO**

Llevar a cabo las diversas tareas que hacen parte del proceso productivo del cultivo del Pleurotas Ostreatus.

## **3. FUNCIONES**

Llevar los diferentes registros del cultivo según se establece en el manual de procedimientos.

Transportar el sustrato hasta el cultivo en camión.

Llevar a cabo el proceso de cosecha.

Transportar en camión la cosecha hasta el puerto.

Vigilar el cultivo para garantizar que no haya robo del producto ni pérdida de material.

Todas aquellas tareas que el jefe inmediato le solicite.

## **4. REQUERIMIENTOS Y EXIGENCIAS**

### **4.1. Estudios**

Técnico en Agricultura

### **4.2. Experiencia**

Haber trabajado por lo menos 6 meses en un cultivo de cualquier seta comestible.

Tener conocimiento de vías aledañas al cultivo y poseer licencia de conducción.

### **4.3. Sexo**

Hombre

### **4.4. Idioma**

Español

### **4.5. Edad**

Mayor de 25 años

## **1. IDENTIFICACIÓN**

**Nombre del Cargo:** Operario Auxiliar

**Cargo Jefe Inmediato:** Gerente

**Área Funcional:** Producción

## **2. OBJETIVO**

Llevar a cabo las diversas tareas que hacen parte del proceso productivo del cultivo del Pleurotas Ostreatus.

## **3. FUNCIONES**

Realizar el muestreo diario de condiciones físico – químicas.

Muestrear mensualmente la biomasa por sector.

Llevar los diferentes registros del cultivo según se establece en el manual de procedimientos.

Llevar a cabo el proceso de cosecha.

Vigilar el cultivo para garantizar que no haya robo del producto ni pérdida de material.

Todas aquellas tareas que el jefe inmediato le solicite.

## **4. REQUERIMIENTOS Y EXIGENCIAS**

### **4.1. Estudios**

Bachiller.

### **4.2. Experiencia**

Tener conocimiento de técnicas de cultivo.

### **4.3. Sexo**

Hombre o mujer

### **4.4. Idioma**

Español

### **4.5. Edad**

Mayor de 18 años

### **5.5.2. Microbiólogo Asesor.**

El Asesor debe ser Microbiólogo con especialización en cultivos no convencionales y poseer una amplia experiencia en el cultivo de setas. El contenido del contrato de prestación de servicios que se realice con esta persona deberá especificar las funciones básicas a desempeñar, estas son:

Controlar los aspectos técnicos y de biología de la especie durante el proceso de cultivo.

Analizar los registros del cultivo.

Elaborar informe acerca del análisis resultante de los registros del cultivo.

Realizar pruebas de laboratorio que se consideren necesaria.

Sugerir innovaciones aplicables al proceso de cultivo.

Efectuar mantenimiento de los equipos del área de cultivo.

Planear el modelo de producción a seguir en conjunto con el Gerente.

Realizar reportes con gráficas y diagramas estadísticos que ilustren el desempeño y evolución del proceso de cultivo.

Mantenerse actualizado sobre los avances en el cultivo de setas y los estudios que se realicen sobre la especie.

Atender los problemas técnicos que se puedan llegar a presentar en el área de cultivo.

Dar instrucciones claras y exactas a los operarios con respecto al procedimiento a seguir durante el proceso de cultivo.

Aportar especificaciones técnicas a los operarios para el manejo de materiales e instrumentos.

Diseñar planes con miras al mejoramiento continuo del proceso productivo.

El contratista deberá viajar a la zona de cultivo tres veces al mes teniendo presente que debe estar al momento de recepción y siembra y en el proceso de cosecha de la producción.

### **5.5.3. Contador.**

La persona con quien se realizará el contrato debe ser Contador y poseer como mínimo 3 años de experiencia. El contenido del contrato de prestación de servicios que se realice con esta persona deberá especificar las funciones básicas a desempeñar, estas son:

Informar de manera detallada, todos aquellos aspectos que sean necesarios para evaluar correctamente la situación financiera, los cambios que se hayan presentado, el resultado de las operaciones y su capacidad para generar flujos futuros de recursos.

Identificar, medir, clasificar, registrar, interpretar, analizar, evaluar e informar las operaciones contables de la compañía en forma clara, completa y confiable.

Desarrollar modelos que permitan a la entidad controlar permanentemente el comportamiento de los ingresos y egresos y evaluar con la programación realizada.

Ordenar el movimiento contable y codificarlo; realizar los estados financieros e informes a la gerencia y a las entidades estatales.

Revisar los libros de contabilidad con el fin de verificar que reflejen cifras reales.

Liquidar, elaborar, pagar y registrar la nómina.

Contabilizar las órdenes de pago, cheques, nómina, liquidación de prestaciones sociales.

Elaborar informes por escrito de desarrollo del área, realizando análisis, estableciendo tendencias, determinando indicadores, sacando conclusiones y proponiendo soluciones.

## 6. ANÁLISIS FINANCIERO

### 6.1. INVERSIÓN INICIAL EN ACTIVOS FIJOS

En la realización de la evaluación financiera del proyecto, primero se estableció la inversión inicial necesaria para ponerlo en funcionamiento y los gastos preoperativos requeridos. La inversión inicial está representada por aquellos activos fijos necesarios para realizar el cultivo del Pleurotus Ostreatus tales como el terreno, la infraestructura, los materiales y equipos.

#### 6.1.1. Terreno

Para la construcción de las instalaciones es necesario contar con un terreno de aproximadamente 800 m<sup>2</sup>, (ver numeral 4.4 “Características de la Infraestructura”) el lote será vendido en el último año de funcionamiento y su valor se incrementará a una tasa del 10% anual. El valor y la valorización del terreno, se determinó de fuentes suministradas en la zona del cultivo seleccionado (Tenjo, Cundinamarca).

**Tabla 14: Valor Terreno**

| TERRENO                       |            |
|-------------------------------|------------|
| Descripción                   | Valor (\$) |
| Terreno de 800 m <sup>2</sup> | 25.000.000 |

(Esta área se encuentra justificada en ingeniería de cultivo)

#### 6.1.2. Infraestructura.

Para realizar el cultivo se debe construir, una nave de incubación y una nave de producción,(Ver numeral 4.4 ( Así como la instalación de una bodega donde se disponga de una oficina y se almacenen los insumos requeridos para la realización del proceso productivo. Ver cotizaciones( **ANEXO 16** )

**Tabla 15: Infraestructura**

| <b>INFRAESTRUCTURA</b>       |                 |                   |
|------------------------------|-----------------|-------------------|
| <b>Descripción</b>           | <b>Cantidad</b> | <b>Valor (\$)</b> |
| Bodega (8m x 4m)             | 1               | 7.000.000         |
| Nave de incubación (9m x 3m) | 1               | 3.500.000         |
| Nave de producción (9m x 3m) | 1               | 3.500.000         |
| <b>TOTAL</b>                 |                 | <b>14.000.000</b> |

**6.1.3. Materiales y Equipo**

El análisis de los materiales involucrados en el proyecto se llevó a cabo en las características de la infraestructura. En esta sección se listan únicamente los que se van a utilizar junto con sus precios de lista.

**Tabla 16: Materiales y Equipos**

| <b>MATERIALES Y EQUIPOS</b>     |                 |                            |                         |
|---------------------------------|-----------------|----------------------------|-------------------------|
| <b>Nombre</b>                   | <b>Cantidad</b> | <b>Valor Unitario (\$)</b> | <b>Valor Total (\$)</b> |
| Autoclave                       | 1               | 2.600.000                  | 2.600.000               |
| Nevera                          | 1               | 499.900                    | 499.900                 |
| Pica                            | 1               | 10.980                     | 10.980                  |
| Pala                            | 2               | 8.437                      | 16.874                  |
| Carretilla                      | 1               | 107.300                    | 107.300                 |
| Termómetro                      | 2               | 9.500                      | 19.000                  |
| Termo higrómetro                | 2               | 66.000                     | 132.000                 |
| Balanza Electrónica             | 1               | 650.000                    | 650.000                 |
| Botiquín                        | 1               | 12.000                     | 12.000                  |
| Extintor Multipropósito         | 1               | 22.000                     | 22.000                  |
| Tanques Plásticos<br>(1.000 Lt) | 2               | 189.544                    | 379.088                 |
| Mesa de Acero<br>Inoxidable     | 1               | 320.000                    | 320.000                 |

|                     |   |           |                  |
|---------------------|---|-----------|------------------|
| Baldes Aforados     | 4 | 10.400    | 41.600           |
| Equipo de oficina   | 1 | 4.200.000 | 4.200.000        |
| Equipos telefónicos | 1 | 72.000    | 72.000           |
| <b>TOTAL</b>        |   |           | <b>9.010.742</b> |

Ver cotizaciones ([ANEXO 16](#))

## 6.2. GASTOS PREOPERATIVOS

Se incluye aquí lo relacionado con los gastos previos a la puesta en marcha del proceso productivo.

**Tabla 17: Gastos Preoperativos**

| DETALLE                    |                                | VALOR            |
|----------------------------|--------------------------------|------------------|
| Estudio de Factibilidad    |                                | 1.500.000        |
| Gastos de Personal         | Gerente                        | 1.432.000        |
| Contratos Externos         | Microbiólogo                   | 716.000          |
| Servicios                  | Transp. Fletes y Acarreo       | 2.150.000        |
|                            | Acueducto y Alcantarillado     | 15.000           |
|                            | Energía Eléctrica              | 32.000           |
|                            | Teléfono                       | 21.000           |
|                            | Teléfono celular               | 30.000           |
| Gastos Jurídicos           | Notariales                     | 260.000          |
|                            | Registro Cámara de Comercio    | 500.000          |
| Gastos de Viaje            |                                | 150.000          |
| Otros                      | Aseo y Cafetería               | 30.000           |
|                            | Útiles, Papelería y Fotocopias | 40.000           |
|                            | Combustible y Lubricantes      | 120.000          |
|                            | Dotación operarios             | 288.000          |
| <b>TOTAL PREOPERATIVOS</b> |                                | <b>6.116.000</b> |

Los preoperativos se amortizan en su totalidad en el año 1.



### 6.3. COSTO MICELIO Y SUSTRATO

El inicio del proceso de cultivo se da una vez ha sido comprado el sustrato (compost), y el micelio (semilla) del hongo.

Para determinar el costo anual en que se incurre por concepto de compra de micelio y sustrato, así como los ingresos esperados en razón de su venta, se toman los datos del estudio técnico, del cual se sabe que el porcentaje de micelio requerido por cada kilogramo de sustrato, es del 2%. Los costos del sustrato son básicamente del transporte del mismo, estimado en \$80.000 mensual (utilizado una vez al mes) y el kilogramo de micelio está en \$5.000. (Ver cotizaciones **ANEXO 16**). El precio del sustrato es estimativo ya que este se obtiene de desechos de empresas madereras pero se contempla el precio de su transporte así como un precio simbólico previendo que en algún momento se cobre por este.

**Tabla 18: Costo micelio**

| Costo micelio       |         |           |           |           |           |
|---------------------|---------|-----------|-----------|-----------|-----------|
|                     | Año 1   | Año 2     | Año 3     | Año 4     | Año 5     |
| Kg. de sustrato     | 4.950   | 5.400     | 5.400     | 5.400     | 5.400     |
| Costo sustrato (\$) | 880.000 | 960.000   | 960.000   | 960.000   | 960.000   |
| Kg. de micelio      | 99      | 108       | 108       | 108       | 108       |
| Costo micelio (\$)  | 990.000 | 1.080.000 | 1.080.000 | 1.080.000 | 1.080.000 |

### 6.4. PRECIO E INGRESO POR VENTAS

Basándose en los resultados obtenidos en la encuesta de mercados el precio del producto será constante durante todo el año y será de **\$ 9.000/Kg.**

**Tabla 19: Ingreso por ventas**

| Ingreso por ventas                |            |             |             |             |             |
|-----------------------------------|------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
|                                   | Año 1      | Año 2       | Año 3       | Año 4       | Año 5       |
| Total producción para venta (Kg.) | 10.800     | 12.960      | 12.960      | 12.960      | 12.960      |
| Total producción para venta (\$)  | 97.200.000 | 116.640.000 | 116.640.000 | 116.640.000 | 116.640.000 |

## **6.5. GASTOS ADMINISTRATIVOS Y DE VENTAS**

En el flujo neto de la operación (**ANEXO 19**) se muestra la distribución de cada uno de los rubros que se mencionarán a continuación y su intervención en el proyecto año a año.

### **6.5.1. Gastos de Personal.**

Setas Andinas cuenta con 1 Gerente, y 4 Operarios los salarios a pagar son:

Gerente: \$ 1.432.000

Operarios: \$ 358.000

### **6.5.2. Impuesto de Industria y Comercio.**

Este se causa a partir del segundo mes cuando el cultivo produce su primera cosecha e inician las ventas de la empresa; el impuesto de Industria y Comercio equivale al 9.62 por mil sobre las ventas.

### **6.5.4. Gastos de distribución**

En cuanto al transporte se necesita de un furgón alquilado, el cual recogerá la producción una vez por semana, lo cual representa \$300.000 mensual. Ver cotizaciones (**ANEXO 16**).

### **6.5.7. Mantenimiento Equipos.**

Con la finalidad de conservar los equipos en óptimas condiciones, se efectuará en mantenimiento de los mismos 3 veces al año (cada 4 meses).

## **6.6. FINANCIACIÓN**

Se requieren de un crédito para financiar el funcionamiento de la empresa Setas Andinas Ltda. (Para la consecución del mismo se plantea recurrir a la siguiente fuente de financiación:

### **6.6.1. Crédito FINAGRO**

Consiste en un crédito agropecuario de **FINAGRO** (Fondo para el Financiamiento del Sector Agropecuario); crédito agropecuario es el que se otorga a una persona para ser utilizado en las distintas fases del proceso de producción, transformación primaria y comercialización de bienes, originados directamente o en forma conexas o complementarias, en la explotación de actividades agropecuarias<sup>23</sup>. A su vez el sector agropecuario comprende las explotaciones agrícolas, pecuarias, acuícola, pesqueras y forestales.

Estos créditos deben otorgarse en las condiciones reglamentadas por FINAGRO y estar dirigidos al financiamiento de capital de trabajo e inversión requerida para el desarrollo de la actividad productiva, a través de la ejecución de proyectos técnica, financiera y ambientalmente viables<sup>24</sup>.

El monto del crédito a otorgar se determina según se trate de pequeños, medianos o grandes productores; Setas Andinas Ltda. es considerado un pequeño productor y por tanto el monto máximo a prestar viene dado por la capacidad de pago de la empresa. La solicitud del crédito debe ser tramitada ante una institución financiera legalmente constituida y vigilada por la Superintendencia Bancaria.

Los trámites a seguir para obtener el crédito son los siguientes:

1. Seleccionar el Intermediario Financiero, donde presentarán su solicitud de crédito bajo las líneas FINAGRO (para el presente proyecto el intermediario es el Banco de Bogotá).

---

<sup>23</sup> [www.finagro.com.co](http://www.finagro.com.co)

<sup>24</sup> *Ibíd.*

2. Establecer cuáles son sus necesidades de financiación y soportarlas con un proyecto productivo que será el generador de los recursos para pagar el crédito (el crédito a solicitar es de \$ 40'000.000).

3. El intermediario financiero realizará el estudio o evaluación del crédito solicitado, para ello deberá:

- Establecer cuáles son las líneas de crédito FINAGRO adecuadas, para financiar la actividad o actividades planteadas por el beneficiario del crédito.
- Diligenciar el formato de planificación de crédito FINAGRO, que corresponda según la clase de productor que sea el beneficiario.
- Solicitar la documentación necesaria para el estudio del crédito.
- Realizar el estudio del crédito.

4. Si, el intermediario financiero aprueba la solicitud de crédito, solicitará ante FINAGRO, de acuerdo a los procedimientos establecidos:

- Los recursos de financiación, de acuerdo a las líneas FINAGRO (procedimiento)

Los documentos exigidos por FINAGRO para solicitar el crédito son:

1. Formato de planificación de crédito FINAGRO:

Ver Formato de planificación de crédito para pequeños productores (páginas 1, 2, 3 y 4) y su respectivo instructivo en el ([ANEXO 17](#)) y ([ANEXO 18](#)).

2. Para créditos de capital de trabajo para comercialización o empresas de servicios de calificación previa, se requiere el flujo de fondos incluido el proyecto.

3. Plano topográfico o plancha de Agustín Codazzi (se acepta croquis en cultivos semestrales y en créditos para pequeños productores)

4. Para créditos destinados al desarrollo de proyectos en predios que no sean de propiedad del solicitante se debe presentar el contrato de arrendamiento o documento legal que acredite la forma de

tenencia o explotación. El plazo del contrato de arrendamiento debe ser igual o superior al plazo del crédito solicitado.

5. Balance comercial actualizado, antigüedad no mayor a 90 días.

6. Declaración de renta del año anterior si el solicitante esta obligado a declarar o certificado de que no esta obligado a declarar.

7. Certificado de cámara y comercio o de constitución legal para personas jurídicas.

8. Registro mercantil para solicitudes de crédito por las líneas de comercialización y servicios de apoyo tramitado por personas naturales.

9. La tasa de interés del crédito viene dada según la clase de productor que lo solicita de la siguiente manera:

**Tabla 20: Clases de Productores**

| <i><b>CLASE DE PRODUCTOR</b></i>                  | <i><b>TASA DE INTERÉS</b></i> |
|---|-------------------------------|
| <b>PEQUEÑOS PRODUCTORES</b>                       | <b>HASTA DTF (E.A.) + 4</b>   |
| <b>OTROS PRODUCTORES<br/>(Medianos y grandes)</b> | <b>HASTA DTF (E.A.) + 8</b>   |

A su vez, la entidad financiera cobra cierto porcentaje adicional a la tasa de interés establecida por FINAGRO. Para el préstamo a solicitar por Setas Andinas Ltda. con intermediación del Banco de Bogotá la tasa queda entonces en DTF (E.A) + 8, considerando el DTF (E.A) + 4 de FINAGRO al tratarse la empresa de un mediano productor y los 4 puntos adicionales del banco. La negociación que aplicaría al proyecto; se trata de un crédito a 5 años con 1 año de gracia y pagos mes vencido.

## 6.7. DEPRECIACIÓN

Los activos a depreciar son la maquinaria, equipo e infraestructura; esta se hace a 5 años.

**Tabla 21: Depreciación**

| DEPRECIACIÓN       |            |           |           |           |           |           |
|--------------------|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
|                    |            | AÑO 1     | AÑO 2     | AÑO 3     | AÑO 4     | Año 5     |
| Valor Activos      | 23.010.742 |           |           |           |           |           |
| Valor depreciación |            | 4.602.148 | 4.602.148 | 4.602.148 | 4.602.148 | 4.602.148 |

## 6.8. FLUJO DE FONDOS

El estudio realizado contempla una proyección a 5 años; en esta no se tiene en cuenta la inflación entre periodos para las proyecciones y para el pago de impuesto de renta la tasa es del 37%.

### 6.8.1. Flujo neto de inversión.

La inversión fija está comprendida por los rubros de terreno, infraestructura, maquinaria y equipos; los gastos preoperativos son la suma de los gastos que se presentan antes de iniciar la operación. Por capital de trabajo se tienen las necesidades para afrontar la operación de la empresa, se tuvo en cuenta que el préstamo inicial y el aporte de capital suman \$ 65'000.000.

**Tabla 22: Flujo Neto de Inversión**

| FLUJO NETO DE INVERSIÓN        |                    |          |                    |                    |                    |                   |
|--------------------------------|--------------------|----------|--------------------|--------------------|--------------------|-------------------|
|                                | AÑO 0              | AÑO 1    | AÑO 2              | AÑO 3              | AÑO 4              | AÑO 5             |
| Inversiones Fijas              | -48.010.742        |          |                    |                    |                    | 40.262.750        |
| Gastos Preoperativos           | -6.116.000         |          |                    |                    |                    |                   |
| Capital de trabajo             | -10.873.258        |          |                    |                    |                    |                   |
| Crédito                        | 40.000.000         |          |                    |                    |                    |                   |
| Amortización Crédito           |                    |          | -10.000.000        | -10.000.000        | -10.000.000        | -10.000.000       |
| <b>FLUJO NETO DE INVERSIÓN</b> | <b>-25.000.000</b> | <b>0</b> | <b>-10.000.000</b> | <b>-10.000.000</b> | <b>-10.000.000</b> | <b>30.262.750</b> |

### 6.8.2. Flujo neto de la operación.

En el(ANEXO 19) se puede apreciar el flujo neto de la operación. En el Año 1 se amortizan en su totalidad los gastos preoperativos.

### 6.8.3. Flujo neto del proyecto con financiamiento para el inversionista.

**Tabla 23: Flujo de Fondos Neto del Proyecto**

| FLUJO DE FONDOS NETO DEL PROYECTO |             |            |             |             |             |            |
|-----------------------------------|-------------|------------|-------------|-------------|-------------|------------|
|                                   | AÑO 0       | AÑO 1      | AÑO 2       | AÑO 3       | AÑO 4       | AÑO 5      |
| FLUJO NETO DE INVERSIÓN           | -25.000.000 | 0          | -10.000.000 | -10.000.000 | -10.000.000 | 30.262.750 |
| FLUJO NETO DE OPERACIÓN           |             | 16.925.178 | 22.806.890  | 23.783.390  | 24.759.890  | 25.736.390 |
| FLUJO DE FONDOS NETO DEL PROYECTO | -25.000.000 | 16.925.178 | 12.806.890  | 13.783.390  | 14.759.890  | 55.999.140 |

## 6.9. INDICADORES FINANCIEROS

### 6.9.1. VPN

Se considera, dentro del esquema de valores constantes, un Costo de Oportunidad del dinero del **12%**, el cual resulta de promediar la tasa de colocación y captación del mercado, descontando la inflación.

Valor Presente de los Egresos = \$ 25.000.000

Valor Presente de los Ingresos = \$ 76.287.677

VPN = VP Ingresos – VP Egresos

VPN = \$ 51.287.677

Como el valor resultante es superior a 0, se concluye que el proyecto es conveniente pues su rentabilidad es superior a la tasa de oportunidad del mercado.

### 6.9.2. TUR

Con la TIR ajustada o tasa única de retorno se garantiza la existencia de una sola tasa para el proyecto y la reinversión de los flujos excedentes a la tasa de interés de oportunidad. La TUR del proyecto es igual al 34%; tasa superior a la tasa de interés de oportunidad, esto quiere decir que la

rentabilidad del proyecto, asumiendo reinversiones de los recursos excedentes a la tasa de oportunidad, es mayor que el rendimiento de las alternativas de inversión que rinden un 12%.

### 6.9.3. Relación Beneficio-Costo

$$R\ b/c = VP\ Ingresos / VP\ Egresos$$

$$R\ b/c = 3,12$$

Cada peso invertido en el proyecto genera en valor presente \$3,12 considerando la tasa de oportunidad del 12%.

### 6.10. ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD

Se realizó un análisis de sensibilidad cruzado tomando 3 variables críticas como son el precio de venta, el costo del micelio y el costo del sustrato; cada una de estas se incrementó (signo mas “+”) y disminuyó (signo menos “-“) respectivamente en un 10%, el 0 denota que no se realizó variación sobre esa variable, los resultados obtenidos son los siguientes:

**Tabla 24: Análisis de Sensibilidad**

| Micelio | sustrato | Precio Venta | VPN           | TUR | R b/c |
|---------|----------|--------------|---------------|-----|-------|
| 0       | 0        | 0            | \$ 51.381.091 | 34% | 3,06  |
| +       | +        | +            | \$ 76.105.301 | 44% | 4,04  |
| -       | +        | +            | \$ 76.345.507 | 44% | 4,05  |
| +       | -        | +            | \$ 76.532.335 | 44% | 4,06  |
| +       | +        | -            | \$ 25.802.813 | 21% | 2,03  |
| +       | -        | -            | \$ 26.229.847 | 21% | 2,05  |
| -       | -        | +            | \$ 76.772.541 | 44% | 4,07  |
| -       | +        | -            | \$ 26.043.020 | 21% | 2,04  |
| -       | -        | -            | \$ 26.470.053 | 21% | 2,06  |
| +       | -        | 0            | \$ 51.381.091 | 34% | 3,06  |
| -       | +        | 0            | \$ 51.194.263 | 34% | 3,05  |
| -       | -        | 0            | \$ 51.621.297 | 35% | 3,06  |
| 0       | -        | +            | \$ 76.652.438 | 44% | 4,07  |
| 0       | +        | -            | \$ 25.922.916 | 21% | 2,04  |
| 0       | -        | -            | \$ 26.349.950 | 21% | 2,05  |



|   |   |   |               |     |      |
|---|---|---|---------------|-----|------|
| - | 0 | + | \$ 76.559.024 | 44% | 4,06 |
| + | 0 | - | \$ 26.016.330 | 21% | 2,04 |
| - | 0 | - | \$ 26.256.536 | 21% | 2,05 |

Se concluye que la variable de mayor trascendencia para el proyecto es la del precio de venta; no obstante vale la pena recalcar que el precio mínimo que las compañías están dispuestas a pagar por kilogramo del producto es de \$ 9.000, siendo esto garante de la viabilidad del proyecto. De igual forma, ante incrementos en el precio de venta los indicadores muestran una considerable mayor rentabilidad.

### ***6.11. BALANCE GENERAL PROYECTADO***

En el (ANEXO 20) se encuentra el balance general proyectado de la empresa Setas Andinas Ltda. .

## **CONCLUSIONES**

Se concluye con la elaboración del presente trabajo, que el cultivo de Pleurotus Ostreatus, es una propuesta factible al ser realizable desde el punto de vista técnico, necesario desde una óptica de mercado insatisfecho y tanto viable como rentable al mirarlo desde la perspectiva financiera.

A partir de la investigación realizada se identificaron los requerimientos técnicos y humanos necesarios para llevar a cabo el cultivo de Pleurotus a nivel industrial; a su vez, los materiales, equipos e infraestructura requerida se puede adquirir dentro del territorio nacional.

Para la creación y constitución de la empresa “Setas Andinas”, es necesario firmar escritura pública especificando que se trata de una sociedad Limitada; adicionalmente, debe realizarse la inscripción de la misma en Cámara de Comercio y en el Registro Único Tributario RUT. Con la puesta en marcha de la empresa Setas Andinas Ltda., se generan nuevas fuentes de empleo; estas vienen representadas por el personal que labora directamente en la empresa y participa del proceso de cultivo (Gerente y Operarios) así como quienes intervienen en las diversas tareas de control del ciclo productivo, postproducción y luego comercialización de la producción (Agrónomo Asesor, Contador y Temporales de Cosecha entre otros); con esto se contribuye al desarrollo y fortalecimiento económico y social del país. En cuanto a los canales para la comercialización del producto fue posible establecer que existen varias opciones; estas abarcan desde grandes empresas

comercializadoras hasta puntos específicos de venta como lo son las tiendas naturistas, los restaurantes, hoteles y los supermercados de cadena. En consideración al poder adquisitivo de las personas y su ubicación geográfica dentro del territorio nacional y basándose en los datos obtenidos del DANE, se seleccionó por mercado objetivo aquellos cuyo ingreso es superior a los 3 salarios mínimos y que residen en las ciudades de Bogotá, Medellín, Cali, Barranquilla y Cartagena por ser estos los principales centros de consumo. El mercado meta corresponde a las toneladas del hongo que dicho grupo puede consumir al año, valor que resulta de multiplicar el número de personas pertenecientes al anterior perfil por el consumo per cápita. Al realizar el estudio de mercados se evidencia que existen necesidades insatisfechas en cuanto a la oferta del producto puesto que la cantidad de producto que los clientes seleccionados desean demandar duplica a la que les es actualmente ofrecida por el cultivo artesanal. Por medio de la investigación de mercados y con las entrevistas llevadas a cabo, fue posible identificar el profundo interés que existe por parte tanto de los comercializadores del producto como del sector agrícola nacional por la realización de proyectos de esta índole.

A pesar de considerarse el precio de venta como la variable crítica del proyecto, en el estudio de mercados queda claro que el monto mínimo que están dispuestos a pagar por kilogramo de producto los clientes seleccionados es de \$ 9000, garantizando con esto la viabilidad del proyecto. Se seleccionó por canal de comercialización a aquellas compañías con mayor cubrimiento en el territorio nacional que garantizaran tanto el pago a tiempo como la pronta salida del producto. Por medio de la realización del cultivo de *Pleurotus Ostreatus* en las condiciones propuestas en este trabajo, se logra un retorno de la inversión superior al costo de oportunidad (VPN de \$ 51.287.677, una tasa única de rentabilidad del 34% y se obtiene más del triple por cada peso invertido (relación beneficio / costo igual a 3,12), lo cual es garante de que el proyecto es tanto viable como rentable. Con la realización del cultivo de *Pleurotus* se logrará una fuente de diversificación de la agricultura alternativa colombiana, lo que representa un aprovechamiento sustentable de los recursos con que cuenta el país, los cuales hasta el momento se encuentran desatendidos. Este trabajo constituye un sólido marco conceptual acerca de los criterios básicos a tener presentes para adelantar proyectos de agricultura alternativa enfocados en particular al cultivo de setas en Colombia.

## RECOMENDACIONES

Para cosechar más y con mayor frecuencia es adecuado considerar el adquirir un vehículo para transportar la producción a los diferentes sitios de comercialización seleccionados. Para ampliar el portafolio ofrecido por Setas Andinas Ltda., se debe continuar con la investigación enfocada a brindar nuevas formas de presentación del producto y el cultivo de otras setas como el Shiitake. Es pertinente el intentar hacerse beneficiario del Incentivo para la Capitalización Rural ICR; el ICR es un aporte en dinero que con recursos de la nación, FINAGRO hace a los productores del sector agropecuario que han financiado mínimo en 40% el total de la inversión objeto del ICR con recursos de FINAGRO, la solicitud se puede presentar un año después de la fecha de otorgamiento del crédito y cubre hasta el 40% del mismo.

## BIBLIOGRAFÍA

- ACOSTA, U.L., BUSTOS, Z.G. & PORTUGAL, P.D. 1988. Aislamientos y caracterización de cepas de *Pleurotus ostreatus* y su cultivo en residuos agroindustriales en el estado de Morelos. Revista Mexicana de Micología, 4: 13-20.
- ANON, F. 1979. Recommendations for chilled storage of perishable produce. París, International Institute of Refrigeration. 78p.
- ÁREA METROPOLITANA DEL VALLE DE ABURRÁ. 2000. Hongos y musgos del Valle de Aburrá. Medellín (Colombia), Área Metropolitana del Valle de Aburrá. 153p.
- ARENAS, M.D. 1992. Evaluación de diferentes sustratos para el cultivo de *Pleurotus ostreatus*. 64p.: il. Tesis de grado (Ingeniero Agrónomo). Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Departamento de Agronomía.
- BARTHOLOMAI, G.B. 1974. Efecto del escaldado sobre la cinética del secado y la calidad de champiñones deshidratados en corriente de aire y por liofilización. ATA, 14(3): 429-438.
- BELTRÁN, M.J., ESTARRON, M. & OGURA, T. 1997. Volatile compounds secreted by oyster mushrooms (*Pleurotus ostreatus*) and their bacterial activities. Journal of Agricultural and Food Chemistry (USA), 45(10): 4049-4052.

- BHATTI, M.A., MIR, F.A. & SIDDIQ, M. 1987. Effect of different bedding materials on relative yield of oyster mushroom in the successive flushes. *Pakistan Journal of Agricultural Research*, 8(3): 256-259.
- BOBEK, P., OZDIN, L. & CERBVEN, J. 1990. Efectos hipocolesterolémicos de la seta ostra (*Pleurotus ostreatus*) con sensibilidad hereditaria aumentada al colesterol de dieta. *Biología* (Bratislava), 54: 961-966.
- CALLE, V.H. 1977. Subproductos del café. Chinchiná. Cenicafé. Boletín Técnico No.6. 84p.
- CARDONA, L.F. & BEDOYA, A. 1996. Producción de orellanas (*Pleurotus ostreatus*), deshidratadas y condimentadas. 88p.: il. Trabajo de grado M.Sc. (Ciencia y Tecnología de Alimentos). Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín. Facultad de Ciencias Agropecuarias.
- DANCIANG, C. 1986. Culture of oyster mushroom (*Pleurotus ostreatus* Florida) on five farms wastes at different levels of ammonium sulfate [Philippines]. CLSU [Central Luzon State University] . Scientific Journal. (Philippines). Vol.6, No.1, p.64.
- FENNEMA, O.R. 1993. Química de los alimentos. Zaragoza, España. Acribia, 1095p.
- FERNÁNDEZ, M.J. 2000. Productividad de dos cepas comerciales del hongo comestible *Pleurotus ostreatus* en diferentes mezclas de sustratos lignocelulósicos. Proyecto de investigación. Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín, Facultad de Ciencias Agropecuarias (inédito).
- GAITÁN, R. & SALMONES, D. 1996. Cultivo y selección de cepas de *Pleurotus* spp. con alto rendimiento. *Revista Mexicana de Micología*, 12: 107-113.
- GARCÍA, L.A.; VÉLEZ, R.A. & ROZO, M.P. 1985. Extraction and quantification of the polyphenols of coffee pulp. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 35(3): 491-495.
- GARCÍA, R.M. 1987. Cultivo de setas y trufas. Madrid. Mundi Prensa. 217p.
- GONZÁLEZ, A.E. & RODRÍGUEZ, M. 1995. Cultivo de dos cepas de *Pleurotus* sobre diferentes mezclas de sustratos. *Revista del Jardín Botánico Nacional*, 16: 69-71.
- HAMLIN, P.F. 1989. Cultivation of edible mushrooms on cotton waste. *The mycologist*, 3(4): 171-173.
- HINCAPIÉ, J.G. 1993. Fertilización mineral del hongo comestible *Pleurotus ostreatus*. 91p.: il. Tesis de grado Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín. Facultad de Ciencias Agropecuarias.
- LABORATORIO DE BROMATOLOGÍA "SAÚL QUINTERO". 2001. Manual de procedimiento. Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín. 315p.
- LOZANO, J.C. 1990. Producción comercial del champiñón *Pleurotus ostreatus* en pulpa de café. *Revista Colombiana de Fitopatología*, 14(2): 42-56.

- MARTÍNEZ, R. 1981. El champiñón y su industrialización. *Agroquim, Tecnología de Alimentos*, 21(4): 437-453.
- MARTÍNEZ-CARRERA, D. 1986. Design of a mushroom farm for growing *Pleurotus* on coffee pulp. *Mushrooms. Journal Tropics*, 7(13): 13-23.
- MARTÍNEZ-CARRERA, D., MORALES, P. & SOBAL, M. 1990. Cultivo de *Pleurotus ostreatus* sobre bagazo de caña enriquecido con pulpa de café o paja de cebada. *Revista de Micología Neotropical Aplicada*, 3: 49-52.
- MAYELA, B.J., ALANÍS, M.G., GONZÁLEZ DE M., E., GARCÍA, C.L., MARTÍNEZ, F. & BARBOSA, E. 1999. Calidad proteínica de tres cepas mejicanas de setas (*Pleurotus ostreatus*). *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 49(1): 81-85.
- MENDEZA, R. & DÍAZ, G. 1981. Las Setas. Bilbao, España. Editorial Vizcaina. 389p.
- NOBLE, R. & GAZE, R.H. 1998. Composting in aerated tunnels for mushrooms cultivation: influence of process temperature and substrate formulation on compost bulk density and productivity. *International Symposium on composting and use of composed materials for Horticulture. Acta Hort.*, 469: 417-426.
- PANDEY, M.C. & AICH, J.C. 1989. Equilibrium moisture of dehydrated mushroom (*Pleurotus sajor caju*). *Journ. Fd. Sci. Technol.*, 26(2): 102-109.
- PARDO, V.M. 1995. Hongos fitopatógenos de Colombia. Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín. Centro de Publicaciones de la Universidad Nacional de Colombia. 166p.
- PAULA, F. 1983. Cultivo rentable de champiñones y trufas. Manual práctico. Barcelona, España, Ed. Vecchi, S. A. 127p.
- RODRÍGUEZ, V.N. & ZULUAGA, V.J. 1994. Cultivo de *Pleurotus pulmonarius* en pulpa de café. *Cenicafé*, 45(3): 81-92.
- ROJAS DE PERDOMO, L. (1994). *Cocina prehispánica: Historia de la cocina*. Bogotá, Colombia. Voluntad. 237p.
- STAMETS, P. & CHILTON, J.S. 1983. *The Mushroom Cultivator*. Washington. Ed. Agarikon Press Olimpia. 415p.
- STEINECK, H. 1987. *Cultivo comercial del champiñón*. Zaragoza, España. Ed. Acribia. 142p.
- TRIGOS, A., HERNÁNDEZ, R., SOBAL, M., MORALES, P. & ROBINSON, V. 1996. Ergosterol content in fruit bodies from *Pleurotus ostreatus* cultivated in the presence of sodium acetate. *México. Micología Neotropical Aplicada*, 9: 129-132.
- ULLOA, M. 1998. Imágenes y palabras. Una dualidad dinámica de la comunicación científica. *Revista Mexicana de Micología*, 13: 12-127.

- VEDDER, P.J. 1986. Cultivo moderno del champiñón. Madrid, España. Ediciones Mundi Prensa. 369p.
- VELÁSQUEZ, M.A., MATA, G., SALMONES, D. 1999. Cultivo de cepas de *Pleurotus* en pulpa de café: evaluación comparativa de la productividad. III Congreso Latinoamericano de Micología. Caracas, agosto 31- septiembre 3 de 1999 Asociación Latinoamericana de Micología. 175p.
- VILLARREAL, L. & PÉREZ, J. 1989. Los hongos comestibles silvestres de México. *Micología Neotropical Aplicada*, 2: 77-144.
- ZERVAKIS, G. & BALIS, C. 1992. Comparative Study on the Cultural Characters of *Pleurotus* species under the influence of different substrates and fruiting temperatures. *Revista Mexicana de Micología Neotropical Aplicada*, 5: 39-47.
- ZULUAGA, J. & ZAMBRANO, D. 1993. Manejo del agua en el proceso de beneficio húmedo del café para el control de la contaminación. *Cenicafé, Chinchiná. Avances Técnicos Cenicafé*, 187: 1-4.