

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA

ANTONIO NARRO

DIVISION DE INGENIERIA



Uso alternativo del *Pleurotus ostreatus* en la elaboración de biomateriales con residuos de cosecha

Por:

Karla Adriana Flores Ceja

T E S I S

Presentada como Requisito Parcial para Obtener el Título de:

Ingeniero Agrícola y Ambiental

Buenavista, Saltillo Coahuila, México.

Junio del 2012

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE INGENIERÍA

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DEL SUELO

Uso alternativo de *Pleurotus ostreatus* en la elaboración de biomateriales con residuos de cosecha

POR:

KARLA ADRIANA FLORES CEJA

TESIS PROFESIONAL

Que somete a consideración del H. jurado examinador como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÍCOLA Y AMBIENTAL

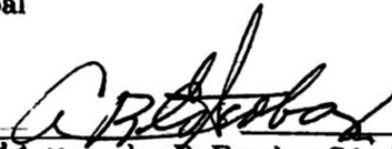
APROBADA



M.C. Víctor Samuel Peña Olvera
Asesor Principal



Dr. Ángel K. Cepeda Dovála
Coases



Universidad Autónoma Agraria
ANTONIO NARRO asesor



MC. Luis Rodríguez Gutiérrez
COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE INGENIERIA
Coordinación de Ingeniería

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. Junio del 2012.

HOMENAJE

A la memoria de mi padre Roberto Flores Coutiño[†] (10/Abril/1946 – 07/Mayo /2011).

A ti papito porque fuiste un hombre de admiración y respeto, mi ejemplo a seguir, mi apoyo y fortaleza. Al tenerte cerca no había obstáculo que me detuviera porque sabía que estabas ahí, y eso para mi era suficiente.

Ahora que no estas siento un vacío y una gran tristeza, por que me haces falta; nuestras conversaciones, nuestros paseos, nuestras comidas; son tantas cosas las que me harán extrañarte, por eso te dedico desde ahora cada uno de mis triunfos, porque se que desde donde estas me sigues apoyando y abriendo camino para que siga adelante, como siempre lo hiciste.

LLORE SOBRE LA TUMBA DE MI PADRE

*Cuando quise reclamarle porque solo me dejo
sentí que me ahogaba en sufrimiento
el recuerdo de mi viejo me partía el corazón*

*lloré y le dije tantas cosas unas feas y
otras hermosas pero sé que el me entendió
sentí su mano sobre mi espalda junto conmigo
lloraba y después el se alejó*

*lloré sobre la tumba de mi padre
no señor no soy cobarde pero ya no me aguanté
señor me perdonas que te pida
que si acaso hay otra vida, vuelva a ser mi padre el.*

*"Y ESTA CANCIÓN VA DIRECTO AL CIELO
DONDE SE ENCUENTRA MI PADRE QUE
EN PAZ DESCANSE"...*

Valentin Elizalde

Con todo cariño de tu hija que te ama. Por eso sólo te digo:

Que siempre te llevare conmigo...

AGRADECIMIENTOS

Primeramente agradezco a Dios por darme la vida y por permitirme llegar a esta etapa, porque gracias a su bondad e logrado superar las metas fijadas y en los momentos más difíciles me ha permitido salir adelante.

A mi Alma Mater la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, por ser una noble institución que me permitió realizarme profesionalmente; por concederme el honor de deleitarme recorriendo sus instalaciones y aprender en cada una de ellas, cobijándome siempre y brindándome la oportunidad día con día de superarme y realizarme cumpliendo mis objetivos, muchas gracias.

A mis asesores Víctor Samuel Peña Olvera, Ángel R. Cepeda Dovala, Alejandra R. Escobar Sanchez; por haberme permitido realizar la última fase de mis estudios, demostrándome su apoyo incondicional en cada momento, su cariño y amistad muchas gracias.

A todos mis profesores; A María Elena Gongora Hernandez, Pedro Recio del Bosque, Gabino Herrera Barrera, Antonio Treviño Rivero, Javier Torres Arreguín, Ricardo Requejo López, Emilio Rascón Alvarado, Rommel de la Garza Garza, Luis Miguel Lasso Mendoza, Javier Silveyra Medina[†]; porque siempre estuvieron al pendiente de mi formación y me brindaron su apoyo, guiándome con su cariño, sus consejos y su ejemplo, porque siempre me extendieron su mano y dedicaron de su tiempo a escucharme y orientarme, no tengo como agradecerles lo mucho que me han dado, solo me resta decirles que los aprecio mucho y que los llevo y llevare siempre en mi corazón. A Edmundo Peña Cervantes, Idalia María Hernández Torres, Alejandro Hernández Herrera, Fidel Ramos Peña,, José de Jesús Rogríguez Sahagún, Arturo Gallegos del Tejo, Rúben López Cervantes, Brenda Berenice García Berlanga, Juan Manuel Cepeda Dovala, Antonio Ilizaliturri Verastegui, por toda la disposición que tuvieron siempre, por su amistad y confianza. A todos ustedes les agradezco, y les reitero mi admiración y respeto.

A mis compañeros y amigos de la carrera de Ingeniero agrícola y Ambiental pertenecientes a la generación CXII; Arbei Gonzalez, Pablo Perez, Romairo Perez, Juan Carlos Perez, Celso Velazquez, Jorge Negrete, Roberto Negrete, Fermín Ramirez, Hugo Andulio Mendez, Daniel Carrillo, Nancy Ramos, Pedro Perez y a los de mi generación CXIII; Eliel Arce, Axel Ortiz, Jairo Solís, Artemio Gonzalez, Esperanza Hernandez, Selene Cam, Froylan Gomez, Salvador Tinajero, Jesús Campos, Esperanza Morales y Alberto López. Gracias por su compañerismo, por todos los momentos que compartimos y los que nos faltan por vivir, los aprecio mucho.

A todos mis amigos y sus familias; Lilia Mendoza, Sarai Vazquez, Arturo Murguia, Hugo Alfonso Eguia, Isaac Equihua, Karen Hernandez, Alondra Hernandez, Rosa Maydeth Azpeitia, Marcos Miguel Garabito, Edith Peña, Marco Antonio Morales, Francisco Javier Pucheta, Diana Lizet Corona, Sergio Francisco Becerra, Guillermo Rauda, Santiago de la Cruz, Martin Alexander Coronado, Adrian Hernández, Alfredo Colazo, Juana Lemus, Cristal Ocampo, Carmen Piñeyro, Karla Serrano, Perla Rubio, Alexis Arturo Ponce, Jose Pedro Perez, Alberto López, Jesus Campos, Maria Esperanza Morales, Esperanza Hernandez, Nancy Ramos, Roberto Negrete, Jorge Negrete, Cris . Gracias por su apoyo, sus palabras alentadoras y su amistad incondicional, porque siempre se dan tiempo para compartirlo conmigo; disfruto mucho de su compañía por eso quiero que sepan que los quiero de corazón y siempre los recordare.

A José Alberto López Nava mi novio, mi compañero, mi amigo, a ti te dedico y te agradezco a la vez, por que sin tu apoyo no me hubiese sido posible culminar esta etapa; gracias por tu amor, comprensión y paciencia, por siempre procurar mi bienestar y siempre estar al pendiente de mi, y nunca dejarme caer por duros que fueran los tiempos, gracias por demostrarme a cada momento lo importante que soy para ti y quiero que sepas que eres completamente correspondido, estaré agradecida contigo por el resto de mi vida, te quiero mucho y quiero que sepas que estas y permanecerás en mi alma, mente y corazón por toda la eternidad.

DEDICATORIA

A mis abuelos paternos Teodula Coutiño García[†] y José Adrián Flores[†] por ser uno de los pilares fundamentales de mi familia y aunque no se nos permitió más tiempo, el que transcurrió fue el suficiente para tenerlos siempre en mi mente y corazón, por que son fuente de mi inspiración por su amor gracias.

A mis abuelos maternos María Teresa de Jesús Barragán Medina y Juan Carlos Ceja Franco, por ser también el pilar de mi familia quienes con su ejemplo y cariño me han guiado e inculcado valores y respeto y que con su existir me motivan a continuar día a día; no tengo palabras para agradecerles todo lo que me han brindado y solo me resta decirles que los admiro, los respeto y los amo y que en mi corazón y en mi mente siempre los llevare.

A mi madre Ma. De Lourdes Ceja Barragán... a ti mami que con el simple hecho de darme la vida me diste todo; y no suficiente con ello has desempeñado tu rol en mi vida de una manera más que excelente, siendo mi amiga, mi confidente, siempre al pendiente, preocupada y dispuesta a darme tu mano para enfrentar juntas cada una de las pruebas de esta vida, los momentos difíciles y aún en los peores; así como también has estado conmigo en esos momentos buenos y agradables compartiendo la dicha y la felicidad, en donde disfrutamos de la majestuosidad de este mundo, guiándome continuamente con tu experiencia y ejemplo, entregándome constantemente tu ternura, comprensión y amor. Por todo esto y más te amo y te agradezco simplemente por ser quien eres.

A mis hermanos:

A Laura Elena Flores Ceja a ti mi hermana, y aún más que eso mi amiga porque siempre te supiste

ganar mi respeto y cariño, siempre apoyándome y tan al pendiente de mi, te admiro por ser la persona que eres; fuerte y tierna a la vez, porque buscas lo positivo en la adversidad y siempre has tenido una palabra de apoyo y de aliento en mis tiempos de infortunio; teniéndome siempre presente en tu mente y corazón, porque sabes perfectamente que siempre seremos y estaremos las dos, una pendiente de la otra, siempre juntas siempre unidas sin que las distancias se interpongan. Y sabes que eres correspondida, por eso y muchas muchas más en mi alma siempre estarás. Te quiero mucho manís.

A Marco Antonio Ceja Barragán, Manuel Roberto Flores Arroyo, Juan Antonio Flores Arroyo por todas las palabras de aliento que me dieron, porque compartimos tantos buenos y malos momentos, porque me guiaron y me apoyaron y están al pendiente de mi, los quiero mucho, y los respeto.

A mis tíos y tías paternos; Elena Flores †, Mariano Flores †, Octavio Flores †; quienes en vida me llenaron de amor y ternura y tuvieron siempre fe en mi.

A Victoria Flores, Manlio Moguel, Blanca Gomez, Ricardo Flores, Guillermo Flores, Neri De Coss, Humberto Flores, Juani De Coss, Rosario Flores; por todo su apoyo y amor, porque siempre han estado al pendiente de mi y de mi formación guiándome con sus consejos y confiando siempre en mi. Los quiero, respeto y admiro mucho.

A mis tíos y tías maternos; Jose Luis Ceja, Angelica Rivera, Leticia Ceja, Humberto Arena, Patricia Ceja, Jaime Torres, Juan Carlos Ceja, gracias por toda su confianza, sus palabras de aliento, porque han estado constantemente al pendiente de mi y siempre me han apoyado. Siempre tendrán mi cariño, respeto y admiración.

A todos mis primos y sus familias; Manlio Moguel, Luis Ernesto Moguel, Jorge Moguel, Ricardo Moguel, Katya Montiel, Citlali Flores, Ricardo Flores, Humberto Flores, Adriana Flores, Raul Flores †, María Eugenia Flores †, Guillermo Flores †, Mario Flores, Alicia Arroyo †, Francisco Arroyo †, Rosario Arroyo, Ruth Arroyo, Gabriel Arrollo, Agustin Flores, Claudia Flores, Alberto Flores, Octavio Flores, Martha Flores, Rocio Flores, Myrna Flores, Janeth Ceja, Jose Luis Ceja, Jonathan

Ceja, Humberto Arena, Monica Arena, Andrés Torres.

A mi cuñado Harry Guillermo Hernández Iturria por integrarse a mi familia y ser parte fundamental de ella, por apoyarme y estar conmigo en los momentos más felices pero también en los más difíciles, por cuidar y proteger a mi hermana y mi sobrino, gracias por todo.

A mi sobrino Leonardo Hernández Flores mi adoración, el ser más pequeño que me ha robado el corazón, por que en cada momento me demuestras la fortaleza y me das verdadero ejemplo de vida, porque desde el instante en que supe que vendrías a este mundo, desde ahí empecé a quererte.

RESUMEN

El presente trabajo se realizó con la finalidad de identificar el uso alternativo del hongo *Pleurotus ostreatus* en la elaboración de materiales biodegradables, de tal manera que se utilizo al micelio de este hongo estimulando su desarrollo con el manejo adecuado de las condiciones climáticas que incluyen a la temperatura, humedad relativa y luz; induciendo su crecimiento sobre dos tipos de sustratos (paca de avena y aserrín).

Se estuvo monitoreando día con día para ir revisando la colonización, este monitoreo se hacia visualmente ya que de otro modo afectaríamos directamente al desarrollo. Así que sólo se hicieron observaciones en las cuales se veían resultados satisfactorios esto desde la primer semana.

Hay que resaltar que se notaron las diferencias significativas entre un sustrato y otro, puesto que en la avena la propagación del micelio fue más consistente mientras que en el aserrín el desarrollo era más lento.

Este trabajo se llevo a cabo con el propósito conocer el comportamiento del hongo, su eficiencia en el proceso y su resistencia.

Como es bien conocido el unicel y los plásticos son materiales muy contaminantes a nivel mundial, y fue por ello que se manifestó el interés por elaborar un material innovador que con el tiempo se fuera perfeccionando su proceso de obtención para que se pudiera producir de manera masiva y con ello contrarrestar un poco la gran contaminación que hemos generado al utilizar materiales poco degradables y poco amigables con nuestro medio ambiente.

Palabras clave: *Pleurotus ostreatus*, avena, aserrín, plásticos, hongo, biodegradable.

ABSTRACT

This work was carried out in order to identify the alternative use of the fungus *Pleurotus ostreatus* in the development of biodegradable materials, so that the fungus was incubated by mycelium stimulating its development with the proper management of the climatic conditions that include the temperature, relative humidity and light, inducing their growth on two types of substrates (oat bales and sawdust).

The progress was monitoring every day to check the settlement, this monitoring was made visually, otherwise it would affect directly to the fungus development. So only observations were made and, which were successful since the first week.

Should be stressed that the significant differences were noted between a substrate and another, as in oats propagation mycelium was more consistent while the sawdust had slower development.

This work was carried out in order to understand the behavior of the fungus, its efficiency in the process and its endurance.

As is well known the Styrofoam and plastic are highly polluting materials worldwide, and because of that expressed its interest to develop an innovative material that its production process was eventually perfected so that it could be able to mass-produce and thus counteract some heavily polluted that we have generated using non degradable materials and not friendly with the environment.

Keywords: *Pleurotus ostreatus*, oats, sawdust, plastics, fungus, biodegradable.

Índice General

AGRADECIMIENTOS.....	ii
RESUMEN.....	vii
I. INTRODUCCIÓN	1
III. HIPOTESIS.....	3
4.1 Ecología y medio ambiente.....	3
4.1.1 Antecedentes de la educación ambiental.....	7
4.2 Sociedad conflicto y ambiente.....	12
4.3 Contaminación ambiental.....	14
4.3.1 Contaminación por plásticos y unicel.....	15
4.3.2 Polímeros.....	16
4.3.3 Polímeros sintéticos derivados del petróleo	17
4.3.4 Polímeros biodegradables.....	18
4.3.5 Aplicación en envases y embalajes	20
4.4 Introducción a la ingeniería ambiental.....	21
4.5 Ingeniería ambiental como eje de la sostenibilidad.....	21
4.6 Hongos.....	22
4.6.1 Identificación de los hongos.....	23
4.6.2 Clasificación de los hongos.....	23
4.6.3 Morfología de los hongos	33
4.6.3.1 Partes del hongo y sus funciones.....	34
4.6.4 Los macromicetos	36
4.6.4.1 Aspectos ecológicos, climáticos y épocas de fructificación	39
4.6.5 La quitina en los hongos	41
4.6.6 Taxonomía de <i>Pleurotus</i> spp.....	43
4.6.7 Ciclo de vida de <i>Pleurotus</i> spp.....	47
4.6.8 Morfología de <i>Pleurotus ostreatus</i>	52
4.6.8.1 Generalidades sobre su cultivo.....	53
4.6.8.2 Cultivo sobre troncos cortados.....	54
4.6.8.3 Cultivo sobre tocones de madera.....	54
4.6.8.4 Cultivo sobre paja de cereales.....	55
4.6.9 Plagas y enfermedades de <i>Pleurotus ostreatus</i>	56
4.6.9.1.2 Dípteros.....	56
4.6.9.2 Enfermedades.....	57
4.6.9.2.1 Telaraña (<i>Dactylium dandroides</i>) (<i>Cladobotryum dandroides</i> , <i>Hypomyces</i> <i>rosellus</i>).....	57
4.6.9.2.2 <i>Pseudomonas tolaasii</i> (p. <i>Fluorescens</i>).....	57
4.6.10 Producción industrial de <i>Pleurotus</i> spp.....	58
4.6.11 Métodos de hibridación de <i>Pleurotus</i>	59
4.7 Avena.....	60
2.10 Aserrín.....	61
V. MATERIALES Y MÉTODOS.....	62
5.1 Descripción de las instalaciones.....	62
5.2 Materiales.....	63

5.2 Establecimiento del trabajo experimental.....	63
5.4 Metodología.....	64
5.5 Mediciones.....	68
5.5.1 Densidad aparente.....	68
5.5.2 pH.....	69
5.5.3 Medición de porcentaje de colonización.....	70
VI. RESULTADOS Y DISCUSION.....	71
VII. CONCLUSIONES.....	71
7.1 Recomendaciones.....	72
VIII. LITERATURA CITADA	73

Índice de Figuras

Figura 1. Ciclo de vida de los Ascomicetos.....	38
Figura 2. Ciclo de vida de los Basidiomicetos.....	41
Figura 3: Morfología del píleo de Pleurotus spp. (Villarreal 1997).	53
Figura 4. Ciclo sexual de Pleurotus.....	56
Figura 5. Micrografías de micelios de Pleurotus spp.	57
Figura 6. Ciclo de vida de Pleurotus spp. (Maldonado, 2007)	59
Figura 7. Prueba T de Student.....	77

Índice de tablas

Tabla 1. Características de la división Eumycota.....	52
Tabla 2. Características de los sustratos.....	75
Tabla 3. Composición de la paja de avena.....	75

I. INTRODUCCIÓN

La propuesta que se plantea en este documento es la creación de un biomaterial con propiedades similares al unicel para embalaje, la tendencia de nuestra sociedad se ha vuelto consumista y las consecuencias son fácilmente detectables en los tiraderos y rellenos sanitarios, de esta problemática surge la necesidad de cambiar nuestros hábitos o fabricar materiales igual de funcionales pero con un alto grado de biodegradabilidad y también que sean amigables con el medio ambiente.

El unicel o poliestireno por su parte es un material muy noble en cuanto a sus aplicaciones sin embargo no proviene de una fuente renovable y es muy conocida su casi nula degradación, es por eso que se busca un material con similitudes en cuanto a sus bondades y ventajas en cuanto a sus debilidades para finalmente encontrar un producto de buena calidad y poco dañino.

Este trabajo se basa en el micelio del hongo *Pleurotus ostreatus* como el agente principal en la creación del producto, este hongo es un hongo comestible por lo que el resultado de este proyecto no es toxico y presentara un alto grado de biodegradabilidad.

La degradación de los productos que están saliendo recientemente al mercado

debe ser considerada como una de las características principales, ya que no podemos seguir dándonos el lujo de generar más contaminación.

II. OBJETIVOS

Objetivo general

- Elaborar un biomaterial alternativo al unicel, a partir de restos de cosecha adheridos junto con “raíces” de hongos llamadas micelio.

Objetivos específicos

- Utilizar los residuos de cosecha en la producción de biomateriales, en la que sirvieran como sustrato
- Encontrar un uso alternativo a la producción del *Pleurotus ostreatus*
- Obtener un biomaterial que pueda llegar a sustituir algunos usos del EPS

III. HIPOTESIS

Ho. El *Pleurotus ostreatus* utilizara los restos de cosecha como “alimento” y el micelio de este hongo tomara la forma del molde con un alto porcentaje de colonización.

Ha. El *Pleurotus ostreatus* no utilizara los restos de cosecha como “alimento” por lo cual el micelio de este hongo no tomara la forma del molde ni tendrá un alto porcentaje de colonización.

IV. REVISIÓN DE LITERATURA

4.1 Ecología y medio ambiente

Desde la antigüedad se ha estudiado a los seres vivos y su relación con el medio ambiente; el interés sobre ellos, genera incertidumbre acerca de su comportamiento, su distribución, la forma en que se agrupan y como es su interacción con otros seres u organismos; estos seres vivos abarcan una amplia lista puesto que incluye desde las bacterias mas sencillas hasta seres racionales como el hombre, su interacción radica principalmente en los componentes físicos y químicos que se encuentran en la naturaleza, agua, suelo, aire, luz, calor, es decir su ecosistema (Arellano, 2002).

Como es bien sabido; la biología es la ciencia que estudia a todos los seres vivos, desde su origen, su evolución, nutrición, reproducción, morfogénesis, hasta las características mas diminutas, esto con el propósito de establecer el principio explicativo que rige la vida; por lo cual se han desarrollado varias ramas entre las cuales se encuentra la ecología, quien se encarga del estudio

de los ecosistemas; siendo más explícito, definimos al ecosistema como una comunidad integrada por un conjunto de seres u organismos interrelacionados con el medio que habitan (Diccionario de la lengua española, 2005)

Invariablemente que la capacidad que estos seres vivos han desarrollado para coadyuvar con otros dentro del mismo medio es innegable, ya que a través del tiempo se ha demostrado que todo organismo vivo tiene la capacidad de adaptarse al medio en el que se encuentran, como muestra tenemos a la humanidad. Desde que el hombre existe en la tierra, sus actividades han dejado huella en el medio que lo rodea (Arellano, 2002).

El hombre forma parte de este medio, en el cual existe una interacción entre los componentes vivos (bióticos) y los componentes exánimes (abióticos), lo que ha llevado a su estudio en una rama alterna de la ecología denominada ecología humana.

Mediante su estudio conectamos a la población con el ecosistema; la población al estar adaptada por la cultura y el espacio conforma a la organización social y tecnológica con respecto a su medio ambiente con el propósito de sobrevivir (Arellano, 2002).

Podemos mencionar varios ejemplos de ecosistema entre los que destacan: los desiertos, pastizales, montañas, lagos, entre muchos otros; nos enfocaremos en los terrestres ya que ocupan grandes extensiones y se les conoce como la biomasa, la cual se reconoce e identifica por sus variados climas, tipos de suelo, flora y fauna silvestre, dentro de estos ecosistemas habitan cientos de comunidades de variados organismos, que mediante su reproducción con los de su mismo tipo, son capaces de crear descendencias abriendo camino a las especies, y estas a su vez dan paso a las poblaciones, de tal manera que todos habitan en conjunto de una manera natural y organizada. Es precisamente por

esto que nos percatamos que dentro de la tierra en la biosfera se soporta la vida y que en conjunto con la atmósfera proveen las condiciones para sostenerla (Arellano, 2002).

El medio ambiente toma un papel muy importante para el sostén de la vida, ya que es un complejo de factores externos que actúan sobre un sistema, determinando su curso y su forma de existencia. Encontramos diferentes ambientes: tenemos al ambiente físico: el cual se refiere a la Geografía física, Geología, clima, e incluso a la contaminación, con esto insinuamos que es el medio que conocemos, ese que nos rodea; también encontramos al ambiente biológico: en el cual nos encontramos todos los seres vivos como la población humana, la flora, la fauna; y el ambiente socioeconómico: en el que toda la humanidad coadyuvamos ya que constituimos al entorno urbano y con este el desarrollo económico. A través de los conceptos de ecosistemas urbanos concebimos la ciudad como un conjunto interconectado con cierto grado de autonomía. (Dimuro, 2008).

Entendiendo por entorno al espacio que nos rodea, y como urbano a la conformación de la sociedad; revisamos que este tuvo un gran desarrollo en las culturas prehispánicas, donde se observa la magnitud de las ciudades, debido a que el hombre comenzó con el sedentarismo domesticando plantas y animales para así poder establecerse, haciéndolo principalmente sobre riveras de ríos y cuencas lacustres aptas para la pesca y caza de animales, dando lugar al crecimiento de las aldeas y con este a la organización social, haciéndose cada vez más complejas ya que dieron lugar al nacimiento de las primeras ciudades mesoamericanas y con ellas a un buen número de avances tecnológicos y científicos, generándose así el pensamiento económico construido con base a los contextos existentes en cada momento histórico (Castro, 2008).

De tal forma que al percatarnos de la procedencia de la vida, y más aún formar parte de ella, nos referimos a esta con mayor naturalidad ya que estamos acostumbrados a convivir con otros seres vivos de nuestra misma especie, así como también convivimos con poblaciones de organismos vivientes muy diferentes a nosotros, coexistiendo en el mismo medio de una forma que podríamos llamar civilizada, y digo podríamos porque a través de nuestros ojos todo se ve de forma amable ya que nosotros somos la especie que se encuentra a la cabeza, y es por esto que es más fácil manipular aquellos componentes del ecosistema que no sean favorables para nuestra supervivencia, esto basándonos en los principios de la ecología en donde se considera la ciudad como un ecosistema (Dimuro, 2008).

Siendo por esto que en la actualidad se busca obtener un entorno integrado al tejido urbano que proporcione la estructura necesaria para garantizar la funcionalidad de los espacios, esto con ayuda de equipamiento educativo, de salud y de infraestructura, que generen un bienestar social y un entorno sustentable, que incremente la calidad de vida y la valorización del ambiente, rediseñando nuestras estructuras, tanto de nuestras tecnologías como de nuestras estructuras físicas y sociales, dando forma a los flujos de energía y materiales para los propósitos humanos (Dimuro, 2008).

Generándose así la educación ambiental como un proceso dinámico y participativo en donde toda la sociedad es motivada a conocer sobre su ambiente y a preocuparse por la problemática que enfrenta, desde un nivel específico (medio donde vive), hasta un nivel general (mundial), relaciona al hombre con su medio, la interacción que existe y a su vez la dependencia del mismo, todo esto con el fin de crear conciencia sobre nuestro proceder y nuestro indiscriminado desinterés por preservar aquel medio que nos rodea de una manera armónica y porque no mencionarlo, de una manera sustentable.

Sin embargo, las reflexiones teóricas sobre el ambiente no son tan recientes, datan esencialmente de la década de los 30 - 40 del siglo XX (Ecología humana¹ y Ecología cultural ²).

¹*Se encontró (Mc Clung de Tapia, E, 1981, p.37, citado por Díaz Bacallao, p.4) que... La ecología humana es definida como "... el área de la Ecología que se enfoca hacia la especie humana como organismo en relación con su medio ambiente...la especie humana también se ubica dentro de un ecosistema... con niveles de organización...".*

² *Se encontró (Sandoval Palacios, J.M, 1980, p.14, citado por Díaz Bacallao, p.4) que... La Ecología Cultural es definida como: la disciplina que estudia los procesos adaptativos por medio de los cuales la naturaleza de la sociedad y un número imprescindible de factores culturales, son afectados por el ajuste básico a través del cuál el hombre utiliza un determinado medio ambiente.*

4.1.1 Antecedentes de la educación ambiental

La educación ambiental no es un tema reciente, por el contrario a sido de notable interés en las sociedades antiguas, tomando una mayor fuerza en los años 70 y no es porque antes no haya tenido predilección, sino por que en esos años empezó a formar parte de los temas planteados en los foros a nivel mundial, dándole un gran valor a la preparación del hombre sobre y para su ambiente, provocando una concatenación armónica y muy muy estrecha entre ellos.

En el documento denominado *Carta de Belgrado*, llamado así por el evento en el que fue participe, se señala la necesidad de replantear a la educación ambiental como herramienta que contribuya a la formación de una nueva ética universal

que reconozca las relaciones del hombre con el hombre y con la naturaleza. (Yugoslavia, 1975).

La Carta de Belgrado menciona como metas de la educación ambiental:

“Llegar a una población mundial que tenga conciencia del medio ambiente y se interese por él y por sus problemas conexos y que cuente con los conocimientos, aptitudes, actitudes, motivación y deseo necesarios para trabajar individual y colectivamente en la búsqueda de soluciones a los problemas actuales y para prevenir los que pudieran aparecer en lo sucesivo” (Carta de Belgrado, 1975, p.3)

Es innegable que el origen de la problemática ambiental lo encontramos en la conducta humana, siendo por ello que el interés que se ha demostrado continuamente por la educación ambiental esta asentado en la aportación de conocimientos e información que permita al hombre una mejor comprensión e interpretación de los fenómenos naturales y sus procesos de cambio, e de tal manera que pueda entenderlos, explicarlos y predeterminarlos, tal como se hace con los fenómenos climáticos al poder pronosticar hoy en día el clima, la frecuencia e intensidad de lluvia, la temperatura, las estaciones , así como determinar el ciclo del agua y del carbón, por mencionar algunos ejemplos (Bacallao, 2006).

Como bien mencionamos lo que se busca con la educación ambiental es solucionar problemas actuales, que han prevalecido a pesar de las medidas que se han adoptado para su corrección; se pretende generar conciencia en todos los niveles sociales, y en todas la edades.

Generalmente hemos escuchado que la educación ambiental esta dirigida a la juventud y esto no es así, aunque se reconoce que es a quienes más se les ha

insistido para crear conciencia y no porque las actividades o acciones de personas de distintas edades no influyan o repercutan en el ambiente, sino porque se considera que los jóvenes al empezar una nueva etapa de la vida mantienen como características de su ser la energía, el vigor, provocando en ellos la voluntad y la capacidad de producir un cambio, aumentando su eficacia y eficiencia en las acciones que realizan, es por ello que en las últimas décadas se ha enfatizado la educación a través del cine siendo esta una de las opciones en las que más se ha insistido para concienciar a la juventud, ya que estamos en una era donde el principal enfoque es lo visual.

El cine es una de las medidas más imprescindibles para la presentación de documentales medioambientales que han abordado el objetivo de manera diferente, se ha hecho de manera clásica, con el documental *The 11th Hour*, en forma de denuncia con *Una Verdad Incómoda* y de manera fílmica con *The Cove*, siendo de mayor efectividad los documentales proyectados de manera fílmica, ya que el espectador se conecta y se engancha al tema de manera más profunda, ya que intervienen los aspectos emocionales y provoca en el espectador una reacción inmediata y positiva (Novo, 1998).

Estos métodos son una alternativa didáctica enfocadas en la persona, con una orientación socializadora y a su vez individualista en la que todos podemos ser participes compartiendo y utilizando nuestras premisas, verdades, conocimiento y creencias para un bien en común, conservando nuestros derechos y siendo capaces de ordenar nuestras conductas para alcanzar un fin determinado en pro de mejorar y preservar la vida de todos los organismos y de nuestro ambiente.

Otra aportación muy importante para la educación ambiental es el *Movimiento del Cinturón Verde*, este movimiento fue llevado de la mano por Wangari Maathai quien preocupada por las condiciones en que se encontraba Kenia con una gran devastación medioambiental, deforestación, erosión de suelo, y

problemas sociales como la desnutrición, fue motivada a realizar este escrito el cual sirviera como base y permitiera a la gente, sobre todo a las mujeres, plantar arboles en sus regiones de tal manera que estos les proporcionaran comida y una fuente de trabajo que a su vez ayudara al medio ambiente disminuyendo la erosión del suelo; convirtiéndose en un movimiento democrático, ya que se celebró al pasar una generación, las primeras elecciones democráticas, en las que Maathai de etnia kikuyu, fue elegida al parlamento y nombrada ministra asistente de Medio Ambiente; contribuyo a la vocación por la reforestación, ya que en su región se han reforestado mas de 30 millones de arboles en el transcurso de la historia. (Maathai, 2008).

Los principios y conceptos que motivan la educación es la enseñanza progresiva, de esta manera se desarrolla un proceso educativo en forma de experiencia que a su vez formara parte de la vida práctica, esto se vera reflejado en la vida de cada uno de los estudiantes siempre y cuando estén incluidas las actividades manuales que estimulen su energía creativa. Esta energía deberá ser guiada hacia la organización y realización de sus propios estudios según su modo de ver las cosas, promoviendo el máximo desarrollo posible de las capacidades individuales.

Kilpatrick (1918) sostiene que “Él aprendizaje se vuelve más relevante y significativo si parte del interés del estudiante”... “Este se producirá de mejor manera cuando es consecuencia de experiencias significativas, ya que esto le permite al estudiante ser copartícipe en la planificación, producción y comprensión de una experiencia”... siendo de esta manera, entendemos que la niñez y la juventud debe visualizar los problemas ambientales y de ellos debe emanar el interés por solucionarlos, es por ello que solo se puede crear conciencia a través de los medios que se crean convenientes como: documentales, temáticas escolares, entre otras; esto con la finalidad de que surja la inquietud por conocer sobre nuestro ambiente, se identifique la

problemática y se tome a la tarea de elaborar un proyecto para su solución.

Reiterando que de ellos debe surgir este interés y se genere una propuesta de solución, después de esto se planificaría el proyecto para después elaborarlo y ya una vez realizado se evaluaría.

Es completamente necesario hacer una observación profunda acerca de los métodos utilizados para el aporte de aprendizaje, pues estos deben estar estrechamente relacionados con lo que se desea transmitir al estudiante; por lo tanto es importante el contenido, los conceptos, habilidades y valores relacionados con la educación ambiental. Debemos mencionar que todavía existen algunas deficiencias en este ámbito ya que a pesar de ser un tema muy debatido, realmente se tiene desconocimiento sobre él , por lo que es necesario incorporar la dimensión ambiental en la educación superior (Novo, 1998).

No obstante cabe mencionar que es nuestro compromiso el brindar alternativas para el cuidado del medio ambiente, simplemente por el hecho de formar parte de las acciones que deterioran nuestro entorno. Es por ello que la educación es importante, como un proceso de creación de unas mejores condiciones materiales, culturales y espirituales, que promuevan y propicien la elevación de la calidad ambiental, mejorando así la calidad de vida de la sociedad en una forma justa y sostenida en relación con los procesos naturales y sociales, considerando a las generaciones actuales y a las futuras.

Se encontró a (José Martí, en el siglo XIX, citado por Orlando Rodríguez Ávila, p. 2) que "...educar es depositar en cada hombre toda la obra humana que le ha antecedido, es hacer a cada hombre resumen del mundo viviente, hasta el día en que vive: es ponerlo a nivel de su tiempo, para que flote sobre él y no dejarlo debajo de su tiempo con lo que no podrá salir a flote; es preparar al hombre para la vida " .

4.2 Sociedad conflicto y ambiente

Considero importante definir los conceptos como lo son: sociedad, conflicto y ambiente, refiriéndonos a que es cada uno de ellos, para entonces si después entenderlos como un conjunto relacionado entre si.

¿Que es sociedad?. Si nos vamos al diccionario de la lengua española definimos a la sociedad como un conjunto de personas que conviven y se relacionan dentro de un mismo espacio y ámbito cultural. Y entonces ¿Que es conflicto?. Bueno de esta manera entendemos al conflicto como una lucha, enfrentamiento, oposición entre personas o cosas. Y por ultimo ¿Que es el ambiente?. Definiéndolo como un todo que nos rodea (Diccionario de la lengua española, 2005)

Ahora si, ya que conocemos la definición entonces si se puede dar una interpretación de los términos relacionando unos con los otros, a que quiero llegar con esto, es muy sencillo si tenemos un todo que nos rodea el cual es compartido por un grupo de personas que conviven, tendremos como resultado el conflicto; esto se debe a que al ser un grupo ilimitado de personas con intereses, pensamientos, y acciones diferentes, tendremos disimilitud en las ideas y por tanto el llegar a acuerdos será más complicado.

Comprendiendo lo complejo que resulta vivir en sociedad, es factible tener la disponibilidad para evitar situaciones que no sean favorables para nuestro entorno, con ello me refiero al medio ambiente; si bien es sabido que la humanidad en su evolución ha desarrollado una lógica irracional que ha

deteriorado los recursos naturales y con ello se van presentando cada vez más seguido los efectos destructivos en nuestro ambiente; también se ha intensificado la lucha para contrarrestar estas secuelas perjudiciales que constituyen una amenaza para la continuidad de las especies y de la humanidad misma, por tanto los procesos de urbanización y de industrialización así como la explotación irracional de los recursos naturales son los que han provocado los problemas sociales (De la cruz, 2009).

Los deterioros que hemos venido presenciando hasta hoy en día han estado modificando profundamente la estructura espacial y social de las ciudades y regiones. Para lograr un cambio radical se a buscado fortalecer la educación en todos los ámbitos, situándole un mayor interés en el área ambiental con el propósito de generar un desarrollo sustentable con la intención de superar los desequilibrios y obtener así una mejora en el bienestar y la calidad de vida de la población en general superando la pobreza, el analfabetismo, la violencia y demás cuestiones sociales que se presentan debido a la inestabilidad en la que residimos (De la cruz, 2009).

La sociedad nos a orillado a vivir en ciudades en donde podemos adquirir lo que necesitamos de una manera sencilla, por lo que es común que no nos planteamos la inquietud de bajo que condiciones las obtenemos, aunque es bien conocido que dependen de circunstancias y agentes externos la manera en que se abastecen los alimentos, la energía y los demás servicios a los que ya estamos acostumbrados, pero que sin embrago causa extrema vulnerabilidad para el sector rural, ya que ellos dependen directamente del mercado urbano y sufren los efectos destructivos de los procesos de industrialización y de las políticas modernistas, unos consumidores formados con pensamientos críticos y conscientes de su poder, pueden transformar las estructuras productivas, en un sentido de respeto al entorno y de perdurabilidad en el tiempo (Ortiz, 2010).

Hablando del sector rural no está demás mencionar que es la población más discriminada ya que no cuenta para empezar con los servicios básicos de salubridad e higiene, de ahí partimos a que son vulnerables a las temáticas del consumo, en donde se muestra al cliente como decisor del mercado y con ello las consecuencias del mismo. Es así como la concienciación pública lleva a crear organizaciones sociales defensoras del medio ambiente y la humanidad en todo el mundo (Ortiz, 2009).

4.3 Contaminación ambiental

La contaminación ambiental se define como la presencia de sustancias, energía u organismo extraños en un ambiente determinado en cantidades, tiempo y condiciones tales que pueden causar desequilibrio ecológico (Arellano, 2002).

Entre 1870 y 1970, los economistas parecían estar convencidos que la escasez de recursos naturales no representaba un obstáculo para el crecimiento económico sostenido. Sin embargo, durante la década de los setenta, “los problemas de contaminación ambiental y el agotamiento de los recursos naturales se hicieron evidente, retomando la atención en un concepto económico central: la escasez de los recursos” (Belausteguigoitia, 2005).

Los recursos naturales conforman los insumos de cualquier actividad desarrollada por el hombre, y es imposible dejar de utilizarlos porque implicaría para la humanidad dejar de producir, alimentarse y por lo tanto, vivir (Pearce, 1985).

Los recursos extraídos por las industrias son procesados para convertirse en bienes, algunos pasaran al sector de consumo mientras que otros permanecerán en el sector productivo, algunos de los desechos el sector

productivo los volverá a usar, en forma de productos reciclables, mientras que los desechos de la producción que no se reciclen aparecen como desechos arrojados al ambiente, aumentando de este modo la contaminación ya que el ambiente tiene una capacidad de asimilación limitada (Pearce, 1985).

4.3.1 Contaminación por plásticos y unice

Los plásticos proceden de recursos naturales como el petróleo, gas natural, carbón y sal común.

A pesar de la gran industria que se ha desarrollado alrededor de ellos, sólo el 4 por ciento del petróleo producido comercialmente es usado para producir plásticos (Plastivida Argentina, 2007)

A pesar de su presencia universal en los hogares modernos, los plásticos contribuyen sólo con el 7% en peso a la cantidad total de residuos domésticos, contra un 30% de orgánicos, 25% de papel y cartón, 10% de vidrio, 10% de textiles, etcétera. El volumen de los plásticos en los residuos sólidos es difícil de calcular, debido a su capacidad para ser compactados.

Sin embargo, oscilaría entre un 10 y un 30 por ciento en los residuos domésticos. Sin los plásticos, este volumen se elevaría en un 250 por ciento, sencillamente por la cantidad mayor de materiales alternativos que se requerirían para suplantar mínimas cantidades de plástico. (Plastivida Argentina, 1997)

La creciente demanda de todo tipo de bienes y su suministro, han llevado al aumento de la cantidad de residuos totales y por ende también, de los residuos plásticos.

En la actualidad, alrededor del 10% de los residuos plásticos son incinerados, y esto presenta el inconveniente de la posible emisión de gases tóxicos, especialmente si se trata de la incineración de PVC (policloruro de vinilo), que produce un derivado clorado y tóxico llamado dioxina. En las plantas modernas de incineración, el riesgo medioambiental está minimizado. Además, se debe tener en cuenta que el calor producido en la combustión de los residuos plásticos es elevado, por lo que su incineración en plantas de recuperación de energía sería una opción razonable (Carrasco, 1991).

Encontramos residuos sólidos plásticos en el área urbana que forman parte de (RSU), ya que estos se generan en casas, comercios, instituciones y en áreas públicas (Plastivida, 1997); La acumulación de estos materiales son un problema ambiental por lo que se busca reciclar, reutilizar o reducir, aprovechando al máximo su valor potencial.

El poliestireno (PS) y el polipropileno (PP) son los materiales mas presentes en los residuos sólidos domiciliarios, ya que estos polímeros se emplean en la fabricación de envases descartables de alimentos (vasos, bandejas, bolsas, etc). Si bien la composición de los residuos de una población determinada depende de características tales como su nivel socio. económico, por lo que se encuentran variaciones de una ciudad a otra, y entre la misma (Alonso et al., 1999; Comisión técnica Plastivida, 1998)

4.3.2 Polímeros

4.3.3 Polímeros sintéticos derivados del petróleo

Según Brydson (1999) Los polímeros mas conocidos son:

- Polipropileno PP con una demanda del 22%
- Polietileno PE con una demanda del 37%
- Policloruro de vinilo PVC

Todos estos polímeros no son biodegradables ni compostables, por lo que provocan grandes problemas al haber una gran concentración de ellos sobre nuestro entorno.

El consumo de kilogramo de material de envases por habitante se ha visto incrementado desde 1995 y se prevé un aumento del mismo hasta 2010, alcanzándose los 7.2 kg de envase flexible por habitante (Freedonia 2006)

Este aumento debe ser controlado, disminuir la cantidad de residuos a gestionar, disminución del peso del envase con la finalidad de mantener las propiedades demandadas.

En el caso de los residuos ya reglamentados (residuos de envases, vehículos al final de su vida útil, residuos de aparatos eléctricos y electrónicos, residuos biodegradables y neumáticos) existen otras alternativas como la reutilización, el reciclado y la valorización energética (utilización de los residuos como fuente de energía debido a su elevado poder calorífico) que contribuyen a la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero y al consumo de materia prima. (Montoya, Quintero, Sánchez, Cardona, 2005)

Esta valorización energética no es del todo aceptada ya que existen riesgos de

que exista la emisión de toxinas de algunos polímeros como el PVC, que pueden producir dioxinas durante su combustión, por lo que en la mayoría de los países esta restringido el uso de residuos para la obtención de energía.

4.3.4 Polímeros biodegradables

se describen como aquellos que sufren un cambio significativo en su estructura química en condiciones ambientales específicas. Estos cambios se traducen en una pérdida de propiedades físicas y mecánicas que pueden ser evaluadas mediante métodos estandarizados. (González, 2004)

Tipos de degradaciones

- biodegradación---por microorganismos
- fotodegradación--- al ser expuesto a radiaciones
- degradación por reacciones de oxidación o por hidrólisis--- rotura de los enlaces internos del polímero

Según González (2004) Los polímeros biodegradables sufren reacciones de degradación por efectos de microorganismos naturales como hongos, bacterias y algas. Estas reacciones suelen depender de condiciones específicas en términos de:

- pH
- humedad
- oxígeno
- presencia de metales para asegurar una correcta degradación .

Según el mecanismo de degradación podemos distinguir:

---material biodegradable-aquel capaz de descomponerse en dióxido de carbono, metano, componentes inorgánicos o biomasa, mediante la acción

enzimática de microorganismos que puedan ser medidas por tests estandarizados en un periodo de tiempo determinado (González 2004)

---material compostable-los plásticos biodegradables compostables son aquellos que pueden ser biodegradados y desintegrados en un sistema de compost durante un proceso de compostaje (normalmente alrededor de 12 semanas y a una temperatura de 50 °C) este compost debe cumplir determinados criterios de calidad tales como el contenido de metales pesados, ecotoxicidad, y la no generación de residuos visibles. (González, 2004)

Dentro del grupo de polímeros biodegradables podemos identificar a los BIOPOLIMEROS; estos son producidos por sistemas biológicos (como microorganismos, plantas y animales) o sintetizados químicamente de materiales biológicos (azúcares, almidón o aceites), siendo por tanto generados por recursos naturales renovables y suelen ser biodegradables y no tóxicos.

Tipos de polimeros biodegradables

Polímeros extraídos directamente de la biomasa

ejemplos:

polisacáridos

-quitina

-almidón

-celulosa

-proteínas como la caseína y el gluten

Este es el grupo más disponible, extraído de animales y plantas. Entre ellos son mayoritarios los polisacáridos como la celulosa, almidón, quitina y proteínas como la caseína, colágeno y soja. Todos estos son hidrofílicos (tendientes a absorber humedad) por naturaleza, pudiendo presentar problemas a la hora de envasar productos con un elevado contenido de humedad. (Hernández,

Almanza, Flores Nava, Cassellis, 2009)

El quitosano presenta facilidad a la hora de ser utilizado en forma de película, siendo escogido en una amplia variedad de aplicaciones tales como espesante, clarificante, o agente antimicrobiano. Tiene problemas con la humedad. (Hernández et al. 2009)

4.3.5 Aplicación en envases y embalajes

Desafortunadamente las propiedades de los polímeros biodegradables actualmente presentan limitaciones cuando se comparan con los materiales provenientes del petróleo. Se requiere la aparición de materiales que sean capaces de competir con estos polímeros y que puedan ser transformados en procesos industriales como la extrusión (Arca y prado 2004).

-desarrollo de nuevos polímeros a partir de recursos renovables

En el desarrollo de estos polímeros se ha comprobado que la carencia mecánica, permeabilidad a gases o térmicas se suplen de forma efectiva utilizando materiales de refuerzo. Estos refuerzos pueden ser; cargas minerales, fibras naturales, o un segundo componente polimérico, dependiendo de la propiedad que se desee mejorar.

Los nuevos materiales deben conseguir mejorar la rigidez, la estabilidad térmica, las propiedades barrera, así como las propiedades conductoras y la resistencia al fuego del producto final sin detrimento en la transparencia o la densidad del material. Deben alcanzar similares valores de barrera a la migración de agua,

así como de aceites y grasas, desde el interior del envase a las manos del consumidor, así como de sus propiedades mecánicas (Arca y prado 2004).

4.4 Introducción a la ingeniería ambiental

Si reconocemos que nuestro mundo es finito y que si lo seguimos contaminando de manera indiscriminada será difícil rectificarlo en el futuro, así entonces se tiene como objetivo el minimizar los efectos adversos al ambiente ocasionados por la disposición indiscriminada de los residuos (Arellano, 2002).

Existen bastantes problemas ambientales que se pueden eliminar o reducir con la aplicación de la tecnología actual, pero no se atacan por falta de voluntad, por lo cual se debe dar énfasis a la necesidad de reducir al mínimo la generación de residuos mediante cambios tecnológicos y métodos de diseño apropiados (Henry et al., 1999)

La mejor manera de reducir la generación de residuos es reduciendo la cantidad de materias primas utilizadas e incrementando su reutilización y recuperación de materiales. Aunque el concepto es simple para llevarlo a cabo en la sociedad moderna resulta extremadamente difícil.

4.5 Ingeniería ambiental como eje de la sostenibilidad

En este apartado se presentan las actividades inherentes al manejo de los residuos contaminantes desde su generación hasta su disposición final, formando de tal modo un sistema de ingeniería.

Arellano en el 2002 describe las actividades que se deben llevar a cabo en el manejo de los residuos, las cuales se pueden clasificar en seis principales:

1.-Generación del residuo: en esta etapa se deben analizar la cantidad y la composición general del material residual para el diseño de los sistemas de manejo y tratamiento, así como la cantidad y el volumen del mismo.

2.- Almacenamiento o manejo en sitio; en esta etapa propone que se deben de hacer consideraciones como la localización de los contenedores a utilizar que dependerá directamente del residuo.

3.- Recolección; Se tomara en cuenta el tipo de servicio que se utilizara para aprovechar al máximo el equipo y los materiales.

4.- Transferencia y transporte; esta etapa se refiere a los accesorios e instalaciones que se utilizaran para transportar los residuos, para dirigirlos a los centros de procesamientos o de disposición final.

5.- Procesamiento de los residuos; son utilizadas para mejorar la eficiencia de los sistemas de disposición final y para recuperar recursos, materiales reutilizables y energía.

6.- Disposición final; la disposición final sobre el suelo es el único método viable para el manejo a largo plazo, el tratamiento por suelos, la inyección profunda y el relleno sanitario son los métodos mejor aceptados para la eliminación de materiales contaminantes, ofreciendo al medio ambiente una mejor alternativa de conservación.

4.6 Hongos

4.6.1 Identificación de los hongos

Los hongos son organismos que no poseen clorofila, teniendo un cuerpo o soma verdadero, dotado de paredes celulares y núcleos verdaderos, observamos que la reproducción de estos organismos es a través de esporas (Atlas y Barta, 1981)

Identificamos a estos organismos primeramente por su estructura la cual en su mayoría son organismos eucarióticos, filamentosos y en raras ocasiones unicelulares, esto va a variar de acuerdo a la especie. Son heterótrofos, ya que estos organismos elaboran su propia sustancia orgánica para alimentarse de materia elaborada por otros seres vivos, es por ello que deben vivir en residuos vegetales o animales en forma saprófita, parásita o simbiótica, al ser diferentes de los animales y las plantas, ellos se clasifican en un reino diferente llamado Fungí, exclusivo de los hongos, en donde se pueden encontrar todo tipo de hongos o setas venenosas y comestibles, levaduras, mohos (Guzmán G,1990).

Las setas son la parte fértil (carpóforo) de algunos hongos superiores, son de cierto modo una especie de fruto de los hongos, al decir esto me refiero a que esta parte es la que concentra todos los elementos reproductivos (esporas) (Bracamonte, 2001).

4.6.2 Clasificación de los hongos

Son un grupo muy especial de organismos que se distinguen muy bien de los vegetales y de los animales, e incluso de los microorganismos. La diferencia se basa entre otras cosas, en que la célula de un hongo tiene una pared formada por quitina, sustancia que solamente forman los animales, por ejemplo, los insectos, y la sustancia de la pared celular de los vegetales es celulosa (Cruz,

2001).

Los hongos no pueden sintetizar sus alimentos, a diferencia de los vegetales, puesto que no tienen la función clorofiliana. Los hongos tampoco pueden trasladarse de un lugar a otro, por lo que también es contrario a los animales, ya que carecen de movimiento al igual que los vegetales. Si observamos los procesos de la reproducción sexual de los hongos, nos percataremos que estos son totalmente diferentes tanto a los de los vegetales como a los de los animales (Cooke, 1979).

Finalmente llegamos a la resolución de que los hongos no pueden ser considerados ni como vegetales ni como animales, así también como no pueden considerarse como microorganismos, por lo que se les ubica como un grupo independiente, al que se llama hongos, y que para los especialistas constituye el reino fungi o reino de los hongos (Atlas y Barta, 1981).

En México el estudio de los hongos es escaso y se hace a través de la ciencia de la micología del griego (mykes=hongo y logos=estudio). Esta ciencia se divide en micología básica, micología médica, micología aplicada, micología forestal, micología agrícola y etnomicología, entre otras. La primera versa sobre aspectos generales de los hongos, como su estructura, su biología, su ecología y su diversidad, aunque esta última se agrupa en la llamada micología taxonómica, en la que está la biología molecular (Villarreal, 1995).

Hawksworth et al. 1995 logro dividir a estos organismos de la siguiente manera: *Phylum Chytridiomycota = Chytridiomycetes*: Estos se consideran los únicos hongos capaces de producir células vivas móviles en su ciclo de vida. Una gran parte de ellos son parásitos y se encuentran en plantas, animales e insectos, inclusive llegan a parasitar sobre otros hongos. Los hongos pertenecientes a este phylum se encuentran en la tierra y en el agua.

Existen diversas disimilitudes con respecto a su estructura y su reproducción tanto sexual como asexual. La forma más simple en que los encontramos es en la endobióticas, es decir, aquellas que viven enteramente dentro de las células de su hospedador. Algunas especies pueden ser unicelulares, mientras que otros son pluricelulares (Hickman, 1965; Waid, 1968).

Como ejemplo esta él: *Allomyces* este es un hongo acuático. En su ciclo de vida se muestra una alternancia de generaciones entre gametotalos haploides y esporotalos diploides.

Los gametotalos producen tanto gamentangios femeninos como masculinos, Ambos liberan gametas móviles. Los gametos masculinos nadan hacia los femeninos atraídos por una hormona. Luego, los gametos se fusionan y posteriormente ocurre la cariogamia. El cigoto formado luego germina dando lugar al esporotalo diploide (Hickman, 1965; Waid, 1968).

El esporotalo forma dos tipos de esporangios: los mitosporangios producirán zoosporas diploides las cuales, una vez liberadas, darán al germinar un talo diploide. Los meiosporangios de resistencia, de color oscuro, darán origen, después de la meiosis, a la formación de zoosporas haploides, que al germinar producirán gametotalos (Hickman, 1965; Waid, 1968).

Phylum Zygomycota: Estos hongos son organismos caracterizados por tener un micelio aceptado, cenocítico, con septos en la base de las estructuras reproductoras. Aquí encontramos a los hongos terrestres, casi todos son saprobios y se alimentan de plantas o de materia de animal muerto. Las especies de estos hongos viven parasitando en las plantas, en pequeños animales e insectos (*Hawksworth et al. 1995*).

Como ejemplo de este phylum tenemos al: *Rhizopus stolonifer*, el moho negro del pan, y su ciclo de vida que se muestra a continuación.

a) La reproducción sexual en *Rhizopus* se presenta cuando las hifas especializadas -o progametangios- de dos cepas de apareamiento diferentes se encuentran y se unen, esto se presenta debido a la atracción que se tienen entre sí por las hormonas que se dispersan en forma de gases (González, 2005)

Se forman entonces dos células apicales -los gametangios-. Una de las células contiene numerosos núcleos + y la otra, numerosos núcleos -. Los dos gametangios se fusionan y luego se fusionan muchos pares de núcleos + y núcleos -, produciendo núcleos diploides. (González, 2005)

La célula multinucleada resultante formara una pared dura, pigmentada y verrugosa, y se transformara en un zigosporangio latente la cual contiene una única zigospora. Si las condiciones ambientales son favorables, justo antes de la germinación, los núcleos diploides sufren meiosis. Luego ocurre la germinación, se rompe la pared del zigosporangio y emerge el esporangióforo a partir de la zigospora. En su extremo, el esporangióforo porta un esporangio que dará origen a esporas (esporangiosporas) las que, al germinar, producirán micelio + o -. (González, 2005)

En la mayor parte del ciclo el organismo se encuentra en forma haploide, y su micelio está formado por hifas ramificadas que aseguran al organismo permitiendo la absorción de nutrientes (González, 2005)

b) La reproducción asexual: Esta surge a partir de la formación de esporangióforos cuyos esporangios producen esporangiosporas del mismo tipo de compatibilidad sexual que le dio origen. Cuando los esporangios maduran, sus delgadas paredes se desintegran, desprendiendo las esporas que son

transportadas por el viento. (González, 2005)

Si se mantienen en situaciones de temperatura y humedad favorables las esporas germinarán y darán origen a un nuevo grupo de hifas.

Phylum Ascomycota: En este phylum se presenta en su ciclo de vida una célula fértil llamada célula ascógena, la cual producirá las ascosporas. Estos hongos se localizan en diferente hábitat, por lo que presentan varias formas de nutrición, pudiendo ser saprobio, parásito o simbiote (Rubio, 2007).

En los ascomicetes encontramos el mayor número de especies de hongos, como las levaduras, los mildiús pulverulentos, un gran número de mohos negros y verde-azulados comunes, también encontramos a las colmenillas y a las trufas. (*Hawksworth et al. 1995*).

Algunos de estos hongos llegan a causar numerosas enfermedades a las plantas, mientras que otros son productores de micotoxinas, así también encontramos a algunos que son utilizados para la fabricación de antibióticos. (Neidleman 1989)

El ciclo de vida de un ascomicete incluye típicamente tanto la reproducción asexual como la sexual.

Las esporas asexuales son formadas de manera aislada, pero también se llegan a formar en cadenas, esto ocurre en el ápice de una hifa especializada. Se caracterizan por ser muy pequeñas y numerosas, y se las denomina conidios, (del griego konis: "polvo").

La reproducción sexual en los ascomicetes incluye siempre la formación de un asco ("pequeño saco"), esta estructura caracteriza a este phylum.

En la gran mayoría de los ascomicetes, los ascos se forman en estructuras complejas llamadas ascocarpos. En su madurez, los ascos se vuelven turgentes y finalmente estallan, dando paso a la liberación de sus ascósporas sobre el aire. (*Hawksworth et al. 1995*).

a) La colmenilla común *Morchella esculenta*. Es un ejemplo de estos ascomicetes, junto con las trufas, se encuentran entre los hongos comestibles más apreciados. La estructura reconocida como colmenilla es el ascocarpo o fructificación, que es la parte visible en donde se producen los ascos y las ascósporas. (Garcia 2007)

b) La peziza escarlata, *Sarcocypha coccinea*, es un habitante frecuente de los bosques de maderas duras de EEUU. Habitualmente se la encuentra en la primavera sobre las ramas caídas. (Garcia, 2007)

Una ascóspora germina y produce un micelio monocariótico (que contiene un sólo tipo de núcleo) haploide, que se produce mediante la formación de esporas asexuales (conidios). Cuando los micelios monocarióticos de diferentes cepas de apareamiento ya hayan formado los gametangios, entonces así diremos que está listo para la reproducción sexual. En esta etapa se forma un enlace entre los gametangios femenino y masculino facilitando que los núcleos masculinos haploides penetren en el gametangio femenino. Las hifas por su parte empiezan la proliferación a partir de este gametangio que es dicarióticas, esto quiere decir que, cada una de las células contiene un par de núcleos haploides, uno de cada tipo progenitor (indicados en diferente color). Estas hifas dicarióticas en coordinación con las hifas monocarióticas entremezcladas, darán origen al ascocarpo o cuerpo fructífero. En el ascocarpo, las hifas dicarióticas crecen y se diferencian formando los ascos, dentro de los cuales se fusionan los núcleos haploides. El núcleo diploide resultante sufre meiosis, produciéndose cuatro nuevos núcleos haploides. Estos núcleos se dividen

luego mitóticamente, y el asco maduro contiene así ocho ascósporas maduras. Con la liberación y germinación de las ascósporas, el ciclo comienza nuevamente. (García, 2007)

Los ascomicetes unicelulares se conocen como levaduras. Las levaduras son células ovales y pequeñas que se reproducen asexualmente por gemación. La reproducción sexual en las levaduras ocurre cuando dos células (o dos ascósporas) se unen y forman un cigoto. El cigoto puede producir yemas diploides o cuatro núcleos haploides por meiosis. También puede haber una división subsiguiente por mitosis. Dentro del cigoto, que ahora es un asco, se constituyen paredes alrededor de los núcleos haploides, formando ascósporas, las que quedan libres cuando la pared del asco se desintegra. (Piña 2008)

Figura 1. Ciclo de vida de los Ascomicetos

Phylum Basidiomycota: En este phylum están los hongos que muestran una célula fértil en su ciclo de vida, a la que se le denomina basidio, este llega a producir externamente 4 basidiosporas (Hawksworth et al. 1995).

En este grupo se encuentran los hongos con mayor importancia para el hombre puesto que se encuentran incluidos las especies comestibles a las que se les denomina comúnmente como Seta.

Evidentemente tenemos que hacer la aclaración de que así como en este grupo se encuentran especies comestibles valoradas ampliamente por sus bondades y su sabor, también se encuentran las especies más venenosas o tóxicas, las cuales han sido utilizadas con anterioridad en algunas culturas como alucinógenos, así mismo son utilizadas en la industria farmacéutica y la medicina. (García 2007)

Los basidiocarpos forman una especie de enredadera que crece rápidamente y su fructificación se realiza en los bordes externos del círculo, dándole oportunidad a que el micelio se desarrolle y crezca con mayor actividad debido a que se encuentra en el área en la cual hay más nutrientes. Por consecuencia las fructificaciones se presentarán en círculos y a medida que el micelio crece, el diámetro de los círculos va haciéndose cada vez mayor. (García 2007)

Suele ocurrir que cuando crecen hierbas o arbustos alrededor del círculo, muestran colores distintos y un desarrollo más escaso por consecuencia de la actividad del micelio. Los círculos de basidiocarpos llegan a mostrarse o presentarse en una pradera de un momento a otro, a esta acción se le conoce

como “corros o anillos de brujas!”. Este desarrollo en los basidiocarpos es causado por el protoplasma, ya que se desarrolla de manera subterránea, en el micelio.(Garcia 2007)

Y así penetra en las hifas nuevas del cuerpo fructífero , en esta etapa es cuando mayor cantidad de agua requiere, es por ello que este proceso se lleva a cabo normalmente después de las lluvias.

La reproducción sexual iniciara por la fusión de las hifas haploides que formaran un micelio dicariótico. Es aquí donde los basidiomicetes tienen una semejanza con los ascomicetes.

En esta fase donde las basidióporas germinaran y producirán micelios monocarióticos primarios (n). Mientras que los micelios dicarióticos secundarios (n + n) se formaran debido a la fusión de las hifas monocarióticas compatibles, estos crecerán y se diferenciaran formando estructuras reproductivas llamadas basidios. (Garcia 2007)

En un agarico, los basidios formaran un himenio en una estructura laminar denominada laminilla y permanecerá ahí hasta que el basidio aumente de tamaño y los dos núcleos, uno de cada cepa de apareamiento, se fusionen. El estadio $2n$ es muy breve; casi inmediatamente ocurre la meiosis, que da como resultado la formación de cuatro núcleos; de cada uno de ellos se desarrolla una basidióspora (n). Después que las basidiósporas se liberan, el basidiocarpo se desintegra.(Garcia 2007)

Los basidiomicetos más conocidos pertenecen al grupo de “hongos de sombrero” o *Agaricales*, que tienen como característica el tener forma de sombrilla con un pie generalmente central. Las esporas de estos hongos las podemos encontrar situadas en las laminillas o debajo del sombrero o píleo. Una manera de hacer que libere las esporas es colocar uno de los pies del

sombrero sobre una hoja de papel blanca con las laminillas hacia abajo, de esta forma se podrán liberar fuertemente a sus esporas las cuales forman una copia en negativo de la estructura del conjunto de laminillas llamada impronta. El himenio es la parte fértil del basidiocarpo, y es aquí donde se encuentran los basidios. (Saldias 2012)

Las esporas exhiben una amplia variedad de colores, formas, ornamentaciones y tamaños, esto en cada uno de los grupos, estas características son utilizadas para la identificación de las especies. Muchos agaricos silvestres son valorados por su sabor y son recolectados para ser vendidos al público en los mercados. La mayoría de las setas venenosas conocidas son también hongos de sombrero. Tal vez la más peligrosa de ellas sea la mortal *Amanita phalloides*. Esta especie generalmente la encontramos debajo de robles o árboles del género *Quercus* ya que forma micorrizas -asociaciones simbióticas con las raíces de estos árboles-. Algunas especies tóxicas, como el *Psilocybe cubensis* (la fuente de la psilocibina) se ingieren por sus efectos alucinógenos. (Tierney 2010)

Figura 2. Ciclo de vida de los Basidiomicetos

4.6.3 Morfología de los hongos

Para hablar de la morfología empezaremos con el micelio subterráneo, sobresaltando el hecho de que es la parte del hongo que se fija al medio para proporcionar los nutrientes necesarios para su desarrollo en general. (Carrillo, 2003)

Nombrando a todos los componentes de este organismo encontramos al micelio, posteriormente al primordio o huevo, cuando este se rompe se libera el sombrero y parte de la parte superior del pie de la seta, y es aquí donde se forma por completo el hongo, constituido por: sombrero (píleos), cutícula, himenio, pie (estípite), anillo y volva. (Carrillo, 2003)

4.6.3.1 Partes del hongo y sus funciones

1.- Sombrero (píleos)

Es la parte más ancha situada sobre el pie, ejerce la función de protección en la formación y desarrollo de las esporas. Una particularidad que podemos resaltar es se pueden diferenciar a las setas por el sombrero esto debido a que puede presentar diferentes aspectos, formas y colores. Las formas más comunes que tiene son: convexa, deprimida, cónica, mamelonada, cilíndrica, infundibiliforme, hemisférica, extendida, embudada, entre otras. (Saldias 2012)

2.- Cutícula

La cutícula es la membrana que cubre al sombrero y pie en la parte exterior, está constituida por capas de células o de filamentos hifales; esta membrana puede ser tanto lisa como rugosa, así como puede variar entre ser seca o viscosa, puede o no contener sustancias colorantes, de cualquier modo estos pigmentos se debilitan con la luz y el agua por lo que se pierden fácilmente. (Hernández, 2011)

3.- Himenio

Se encuentra por lo general en la parte inferior del sombrero y toma formas distintas, como: láminas, tubos, agujones o pliegues, teniendo como función el desarrollar y almacenar diversas esporas que den paso a la formación de nuevos hongos, son las responsables de proporcionar los distintos colores por los que posteriormente podrán ser clasificadas las setas de manera macroscópica.(Hernández, 2011)

4.- Pie (estípite)

Esta es la parte del hongo que actúa como sujeción del himenio y del sombrero,

aunque hay setas que pueden no tener pie o estar el mismo atrofiado. Tiene una apariencia sésil. Puede mostrar diferentes formas, generalmente es cilíndrico, muchas veces delgado, atenuado, cilíndrico, grueso, en forma de maza, radicante, bulboso, hinchado. Las características como el color y tamaño también sirven como criterio a la hora de hacer una diferenciación entre uno y otros, su superficie puede tomar aspecto liso, estriado, punteado, leonado, venoso, escamoso, escrobiculado, reticulado, todas las características estarán en función de la especie. (Carrillo 2003)

5.- Anillo

Esta parte del hongo es un resto de la membrana situado entre el borde y el sombrero, está formado por una especie de velo que recubre justo dentro de la zona media del pie cuya función es proteger al himenio, esta cortina está formada por una masa de fibrillas muy finas, esto se puede observar durante la fase de desarrollo de la seta, esta tiende a desprenderse y puede desaparecer rápidamente o quedar depositado parcialmente sobre el propio el pie. (Carillo, 2003)

6.- Volva.

Es la envoltura en forma de membrana que proviene del velo, que rodea la base del pies de algunas setas, las diferentes formas que toma esta membrana sirve para la identificación de las especies, ya que queda como bolsa en la base del hongo, aunque en ocasiones puede desaparecer ya que normalmente esta enterrada y se pierde. (Carillo, 2003)

Estas son las partes principales de los hongos, no obstante cuenta con muchas partes más, sin embargo solo consideramos a aquellas que juegan un papel importante en el desarrollo de las setas.

4.6.4 Los macromicetos

La palabra proviene de (macro: grande, visible y miceto: hongo) por lo tanto prácticamente deducimos que son los hongos visibles.

Como ya hemos dicho los carpóforos o setas forman estructura visibles y definidas, con funciones esporíferas (producción de esporas).

Las principales características que se deben considerar de los hongos macroscópicos son:

- 1---estructura filamentosa
- 2---reproducción por esporas
- 3---nutrición heterótrofa (M.O en descomposición o de otros seres vivos)

1.- Primeramente tenemos la estructura filamentosa que son el micelio y el carpóforo (seta)

Fácilmente podemos observar que están constituidos por filamentos en forma de hilos llamados hifas, cuando estas hifas están entramadas entre si dan lugar al cuerpo del hongo y se le conoce como micelio, este micelio no puede observarse ya que esta inmerso en la tierra, madera o residuos, etc. este al estar en condiciones nutricionales adecuadas se desarrollaran y darán lugar al carpóforo, primeramente sera un primordio con forma de bola o huevo y al crecer formara a una seta adulta la cual podrá producir esporas. (Carillo, 2003)

La seta y el micelio están constituidos por hifas, solo que en la parte del carpóforo se encuentran compactadas dando lugar a diversas formas y colores característicos de cada especie.

El micelio se puede parecer a la raíz de una planta pero en realidad presentan importantes diferencias; tanto en su estructura, forma de nutrición y en su composición química.

El micelio es el cuerpo fundamental del hongo, mientras que la raíz es una parte especializada de la planta.

El micelio no produce clorofila, no contienen celulosa, y su componente estructural principal es una sustancia llamada quitina, la cual suele ser más frecuente en el reino animal. (Carrillo, 2003)

Los macromicetos constan de dos partes bien diferenciadas:

---La primera es una parte difusa, subterránea y vegetativa- donde ubicamos al MICELIO

---Mientras que la otra es visible con una aparición esporádica y con una función reproductora. CARPÓFORO o SETA

2.- Como siguiente consideración tenemos a la reproducción_

Es bien sabido que las esporas son el método de propagación de los hongos, las capas de células fértiles que producen las esporas se llaman himenios está se encuentra en los carpóforos en una área llamada himenoforo que son unas láminas debajo del sombrero de la seta. (Carrillo, 2003)

En las láminas las esporas se forman en unas pequeñas prolongaciones exteriores que se le conocen como basidios, por lo que a los hongos que tienen basidios se les llama basidiomicetos .(Carrillo, 2003)

Mientras que a los que tienen ascas se les conoce como ascomicetos, las ascas son células de forma cilíndrica o de saco en donde se forman las

esporas.

Las esporas caen de manera natural, y cuando se encuentran en un medio adecuado germinaran dando lugar a un pequeño filamento que se divide y ramifica repetidamente, constituyendo al micelio primario : este es una fase fugaz, provisional y haploide (contiene solo la mitad de los cromosomas normales de la sp) del hongo ya que para que se forme una seta necesitan encontrarse dos micelios primarios de la misma especie que darán lugar al micelio secundario con el número normal de cromosomas $2n$ en 2 núcleos, capaz de crecer y posteriormente producir nuevas setas, en donde en las células fértiles (basidios o ascas) se producirá la fecundación por fusión de los 2 núcleos y posteriormente las divisiones que distribuirán el material genético en varias esporas que después de liberadas, germinaran volviendo a dar un micelio primario y así continuara el ciclo biológico. (Carillo, 2003)

3.- Y por ultimo tomamos en cuenta la nutrición

Como ya se ha mencionado los hongos no pueden aprovechar las sales minerales del terreno para fabricar su propia materia orgánica por fotosíntesis como las plantas (autótrofas) así que los hongos son heterotrófos ya que la mayor parte de su alimentación tienen que recibirla en forma de materia orgánica ya fabricada por otros seres, estos hongos simplemente absorben a través de las paredes de sus células la M.O mas simple, después de haber degradado la mas compleja por medio de la liberación de fermentos o enzimas. (Chaves, Navarro, Alvarado, 2008)

Para conseguir la M.O que necesitan los hongos han adoptado 3 soluciones, por lo que se clasifican en:

Los saprófitos o saprobios; se nutren a partir de la descomposición de la M.O

muerta o inerte. Dependiendo de la especie de hongo podremos encontrar especies:

- Terrestres práticos (en prados o pastos)
- Forestales (suelos de bosque)
- Lignícolas (sobre madera)
- Fimícolas (sobre excrementos o estiércoles) o sobre sustratos de lo más diverso (hojas, piñas, frutos)

Como menciona Chaves et al. (2008) Gran parte de los hongos son saprófitos; habitan en prados, bosques, sobre excrementos, en los troncos en descomposición. Ejemplo estos hongos:

- Macrolepiota procera* (zarrota, choupín)
- Agaricus campestris* (champiñon silvestre)
- Lepista nuda* (pie azul)
- Pleurotus ostreatus* (seta de ostras)

4.6.4.1 Aspectos ecológicos, climáticos y épocas de fructificación

Estos son factores muy importantes que siempre se deben tomar en cuenta si se desea realizar el cultivo de alguna especie de hongo.

Primeramente consideramos a la humedad y la temperatura ya que son los principales factores que influyen en el desarrollo de los hongos.

En datos específicos se ha observado que:

- Para la formación de carpóforos el micelio requiere de humedades altas, lo que suele ocurrir o presentarse en épocas lluviosas (Fernández F. 2004)
- Mientras que la temperatura ideal para la formación de setas se encuentra entre los rangos de 10 a 25 ° C (Fernández F. 2004)

En cualquier caso, aún cuando la temperatura y la humedad impidan la producción de setas, el micelio puede mantener su desarrollo con mayor o menor actividad, hasta que las condiciones vuelvan a permitir la aparición de las setas. (Fernández F. 2004)

El otoño es la mejor época del año para el cultivo ya que al concurrir temperaturas suaves y ambiente húmedo (esto en suelos) facilita a los hongos su desarrollo.

Aunque los veranos lluviosos pueden deparar una gran abundancia de setas, especialmente de especies termófilas (afines a temperaturas altas)

-Generalmente verano e invierno son los peores periodos, pero esto será dependiendo de las condiciones ambientales y ecológicas, sin embargo las setas pueden aparecer en cualquier época del año. Ibañez, Thompson, Mañalich, Jaime. (1998)

Influencia del terreno

La composición, estructura, pH, permeabilidad y la competencia con otros organismos son factores que afectan el desarrollo y actividad del hongo. (Fernández F. 2004)

Algunos hongos prefieren suelos ácidos, otras básicos, muchas especies se adaptan a distintos pH

--Pero los suelos ricos en M.O siempre serán los más adecuados.

Habitats

Los bosques representan en lugar idóneo para la mayor parte de las especies de hongos productores de setas.

Según Ibañez et al. (1998). Las especies terrestres práticoas las encontramos en: prados, pastizales y bordes de caminos podemos encontrar:

Macrolepiota procera (zarrota, choupín)

Agaricus campestris (champiñon silvestre)

Agaricus arvensis

Marasmius oreades (sendeirriña)

Coprinus comatus

Según (Fernández F. 2004) también existen otros factores y características a considerar

-La luz no es un factor determinante para el crecimiento de la mayor parte de los hongos. Pero para la fructificación si requieren cierta cantidad de luz.

-La presencia o ausencia de O y CO₂ pueden influir en el crecimiento de los hongos.

- La competencia para aprovechar los nutrientes en donde crecen los hongos y entre ellos. Entre mayor numero de organismos mayor sera la competencia.

- Las especies mas resistentes y mejor adaptadas prevalecerán.

4.6.5 La quitina en los hongos

La palabra proviene del griego tunic= que significa envoltura; esta sustancia se encuentra distribuida ampliamente en la naturaleza y, después de la celulosa (materia base del papel) es el segundo polisacárido en abundancia, es obtenido de las paredes celulares de los hongos entre otras fuentes. Del mismo modo el quitosano se encuentra de forma natural en las paredes celulares de algunos hongos, aunque su fuente mas importante es a través de la quitina. (Lárez, 2006)

Entre los materiales naturales mas usados en la actualidad tenemos una pareja de polisacáridos que han tomado mucho auge por la infinidad de aplicaciones

en las que se le ha encontrado, y especialmente por su poco impacto ambiental, esto lo constituye la quitina y el quitosano; ambos biopolímeros están químicamente emparentados.

Químicamente la quitina es un poli(B-N-acetilglucosamina).

La cual mediante una reacción de desacetilización que elimine al menos el 50 % de sus grupos acetilo, se convierte en quitosano poli (B-N-acetilglucosamina-co-B-glucosamina).esto se hace calentando la quitina en una fuerte solución de hidróxido de sodio al 40% a temperatura alta de 90-120°C (Lárez, 2006)

Cuando el grado de desacetilización alcanza el 100% el polímero (producto formado por macromoléculas)se conoce como quitano. Estos dos biopolímeros poseen la ventaja de ser conocidos por la naturaleza desde hace millones de años, haciendo caso a hallazgos paleontológicos es posible asignarle a la quitina una edad de al menos 570 millones de años, al haber sido encontrada en el exoesqueleto de artrópodos acuáticos fósiles conocidos como trilobites, que datan de la era paleozoica. (Lárez, 2006)

Según (Pastrana, 2010) la quitina es un polímero natural muy antiguo en lo que se refiere a su aparición en la tierra pero muy actual en cuanto a sus posibilidades de aplicación y la utilización de la quitina podemos observar en:

-La agricultura---La utilizan como protección para las semillas, teniendo una liberación controlada de fertilizantes, y fungicidas, de manera que no repercutan en ella.

-En tratamientos de aguas---Lo utilizan como floculantes, coagulantes, y agentes de desmetalización, también en el atrapamiento de colorantes, y en pesticidas.

-En medicina--- Es utilizado para la producción de glucosamina, cremas cicatrizantes, y terapia genética.

-En los cosméticos--- Como adelgazantes, agente hidratante, aditivo bactericida en jabones, champúes.

-En biosensores--- Para uso en agentes patógenos en los alimentos, para especies tóxicas en aguas residuales.

4.6.6 Taxonomía de *Pleurotus spp.*

Debido a la amplia variedad de hongos y a su complejidad estructural, fisiológica y morfológica, ha sido necesario clasificarlos según sus características más intrínsecas. A través del tiempo estos organismos han sido agrupados de diferentes maneras; sin embargo, aún existe controversia con respecto a la ubicación taxonómica de estas especies, algunos autores como Villarreal citando a Moore-Landecker (1997) consideran que los hongos están distribuidos en los reinos protocista, chromista y fungi, considerando cinco divisiones en este último reino (Chytridiomycota, Zygomycota, Ascomycota, Basidiomycota y una división de forma Deuteromycota); por otro lado, Villarreal citando a Guzmán (1997), ubica a todos los hongos dentro del reino fungi o myceteae y, con algunas diferencias, lo dividen en gymnomycota o también llamado myxomycota, mastygomycota y amastygomycota o lo correspondiente a la división eumycota.

Considerando la clasificación realizada por Maldonado citando a Herrera y Ulloa, (2007), encontramos que el reino fungi consta de dos divisiones naturales: Myxomycota y Eumycota, así como una división artificial de líquenes, misma que incluye organismos mixtos constituidos por algas y hongos asociados simbióticamente. La división Myxomycota incluye a ciertos hongos gelatinosos (p. e. *Enteridium lycoperdon*), por otro lado, a los hongos

pertenecientes a la división Eumycota se les conoce como hongos verdaderos o perfectos y se dividen en cuatro grupos o subdivisiones:

Phycomycota, Ascomycota, Basidiomycota y Deuteromycota. Los ficomicetos se caracterizan por tener hifas sin divisiones o septos (cenocíticas), contrario a los demás que poseen hifas tabicadas (septadas) mientras que los hongos de la división Deuteromycota, a diferencia de los pertenecientes a las otras subdivisiones, solo se reproducen asexualmente.

Como se puede observar en la tabla 2 las especies de estas dos subdivisiones son micromicetos, es decir, solo forman cuerpos fructíferos microscópicos mientras que los basidiomicetos incluyen solo géneros macroscópicos como Pleurotus, Lentinula, Agaricus, Amanita, entre otros Maldonado citando a Herrera y Ulloa, (2007). y es en esta subdivisión en donde se encuentran agrupados la mayor parte de los hongos comestibles.

<i>Subdivisiones</i>	<i>Phycomycota</i>	<i>Deuteromycota</i>	<i>Ascomycota</i>	<i>Basidiomycota</i>
<i>Características</i>				
<i>Hifas</i>	<i>Cenocíticas</i>	<i>Septadas</i>	<i>Septadas</i>	<i>Septadas</i>
<i>Reproducción</i>	<i>Sexual y asexual</i>	<i>Asexual</i>	<i>Sexual y asexual</i>	<i>Sexual y asexual</i>
<i>Tipo de cuerpos fructíferos</i>	<i>Micromicetos</i>	<i>Micromicetos</i>	<i>Micromicetos y Macromicetos</i>	<i>Macromicetos</i>
<i>Ejemplos</i>	<i>Mucor, Rhizopus, Glomus</i>	<i>Candida, Rhodotorula, Aspergillus, Penicillium, Trichoderma</i>	<i>Saccharomyces, Claviceps, Tuber (trufas) y Morchella (colmenilla)</i>	<i>Amanita, Ustilago (huitlacoche), Agaricus (champiñón), Coprinus, Pleurotus (setas), Lentinula (shittake)</i>

Tabla 1. Características de la división Eumycota

* Fuente: Villarreal (1997).

De manera general, la ubicación taxonómica del género Pleurotus se presenta a continuación:

Reino: Fungi [fungus = florecimiento o excrescencia de la tierra (Villarreal citando a Guzmán, 1997)],

División: Eumycota,

Subdivisión: Basidiomycotina,

Clase: Holobasidiomycetes,

Subclase: Hymenomycetidae,

Orden: Agaricales,

Familia: Tricholomataceae,

Género: *Pleurotus* [del griego *Pleuro* = formado lateralmente o en posición lateral (Stamets y Chilton, 1983)]

Los taxónomos han encontrado problemas para la clasificación de las especies del género *Pleurotus*, primeramente se basaron en las características morfológicas de sus cuerpos fructíferos (color, forma, tamaño, etc.) no obstante, la influencia que ejercen los factores ambientales hicieron de estas características fenotípicas, parámetros insuficientes para la determinación taxonómica (Villarreal citando a Zervakis, Moncalvo, Vilgalys, 1997).

De manera general, se considera que las especies del género *Pleurotus* poseen cuerpos fructíferos con un píleo liso o algo escamoso hacia el centro, en forma de embudo, de pétalo de flor o de concha de ostra (Figura 9), con himenóforo lamelado y de consistencia típicamente carnosa o correosa; de colores que van desde el grisáceo, café y hasta rosados; carecen de estípites (sésiles) o bien este es lateral o excéntrico y corto aunque a veces puede ser mediano o largo; sus láminas son poco o nada unidas entre sí en la base, generalmente decurrentes o en algunos casos subdecurrentes; su carne es blanda y correosa con olor y sabor agradables (Villarreal citando a Guzmán, 1997).



Figura 3: Morfología del píleo de *Pleurotus* spp. (Villarreal 1997).

a) Embudado;

b) Pétalo de flor

c) Concha de ostra.

Otros factores que se han tomado como referencia para la ubicación taxonómica de las especies del género *Pleurotus* son los patrones de compatibilidad entre cepas. En estudios de compatibilidad realizados entre dicarion-monocarion por Vilgalys Smith, Sun, Miller. (1993) con 170 cepas provenientes de colecciones estadounidenses y canadienses, se reportó la existencia de solo 3 grupos interestériles a partir de los cuales se define actualmente el complejo *Pleurotus ostreatus* mismo que está conformado por especies que anteriormente eran consideradas distintas entre sí.

Por otro lado, Petersen y Huges (1999) estudiaron al complejo *Pleurotus djamor* y concluyeron que este grupo está formado por las cepas coloridas *salmoneostramineus* u *ostreatusroseus* (rosa) y *opuntiae* (gris) y la cepa blanca *Pleurotus djamor*.

Sin embargo, se ha observado que las características morfológicas y los experimentos de compatibilidad (basados principalmente en la aplicación del concepto de especie biológica), no son suficientes para obtener una clara noción taxonómica óptima, por lo que la aplicación de criterios moleculares es necesaria para proveer información relevante de las relaciones taxonómicas entre poblaciones de *Pleurotus* y sus procesos de especiación pertinentes (Villarreal citando a Zervakis, 1997).

La importancia de determinar la identidad taxonómica de los organismos pertenecientes al género *Pleurotus*, radica en que ello facilitará el establecimiento de las condiciones óptimas de manipulación, ya sea con fines de conservación o transformación y para su cultivo a nivel industrial. De igual

forma, el entendimiento de las relaciones taxonómicas entre las especies y la aplicación de técnicas moleculares modernas, son de gran importancia para el desarrollo satisfactorio de programas de hibridación de hongos, así mismo, para la identificación apropiada de este material biológico y la autenticación de cepas (Zervakis y Venturella, 2002).

4.6.7 Ciclo de vida de *Pleurotus spp*

Para poder desarrollar un programa eficiente de hibridación y mejoramiento genético entre los hongos comestibles, es importante tener en cuenta los procesos celulares, genéticos, ambientales y fisiológicos que determinan la inducción y desarrollo de sus cuerpos fructíferos, por ello resulta imprescindible conocer su ciclo biológico con la finalidad de tener mayores elementos para mejorar su cultivo y partir de bases más sólidas para el desarrollo de programas de mejora genética. En el ciclo de vida de los basidiomicetos, se presentan tres fenómenos importantes Maldonado citando a Herrera y Ulloa, (2007):

Plasmogamia o anastomosis: Fusión de dos células del micelio que se aparean, a través de la cual los núcleos de dos cepas coexisten en un citoplasma común.

Cariogamia: Fusión de los núcleos.

Meiosis: División nuclear en la cual el número de cromosomas es reducido del estado diploide al estado haploide.

Como se muestra en la Figura 4, la fase haploide se presenta cuando existe un número n de cromosomas y las células o grupos de células en este estado se denominan haplontes. La fase diploide se obtiene cuando hay un número $2n$ de cromosomas y las células o grupos de células en este estado se llaman diplontes.

En algunos basidiomicetes como en el caso de *Pleurotus*, la cariogamia no se lleva a cabo de manera inmediata a la plasmogamia de tal forma que se produce una fase dicariótica o dicariofase en la cual, se obtiene una célula denominada dicariocito o dicariote misma que posee dos núcleos con diferentes factores de incompatibilidad y cada uno de ellos se conoce como dicarion Maldonado citando a Herrera y Ulloa, (2007).

Figura 4. Ciclo sexual de Pleurotus

La fase dicariótica es prerequisite para que se lleve a cabo la reproducción sexual del hongo aunque el micelio puede permanecer en estado vegetativo de manera ilimitada y normalmente solo en este estado del desarrollo se pueden formar células especializadas como los basidios que son las estructuras en las cuales se lleva a cabo la cariogamia dando comienzo a la fase diploide la cual está limitada a una generación nuclear simple y que inmediatamente después

da paso al proceso de meiosis (Koltin, Stamberg y Lemke 1972).

De manera general, durante el ciclo biológico de *Pleurotus*, se presentan tres fases del desarrollo micelial correspondientes a los tipos primario, secundario y terciario. El micelio primario se forma a partir de la germinación de una basidióspora y está constituido por hifas en estado haploide cuyo único núcleo en cada compartimiento celular se encuentra separado por una estructura denominada septo o doliporo.

El micelio secundario por su parte consta de células binucleadas o dicarióticas, deriva del micelio primario y se caracteriza por la presencia de fíbulas [estructuras que permiten la migración nuclear entre hifas en proceso continuo de elongación (Figura 5) y finalmente, el micelio terciario se origina a partir del micelio secundario, se encuentra organizado en tejidos especializados que forman los cuerpos fructíferos y es el tipo de micelio característico en la

Figura 5. Micrografías de micelios de Pleurotus spp.
reproducción sexual de este basidiomiceto (Koltin et. al. 1972).

(a) dicariótico (con fíbulas) y (b) monocariótico (sin fíbulas)

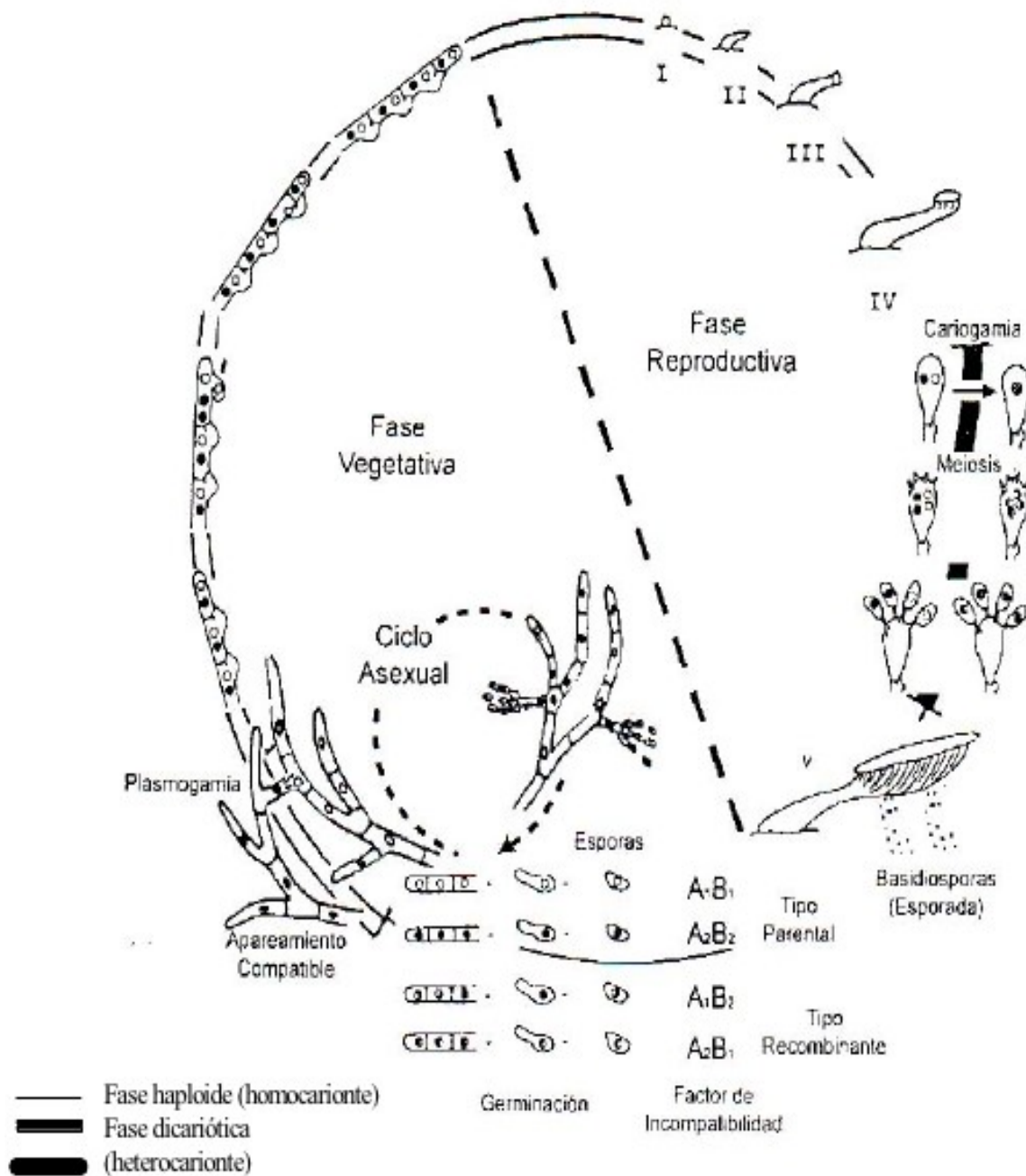
En la Figura 6 se puede apreciar el ciclo de vida de las especies pertenecientes al género *Pleurotus* mediante el cual, la germinación de una basidióspora produce el desarrollo de hifas filamentosas monocarióticas y haploides quienes

al ramificarse conforman al micelio, mismo que continúa creciendo de forma monocariótica hasta que pueda realizarse la plasmogamia con otro micelio contiguo que sea sexualmente compatible.

Después de que ambas células se fusionan, el septo o doliporo (que permanecía cerrado para evitar el intercambio intracelular) se abre para que pueda ocurrir la migración nuclear y posteriormente la formación del micelio secundario dicariótico mediante la división conjugada simultánea de los dos núcleos iniciales y la distribución de los pares de núcleos hermanos compatibles o dicariones en las células hijas.

Una vez formado el cuerpo fructífero, a partir del micelio indiferenciado generado por crecimiento vegetativo, se llevan a cabo los procesos de cariogamia y meiosis. Como producto de este último, se obtienen núcleos haploides (quienes poseen de manera aislada un factor de incompatibilidad), que emigran a una tétrada de esporas formadas en la parte externa del basidio y una vez allí, son liberados durante el proceso de esporulación del basidiocarpo maduro.

Si encuentran condiciones ambientales apropiadas, estas basidiosporas germinan produciendo micelio monocariótico y comienzan nuevamente el ciclo (Larraya Pérez, Iribarren, Blanco, Alfonso, Pisabarro, Ramírez, Larraya, Pérez, Ritter, Pisabarro y Ramírez. 2000; Ramírez, Larraya y Pisabarro, 2000; Maldonado, 2007).



Ciclo de vida de *Pleurotus* spp. (Maldonado, 2007)

Figura 6.

4.6.8 Morfología de *Pleurotus ostreatus*

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. El color es variable, desde gris claro o gris pizarra hasta pardo, tomando una coloración más amarillenta con el tiempo.

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, tierna al principio y después correosa.

4.6.8.1 Generalidades sobre su cultivo

El cultivo de esta seta es posible realizarlo con diferentes técnicas, pero en todas ellas lo fundamental consiste en sembrar el micelio sobre un sustrato leñoso-celulósico húmedo (casi siempre pasteurizado), incubarlo a 20-25° C, mientras se tiene envuelto el plástico y, por último, mantenerlo descubierto en sitios muy húmedos y frescos, generalmente a, menos de 15° C, hasta que salgan las setas.

Así durante los años se han ido sucediendo distintos tipos de sustratos para el cultivo de *Pleurotus ostreatus*, entre los que destacan:

4.6.8.2 Cultivo sobre troncos cortados

Troncos de maderas blandas de menos de 50 cm, en los que se inocula el micelio (colocándolo en orificios o en la superficie del corte); se tienen unos meses en una zanja cubierta y cuando ya ha prendido el hongo, se sacan y se colocan, en otoño, en sitios húmedos, con la base algo enterrada.

Los árboles más adecuados son el chopo o álamo negro (*Populus nigra*) y sus híbridos, así como el chopo temblón (*Populus tremula*). También se pueden emplear el álamo blanco, los sauces, moreras, hayas, nogales, cerezos, abedules, castaños de Indias, robles y encinas.

El cultivo sobre este sustrato es bastante fácil y no requiere instalaciones complicadas, pero requiere el corte de árboles y por tanto una reforestación de la masa forestal. La producción de setas dura pocos años y sucede en otoño, obteniéndose unos rendimientos de entre 100 y 150 kg por metro cúbico de madera.

4.6.8.3 Cultivo sobre tocones de madera

Los tocones de chopos, álamos, hayas, nogales, sauces, moreras, robles y encinas, pueden aprovecharse para cultivar *Pleurotus ostreatus*, con la ventaja de que el propio hongo se encargará de atacar a la madera y en pocos años la dejará blanda, lo que facilitará la eliminación del tocón.

La siembra del micelio en el tocón se realiza a los pocos meses de la tala del árbol. Para ello se realizan unos agujeros con una barrena o taladro en diversos puntos del tocón, o algunos surcos con una sierra, con cierta inclinación hacia

arriba y adentro, para evitar que se llenen de agua con la lluvia. Después se rellenan de micelio y se cubren con tiras de papel engomado opaco.

Otra forma de siembra consiste en cortar una rodaja del tocón con una motosierra. Se extiende el micelio sobre la superficie nueva y se cubre con la rodaja de madera, sujetándola con unos clavos. El borde se sella con papel engomado.

4.6.8.4 Cultivo sobre paja de cereales

Es el método que proporciona mayores rendimientos. Consiste en sembrar el micelio sobre un sustrato preparado a base de paja, incubarlo a unos 25° C y luego tenerlo en un sitio fresco, húmedo, ventilado e iluminado. A continuación se detallará en profundidad esta técnica de cultivo.

El compost para la producción de las setas, *Agaricus. bisporus*, se produce a partir de paja de trigo, paja de camas de estiércol de caballo, estiércol de pollo y yeso (Straatsma, Gerrits, Thissen, Amsing, Loeffen, Griensven y Leo, 2000). La preparación de compost seta se divide en distintas fases, la fase I, que incluye pasteurización y tratamiento y acondicionamiento para producir un sustrato libre de patógenos (Ross y Harris, 1983).

Debido a la escasez de estiércol de caballo, muchos esfuerzos se han hecho por los científicos para desarrollar su alternativa basada de origen vegetal llamado como "abono sintético". Sin formulaciones de compost se mantuvo estándar para varios años y los científicos han recomendado varias formulaciones de diferentes partes del mundo, dependiendo de su disponibilidad (Baysal E., Nuri Y. O., Colak M., Toker H., Simsek H., y Yilmaz F. 2007).

La capa de revestimiento es una parte esencial del total de los sustratos en el cultivo artificial de *A. bisporus*. Aunque muchos materiales diferentes pueden funcionar adecuadamente como un carcasa de capa, la turba se usa y se recomienda como una caja en el cultivo de hongos (Gülser y Peksen, 2003).

4.6.9 Plagas y enfermedades de *Pleurotus ostreatus*

4.6.9.1 Plagas

4.6.9.1.1 Colémbolos

Son insectos diminutos sin alas que forman pequeñas galerías, secas y de sección oval en la carne de los hongos. Se encuentran en gran cantidad entre las laminillas que hay bajo el sombrero de las setas. También pueden atacar al micelio si el sustrato está demasiado húmedo. Destaca la especie *Hypogastrura armata*.

4.6.9.1.2 Dípteros

El daño lo causan sus larvas que se comen las hifas del micelio, hacen pequeñas galerías en los pies de las setas y luego en los sombreros. Destacan algunas especies de mosquitos de los géneros *Lycoriella*, *Heteropeza*, *Mycophila* y moscas del género *Megaselia*.

Para el control de colémbolos y de dípteros se recomiendan medidas preventivas como colocación de filtros junto a los ventiladores, eliminación de residuos, tratamiento térmico de los sustratos para eliminar huevos y larvas, etc. También pueden emplearse distintos insecticidas: diazinón o malatión en polvo mezclados con el sustrato, nebulizaciones con endosulfán o diclorvos entre otros.

4.6.9.2 Enfermedades

4.6.9.2.1 Telaraña (*Dactylium dandroides*) (*Cladobotryum dandroides*, *Hypomyces rosellus*).

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

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

4.6.9.2.2 *Pseudomonas tolaasii* (p. *Fluorescens*)

Esta bacteria ataca en cualquier fase del cultivo, desde el micelio en incubación a las setas ya formadas, disminuyendo o anulando la producción. En los sombreros de los ejemplares enfermos aparecen zonas de tamaño variable de color amarillo-pardusco o anaranjado, acaban pegajosos y si la temperatura y humedad son altas, se pudren pronto y huelen mal.

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

4.6.10 Producción industrial de *Pleurotus spp*

La producción mundial de hongos comestibles (*Agaricus*, *Pleurotus*, *Lentinula* y *Flammulina* principalmente) hasta 1996, fluctuaba en 4 909 000 ton/año; sin embargo, la demanda de los consumidores por estos alimentos ha ido en aumento, registrando un incremento en la producción mundial anual superior a 5 millones de toneladas en el 2001 (Maldonado, 2007) y a 6.2 millones de toneladas para el 2004, de las cuales 38 708 toneladas fueron producidas en México lo que constituye un 59% del total de la producción de los países latinoamericanos y por lo que nuestro país es considerado el 18o productor de hongos frescos a nivel mundial (Martínez-Carrera et. al. 2004).1111

Lo anterior, tiene un importante impacto económico en México ya que el monto anual de operaciones comerciales en este rubro supera los 150 millones de dólares y los volúmenes de exportación aportan divisas a nuestro país por más de 4 millones de dólares anuales generando aproximadamente 20 mil empleos directos e indirectos. Por otro lado, el impacto ambiental que tuvo el cultivo de hongos comestibles en el 2004, reside en que se utilizaron y reciclaron alrededor de 386,000 toneladas de subproductos agrícolas, agroindustriales y forestales (Maldonado citando a Martínez-Carrera et. al. 2007).

En lo que respecta a las especies del género *Pleurotus*, en 1986 su producción mundial estimada era de 169 000 toneladas anuales (Chang, 1996) de las cuales, en Estados Unidos se produjeron 880 ton incrementándose a 1 940 ton en el 2002 en ese mismo país; mientras que en México, en el año 2003 se produjeron 2 190 ton/año de *Pleurotus*, siendo rebasado por el género *Agaricus* cuya producción anual estimada fluctuaba en 36 500 ton/año (Maldonado citando a Martínez-Carrera et. al. 2007).

A nivel industrial, la producción de *Pleurotus* está basada en un proceso de cultivo en sustrato sólido de cepas seleccionadas; debido a esto, existe una gran demanda del mercado y de los productores para mejorar los parámetros cuantitativos en los hongos comúnmente producidos, e incrementar el número de cepas fúngicas cultivables mediante el desarrollo de programas de hibridación eficaces y de conservación de su germoplasma, así como también, de la formulación y/o mejoramiento de sustratos apropiados y de las condiciones de cultivo para estas especies, con la finalidad de optimizar e impulsar la producción de *Pleurotus* a nivel industrial (Ramírez et. al. 2000).

4.6.11 Métodos de hibridación de Pleurotus

Tomando en cuenta que la hibridación es un medio por el cual, algunas características genéticas deseadas presentes en diferentes cepas pueden ser combinadas y con ello, obtener nuevas cepas y variedades con características mejoradas, resulta conveniente su aplicación con la finalidad de mejorar los cultivos con baja inversión (Maldonado citando a Labarère y Bois, 2007).

En lo referente a la hibridación de basidiomicetos y especialmente de especies del género *Pleurotus*, se han utilizado diferentes métodos tales como apareamientos entre monospóricos, dicarion-monocarion (también llamado fenómeno Buller) y neohaplontes compatibles.

El método convencional para obtener cepas híbridas de *Pleurotus* consiste en fructificar las cepas que van a ser mejoradas para obtener la progenie monocariótica, producto de la meiosis de los núcleos dicarióticos y que es liberada durante el proceso de esporulación.

Una vez que se obtiene la progenie monospórica, es necesario realizar apareamientos entre ellos en todas las combinaciones posibles para identificar los tipos de compatibilidad y posteriormente, se realizan cruzamientos entre micelios monocarióticos compatibles para obtener las cepas híbridas (Maldonado citando a Labarère y Bois, 2007).

Actualmente, este método es utilizado para el estudio de *Pleurotus*; sin embargo, el tiempo requerido para fructificar las cepas constituye una desventaja, misma que no se presenta en el método de apareamiento de neohaplontes, el cual consiste en desdicariorizar una cepa con características deseadas para separar sus componentes monocarióticos, también llamados neohaplontes por (Maldonado citando a Fries y Aschan 2007) quienes los refieren como el micelio monocariótico derivado de un dicarion sin la intervención de la cariogamia y meiosis]. Cuando se obtienen los diferentes neohaplontes de cada cepa dicariótica seleccionada, se cruzan entre sí para determinar los patrones de compatibilidad y con ello, obtener los híbridos.

Con este método se tiene la ventaja de reducir el tiempo requerido para aislar los genotipos de las cepas dicarióticas, debido a que no es necesario obtener los cuerpos fructíferos para obtener las progenies.

4.7 Avena

Avena es un género de plantas de la familia de las poáceas, utilizada como alimento y como forraje para los animales.

Es una planta herbácea anual, perteneciente a la familia de las gramíneas. Las especies más cultivadas son Avena sativa y Avena byzantina, en ese orden.

Es rica en proteínas de alto valor biológico, grasas y un gran número de vitaminas, minerales. Es el cereal con mayor proporción de grasa vegetal, un 65% de grasas no saturadas y un 35% de ácido linoleico. También contiene hidratos de carbono de fácil absorción, además de sodio, potasio, calcio, fósforo, magnesio, hierro, cobre, cinc, vitaminas B1, B2, B3, B6 y E. Además contiene una buena cantidad de fibras, que no son tan importantes como nutrientes pero que contribuyen al buen funcionamiento intestinal. La avena también contiene pequeñas cantidades de gluten, por lo que no puede ser utilizada como cereal alternativo para la dieta de los celíacos.(Watson y Dallwitz 1992)

Es una planta de raíces reticulares, potentes y más abundantes que en el resto de los cereales. Su tallo es grueso y recto con poca resistencia al vuelco, su longitud puede variar de 50 cm a un metro y medio. Su hojas son planas y alargadas, con un limbo estrecho y largo de color verde oscuro. Sus flores se presentan en espigas de dos o tres de ellas.(Watson y Dallwitz 1992)

Es una planta que tiene menor resistencia al frío que la cebada y el trigo. Se la siembra a principios de la primavera, para ser cosechada a fines del verano. Es exigente en agua por su alto coeficiente de transpiración, aunque el exceso puede perjudicarla. Es muy sensible a la sequía, sobre todo en el período de formación del grano.(Watson y Dallwitz 1992)

Debido a que el sistema reticular de la avena es más profundo, puede aprovechar mejor los nutrientes del suelo, por lo que requiere de menor cantidad de fertilizantes para su desarrollo. (Watson y Dallwitz 1992)

4.8 Aserrín

El serrín o aserrín es el desperdicio del proceso de serrado de la madera, como el que se produce en un aserradero.

A este material, que en principio es un residuo o desecho de las labores de corte de la madera, se le han buscado destinos diferentes con el paso del tiempo. Dentro del campo de la carpintería se usa para fabricar tableros de madera aglomerada y de tablero de fibra de densidad media (DM). Ya fuera del campo de la carpintería ha sido usado durante mucho tiempo en el campo de la higiene para ser extendido en el suelo y mejorar la adherencia de este y facilitar su limpieza por ejemplo en negocios donde pueda ser habitual el derrame de líquidos en el suelo. Se ha usado también como cama o lecho para animales, bien en bruto o bien tras su procesado, siendo aglutinado y pelletizado. En los últimos años ha aumentado su uso para la fabricación de pellets destinados a la alimentación de calderas de biomasa. (Álvarez, 2003)

V. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1 Descripción de las instalaciones

El experimento se llevó a cabo dentro de las instalaciones de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. En Buenavista, Saltillo, Coahuila ubicado en las siguientes coordenadas 25° 21' 03" N y 101° 01' 34" W con 1805 msnm.

El cuarto de experimentación esta situado dentro del área del Departamento de Ciencias del Suelo, sus características son las siguientes; tiene un área de 4x3, con una ventana con vidrio para el control de la luz, facilitando la entrada natural de ella y el obscurecimiento cuando este fuera requerido, al igual que

podemos regular la temperatura la cual oscilo entre los 20 y 30°C. y permitiendo el paso del aire.

5.2 Materiales

--Bodega	--Potenciómetro
--Estante	--Densidad aparente
--Micelio inoculo del hongo <i>Pleurotos ostreatus</i>	--pH
--Moldes de plástico	--Porcentaje de colonización
--Paja de Avena	
--Aserrín	
--Bascula	
--Mechero	
--Papel des traza	
--Estufa de sacado	
--Botes y bolsas de plástico	
--Agua normal y destilada	
--Termómetros	
--Probeta graduada	

5.2 Establecimiento del trabajo experimental

El 27 de Noviembre del 2011 se inició con el acondicionamiento de la bodega, la obtención de los materiales, y la realización de algunas pruebas iniciales, así hasta llegar al 29 de Abril del 2012 fecha en la cual se establece el experimento con un diseño completamente al azar de 2 sustratos con 3 diferentes tipos de moldes con 10 repeticiones cada uno, siendo un total de 60 unidades experimentales.

5.4 Metodología

Procedimiento

1.- Acondicionamiento de la cueva

Primeramente ubicamos el área donde realizaríamos el experimento, se detectaron las condiciones que necesitaba para el buen funcionamiento; para lo cual se procedió primeramente a la limpieza del lugar, para posteriormente cubrir con pintura las paredes con el objetivo de obscurecerlas. Después colocamos el estante y dando un espacio adecuado se colocaron cortinas que impidieran el paso directo de la luz y el aire, controlando de este modo los aspectos climáticos del lugar, conservando un temperatura de entre 18 y 25°C. Y una humedad relativa de 75 – 80 %. Se aplicó insecticida para evitar la proliferación de insectos y otros organismos que alteren el desarrollo del hongo.

2.- Obtención del sustrato, el material biológico y los moldes

Se realizó una investigación acerca de los sustratos en los cuales el hongo tiene mejor desarrollo y que fuese de fácil obtención para evitar contratiempos a lo largo del experimento, llevándonos así a elegir a la paja de avena y el aserrín; ya una vez que tuvimos el sustrato, proseguimos a la obtención del micelio del hongo, para lo cual fue necesario identificar a la especie con la que se trabajaría y las condiciones en las que se desarrolla y si era compatible con el sustrato que ya se tenía así entonces se eligió al *Pleurotus ostreatus* como el hongo de interés; faltándonos solamente la elección de los moldes, el cual se hizo debido al enfoque que se le quiso dar a este experimento, eligiendo de este modo a los 3 moldes más representativos.

3.- Preparación del sustrato

Generalmente se utiliza el método francés, en cual es un sistema práctico y ajustable a diferentes niveles de inversión, el proceso de producción en general es en bolsas de plástico con una preparación previa del sustrato.

Para proporcionarle al micelio las condiciones ambientales existen varios procesos que requieren de supervisión constante, y una gran disciplina.

Primeramente identificamos las etapas o procesos de producción más comunes:

- a).-Fermentación al aire libre , Fase 1 o compostaje
- b).-Fermentación controlada, Fase 2 o Pasteurización
- c).-Siembra e Incubación
- d).-Cobertura
- e).-Inducción
- f).-Producción
- g).-Cosecha
- h).-Manejo de Post- cosecha

a).- La fermentación al aire libre

Esta fase se enfoca al tiempo que se requiere para que los nutrientes del sustrato cumplan con las cualidades que necesita el micelio para un adecuado desarrollo.

Recibe este nombre debido a que este proceso es al aire libre ya que se realiza en áreas completamente descubiertas en donde no se regula ningún factor;

físico, químico y microbiológico, el tiempo de duración de esta etapa es variable y dependerá directamente del calendario de producción .

De tal modo que se dejó tanto la paja de avena como al aserrín expuestos al aire durante un a semanas en espacios diferentes para que no se contaminaran una con otra.

Comúnmente en esta etapa se agrega al sustrato suplementos agrícolas para mejorar tanto la estructura como su contenido proteínico; en este caso no lo haremos ya que se esta comparando la avena con el aserrín para determinar cual de los dos tiene mejores resultados.

Esta fermentación se llevo a cabo mediante el modelo de pila, el cual consistió en dejar al sustrato sobre una superficie de cemento para evitar enfermedades provenientes del suelo, evitando así la perdida de agua del sustrato e inconvenientes en la maniobra.

Ya una vez entrado el proceso se procedió a desbaratar la avena picándola de tal modo que su tamaño variara entre los 3 y 6 cm, operación realizada manualmente, después se apilo y se inició la humectación, aplicando riegos superficiales y después de dejo reposar por un día.

Transcurrido en tiempo se removió para su oxigenación y se regó de tal modo que alcanzo el 80% de humedad.

Por lo general las condiciones del sustrato varia del centro a las orillas del mismo por lo cual es importante homogeneizar bien de tal modo que las características sean lo más similares posibles.

b).- Fermentación controlada o Pasteurización

Esta etapa se realizo de manera rustica con el objetivo de eliminar hongos y patógenos siendo de este modo, primeramente sumergimos el sustrato en agua durante un día de tal manera que se alcanzara una mejor humectación, transcurrido el tiempo se dejo escurrir y se coloco en papel des traza; ya estando sobre el papel se procedió a situarlos dentro de la estufa de secado a una temperatura de 75°C durante dos horas.

Teniendo el sustrato ya pasteurizado se dejó enfriar para después iniciar la siembra.

c).-Siembra e Incubación

Para este paso fue necesario tener el sustrato previamente pasteurizado y una temperatura entre los 18°C y 20°C al momento de sembrar, esto con el fin de que no cause un shock en la semilla del *Pleurotus ostreatus* ya que esta tiene una temperatura alrededor de los 4°C, puesto que se saco de refrigeración con un día de anticipación; la dosificación y la siembra de la semilla se hizo manualmente colocando entre 40 y 60 gramos por cada kilo de sustrato, realizando la siembra sobre cada uno de los moldes , para lo cual se reviso la semilla para evitar que tuviera algún daño aunque las casas comerciales garantizan la calidad hasta en un 98%. Esta misma técnica se realizo en cada uno de los moldes de los dos tipos de sustratos, es decir en las 60 unidades experimentales.

Se dejo en incubación durante 25 días, en la cual se observo en los primeros cinco días un ligero desarrollo del micelio iniciando la invasión del sustrato en forma de pequeñas ramificaciones. Las condiciones ambientales se monitorearon constantemente para evitar algún retraso en la invasión.

Ya una vez que transcurrieron los días, se observó la invasión hasta un 100% fue aquí cuando se detuvo el proceso aplicando cambios de temperatura bruscos generando con ello la detención del desarrollo del *Pleurotus ostreatus*.

Las etapas de cobertura, inducción, producción, cosecha y manejo de post-cosecha no se llevaron a cabo puesto que el objetivo del experimento no era llegar a la fructificación del hongo.

5.5 Mediciones

5.5.1 Densidad aparente

Se evalúa el peso real de un cuerpo con respecto al volumen que este ocupa, es decir, se estima el espacio ocupado por la materia incluyendo los poros, para relacionar el espacio con el peso real.

Técnica

- 1.-Primeramente se midió el volumen en la probeta graduada (Pv)
- 2.-Posteriormente se procedió a pesar la probeta (P)
- 3.-Ya una vez que se conoce el peso real de la probeta se agregó el sustrato y se pesó nuevamente (Ps)
- 4.-Ya conociendo los pesos se procedió a restarle al peso de la probeta con el sustrato (Ps) el peso de la probeta sola (P), obteniendo de este modo el peso del sustrato (S)
- 5.- Teniendo el peso del sustrato (S), se divide entre el volumen de la probeta y se obtiene así la Densidad aparente, en base a la siguiente fórmula:

$$Da=(S/Pv)$$

6.- De tal modo que se obtuvo:

$$Da \text{ de Avena}=220 \text{ kg/m}^3 \quad Da \text{ de aserrín} = 750 \text{ kg/m}^3$$

Características	AVENA	ASERRÍN
Molde + sustrato	34.3	31
Peso de molde	31.34	21.89
Agua agragada	127.42	95
Molde+ sustrato + agua	164.3	170.93
Volumen de molde	130.38	130.38
Peso de molde + agua	161.72	142.2
Peso de sustrato	2.96	9.11
Densidad aparente	0.02	0.08

Tabla 2. Características de los sustratos

En la siguiente tabla se muestra la composición de la paja de avena:

Composición de la paja de avena en 100 g de sustancia

Celulosa	41.2
Materia no nitrogenada	35.6
Agua	14.3
Materias minerales	4.4
Proteínas	2.5
Materia grasa	2

Tabla 3. Composición de la paja de avena

Fuente: Infoagro Systems.

5.5.2 pH

Como definición tenemos que es el logaritmo negativo en base a la actividad de los iones de hidrógeno, de tal manera entendemos que es una forma de medir la acidez y alcalinidad de una disolución, con el propósito de anteponer la forma en que se comportara.

Técnica

1.- Primeramente se debe calibrar el medidor de pH, es decir el potenciómetro, con el objetivo de obtener lecturas fiables.

VI. RESULTADOS Y DISCUSION

6.1 Análisis de resultados

Según los resultados obtenidos del porcentaje de colonización se observa que el sustrato 1 (avena) tuvo un porcentaje de colonización del 100% y el sustrato 2 (aserrín) tuvo un porcentaje de 85%, se realizó un análisis estadístico con la prueba T de student, para comprobar si existe diferencia significativa entre sustratos, podemos observar que P a un 99% de probabilidad tiene un valor de 0.00 y su valor real se muestra debajo de las celdas ($4.2063146268E^{-14}$) esto quiere decir que $P < .05$ esto demuestra que la hipótesis nula es cierta, existe diferencia significativa entre los sustratos, el micelio de *Pleurotus ostreatus* se desarrolla mejor en avena.

Figura 7. Prueba T de Student

También se observó que el biomaterial tiene una densidad de 24kg/m^3 mientras que el unicel tiene valores que oscilan entre los 10kg/m^3 hasta los 35kg/m^3 . Por lo que se puede concluir que es un material ligero ya que su densidad se encuentra entre los valores comunes.

VII. CONCLUSIONES

Como lo he resaltado a lo largo de la tesis, es fundamental conocer el desarrollo y manejo del hongo; porque esto nos va a dar la pauta de como ir controlando y manipulando los fenómenos climáticos de tal manera que nos proporcionen las condiciones óptimas para la obtención de un micelio fuerte y bien formado en donde con las aportaciones nutrimentales del sustrato se vaya formando una estructura bien formada y definida.

El mejor sustrato en este experimento fue la avena, ya que el micelio logro invadir al 100 % y tomo exactamente la forma del molde, proporcionándole al micelio resistencia a la deformación, por lo cual es completamente factible su uso para pruebas posteriores.

De tal modo que resalto el hecho de que el *Pleurotus ostreatus* y la avena hacen una buena mezcla y arrojan excelentes resultados.

7.1 Recomendaciones

Yo sugiero ampliamente monitorear constantemente el proceso ya que cualquier descuido llevaría al fracaso; debido a que se puede presentar variación de la humedad y temperatura y esto aumenta los riesgos de contaminar las muestras de tal modo que se atraigan a microhongos u otros patógenos que compitan por los nutrientes e invadan los moldes.

Por otro lado es recomendable esperar un poco más de tiempo antes de cortar con el ciclo, para que el micelio pueda degradar todo el sustrato y de este modo presente una textura y estructura más parecida visualmente al unicel, para posteriormente ser evaluadas en comparación directa en donde se puedan observar las ventajas y desventajas de cada material así como también se muestren y comprueben detalladamente cada una de sus características tanto físicas como químicas.

De igual manera es necesario tener un adecuado manejo de los materiales durante todas las etapas, teniendo como prioridad el manejo de la semilla evitando el exponerla a cualquier shock o estrés, tener un buen manipuleo del sustrato en la fase de pasteurización, de esta manera surgirá el éxito del trabajo.

VIII. LITERATURA CITADA

Alonso M.S., Lozano A.R., Apaza A.M y Vilte E.D (1999). *Producción de residuos plásticos en diferentes zonas de San Salvador de Jujuy. Avances de Energías Renovables y Medio Ambiente*. Argentina.

Álvarez E. (2003). Aprovechamiento del aserrín mediante su transformación hidrolítica y como fuente de biomasa. *Revista Forestal Centroamericana* edición 39-40. paginas: 67-69. Cuba

Anónimo (2007) Los hongos (fungi). Obtenida el 13 de marzo de 2012 de: <http://www.cobach-elr.com/academias/quimicas/biologia/biologia/curtis/libro/c29f.htm>

Arellano Díaz. (2002). *Introducción a la Ingeniería Ambiental* (1^{ra} ed.). México, D.F.: Alfaomega.

Atlas R.M & Barta R. (1981). *Microbial Ecology: Fundamentals and Applications*. Addison- Wesley.

Autores. (2005). *Diccionario de la lengua española* (22^a ed.). Pozuelo de Alarcón, España.: Espasa- Calpe, S.A.

Aylí Díaz Bacallao (2006). *La educación jurídica ambiental en la educación ambiental para el mizc. Propuestas y consideraciones generales*. Tesis inédita en opción al título de master.

Ayli Díaz Bacallao. (2009). *La concepción Sistemática en el Derecho Ambiental* (tesis inédita). Cuba.

Baysal E., Nuri Y. O., Colak M., Toker H., Simsek H., and Yilmaz F. (2007) Cultivation of *Agaricus bisporus* on some compost formulas and locally available casing materials. Part I: Wheat straw based compost formulas and locally available casing materials.

Brydson J. A. (1999). Plastic materials. 7a edicion. Ed. Butterworth Heinemann. Reino Unido.

Carrasco F. (1991). *Residuos plásticos: reciclaje y medio ambiente*. Ingeniería Química.

Carrillo L. (2003). Los hongos de los alimentos y forrajes. Obtenido el 13 de febrero del 2012 de: www.unsa.edu.ar/matbib/hongos/02htextoestructuras.pdf

Carrillo L. (2003). Los hongos de los alimentos y forrajes. Universidad nacional de Salta. Argentina

Carta de Belgrado. (1975).

Chang, S. T. (1996). Mushroom research and development-equality and mutual benefit. 2nd International Conference on Mushroom Biology and Mushroom products. Editorial Royse Pennsylvania State University, 10 pp.

Chaves C., Navarro E., Alvarado E., (2008). Informe de inventario de Macrohongos y Líquenes en Zona Protectora La Carpintera. Instituto nacional de biodiversidad. Costa Rica

Comisión técnica Plastivida (1998). *Manual de valorización de los residuos plásticos*, edit. FIPMA y PLASTIVIDA ARGENTINA, Buenos Aires, Argentina.

Cooke, W.B. 1979. *The ecology of fungi*. CRE Press, Boca Raton.

David W. Pearce (1985). *Economía Ambiental*. Ed. Fondo de Cultura Económica, México.

E. Rubio, A. Suárez, M.A. Miranda & J. Linde (2007). *Catálogo provicional de los macromicetos (Setas) de Asturias*.

Enrique Ortíz de Mendivil Llano (2009). *Sensibilización Ambiental*. Editorial CEP, Madrid, España.

Enrique Ortiz de Mendivil Llano (2010). *El consumo sostenible como perspectiva innovadora*. Ensayo inédito, Madrid.

Fernandez F. (2004) *Guía Práctica de Producción de Setas (Pleurotus spp.)* Guadalajara, México.

García Arca J., Prado Prado J. (2004). *La logística inversa de los envases y embalajes en el sector alimentario español*. Departamento de Organización de Empresas y Marketing. ETSII de Vigo. Universidad de Vigo. España

Garcia R. (2007). Los hongos (fungi) obtenida el 15 de abril de: www.educa.madrid.org/web/ies.alpajes.aranjuez/.../capitulo29.pdf

Glenda Dimuro Peter (2008). *Los ecosistemas como laboratorios, la búsqueda de modos de vivir para una operatividad de la sostenibilidad*. Proyecto Fin de Máster inédito. Universidad de Sevilla.

González C. (2005) Ciclos de vida-hongos. Obtenido el 21 de abril de 2012 de: <http://www.botanica.cnba.uba.ar/Pakete/3er/Ciclo-Vida/Hongos.htm>

González Collet A. (2004). Polímeros biodegradables con aplicaciones en suturas quirúrgicas.

Gulser C, Peksen A (2003). Using tea waste as a new casing material in mushroom (*Agaricus bisporus* (L.)Sing.) cultivation. *Biores. Technol.* 88: 153-156

Guzmán G. (1990). *Identificación de los hongos comestibles, venenosos, alucinantes y destructores de madera*. Edición Limusa, México.

H. Hernández Cocoltzi, E. Águila Almanza, O. Flores Agustin, E.L. Viveros Nava, E. Ramos Cassellis (2009). Obtención y caracterización de quitosano a partir de exoesqueletos de camarón Facultad de Ingeniería Química, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla México.

Hallucinogens Have Doctors Tuning In Again obtenida el 10 de enero de 2012 de: http://www.nytimes.com/2010/04/12/science/12psychedelics.html?_r=1

Hawksworth, D. L., P. M. Kirk, B. C. Sutton y D. N. Pegler (1995). *Dictionary of the fungi*. 8a. ed.

Henry, J. Glynn, Heinke, Gary W. (1999). *Ingeniería Ambiental*. ed. Pertice Hall, 2da edición, México

Hernández I. 2011 PRODUCCIÓN DE HONGO SETA (*Pleurotus ostreatus*) EN LA EMPRESA BAHU. Universidad Tecnológica De La Huasteca Hidalguense. Hidalgo, México.

Hickman, C.J. (1965). *Fungal structure and organization*. In: Ainsworth, G.C. Y A.S. Sussman (Eds.). *The fungi, an advanced treatise*, vol. I: The fungal cell. Academic Press, New York.

Ibañez, Valeria; Thompson Moya, Luis; Mañalich Muxi, Jaime. (1998) Fluctuación estacional de hongos anemófilos en Santiago Norte-Chile Boletín micológico volumen 13(1/2): paginas: 47-56

José Luis de la Cruz Rock, Francisco José Argüello Zepeda, Alfonso Tello Iturbe (2009). *Sociedad, Conflicto y Ambiente*. (ed. Electrónica gratuita.) México. Texto completo en www.eumed.net/libros/2009a/47B/

Juan Carlos Belausteguigoitia (2005). *Una introducción a los aspectos económicos de la biodiversidad*. Instituto Nacional de Ecología, México.

Koltin, Y., Stamberg, J., Lemke, P. A. (1972). Genetic Structure and Evolution of the Incompatibility Factors in Higher Fungi. *Bacteriological reviews*. 36(2): 156-171.

Lárez C. (2006) Quitina y quitosano: materiales del pasado para el presente y el futuro *Avances en Química*, Vol 1(2), paginas: 15-21 Venezuela.

Larraya, L., Pérez, G., Iribarren, I., Blanco, J. A., Alfonso, M., Pisabarro, A. G. y Ramírez, L. Larraya, L.M., Pérez, G., Ritter, E., Pisabarro, A.G., Ramírez, L. (2000). Genetic Linkage Map of the Edible Basidiomycete *Pleurotus ostreatus*. *Applied and E*

Lilian Bracamonte, Otón Holmquist y Aurora Cadenas (2001). Artículo sobre *Macromicetos xilofagos de las plantaciones de pino del oriente de venezuela*. Universidad de Los Andes. Merida, Venezuela.

Maathai Wangari. (2008). *Movimiento Cinturón Verde* (1^{ra} ed.). Kenia. Los libros de la Catarata.

Maldonado Y., (2007). Obtención de cepas híbridas de *Pleurotus* spp. por apareamiento de neohaplontes compatibles. Instituto Nacional Politecnico. México D.F. 142 pp.

María Novo (1998). *La educación ambiental : bases éticas, conceptuales y metodológicas*. ed. Universitaria Madrid, España.

Maximino Josué Cruz López (2001). *Cultivo de setas (*Pleurotus ostreatus*) en desperdicios de la destilación alcohólica del sotol* (tesis inedita). México.

Orlando Rodríguez Ávila (2010). *Cuadernos de Educación y Desarrollo*.(Vol. 2, N°20). Editada por www.eumed.net.

Petersen, R., Huges, K. (1999). Species and speciation in mushrooms. *Bioscience*. 49(6): 440-452.

Piña C. (2008). Las levaduras características morfológicas y fisiológicas. Obtenido el 12 de marzo de:
http://www.unad.edu.co/fac_ingenieria/pages/Microbiologia_mutimedia/2_3hongos.htm#levadura

Plastivida Argentina (1997). *Plásticos: su Origen y su Relación*

Plastivida Argentina (1997). *Ecoplast*. Buenos Aires.

Ramírez, L., Larraya, L. M., Pisabarro, A. G. (2000). Molecular tools for breeding

Ross RC, Harris PJ (1983). The signigicance of thermophilic fungi in mushroom compost preparation. *Sci. Hortic*. Vol 20 pag: 61-70.

Saldias D. (2012) Descripción del filo basidiomiceto del dominio eucariotico, reino fungi. Obtenida el 8 de febrero de 2012 de: <http://www.slideshare.net/dapollo/filo-basidiomiceto>

Saul L. Neidleman (1989). *Advances in applied microbiology* vol. 34 California

Stamets, P., Chilton, J. S. (1983). *The mushroom cultivator*. Ed. Agarikon Press Olimpia. Washington. 415p.

Straatsma G, Gerrits Jan PG, Thissen Jac TNM, Amsing Jos GM, Loeffen H, Van Griensven Leo JLD (2000). Adjustment of the composting process for mushroom cultivation based on initial substrate composition. *Biores. Technol.* 72: 67-74

Ulises Castro Alvarez (2008). *Economía de México y desarrollo sustentable*. Red académica Iberoamericana Local- Global. Trabajo inédito. Universidad Autónoma de Nayarit, México.

Vilgalys, R., Smith, A., Sun, B. L., Miller, O. K. (1993). Intersterility groups in *Pleurotus ostreatus* complex from the continental United States and adjacent Canada. *Canadian Journal of Botany.* 71: 113-128.

Villarreal, L. 1995. *Los hongos comestibles, una alternativa para el manejo integral de los bosques*. In: *Alternativas al manejo de laderas en Veracruz*. SEMARNAPI Friedrich Evert Stiftung, México, D.F.

VILLARREAL, L. 1997. Los hongos silvestres: componentes de la biodiversidad y alternativa para la sustentabilidad de los bosques templados. Colegio de Postgraduados. Instituto de Recursos Genéticos y Productividad. México, D.F.

Waid, S.J. 1968. *Physiological and biochemical adjustment of fungi; ti their enviroment.* /n: Ainsworth, G.C. Y A.S. Sussman (Eds.). The fungi, an advanced treatise, vol. III: The fungal population. Academic Press, New York.

Watson, L., and Dallwitz, M.J. (1992). The grass genera of the world: descriptions, illustrations, identification, and information retrieval; including synonyms, morphology, anatomy, physiology, phytochemistry, cytology, classification, pathogens, world and local distribution, and references. Version: 11th. Obtenida el 13 de marzo de 2012. <http://delta-intkey.com>

William Heart Kilpatrick (1918). *The project Method.*(20^a ed.) México. Porrúa. Traducido del alemán al español.

Zervakis, G., Venturella, G. (2002). Mushroom breeding and cultivation enhances ex situ conservation of Mediterranean Pleurotus taxa. En: Engels, J.M.M., Rao, V.R., Brown, H.A.D., Jackson, M.T. (Eds.). *Managing Plant Genetic Diversity.* CABI Publishing, UK