

**EVALUACION DE LA EFICIENCIA BIOLOGICA DE DOS CEPAS DEL HONGO
COMESTIBLE *Pleurotus ostreatus* (Jaques ex Fries) Quélet, EN RESIDUOS
POSTCOSECHA DE CAÑA DE AZUCAR (*Saccharum officinarum*) Y GUAYABA
(*Psidium guajava* L) EN LA HOYA DEL RIO SUAREZ.**

PROYECTO CIMPA-U.P.T.C

EDITH YOLANDA BONILLA A.

FLOR YANNETH LOPEZ CH.

**UNIVERSIDAD PEDAGOGICA Y TECNOLOGICA DE COLOMBIA
FACULTAD DE CIENCIAS
ESCUELA DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
TUNJA
2.001**

**EVALUACION DE LA EFICIENCIA BIOLOGICA DE DOS CEPAS DEL HONGO
COMESTIBLE *Pleurotus ostreatus* (Jaques ex Fries) Quélet, EN RESIDUOS
POSTCOSECHA DE CAÑA DE AZUCAR (*Saccharum officinarum*) Y GUAYABA
(*Psidium guajava* L) EN LA HOYA DEL RIO SUAREZ.**

PROYECTO CIMPA-U.P.T.C

EDITH YOLANDA BONILLA A.

FLOR YANNETH LOPEZ CH.

**Trabajo de grado presentado como requisito para
optar al título de BIÓLOGO**

Director: JORGE ORLANDO BLANCO V.

Codirector: CESAR VILLAMIZAR Q.

**UNIVERSIDAD PEDAGOGICA Y TECNOLOGICA DE COLOMBIA
FACULTAD DE CIENCIAS
ESCUELA DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
TUNJA
2.001**

AGRADECIMIENTOS

Las autoras expresan sus agradecimientos a:

Los directores del trabajo:

Licenciado Jorge Orlando Blanco Valbuena profesor escuela de biología e Ingeniero agrónomo César Villamizar Quiñones, director CORPOICA-CIMPA, por sus valiosas orientaciones.

Ingeniero agrónomo Raúl Gómez Santos, director programa de Guayaba, por su valiosa colaboración en la fase de campo y su constante motivación en este trabajo. Doctora Ligia Nuñez, directora proyecto Mosca de la fruta, por sus orientaciones en el área de entomología.

Ingeniero agrónomo Orlando Insuasty, por sus orientaciones y consejos para la buena realización del trabajo. Ingeniero agrónomo Carlos Espinosa, por su tutoría en la fase de análisis estadístico y procesamiento de datos.

Técnicos: Jorge Bautista, Antonio Bayona, Eugenio Kopp, Jhon Jairo Cáceres, Miguel Angel Alfonso, Obdulio Palacios, por su colaboración incondicional. Y demás personal del CIMPA: Cristina Rangel, Olga Lucía Ariza, Julia Sierra, Gloria Jimenez, Camilo Garzón, Humberto Gómez, Carlos Julio Meneses, Javier Jimenez y José Bello. Por que de alguna u otra forma colaboraron en la realización del presente trabajo.

A Dios que es mi fortaleza y mi guía.
A mis padres, cimiento de mi hogar y mi ejemplo
por sus sabios consejos y su entrega
A mis hermanas por su colaboración y ánimo
para alcanzar este triunfo
A Vladimir por su amor, apoyo y comprensión

Edith Yolanda

A DIOS QUIEN ME GUIA EN CADA ETAPA
A TODA MI FAMILIA, EN ESPECIAL A
MI MAMI POR SU APOYO INCONDICIONAL
A MI ESPOSO Y MI BEBE, POR QUE SON MI VIDA...

Yanneth López

CONTENIDO	Pág
RESUMEN	
INTRODUCCION	
2. MARCO TEORICO	24
2.1 CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LOS HONGOS COMESTIBLES	24
2.1.1 Generalidades	24
2.1.2 Antecedentes	26
2.1.3 Otros hongos comestibles	27
2.1.4 Importancia de los hongos comestibles	28
2.2 <i>Pleurotus ostreatus</i>	31
2.2.1 Generalidades	31
2.2.2 Clasificación taxonómica	33
2.2.3 Morfología	34
2.2.4 Composición química	36
2.2.5 Características ambientales específicas	36
2.2.6 Estudios realizados sobre otros sustratos	36
2.2.7 Plagas y enfermedades en el cultivo de <i>Pleurotus ostreatus</i>	40
2.2.7.1 Plagas	40
2.2.7.2 Enfermedades	41
2.3 COMPOSICION DEL MATERIAL LIGNOCELULOSICO	42
2.3.2 Lignina	42
2.3.3 Hemicelulosa	43

2.4 DESCRIPCIÓN DEL SUSTRATO: Bagazo de la caña de azúcar y semillas de guayaba	45
2.4.1 Generalidades sobre caña de azúcar	45
2.4.1.1 Clasificación científica según Cronquist A. 1998	46
2.4.1.2 Variedades de caña que se cultivan en Colombia	46
2.4.1.3 Características físicas del bagazo	49
2.4.1.4 Características químicas del bagazo	50
2.4.1.5 Características bióticas del bagazo	51
2.4.2 Generalidades sobre guayaba	52
3. MATERIALES Y METODOS	55
3.1 MATERIALES	55
3.1.1 Marco geográfico	55
3.1.2 Material de Laboratorio de Microbiología	56
3.1.3 Material de Laboratorio de Fisico-química	56
3.1.4 Material de Planta Piloto CIMPA	57
3.1.5 Material de Campo	57
3.2 METODOS	57
3.2.1 Métodos de Laboratorio	57
3.2.1.1 Producción de Inóculo	57
3.2.1.2 Siembra de Micelio para obtención de semilla	58
3.2.1.3 Ensayo 1: Preparación del sustrato	59
3.2.1.4 Inoculación del sustrato	60
3.2.1.5 Periodo de incubación	60
3.2.1.6 Periodo de riego	61
3.2.1.7 Ensayo 2: Preparación del sustrato	62

3.2.1.8 Transferencia del sistema de producción artesanal de <i>Pleurotus ostreatus</i> , a la comunidad	64
3.2.1.9 Difusión de resultados	64
3.2.2 Métodos para análisis fisicoquímicos	64
3.2.2.1 Determinación del porcentaje de humedad en bagazo de caña	64
3.2.2.2 Determinación del porcentaje de fibra en bagazo de caña	65
3.2.2.3 Determinación del porcentaje de POL (sacarosa) en bagazo de caña	65
3.2.2.4 Acidez titulable	66
3.2.3 Métodos estadísticos	67
4. RESULTADOS Y DISCUSION	68
4.1 PRIMER ENSAYO: PRODUCCION DE <i>Pleurotus ostreatus</i> SOBRE BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR	68
4.1.1 Siembra	68
4.1.2 Invasión y colonización del sustrato por <i>Pleurotus ostreatus</i>	68
4.1.3 Aparición de primeros carpóforos	72
4.1.4 Plagas y enfermedades	75
4.1.5 Eficiencia biológica	76
4.1.6 Condiciones ambientales	80
4.1.7 Análisis estadístico	81
4.1.7.1 Primera cosecha	81
4.1.7.2 Segunda cosecha	83
4.1.7.3 Interacciones entre factores de variación	85
4.1.7.3.1 Primera cosecha	85
4.1.7.3.2 Segunda cosecha	88
4.2 SEGUNDO ENSAYO: PRODUCCION DE <i>Pleurotus ostreatus</i> SOBRE BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR (Var CO 421) Y SEMILLAS DE GUAYABA	90

4.2.1 Siembra	90
4.2.2 Invasión y colonización del sustrato por <i>Pleurotus ostreatus</i>	91
4.2.3 Aparición de primeros carpóforos	93
4.2.4 Plagas y enfermedades	96
4.2.5 Eficiencia biológica	96
4.2.6 Condiciones ambientales	99
4.2.7 Análisis estadístico	100
4.2.7.1 Primera cosecha	100
4.2.7.2 Segunda cosecha	102
4.2.7.3 Interacciones entre factores de variación	104
4.2.7.3.1 Primera cosecha	105
4.2.7.3.2 Segunda cosecha	106
4.3 ANALISIS FISICO-QUIMICOS DEL SUSTRATO	107
4.4 CONSERVACIÓN Y PROPAGACION DE HONGO- SEMILLA	111
4.5 TRANSFERENCIA DE SISTEMA ARTESANAL	112
4.5.1 Reconocimiento del uso de hongos comestibles por los habitantes de la hoya del río Suárez	112
4.5.2 Desarrollo de un modelo artesanal para los habitantes de la hoya del río Suárez	116
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	117
5.1 CONCLUSIONES	118
5.2 RECOMENDACIONES	121
BIBLIOGRAFIA	
ANEXOS	

LISTA DE TABLAS

	Pág
TABLA 1. Composición química del hongo comestible <i>Pleurotus ostreatus</i>	36
TABLA 2. Condiciones óptimas de producción del hongo comestible <i>Pleurotus ostreatus</i>	37
TABLA 3. Características Agronómicas e Industriales de la Variedad de caña de azúcar RD 7511	47
TABLA 4. Características Agronómicas e Industriales de la Variedad de caña de azúcar CO 421	49
TABLA 5. Composición Física del Bagazo de caña de azúcar	50
TABLA 6. Composición Química del Bagazo de caña de azúcar	51
TABLA 7. Microorganismos presentes en el Bagazo de caña de azúcar	51
TABLA 8. Importancia socioeconómica de la agroindustria de la guayaba	54
TABLA 9. Porcentaje de invasión, no Invasión y contaminación del sustrato encontrados en el primer ensayo	69
TABLA 10. Aparición de primeros carpóforos para primera y segunda cosecha	73
TABLA 11. Eficiencia Biológica por tratamiento en el primer ensayo	77
TABLA 12. Condiciones ambientales presentes en la producción de primera y segunda cosecha del primer ensayo	80
TABLA 13. Análisis de varianza para la variable peso en gramos por tratamiento de la primera cosecha del primer ensayo	81
TABLA 14. Prueba de Duncan para la variable peso por tratamiento de la primera cosecha del primer ensayo	82
TABLA 15. Análisis de varianza para la variable peso por tratamiento de la	

segunda cosecha del primer ensayo	83
TABLA 16. Prueba de Duncan para la variable peso por tratamiento de la segunda cosecha del primer ensayo	84
TABLA 17. Análisis de varianza para los factores de variación presentes en la primera cosecha	85
TABLA 18. Prueba de Duncan para factores de variación en la primera cosecha	86
TABLA 19. Análisis de varianza para factores de variación presentes en la segunda cosecha	89
TABLA 20. Prueba de Duncan para factores de variación presentes en la segunda cosecha del primer ensayo	89
TABLA 21. Porcentajes de invasión, no invasión y contaminación del sustrato, encontrados en el segundo ensayo	93
TABLA 22. Aparición de primeros carpóforos para la primera y segunda cosecha	94
TABLA 23. Eficiencia biológica por tratamiento del hongo comestible <i>Pleurotus ostreatus</i> en el segundo ensayo	97
TABLA 24. Condiciones ambientales presentes en el segundo ensayo	99
TABLA 25. Análisis de varianza para la variable peso por tratamiento de la primera cosecha del segundo ensayo	100
TABLA 26. Prueba de Duncan para la variable peso por tratamiento de la primera cosecha del segundo ensayo	100
TABLA 27. Análisis de varianza para la variable pesos por tratamiento de la segunda cosecha del segundo ensayo	102
TABLA 28. Prueba de Duncan para la variable peso por tratamiento de la	

segunda cosecha del segundo ensayo	102
TABLA 29. Prueba de Duncan para factores de variación de la variable peso de la primera cosecha del segundo ensayo	104
TABLA 30. Prueba de Duncan para factores de variación de la variable peso de la segunda cosecha del segundo ensayo	106
TABLA 31. Porcentajes de humedad y fibra encontrados en los bagazos de las dos variedades de caña al momento de iniciar los ensayos	107
TABLA 32. Análisis fisicoquímicos del bagazo de caña de las variedad CO 421	108
TABLA 33. Análisis fisicoquímicos para el agua de lavado del bagazo de la variedad CO 421	111
TABLA 34. Nombres comunes para los hongos conocidos por los habitantes de la hoya del río Suárez	115

LISTA DE FIGURAS

	Pág
FIGURA 1. Materiales de laboratorio	56
FIGURA 2. Hongo in vitro	58
FIGURA 3. Incubación del hongo semilla	59
FIGURA 4. Incubación del pan	60
FIGURA 5. Pan colonizado por micelio del hongo <i>Pleurotus ostreatus</i> , listo para Iniciar el periodo de riego	61
FIGURA 6. Carpóforo de la cepa Sajor caju correspondiente al segundo ensayo	63
FIGURA 7. Toldillos usados como medida preventiva ante el ataque de plagas	63
FIGURA 8. Peso en gramos de carpóforos por tratamiento en la primera cosecha del primer ensayo	82
FIGURA 9. Peso en gramos de carpóforos por tratamiento de la segunda cosecha del primer ensayo	84
FIGURA 10. Diferencia entre el peso en gramos de carpóforos por variedad de caña	87
FIGURA 11. Diferencia entre el peso de carpóforos por horas de lavado	88
FIGURA 12. Aparición primeros carpóforos en el segundo ensayo	95
FIGURA 13. Producción de <i>Pleurotus ostreatus</i> en la primera cosecha del segundo Ensayo	98
FIGURA 14. Peso en gramos de carpóforos por tratamiento de la primera cosecha	101
FIGURA 15. Peso en gramos de carpóforos por tratamiento en la segunda cosecha	103
FIGURA 16. Diferencia entre el peso de carpóforos por porcentaje de semillas de	

guayaba adicionadas en la primera cosecha del segundo ensayo	105
FIGURA 17. Diferencia entre el peso de carpóforos por porcentaje de semillas de guayaba adicionadas en la segunda cosecha del segundo ensayo	106
FIGURA 18. Análisis fisicoquímicos de bagazo de caña variedad CO 421 a diferentes horas de lavado	108
FIGURA 19. Análisis fisicoquímicos de agua de lavado de bagazo variedad CO 421 A diferentes horas de evaluación	109

INTRODUCCION

Los hongos son un complemento y una buena alternativa en la alimentación. El sustrato para el cultivo de estos es especialmente residuos lignocelulósicos que son los más abundantes sobre la tierra.

El bagazo de caña de azúcar y las semillas de guayaba hacen parte de estos residuos y se presentan como una buena opción ya que se producen en grandes cantidades en la Hoya del río Suárez, y son utilizados solamente como combustible en las calderas y hornos para la producción de panela y bocadillo.

El hongo lignocelulósico *Pleurotus ostreatus* es uno de los organismos que pueden degradar la lignina y la celulosa, y transformarlas en fuente de proteínas, carbohidratos y minerales.

La utilización de estos residuos como sustrato para el cultivo de *Pleurotus ostreatus* se convierte en una alternativa para la producción de hongos comestibles a nivel casero; lo cual mejorará las condiciones de vida de los cañicultores y habitantes de la región, puesto que transforman estos desechos en carpóforos de alto valor nutritivo, se pueden producir a pequeña escala y son una opción para diversificar los ingresos de los productores.

GLOSARIO

BASIDIO: célula madre de las esporas de los hongos basidiomicetos.

BASIDIOSPORA: espora producida por los cuerpos fructíferos de los hongos basidiomicetos.

CARPÓFORO O SOMBRERO: estructura adulta de un basidiomiceto con laminillas productoras de esporas en su cara inferior.

CELULOSA: carbohidrato polimerizado, compuesto de unidades de glucosa cuya fórmula condensada es $C_6H_{10}O_5$.

CEPA: raza o variedad.

ESPORA: cuerpo formado por una o varias células, que pueden separarse del micelio y, bajo condiciones favorables, producir un nuevo organismo. Sirve como medio de diseminación y reproducción.

FLAMEAR: quemar alcohol para esterilizar un objeto.

HEMICELULOSA: es otro de los componentes vegetales. Se encuentra especialmente en maderas, bagazos de caña, cereales, entre otros.

HIFA: cada uno de los filamentos que componen el micelio.

HIMENIO: membrana de los hongos donde se hallan sus elementos de reproducción.

HONGO: grupo diverso de organismos unicelulares o pluricelulares que se alimentan mediante la absorción directa de nutrientes.

LÁMINAS O LAMINILLAS: parte inferior del carpóforo donde son producidas las esporas.

LIGNINA: complejo polímero amorfo de alto peso molecular que se encuentra unida a la celulosa y a la hemicelulosa en la madera y en otros vegetales en una proporción del 25 al 30%.

MICELIO: cuerpo vegetativo de los hongos, generalmente formado por ramificaciones filamentosas llamadas hifas y constituye el aparato de nutrición de los mismos.

PAN: bloque de sustrato o bagazo de caña de azúcar mezclado con hongo semilla.

PLEUROTUS OSTREATUS: hongo parásito o saprófito que crece sobre madera muerta y otros sustratos lignocelulósicos. Es un hongo comestible muy apreciado por sus grandes valores nutricionales. Posee un sombrero de tamaño entre mediano y grande y en forma de concha; las laminillas son juntas hasta la base del pie, las esporas son de color gris liláceo, el micelio es blanquecino, longitudinal y se torna algodonoso. El pie es muy corto y grueso, la carne es firme y fibrosa, gruesa de olor y sabor agradable.

RESIDUO LIGNOCELULOSICO: todo material vegetal constituido por celulosa, lignina y hemicelulosa.

LISTA DE ABREVIATURAS

G: gramo

PH: potencial de hidrógeno

Kg: kilogramo

°C: grados centígrados

ha: hectárea

hrs: horas

var: variedad

et al : y otros

m.s.n.m: metros sobre el nivel del mar

% sem: porcentaje de semillas de guayaba

cm: centímetro

mg: miligramo

ef bio: eficiencia biológica

m: metro

Kg/m³: kilogramo por metro cúbico

sp: especie

Ton/ha: toneladas por hectárea

mm: milímetro

ml: mililitro

psi: libras de presión

CO 421: Coimbatore 421

RD 75-11: República Dominicana 75 - 11

LISTA DE ANEXOS

	Pág
ANEXO A. Ficha para el primer ensayo	127
ANEXO B. Ficha para el segundo ensayo	128
ANEXO C. Producción de <i>Pleurotus ostreatus</i> en la primera cosecha del primer ensayo	129
ANEXO D. Producción de <i>Pleurotus ostreatus</i> en la segunda cosecha del primer Ensayo	130
ANEXO E. Producción de <i>Pleurotus ostreatus</i> en la primera cosecha del segundo ensayo	131
ANEXO F. Producción de <i>Pleurotus ostreatus</i> en la segunda cosecha del segundo Ensayo	132
ANEXO G. Formato encuesta	133
ANEXO H. Participantes en transferencia	134

Este trabajo fue revisado por:

JORGE O. BLANCO Lic. Biología M.Sc.
Director

CESAR VILLAMIZAR I.A. M.Sc
Codirector

ROBERTO MANRIQUE I.A.
Jurado

CLEMENCIA AVILA M.Sc
Jurado

EDITH YOLANDA BONILLA A.
Autora

FLOR YANNETH LOPEZ CH.
Autora

RESUMEN

El hongo comestible *Pleurotus ostreatus*, es un saprófito facultativo y posee la habilidad de transformar los desechos lignocelulósicos, en carpóforos de alto valor nutritivo, ricos en proteínas, vitaminas y minerales. Las características fisicoquímicas del hongo, su facilidad y habilidad para reproducirse en los diferentes desechos de la agroindustria, así como sus cualidades palativas, lo han ido ubicando dentro del rango de apetencia comercial y alimento masivo potencial, generando propuestas tecnológicas para su cultivo y reproducción, incluyendo estudios sobre los posibles sustratos para su desarrollo.

Este trabajo se llevó a cabo en las instalaciones del Centro de Investigación para el Mejoramiento de la agroindustria panelera CIMPA, con sede en el municipio de Barbosa, Santander, el cual presenta una temperatura media de 22 °C, humedad relativa promedio del 75% y una precipitación media anual de 1800mm. Los sustratos utilizados para el cultivo de *Pleurotus ostreatus* fueron bagazo de caña de azúcar y semillas de guayaba.

Se utilizó un diseño experimental completamente al azar con cuatro replicaciones por tratamiento.

Se evaluaron dos ensayos para la producción de carpóforos con las cepas INIREB y Sajor cajú de *Pleurotus*. El primer ensayo consistió en utilizar bagazo de dos variedades de caña de azúcar, República Dominicana (RD 75-11) y Coimbatore (CO 421) como sustratos; estos fueron sometidos a cuatro tiempos de lavado (0, 12, 24 y 48 horas) con el fin de eliminar la mayor cantidad de sacarosa y ácidos aún presentes y posteriormente se sometieron a un proceso de esterilización, para la siembra del hongo. Se utilizaron 1.5 Kg. de sustrato por "pan", es decir por cada unidad experimental, teniéndose en cuenta el porcentaje de humedad. Pasado el tiempo de incubación (30 días), se sacaron los panes de las bolsas y se evaluaron los porcentajes de invasión de micelio al sustrato, encontrándose variaciones entre el 2% y el 100%, obteniéndose como mejor tratamiento el conformado por la cepa Sajor cajú con la variedad RD 7511 y 48 horas de lavado. Este tiempo de lavado permitió eliminar los azúcares responsables del crecimiento de microorganismos saprófitos y reducir al mínimo los porcentajes de contaminación de los panes en el periodo de incubación. Así mismo se obtuvieron rendimientos en la producción de carpóforos que oscilaron entre el 39.63% y 178.22% (Eficiencia biológica del hongo).

El segundo ensayo consistió en emplear bagazo de la variedad CO 421 y mezclarlo con diferentes porcentajes de semillas de guayaba (10%, 20%, 30%), para observar su efecto en la eficiencia biológica del hongo. Para este ensayo el rendimiento osciló entre el 108% y el 195.65%, observándose un notable aumento en este último con el 30% de semillas.

Se transfirió el modelo artesanal para la producción de *Pleurotus ostreatus* a 13 municipios de la Hoya del río Suárez, encontrándose gran motivación y aceptación por parte de la comunidad. El proyecto se continuará a nivel municipal, con la ayuda de los técnicos del CIMPA, profesores, estudiantes, investigadores de la UPTC y técnicos de las UMATAS.

PALABRAS CLAVES: *Pleurotus ostreatus*, micelio, carpóforos, hongo semilla, cepa, variedad de caña, eficiencia biológica, semillas de guayaba, modelo artesanal.

ABSTRACT

The mushroom eatable *Pleurotus ostreatus*, is a medical saprófito and it possesses the ability to transform the lignocelulósics waste, in carpóforos of high nutritious value, rich in proteins, vitamins and minerals. The physicochemicals characteristic of the mushroom, their easiness and ability to reproduce in the different waste of the agroindustry, as well as their palatives qualities, they have gone him locating inside the range of commercial longing and food massive potential, generating technological proposals for their cultivation and reproduction, including studies on the sustratos possible for their development.

This work was carried out in the facilities of the Center of Investigation for the Improvement of the panelera agroindustry CIMPA, with headquarters in the municipality of Barbosa, Santander, which presents a average temperature of 22 °C, humidity relative average of 75% and an annual half precipitation of 1800mm. The sustratos used for the cultivation of *Pleurotus ostreatus* was trash of cane of sugar and guava seeds.

An experimental design was used totally at random with four replications by treatment.

Two rehearsals were evaluated for the carpóforos production with the stumps INIREB and Sajor cajú of *Pleurotus*. The first rehearsal consisted on using trash of two varieties of cane of sugar, Republic Of the Dominican Republic (RD 75-11) and Coimbatore (CO 421) as substrates; these were subjected at four times of laundry (0, 12, 24 and 48 hours) with the purpose of eliminating the most highest quantity of sucrose and even present acids and later on they underwent a sterilization process, for the growing of the mushroom. 1.5 Kg was used. of sustrato for " bread ", that is to say for each experimental unit, being kept in mind the percentage of humidity. Past the time of incubation (30 days), the breads of the bags were taken out and the percentages of micelio invasion were evaluated to the sustrato, being variations between 2% and 100%, obtaining you as better treatment the one conformed by the stump Sajor cajú with the variety RD 7511 and 48 hours of laundry. This time of laundry allowed to eliminate the sugars responsible for the growth of saprofitos microorganisms and to reduce to the minimum the percentages of contamination of the breads in the period of incubation. Likewise yields were obtained in the carpóforos production wich oscillated between 39.63% and 178.22% (biological Efficiency of the mushroom).

The second rehearsal consisted on the use of trash of the variety CO 421 and to mix it with different percentages of guava seeds (10%, 20%, 30%), to observe its effect in the biological efficiency of the mushroom. For this rehearsal the yield oscillated between 108% and 195.65%, being observed a notable increase in this last one with 30% of seeds.

The handmade pattern was transferred for the production of *Pleurotus ostreatus* to 13 municipalities of the Valley of the river Suárez, being great motivation and acceptance on the part of the community. The project you will continue at municipal level, with the help of the technicians of the CIMPA, professors, students, investigators of the UPTC and technicians of the UMATAS.

Index words: *Pleurotus ostreatus*, micelio, carpóforos, spawn, root, varieties of cane of sugar, biological efficiency, guava seeds, handmade pattern.

2. MARCO TEORICO

2.1 CARACTERISTICAS GENERALES DE LOS HONGOS COMESTIBLES

2.1.1 Generalidades. La explotación de los hongos solo ha alcanzado intenso desarrollo en el transcurso del último siglo. Pero incluso en la actualidad, por lo menos el 50% de los hongos que consume el hombre corresponden a especies silvestres. Se conocen unas 100 especies comestibles, cuyo valor se eleva cada año (Steineck, 1987; Orensanz, 1977).

El consumo de hongos aumenta, puesto que cada día son más numerosas las maneras de preparar estos platos en la cocina, a la vez que desaparece con los hongos cultivados el peligro de confundirlos con especies venenosas. Se destaca su alto contenido proteico, que entre las hortalizas solo se ven igualados en este aspecto por las leguminosas,

debido a lo cual se denominan "carne de bosque". La proteína contenida en los hongos es digestible hasta en un 70 – 80% y posee un elevado valor nutritivo. (Steineck, 1987; Orensanz, 1977).

La tasa proteica varía de acuerdo con la especie y edad de los hongos. En los hongos frescos se encuentran los siguientes componentes: agua(86 –88%), proteína (2-5%), hidratos de carbono(4-5%), grasa (0.2-0.3%) y minerales(0.8-1%). (Steineck, 1987).

Los hongos, además contienen: Tiamina (vitamina B), Riboflavina (B2), Piridoxina (B6), Acido Pantoténico, Biotina, Acido fólico, Nicotinamida, Acido Ascórbico (Vitamina C) y Ergosterina (provitamina D). En lo referente a contenido de vitaminas, se han observado notables diferencias en las diversas especies de hongos. Entre los elementos minerales, se encuentran contenidos el calcio, fósforo, hierro y potasio. Se deduce que los hongos son un alimento de gran valor nutritivo y es satisfactorio comprobar como aumenta progresivamente su consumo, debido a lo remunerativo de su producción (Steineck, 1987; Orensanz, 1977).

Estos hongos junto con las bacterias son unos de los pocos organismos que pueden degradar la celulosa: material vegetal abundante y de difícil descomposición por su estructura (Guzmán, 1990).

Cuando se nutren de materia orgánica en descomposición se les conoce como saprófitos, los cuales son de una amplia distribución dado su gran rango de hospederos. El proceso químico empleado por estos organismos para alimentarse, depende de la disposición o no de las sustancias orgánicas a partir de las cuales constituirá su propio organismo, y mediante la respiración obtendrán la energía necesaria para su subsistencia y desarrollo.

Descrito este proceso, el cual incluye obviamente el normal desarrollo y crecimiento del hongo este extrae del sustrato los carbohidratos, proteínas y minerales que por acción microbiana son transformados hasta un estado aprovechable para el hongo (Steineck, 1987).

Los nutrientes necesarios para el crecimiento y desarrollo de los hongos comestibles son fundamentalmente carbohidratos, compuestos nitrogenados y minerales. Entre los carbohidratos encontramos la celulosa y la hemicelulosa, los nitrogenados que son agregados mediante la adición de compuestos que poseen nitrógeno como sulfatos de amonio, urea o guanina. En general estos compuestos no son asimilados directamente por el micelio sino que se biotransforman en proteínas y más tarde en aminoácidos (Sardsud, 1981).

Agentes climáticos como la biotemperatura, la humedad relativa y la naturaleza del sustrato como fuente de sustancias nutritivas son algunas de las más relevantes exigencias ecológicas en la reproducción y desarrollo del hongo (Reginald, 1958).

2.1.2 Antecedentes. Culturas Mesoamericanas como los Mayas y los Aztecas fueron pueblos con un indudable y amplio conocimiento sobre el uso de hongos comestibles, al parecer de gran importancia en su dieta alimenticia. Los Aztecas, por ejemplo conocían más de 50 especies de hongos comestibles (Guzmán, 1990).

Las culturas griega y romana fueron realmente las que incrementaron el conocimiento y estudio de las setas, y fueron Teofrasto, Eurípides y Plinio quienes informaron por primera vez del consumo de hongos comestibles (Steineck, 1987). Cuando cayó el

imperio romano se perdió aquella tradición gastronómica, la cual fue recuperada en el siglo XVIII por la cocina francesa, cuando se habló de los hongos de salón.

El cultivo artesanal del hongo *Pleurotus ostreatus* (Jacq ex Frés) Quélet se inicia en la década de los sesenta, en Hungría, Checoslovaquia, Italia y otros países. Después se fue extendiendo lentamente por el resto de Europa. Hacia 1969 se comenzó a cultivar sobre otros sustratos distintos a los tocones de madera (paja, aserrín, residuos leñosos o celulósicos, etc.) y desde entonces ha progresado tanto que ya se puede hablar de cultivo industrial (García, 1987).

En América se ubican los primeros estudios sobre *P.ostreatus* en México en el Instituto Nacional de Investigaciones en Recursos Bióticos (INIREB); en los cuales utilizaron como sustrato, pulpa de café fermentada y pasteurizada. Su conocimiento en Colombia se realizó por intermedio del Profesor Universitario Gastón Guzmán hace unos años; quien introdujo la cepa comercial INIREB al país.

Desde entonces el cultivo de estos hongos se ha venido estudiando e intensificando en las diferentes culturas como una de las mejores alternativas alimenticias por su alto valor nutritivo.

En los últimos años esta actividad se ha convertido en una verdadera alternativa en la producción de alimento para el consumo humano, por la posibilidad de obtener grandes cantidades en pequeñas áreas, mediante técnicas sencillas a bajo costo en periodos cortos de tiempo y con el empleo de residuos agroindustriales como sustratos (Villaseñor et al, 1997).

2.1.3 Otros hongos comestibles. A los hongos se les puede clasificar en degradadores primarios, secundarios y continuos, dependiendo del estado de descomposición de la materia orgánica que utiliza como nutriente. Los degradadores primarios son los responsables de iniciar la deteriorización de los residuos vegetales de la naturaleza, algunas especies atacan los carbohidratos e incluso la lignina (hongos de pudrición blanca), otros degradan polisacáridos, celulosa y hemicelulosa (hongos de pudrición oscura) (Sarudsud, 1981).

De las 62.400 especies de hongos descritos técnicamente, unos 2.000 pueden ser comestibles aunque tan solo 25 especies son aceptadas ampliamente como alimento y solamente 10 poseen un grado comercial. Las especies cultivadas más comúnmente son: el hongo común *Agaricus bisporus*: (Champiñón) y *Agaricus bitorquis*. El champiñón fue descubierto por accidente cuando jardineros franceses advirtieron que sobre el estiércol amontonado crecían champiñones (Steineck, 1987).

Otro hongo explotado principalmente en Asia es el champiñón de arroz u hongo de la paja: *Volvariella volvacea* que puede cultivarse sobre cierta clase de compost de paja o también sobre compost para champiñón. Posee un sabor muy característico. Sobre compost se pueden cultivar también diversas especies de hongos, algunos emparentados con el champiñón de cultivo. Así, el hongo *Agaricus subedulis* se cría en Africa Central sobre un sustrato de estiércol de bóvido y óvido con hierba de sabana. De gran importancia es el hongo Shii Ta-Ke (*Lentinus edodes*) en Japón, donde es cultivado hace más de 2.000 años; el cultivo se realiza sobre troncos de árbol (roble). En China se cultivan también los hongos *Auricularia auricula* y *Auricula polytricha*. En Hungría y Checoslovaquia se ha extendido mucho el cultivo de las setas de árbol (*Pleurotus ostreatus*). También se cría la seta de chopo (*Pholistes mutabilis*) sobre troncos de

madera. En Francia así mismo, se cultivan trufas (*Tuber melanosporum*) y múrgulas (*Morchella sp.*). Además de estas, se explotan otras especies de hongos, consiguiendo crear condiciones precisas para obtener lucrativas cosechas de robellón, cantarelas y otras variedades. En escalas de producción más reducidas tenemos: *Flammulina velutipes*, *Boletus erythropus*, *Tremella fusiformis*, *Boletus edulis*, *Pholiota nameko*, *Pleurotus sithiz*, *Auricularia tremella*, *Pleurotus cornucopiae*, *Volvariella bombycina*, *Cantharellus odoratus*, *Volvarella bekeri*, *Cantharellus cibarius*, *Dictyophora indusiata*, *Clitocybe clavipes* (Guzmán, 1990).

2.1.4 Importancia de los hongos comestibles. La importancia de los hongos comestibles radica en sus propiedades nutricionales y medicinales; además de sus excelentes cualidades organolépticas, agradable sabor y fina textura.

A través de la biotecnología se ha logrado que diversos hongos comestibles se empleen en la producción masiva de proteína unicelular microbiana muy digerible, mediante su crecimiento en desechos agrícolas diversos (Chang y Hayes, 1978 citados por Guzmán y Martínez, 1985).

El valor nutricional de los hongos comestibles es notable, contiene desde 19-35% de proteínas aprovechables en peso seco, en comparación con las frutas y hortalizas que solamente tienen de 2,3-13,2% con excepción de la soya que contiene 39,1%; por otra parte, la leche con un 25.2%, el trigo con 13.2%, la carne y el huevo tienen del 25-90%.

En el hongo *Pleurotus ostreatus*, la lisina y el triptófano, llegan a niveles de 4,5 – 9mg y 1,1 – 1,3mg respectivamente, en el champiñón, de 9,1 y 2mg contra 6,4 y 1,4mg en los huevos. Por otra parte el bajo contenido en carbohidratos o azúcares los hace un alimento bajo en energía. Además el contenido de ácidos grasos como oleico y linoleico se encuentran en cantidades apreciables (Villaseñor et al, 1997).

Recientemente se han detectados cualidades medicinales en los hongos estudiados. Se aislaron diversos compuestos que han demostrado ser eficaces contra el cáncer y la generación de tumores, mediante la inducción de la formación de interferón (Susuki et al, 1974).

Estudios realizados en fase experimental en las más prestigiosas universidades de Estados Unidos, Japón y China sobre los hongos comestibles han demostrado su eficacia en la lucha contra enfermedades como el Sida y algunos tipos de cáncer (algunos plenamente empleados en combinación con quimioterapia contra el cáncer de pulmón, estómago y colón). También son importantes a nivel industrial, ya que poseen mecanismos enzimáticos, como los hongos de pudrición blanca, que atacan directamente a la lignina y otros que participan en la ruptura de fenoles (Villaseñor et al, 1997).

Pleurotus ostreatus, ha sido estudiado en el campo de la medicina, a modo de ejemplo se puede nombrar un medicamento llamado "Lovastatin" (3-hidroxi-3-metilglutaril-coenzima A reductasa) que fue registrado y aprobada por la FDA en 1.987 en Alemania para tratar el exceso de colesterol en la sangre, sintetizado a partir de este hongo. Informes anecdóticos sugieren que este hongo, mejora el hígado, función del riñón y desordenes gastrointestinales. Según Singer (1986) citado por Stamets (1993), la variedad *Pleurotus ostreatus-regium* (Fr.) es usado por gentes nativas con diversos propósitos intestinales

como dolor de estómago, estreñimiento, fiebre, presión sanguínea y viruela (Stamets, 1993).

También se ha demostrado que la ingestión periódica de hongos reduce el nivel de colesterol en la sangre y consecuentemente la hipertensión arterial (Kamiya et al., 1972). Su producción mundial se ha incrementado considerablemente durante los últimos años, en el mundo entre 1990 y 1994, pasó de 727.000 a 900.000 toneladas, con un incremento del 11,4%. China ha sido responsable del 82% de la producción mundial. En Japón se presentó una producción de 882 toneladas en 1994. Alemania aporta 4.500 toneladas y es el país donde se encuentra la planta de mayor capacidad en el mundo (Salomón, 1997).

En la actualidad, el cultivo de los hongos comestibles es una actividad que se desarrolla ampliamente en diversas partes del mundo, como Estados Unidos, Europa y el sudeste de Asia, y alcanzan una producción anual que supera los 1.4 millones de toneladas (Chang y Miles, 1989).

En los últimos tiempos, la producción de hongos se ha incrementado significativamente y *Pleurotus sp.* y *Volvariella volvacea* ocupan en el mercado actual mundial el segundo y cuarto puesto respectivamente (Chang, 1993 citado por Hua Jia, 1998).

Hay mas o menos 50 especies de *Pleurotus*, China tiene 19 especies comestibles (14 especies cultivadas, 6 especies ampliamente cultivadas y además 2 especies extranjeras). Ocupa el primer lugar en cuanto a rendimiento en el mundo.

2.2 *Pleurotus ostreatus*

2.2.1 Generalidades. Las características físicoquímicas del hongo, su facilidad y habilidad para reproducirse en los diferentes desechos de agroindustria, así como sus cualidades palativas, lo han ido ubicando dentro del rango de apetencia comercial y alimento masivo potencial, generando propuestas tecnológicas para su cultivo y reproducción incluyendo estudios sobre los posibles sustratos para su desarrollo.

Pleurotus es un saprófito facultativo que crece sobre madera viva y muerta y sobre otros sustratos lignocelulósicos, básicamente en planifolios muertos o debilitados, en bosques de ribera, parques y jardines, fructifica en verano y otoño (www.oikos.org/pleu.html).

Crecen en grandes conjuntos sobre troncos tirados o árboles en zonas tropicales, subtropicales o bosques de pino y encino; en jardines, a veces sobre chopos, sauces y fresnos (Guzmán, 1.984).

Estos hongos desempeñan un papel importante en la degradación de los vegetales, ya que son los únicos organismos que descomponen y metabolizan eficientemente la lignina, los fenoles y polifenoles en un 60% del contenido original gracias a enzimas como las fenoloxidasas capaces de estos desdoblamiento (Platt, et al. 1983)

Por lo tanto, estos cuerpos fructíferos pueden ser cultivados en un amplio rango de sustratos celulósicos y lignocelulósicos gracias a su capacidad de secretar otras enzimas que incluyen las celulasas, hemicelulasas y ligninasas (Toyama y Ogawa, 1974; Daugulis y Bone, 1977; Buswell et al., 1993).

Esto permite un manejo más adecuado y eficiente de los subproductos agrícolas, ya que después de ser utilizados como sustrato en la producción de hongos, pueden emplearse como abono orgánico de suelos o forraje para ganado por su fácil digestibilidad (Martínez y Larque, 1990).

Pleurotus tuvo un favoritismo por largo tiempo entre los cazadores de hongos, especialmente en primavera, en tierras bajas como en los bosques de madera dura. Es un productor prolífico en un amplio rango de sustratos; estas especies tienden a ser abundantes y fáciles de crecer, disfrutando de una gran reputación en el mundo, especialmente de una extraordinaria forma silvestre. La especie *ostreatus* del género *Pleurotus* representa un enorme complejo de subespecies, variedades y razas. Una comparación con otra taxa, es comprendida por el hecho de que muchas razas etiquetadas como *Pleurotus ostreatus*, son en realidad *Pleurotus pulmonarius* y viceversa (Stamets, 1993).

Comestibilidad: Es comestible y muy apreciado. En los últimos años se ha difundido mucho su consumo a gran escala. Puede cultivarse fácilmente sobre troncos de chopo, al aire libre, o sobre balas de paja mezcladas con aserrín en invernaderos; pero es preciso advertir que, si no se mantiene la temperatura, la humedad, y la luminosidad adecuadas, es difícil obtener setas de forma continuada (www.oikos.org/pleu.html).

Este hongo se puede comercializar como producto fresco o seco y el sustrato desechado, como alimento ganadero o complemento orgánico de suelos.

Una forma de preparación es en fritura en aceite ligero caliente, hasta tornarse de un color castaño dorado y/o cocinado con otros condimentos (Stamets, 1993).

2.2.2 Clasificación taxonómica

Reino	Fungi
Subreino	Fungi superior
Superdivisión	Basidiomycotera
División	Basidiomycota
Superclase	Homobasidiomycia
Clase	Himenomycetes
Orden	Agaricales
Familia	Pleurotaceae
Género	<i>Pleurotus</i>
Especie	<i>ostreatus</i>

Nombres vulgares: “Pleuroto ostreado, Pleuroto de concha, orellana, oreja blanca, seta ostión” (Bessey, 1964; Mendoza y Díaz, 1984 citados por Arenas, 1992). Otros nombres: Ostra de la madera, Ostra de árbol, Hongo comestible de la paja, Hiratake, Tamojitake (Japón) (Stamets, 1993).

2.2.3 Morfología. Es un hongo que crece saprófito sobre madera muerta y otros sustratos lignocelulósicos. Presenta las siguientes características:

- Sombrero: poseen un tamaño entre mediano y grande y forma de concha, lengua o abanico de 5, 10, 15 hasta 35 cm de longitud (ancho). Son convexos o casi aplanados muy excéntricos y variables, con el margen primero incurvado y después recto, a menudo ondulado. Crece en sentido lateral, liso, a veces escamoso hacia el centro o base; su color es variable desde gris o pardo ahumado, pardo-violáceo o pizarra, grisáceo o café grisáceo con tonos o reflejos metálicos, blanquecino o amarillo ocre hasta marrón oscuro palideciendo y poniéndose ocre claro o amarillento de viejo. Hay

una variedad leonada que se pone azul-verdosa a partir de la periferia del sombrero (*P. columbinus*). La cutícula, es separable, lisa y brillante, de color muy variable, beige, gris claro, gris negruzco o gris azulado. El color varía de acuerdo con la raza, iluminación y las condiciones de temperatura (Stamets, 1993).

Aparecen sobre los troncos o tocones de los árboles en capas con aspecto de repisas, carpóforos sésiles (Alexopoulos y Mims, 1985).

- Láminas: Son juntas, decurrentes hasta la base del pie, anchas, espaciadas, desiguales; en la base más o menos delgadas y con bordes lisos. Son de color blanquecino, color crema o rosa amarillento cuando están secos.
- Esporadas: En fresco son de color gris liláceo. Esporas pálidas, con cierto tono gris rosado-liláceo, oblongas, casi cilíndricas, de 8-11 x 3-4.5 micras.
- Micelio: Blanquecino, longitudinal, pronto se va tornando algodonoso, con el tiempo forma una estera micelial espesa. El micelio viejo secreta a menudo gotas amarillentas a naranja de un metabolito tóxico a los nemátodos (Stamets, 1993).
- Pie: Muy corto de 1-4 x 1-2 cm, lateral, grueso, muy excéntrico o completamente lateral, a menudo casi nulo, firme, blanco, generalmente con la base aterciopelada ya que está recubierto de pelos blancos.
- Carne: Firme y fibrosa, gruesa, tierna de joven, carnosa – correosa, de olor y sabor agradable y comestible (a veces algo anisado) su sabor es dulce. La variedad *columbinus* puede producir diarreas.

En algunas razas, se presenta en racimos y en otras, individualmente (Stamets, 1993).

El desarrollo de sus cuerpos fructíferos en planos verticales son la respuesta al estímulo geotrópico, el estipe exhibe geotropismo negativo, y las laminillas geotropismo positivo, diageotropismo del píleo y excentricidad en el desarrollo. (Steineck, 1987; García, 1976; Hard, 1961; www.Mykoweb.com).

El desarrollo de carpóforos en algunas especies son indicadas como hemiangiocarpos (*P. dryinus*, *P. ostreatus*), pero otras pueden ser pseudoangiocarpos, habita cosmopolita (Singer, 1962).

2.2.4 Composición química. El contenido proteico y el elevado valor nutritivo de las setas es solo comparable con el de las leguminosas (Steineck, 1987). Los principales factores que causan variaciones en la composición son: el contenido de humedad, la temperatura y el movimiento del aire en el suelo en el momento del crecimiento. En la tabla 1 se aprecian los componentes químicos del hongo *Pleurotus ostreatus* :

Tabla 1. Composición química del hongo comestible *Pleurotus ostreatus* (Atkinson, 1901; Steineck, 1987; Manu-tawiah, 1987 citado pos Arenas 1992).

	Agua	92.20%
Materia seca		7.80%
Cenizas		9.50%
Grasas		1.00%
Proteína bruta		39.00%
Fibra		7.50%
Fibra cruda		1.40%
Nitrógeno total		2.40%
Calcio		33 mg / 100g
Fósforo		1.348 mg / 100 g
Potasio		3793 mg / 100 g
Hierro		15.20 mg / 100 g
Acido ascórbico (Vitamina C)		90 – 144 mg / 100 g

Tiamina (Vitamina B1)	1.16 – 4.80 mg / 100 g
Niacina (Vitamina B5)	46 – 108.7 mg / 100 g
Acido Fólico	65mg/100gr

2.2.5 Características ambientales específicas. El ciclo vital de cualquier especie en la naturaleza depende de diversos y variados factores que determinan y conducen su normal crecimiento y desarrollo. Pleurotus ostreatus tiene un ciclo de vida en el trópico, y bajo condiciones artificiales de aproximadamente 20 – 30 días y un ciclo sexual heterotálico tetrapolar (Eugenio y Anderson citados por Martínez, 1986). Requiere durante su periodo de incubación en condiciones artificiales (15 días) y en un óptimo sustrato; un pH de 6 - 6.5, una humedad relativa entre 40 – 50%, una temperatura ambiental entre los 24 - 27° C y una concentración de CO₂ entre el 15 – 20% (García, 1987; NAP 1981)

En un medio sólido, la rata de crecimiento a 24°C es de 0.7 a 11.2 mm/día aproximadamente. Por encima de los 33° C el crecimiento se detiene en algunas especies de *Pleurotus* (Vetter, 1987).

Durante el periodo de producción son ideales temperaturas entre 10 – 12 °C, luz de 8 – 12 horas diarias, una humedad relativa entre 90 – 95%, una humedad del sustrato entre 70 – 75%, un pH de 6 – 6.5 y una concentración de CO₂ inferior al 0.07% (García, 1987). En la tabla 3 se agrupan las condiciones óptimas para la producción del hongo comestible *Pleurotus ostreatus*:

Tabla 2. Condiciones óptimas de producción del hongo comestible *Pleurotus ostreatus*

Temperatura de incubación	25°C
Concentración de CO ₂ en incubación	15-20%
Temperatura de fructificación	<15
Concentración de Co ₂ fructificación	<0.07%
H.R del aire en fructificación	90-95%
Humedad del sustrato	70-75%
pH del sustrato	5.5-6.5

Los hongos deben ser recogidos jóvenes, y preferentemente en racimos. Una vez produce esporulación abundante, el almacenamiento declina rápidamente. Los cultivadores deben utilizar máscaras de filtro de 7 micras para evitar el inhalado de las esporas. Las superficies del hongo deben estar ligeramente secas durante la cosecha. Los hongos se deben enfriar antes de colocarlos dentro de los contenedores finales de los consumidores y cubiertos con una película plástica anti-condensante respirable (Stamets, 1993)

2.2.6 Estudios realizados sobre otros sustratos. En Pulpa de café por Martínez 1987

En Pulpa de cardamomo por Soto 1984

En Hojas usadas para la extracción de aceites esenciales por Martínez 1986

En Bagazo de maguey tequilero fermentado y mezclado con paja de trigo por Soto 1986, (Citados por Vedder, 1989).

En bagazo de caña de azúcar por Cepeda y Zorro, 1998.

Sobre troncos de Haya en perforaciones en la madera Singer, 1964.

Estos son solo algunos de los ensayos realizados dada la compleja interacción entre el sustrato y el hongo, los requerimientos nutricionales, las facilidades degradativas del

complejo lignocelulósico por el hongo, la disponibilidad de gran cantidad de material con alto contenido de celulosa y las características gastronómicas y palativas del mismo, generando no solo así demanda económica del producto, sino también el aumento de estudios y ensayos sobre sustratos, aditivos y fertilizantes que permitan elevar niveles de producción.

Algunos de los sustratos se dejaron fermentar hasta cinco días como la pulpa de café, que fue el tratamiento que más alta eficiencia biológica ha presentado (Martínez, 1986).

Kahlon realizó en 1986, otros ensayos empleando fertilizantes, utilizando cáscaras de papa como sustrato y cloruro de amonio (NH_4Cl) como fertilizante (Arenas, 1992).

Sustratos mixtos como salvado de arroz y cascarilla de cacahuate fueron usados en la determinación de la absorción de Zn, K, P, Mg, Fe y Ca después de haber agregado Cu y Cd a la base del sustrato.

El incremento en la formación de cuerpos fructíferos de *P.ostreatus* se logró mediante una combinación de *Streptomyces* inhibidor de pepsina y una reducción de temperatura durante el crecimiento, lo cual redujo el tiempo de maduración, la formación y el número de basidiocarpos. (Terashita, 1978 citado por Arenas 1992).

Otros sustratos utilizados fueron los subproductos de la industria algodonera por Blatti en 1987; cáscaras de naranja por Soto en 1986, desechos de la industria aceitera por Yoshikama en 1980; tamos de trigo, arroz, tusas de maíz, hojas y ramas de árboles frutales entre otros, (citados por Martínez, 1986).

Otros sustratos sugeridos para el cultivo del hongo son: algunos productos desechados en la agricultura como la paja (trigo, centeno, avena, arroz y paja de la cebada); los tallos de maíz, bagazo de la caña de azúcar; desechos de las bananeras, derivados del aceite de la palma; desechos del agave e incluso la pulpa restante en la producción del Tequila (El-Kattam et al., 1990 tomado de Stamets, 1993).

Cuando se cultiva *Pleurotus* en madera, ésta debe ser blanca y blanda, ya que mientras más dura es la madera más lenta es su descomposición y, por tanto, más tiempo tardan los hongos en crecer. La madera debe ser lo más fresca posible para tener el máximo de reservas nutritivas, que requiere el hongo para degradar la fibra (Ortega, 1996).

Todos los sustratos utilizados para el estudio demuestran las grandes posibilidades del cultivo de *P. ostreatus* de una forma sencilla y económica para la obtención de alimento y como posibilidad para el buen manejo de los desechos que actualmente resultan bastante contaminantes y subutilizados (Soto, 1987).

A nivel comercial se siguen los mismos pasos que los expuestos en las investigaciones como son la pasteurización, siembra del micelio, embolsado, incubación y fase de producción (García, 1976).

Sobre *Pleurotus ostreatus* existe la ventaja de que por crecer tanto en zonas templadas como tropicales, su tecnología se ha desarrollado bastante. Zadrazil (1974) entre otros, presentó la técnica sobre el cultivo industrial de este hongo sobre materiales diversos de desecho a base de celulosa (aserrín, troncos, madera de construcción). Dichos materiales no necesitan tener fuentes de nitrógeno. Zadrazil demostró además, que concentraciones altas de CO₂, detienen el desarrollo del cuerpo fructífero del hongo.

Según un estudio realizado por Guzmán (1983), en la península de Yucatán, observó que entre las 274 especies de hongos encontrados se halla *Pleurotus ostreatus* de los que dice “Entre los hongos comestibles de los palos, es decir, los “Xikinche”, están las tres especies de *Auricularia* y *Pleurotus ostreatus*. La palabra Xikinche significa oreja de palo, de Xikin= oreja y che= árbol o palo”.

Otro estudio sobre sustratos fue realizado por Platt et al. (1982) sobre paja de algodón obteniendo rendimientos promedio de 600-700 g/Kg. de paja de algodón seco, con una eficiencia biológica del 60-70% (Stamets, 1993).

2.2.7 Plagas y enfermedades en el cultivo de *Pleurotus ostreatus*

2.2.7.1 Plagas. Solo se han observado colémbolos y algunos dípteros. Los primeros, atacan a los hongos formando galerías en su carne. A menudo, se encuentran en gran cantidad entre las laminillas que hay bajo el sombrero de las setas silvestres, pero es raro encontrarla en las setas cultivadas.

Los dípteros (moscas y mosquitos), por su parte, son atraídos por el olor de los hongos y de su micelio, sobre todo si las aberturas del local no están protegidas y hay cerca restos del cultivo anterior. Aparte de los daños directos, los dípteros transmiten enfermedades; afortunadamente, los estragos que producen en los cultivos de *Agaricus bisporius* no ocurren todavía en los de *Pleurotus*. Entre los mosquitos que se encuentran más frecuentes en los cultivos están: Sciáridos como *Lycoriella*, Cecidómidos como *Heteropeza*. Entre las moscas tenemos: Fóridos como *Megacelia* (García, 1987).

2.3.7.2 Enfermedades. Las enfermedades pueden ser causadas por hongos inferiores patógenos o competidores, bacterias y virus. El tratamiento es muy difícil y casi siempre inútil, por esto, la lucha debe emprenderse en base en medidas preventivas.

Una enfermedad frecuente es la llamada “telaraña”, causada por el hongo *Dactylium dendroides* cuyos finos filamentos crecen rápidamente y se extienden sobre la superficie del sustrato y de las setas, cubriéndolas con un moho blanquecino, denso y harinoso. Los ejemplares atacados se vuelven blandos, amarillento parduscos y se acelera su descomposición. El hongo puede atacar incluso cuando las setas están cortadas y empacadas. La aparición de la enfermedad se favorece con la humedad excesiva, el calor y la escasa ventilación (García, 1987).

A veces aparecen mohos verdes en el sustrato y en base del pie de las setas, suele tratarse del hongo *Trichoderma sp*, que acidifican el sustrato y dificultan el crecimiento del micelio, disminuyendo la producción.

Se ha presentado también el hongo *Verticillium fungicola*, apareciendo en las masas jóvenes aún amorfas y cuando las setas están adultas se agrietan, retuercen y tienen áreas pardas hundidas, luego se cubren de un moho gris (García, 1987).

De las enfermedades causadas por bacterias últimamente se ha presentado *Pseudomonas tolaasi*, puede atacar 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 la humedad son altas se pudren pronto y huelen mal (García, 1987).

2.3 COMPOSICION DEL MATERIAL LIGNOCELULOSICO

Todo material lignocelulósico está constituido por tres componentes: celulosa, lignina y hemicelulosa.

En los desechos agrícolas también se pueden encontrar pequeñas cantidades de pectina, proteína y sílice, y algunos pueden contener ácido fítico (Theander, 1981)

Celulosa. Su fórmula condensada es $C_6H_{10}O_5$. Carbohidrato polimerizado compuesto de unidades de glucosa. Principal constituyente de las cortezas de los árboles y del material vegetal. Polímero polidisperso lineal de alto peso molecular, formado hasta por 10000 unidades de D-glucosa, unidos por enlaces β -1,4 glicosídicos. Presenta propiedades de intercambiador de cationes por lo cual se utiliza industrialmente reemplazando la zedita. Presenta también buena adsorción de humedad, no soluble en agua pero sí en ácidos.

Degradada por ciertas bacterias, hongos y protozoos, esta degradación en ausencia de oxígeno es mucho más lenta que en presencia de oxígeno (Ferrer, 1981, citado por Arenas, 1992).

El proceso de degradación de la celulosa y del complejo lignocelulósico, parece estar relevado solo y como única forma operativa encontrada, a un amplio rango de microorganismos que degradan celulosa y a un número menor que degradan lignocelulosas de manera natural. El proceso natural de degradación biológica de la celulosa es efectuado al parecer por un grupo de enzimas conocidas como celulasas y producidas por hongos y bacterias capaces de romper el enlace β -glucosídico (Danylyak, 1979 citado por Guzmán, 1990).

2.3.2 Lignina. Es uno de los principales componentes del tejido vegetal leñoso, y su contenido aumenta conforme envejece la planta; sus moléculas son muy complejas, formadas por unidades de fenilpropano y proporcionan rigidez a las plantas (Theander, 1981).

Se ha demostrado que es un complejo polímero amorfo de alto peso molecular que se encuentra unida a la celulosa y a la hemicelulosa en la madera y en otros vegetales en un porcentaje de 25 a 30%, es probable que esté unida únicamente a la celulosa, a la hemicelulosa, a la pectina y otros (Orozco, 1991 citado por Arenas, 1992).

Su descripción resulta complicada dada la variedad de secuencias al azar que presenta (Guzmán, 1990).

Químicamente es un fenil propanol, polímero estructural que da rigidez a las plantas y mantiene ligadas sus células, disminuye la permeabilidad al agua en los tejidos del xilema y los protege de los organismos patógenos al lado de la celulosa, la lignina es probablemente el compuesto orgánico más común formado sobre la tierra. Es soluble en soluciones alcalinas, compuestos orgánicos oxigenados y aminas (Oresanz, 1977).

En los últimos años se han efectuado investigaciones sobre la lignina y la forma en que es degradada; se ha encontrado que ciertos tipos de bacterias pueden metabolizarla lentamente, mientras que, los hongos de la pudrición blanca (Basidiomicetos) son los que más eficientemente la descomponen y metabolizan (Bis'ko y Bilay, 1992; Kirrk et al., 1981), debido a que producen fenoloxidasas, enzimas responsables de la degradación de la lignina (Lesiola y García, 1989).

2.3.3 Hemicelulosa. Es un polisacárido formado principalmente por xilosas, aunque también se encuentran presentes glucosa y manosa, ácido galacturónico, arabinosa, galactosa y otros azúcares. Las xilosas se encuentran unidas por enlaces beta 1-4 y forman polímeros de 50 a 200 residuos.

La hemicelulosa es otro de los componentes vegetales, se encuentra especialmente en maderas, bagazos de caña, cereales y otros. Comprende un grupo de polisacáridos insolubles en las paredes celulares de las plantas y de las cuales se han aislado usualmente pentosas, hexosas y poliuronidos. Se extrae usualmente de los tejidos de las plantas después de remover los lípidos de la lignina y de las pectinas (Meyrath, 1977 citado por Arenas, 1992).

2.4 DESCRIPCION DEL SUSTRATO: Bagazo de caña de azúcar y semillas de guayaba

2.4.1 Generalidades sobre Caña de azúcar. La caña de azúcar se cultiva mucho en países tropicales y subtropicales de todo el mundo por el azúcar que contiene en los tallos. La caña alcanza entre 3 y 6 m de altura y entre 2 y 5 cm de diámetro. Forma espiguillas florales pequeñas agrupadas en panículas y rodeadas por largas fibras sedosas. Se conocen diversas variedades cultivadas, que se diferencian por el color y la altura de los tallos.

La caña de azúcar común se cultiva a partir de esquejes desde la antigüedad; algunas variedades no producen semillas fértiles.

En Colombia, el primer lugar en superficie cosechada en caña panelera lo ocupa Cundinamarca, seguida de Antioquía, Nariño, Boyacá y Santander, entre los cinco suman el 69% del área nacional (Rodríguez, 1989).

La caña, es un cultivo permanente que anualmente remueve grandes cantidades de elementos nutritivos del suelo que deben devolverse mediante fertilizaciones minerales. La capacidad de absorción de los nutrientes del suelo cambia según la variedad (CORPOICA – CIMPA, 1992).

2.4.1.1 Clasificación científica según Cronquist A. 1988:

División Magnoliophyta

Clase Liliopsida (Monocotiledóneas)

Subclase Commelinidae

Orden Cyperales

Familia Poaceae

Género *Saccharum*

Especie *officinarum*

2.4.1.2 Variedades de Caña que se cultivan en Colombia. El estudio de variedades permite ubicarlas dentro de rangos ecológicos de acuerdo a su adaptación, pues cada variedad, se comporta diferente en cada medio ecológico (Rodríguez, 1997).

Sin embargo, el cultivo de una variedad en las condiciones óptimas de adaptación no es suficiente para obtener altos rendimientos; son necesarias también prácticas de cultivo adecuadas como: adecuación y preparación de tierras, sistemas de siembra, fertilización, control de malezas, manejo de plagas y enfermedades, riego, control de maduración y cosecha (Quintana y Silva, 1982)

VARIEDAD RD 75-11

Originaria de República Dominicana y es una variedad procedente del cruzamiento de CB 38-22 X CP 57-603 y se caracteriza por presentar tallos largos, reclinados y curvados, de color amarillo verdoso y cubiertos con cerosina. Entrenudo cilíndrico y largo con anillo ceroso difuso y canal de yema pequeño. El nudo tiene anillo de crecimiento ancho y la yema es ovalada y protuberante. Posee hojas largas y angostas con las puntas dobladas. No tiene buen deshoje natural y la pelusa es ausente o ligeramente escasa y rala. Puede alcanzar una germinación superior al 80%. Es fuerte y vigorosa con macollos entre 10 a 12 tallos por cepa con tendencia al volcamiento y a la floración. Presenta la tendencia a ser más atacada por *Diatrea* sp con un índice de intensidad de infestación superior al 10% y es resistente a las enfermedades del Carbón, Roya, Mosaico, Mancha de Ojo y Mancha de Anillo.

El contenido de sacarosa es superior al de PR 61-632 al igual que la producción de caña. La maduración en la hoya del río Suárez ocurre entre los 17 y 18 meses de edad y posee un buen contenido de fibra (Tabla 3).

Tabla 3. Características Agronómicas e Industriales de la variedad de caña de azúcar RD 75-11 (Memorias II Curso Internacional de Caña Panelera y su Agroindustria, Manrique R. e Insuasty O. 1.997. Cap.IV).

CARACTERISTICAS

A. ASPECTOS AGRONOMICOS.			
Susceptible al volcamiento (55%)		Crecimiento entrenudos/mes	2.0
Floración en un 5% de los tallos		Tallos molibles al corte	118.120
No presenta buen deshoje natural		Toneladas caña/ha	193.5
Rajadura de corteza en un 5% de los tallos		Toneladas panela/ha	24.19
Presencia de algunas lalas o chulquines		Rendimiento panela %	12.5
Ausencia de Pelusa.		Toneladas cachaza/ha	7.50
Altura promedio de planta	3.77 m	Toneladas Melote/ha	2.70
Altura promedio de corte	3.12 m	Toneladas Bagazo/ha	77.4
Diámetro de tallo	2.93 m	Calidad de panela	Excelente
Longitud de entrenudo	9.70 cm		
Crecimiento cm/mes	18.33g		
VARIABLES		JUGOS	PANELA
° BRIX %		21.4	90.8
Ph		5.46	5.85
Azucares reductores %		1.1	6.0
Pol % (Sacarosa)		20,1	82.2
Pureza %		93.9	90.5
Fósforo (ppm)		84.0	278.0
Humedad		-----	9.2

VARIEDAD CO 421

Variedad originaria de Coimbatore y se caracteriza por presentar tendencias al volcamiento en el 10% de los tallos, no presenta floración y su deshoje natural es parcial. Los tallos presentan crecimiento semirecto, sin rajadura de corteza, ausencia de lalas o chulquines y con contenido abundante de pelusa en la yagua de las hojas. Presenta buen porte o altura de planta (2,88 m) y tallos medianamente gruesos (2.7cm de diámetro). La población final de tallos molibles al momento del corte, puede alcanzar los 96.296 con una producción de 164.9 toneladas de caña por hectárea. Puede presentar un rendimiento en panela del 10.51% con un producto de excelente calidad bajo buenas condiciones de manejo agronómico y de proceso. Es susceptible a enfermedades como la mancha de ojo, mancha de anillo y resistente al carbón, la roya y el mosaico de la caña (Tabla 4)

Tabla 4. Características Agronómicas e Industriales de la variedad de caña de azúcar CO 421 (Memorias II Curso Internacional de Caña Panelera y su Agroindustria, Manrique R. e Insuasty O. 1.997. Cap. IV).

CARACTERISTICAS

A. ASPECTOS AGRONOMICOS	
Presenta tendencia al volcamiento (10%)	Crecimiento entrenudos/mes: 1.5
No presenta floración.	Tallos molibles al corte: 96.226
Deshoje natural parcial	Toneladas caña/Ha. : 164.9
No presenta rajadura de corteza	Toneladas panela/Ha. : 17.3
Ausencia de lalas o chulquines	Rendimiento panela %: 10.51
Contenido abundante de pelusa	Toneladas cachaza/Ha: 4.55

Altura promedio de planta:	2.88m	Toneladas melote/Ha:	2.00
Altura promedio de corte:	2.27m	Toneladas bagazo/Ha:	73.6
Diámetro de tallo:	2.7cm	Calidad de panela:	Excelente
Longitud de entrenudo:	9.5cm		
Crecimiento cm/mes :	14.4cm		
B. ASPECTOS INDUSTRIALES			
VARIABLES	JUGOS		PANELA
°BRIX %	19.0		88.8
Ph	5.3		5.72
Azúcares Reductores %	1.0		6.7
Pol % (Sacarosa)	17.5		81.3
Pureza %	92.1		91.5
Fósforo (ppm)	202.0		398.0
Humedad	-----		11.2

2.4.1.3 Características físicas del bagazo. El bagazo de caña de azúcar es el subproducto de la molienda de la caña de azúcar, que se define como un residuo fibroso que resulta luego de la extracción del jugo de sacarosa. Constituye aproximadamente el 15% en peso y físicamente es un manojo de hebras fibrosas de la corteza mezcladas con haces de fibra y polvillo de médula. (Acevedo, 1989).

Su composición física, (Tabla 5) es aproximadamente constante a pesar de las diferentes clases de cañas que se emplean para la molienda. Su humedad promedio es de 45% en peso, tiene un peso volumétrico variable reportándose valores que oscilan desde 50 kg/m³ hasta 96 kg/m³ en base seca, otras pruebas realizadas reportan valores de 210 a 220 kg/m³ en base seca. El bagazo contiene azúcares residuales en una proporción de 3 a 5% constituyendo un rico sustrato para el crecimiento y desarrollo de microorganismos.

Esta formado por células de distinto tamaño y morfología. Está constituido por dos tipos de fibras longitudinales y diámetros diferentes, las fibras corticales de la parte externa cuya función principal es servir de sostén y las fibras medulares o haces fibrovasculares que son las encargadas de la circulación de agua y sales, así como de las sustancias elaboradas por la misma planta (ICA, 1993)

Tabla No. 5 Composición física del bagazo de caña de azúcar (Correa, 1988)

COMPONENTES	%
COMPONENTES ORGÁNICOS: Fibra (celulosa) Hemicelulosa Lignina	45 – 60
SOLIDOS NO SOLUBLES: Tierra Piedras Sustancias coloidales	2-3
SOLIDOS SOLUBLES: Ceras Peptinas Acidos grasos	2-3
AGUA	50

2.4.1.4 Características químicas del bagazo. Químicamente las fibras corticales y los haces fibrovasculares son prácticamente iguales, aunque el grado de condensación de lignina es mayor en las primeras. La médula es un tejido esponjoso que une estas fibras y que en la planta viva forma las paredes de las células donde se depositan los jugos de las plantas (ICA, 1993), sus componentes están agrupados en la Tabla 6.

Tabla 6. Composición química del bagazo de caña de azúcar (Correa, 1988)

COMPONENTE	BAGAZO INTEGRAL (%)	FRACCION FIBROSA (%)	FRACCION MEDULA (%)
Celulosa	45	47,7	41,2
Pentosanos	25	25	25
Lignina	20,7	19	21,7
Extractivos alcohol-benceno	2,7	2,4	2,9
Solubilidad en agua caliente	4,1	3,4	4,3

Solubilidad agua fría	2,2	2,2	3
Solubilidad NaOH (1%)	34,9	32	36
Cenizas	2,6	1,4	5,5

2.4.1.5 Características bióticas del bagazo. Entre los microorganismos presentes en el bagazo se encuentra bacterias y hongos (Tabla 7):

Tabla 7. Microorganismos presentes en el bagazo de caña de azúcar (Sais y García, 1977)

Microorganismos	Género	Especie
Bacterias	<i>Bacillus sp.</i>	
	<i>Staphylococcus sp.</i>	
	<i>Micrococcus sp.</i>	
	<i>Streptococcus sp.</i>	
	<i>Streptomyces sp.</i>	
	<i>Clostridium sp.</i>	
Hongos	Pichia	<i>P. membranofaciens</i> <i>P. biovar</i> <i>P. polimorfa</i>
	Debaryomices	<i>D. nicotinaeae</i> <i>D. subglobosus</i> <i>D. kloeckeri</i>
	Hansenula	Sp
	Aspergillus	<i>A. wentii</i> <i>A. glaucus</i> <i>A. terreus</i>
	Monilia	<i>M. sitophila</i>
	Cladosporium	<i>C. herbarum</i>
	Aleurisma	<i>A. carnis</i>

2.4.2 Generalidades sobre guayaba. En la región, además del cultivo de la caña de azúcar, se encuentran explotaciones silvestres de guayaba (*Psidium guajava* L.) que se caracteriza por ser una de las frutas de mayor contenido de Vitamina C con 200 a 240 mg/100g de parte comestible. Contiene además, Vitamina A, Tiamina, Riboflavina y Niacina; minerales como el calcio, hierro y fósforo. Además es considerada como una fruta con alto contenido de fibra (2.8g/100g) y bajo contenido de grasa, características

que corresponden a las tendencias del consumo (ICBF, 1992 tomado de Plan Nacional para el Desarrollo Tecnológico Agroindustrial de la Guayaba en Colombia, 1998)

Todos los autores y botánicos están de acuerdo en que la guayaba es una fruta americana que se desarrolla y fructifica bien desde México hasta Argentina. Oviedo en 1526 se refiere, según algunos investigadores, a esta planta, que se encontraba en casi todas las regiones de las Indias Occidentales, de donde fue llevada a otras partes como Filipinas, la India y el Pakistán. Daniel Mesa dice que la palabra “guayaba” es de origen caribe. Los botánicos coinciden en que la guayaba es de América del Sur, pero no se conoce con exactitud el lugar preciso de su origen; algunos consideran que puede ser Colombia la verdadera patria de esta fruta o también, en una forma más amplia y acertada, la región comprendida entre este país y el Brasil (Córdoba, 1985 citado por Restrepo, 1997).

Su sistema de producción semisilvestre, permite calificar la guayaba, como un producto “limpio” y armónico con los conceptos del desarrollo sostenible puesto que en su cultivo no se utilizan agroquímicos.

Este sistema es característico de las zonas de economía campesina de clima medio; en donde junto con el café, el plátano, los cítricos, la yuca y los bovinos de doble propósito, conforman las fuentes de ingreso de aproximadamente 8.000 familias campesinas dispersas en Santander, Boyacá, Tolima, Cundinamarca, Huila, Antioquía, Cauca, Nariño y Atlántico principalmente.

Aunque las cifras de áreas de cultivo y de producción de guayaba son muy disímiles por la dificultad de estimar la superficie ocupada por la especie bajo las condiciones de cultivo

asociado, se estima que la producción de la fruta, es cercana a 101.048 toneladas por año y la superficie cosechada es de 10.146 hectáreas, lo cual permite estimar un rendimiento cercano a las 10 ton/Ha (Min. Agricultura, 1997. Tomado de Plan Nacional de Desarrollo Tecnológico Agroindustrial de la guayaba, 1998).

Del total de la guayaba comercializada, el 70% se destina al consumo en fresco y el 30% a la industria de bocadillos y conservas. El gasto de los hogares colombianos en su adquisición representa cerca del 6.5% del gasto en frutas (Calculado con base en la Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos del DANE, 1995, tomado de Plan Nacional para el Desarrollo Tecnológico Agroindustrial de la Guayaba en Colombia, 1998).

En cuanto a variedades se puede decir que en la Hoya del Río Suárez existen: La Criolla roja, Criolla blanca, Guadalupe, Guavatá Victoria, Regional roja, Palmira ICA-1, Roja ICA-2, CIMPA-00196; que predominan y presentan buen comportamiento igual a producción.

Otras variedades de preferencia internacional son: Puerto Rico, de color blanco, la Roja Africana de pulpa roja, la Rojo Polo Nuevo de pulpa rosada, como también algunas ácidas como la Trujillo, de pulpa rosada (CORPOICA, Caracterización y producción de guayaba, 1995).

Las variedades mencionadas han sido seleccionadas por productores, técnicos e intermediarios, por su calidad, resistencia al transporte y buenas cualidades fisicoquímicas y sensoriales, siendo más apetecidas en la comercialización como fruta fresca (Gélvez, 1998).

Tabla 8. Importancia socioeconómica de la Agroindustria de la Guayaba (CIMPA, 1995).

Población total estimada	8.000 familias
Area sembrada	10.146 has. Tercer puesto en frutales.
Valor cosecha	\$5.250 millones (año 95). Precio promedio \$50/kilo
Características productores	Alta densidad población rural. 50% población menor de 15 años. Calidad vida baja.
Producción bocadillo	35.000 toneladas/año
Valor de la producción	\$21.000 millones.
Fábricas	300 país. 150 en Santander.
Personal vinculado	8.500 personas. 4.000 empleados permanentes
Tipo de mano de obra	80% familiar. Mayoría mujeres.

La agroindustria de la guayaba, es la tercera en importancia en la región (Tabla 8), después del café y la caña y la mayoría de los empleos que genera ocupa mano de obra familiar con alta participación de la mujer. La zona de influencia del proyecto es la principal productora de guayaba del país y las 150 fábricas, producen más de 35.000 toneladas de bocadillo con sistemas de vapor generado por calderas que utilizan la semilla de guayaba como complemento del carbón, que es la principal fuente energética.

Clasificación científica según Cronquist A. 1988:

Reino : Vegetal

Clase : Angiosperma

Subclase : Dicotiledóneas

Orden : Myrtales

Familia: Myrtaceae

Género: *Psidium*

Especie: *guajava*

3. MATERIALES Y METODOS

3.1 MATERIALES

3.1.1 Marco geográfico. La Hoya del Río Suárez es una unidad geográfica conformada por las provincias de Bajo Ricaurte (Boyacá) y las de Vélez, Guanentá y Comunera en Santander. Su localización geográfica está ubicada entre los 5° 59' y 6° 05' de Latitud Norte y 73° 30' a 73° 37' de Longitud Oeste.

Los municipios productores de caña para panela están localizados entre los 1.100 y 2.100 m.s.n.m., con una temperatura entre los 17 y 22 grados centígrados (Galeano, 1994).

La zona cañera de la Hoya del Río Suárez, tiene una extensión de más de 30.000 hectáreas. Se cultivan en estas regiones pastos, café y otros productos de autoconsumo principalmente plátano, yuca, maíz, guayaba, etc. Estos cultivos principalmente el frijol y el maíz, se han venido recomendando intercalados con caña utilizando algunas tecnologías de siembra y fertilización para aumentar la productividad.

El proceso experimental se realizó en las instalaciones del Centro de Investigaciones para el Mejoramiento de la Industria Panelera CIMPA, de la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria CORPOICA, ubicado al norte del municipio de Barbosa, en el departamento de Santander, a 2 Km. por la carretera antigua que va de este municipio al corregimiento de Cite. Se encuentra a una altura de 1.580 m.s.n.m. con una temperatura media de 22° C, una precipitación media anual de 1.800mm y una Humedad Relativa del 75% (Riveros, 1999).

3.1.2 Materiales de laboratorio de Microbiología. Los materiales de laboratorio de microbiología que se emplearon fueron los siguientes: Cajas de Petri, PDA y Agar Malta, nevera, autoclaves, bolsas plásticas negras y transparentes, agujas de disección, cubetas, algodón, papel aluminio, papel absorbente, frascos o bolsas de poliestireno, cinta de enmascarar, balanzas, cuarto de incubación, zona de riego (Figura 1).



Figura 1. Materiales de laboratorio

3.1.3 Materiales de laboratorio de Físicoquímica. Los materiales de laboratorio de análisis Físicoquímicos que se emplearon fueron los siguientes: Digestor Morris, balanza analítica, horno de secado, polarímetro o sacarímetro, vasos de análisis o de precipitado, erlenmeyers (250 ml), balones de aforar, refractómetro, planchas magnéticas, pH metro, taras (cajas metálicas), embudos, buretas, pipetas, tubos de polarización, papel filtro, agitadores magnéticos, agua destilada, carbonato de sodio al 5%, acetato básico de plomo, NaOH 0.1 Normal, fenolftaleína, celite.

3.1.4 Materiales de Planta Piloto CIMPA. Los materiales utilizados en la Planta Piloto del CIMPA fueron los siguientes: Marmita, calderas, cachazeras, ollas de diferente

capacidad, costales de lona o fibra, canecas de metal, estufa semi- industrial o fogón, autoclave.

3.1.5 Materiales de campo

Bagazo de caña de azúcar, semillas de guayaba, trigo, maíz, arroz, yuca, papa, cal, agua.

3.2 METODOS

3.2.1 Métodos de Laboratorio

3.2.1.1 Producción del Inóculo. A partir de esporas de carpóforos previamente seleccionados por sus características fenotípicas y pertenecientes a las cepas INIREB y Sajor caju, fueron depositadas en una caja de petri con Agar Malta y/o Sabureaud dextrosa agar en condiciones de asepsia y de laboratorio apropiadas para su germinación y desarrollo, de esta forma se obtuvieron cultivos puros de las cepas. La siembra de la esporada se colectó directamente del hongo y por dilución hasta obtener cultivos monospóricos para la producción de hongo semilla en trigo (Figura 2).



Figura 2. Hongo in vitro

3.2.1.2 Siembra del Micelio para Obtención de hongo-semilla. Para un solo cultivo, el trigo se sometió a hidratación trigo durante más o menos 24 horas, de tal forma que el grano quedó blando pero entero.

Luego se dejó orear para ser mezclado con cal; en una proporción de 10 g por cada kilo de trigo. Se envasaron frascos con este producto hasta en un 75% de su volumen total, fueron tapados con papel de aluminio y se esterilizaron a 15 libras de presión y 120° C por media hora. Se dejaron enfriar y fueron agitados para separar los granos, luego fueron inoculados con las cepas del hongo *Pleurotus ostreatus* (INIREB y Sajor caju) provenientes de la purificación previa en cajas de Petri tomando trozos de este cultivo e introduciéndolas en los frascos con el sustrato, en condiciones asépticas. Se incubaron de 13 a 15 días, al cabo de los cuales se obtuvo el micelio del hongo para inocularlo en el sustrato a evaluar. Esta incubación se hizo a temperatura ambiente y/o en la oscuridad (Figura 3).



Figura 3. Incubación del hongo semilla

3.2.1.3 Ensayo 1: Preparación del Sustrato. El sustrato que se utilizó para el cultivo del hongo comestible *Pleurotus ostreatus* fue el bagazo de dos variedades de caña de azúcar (RD 75-11 y CO 421) comunes en la región, a los cuales se les aplicaron diferentes tiempos de lavado como tratamientos experimentales con el fin de eliminar la mayor cantidad de sacarosa y ácidos posibles presentes aún en el sustrato evitando así la proliferación de microorganismos contaminantes y optimizando la invasión del hongo.

Estos consistieron en:

1. Bagazo con 12 horas de lavado en agua
2. Bagazo con 24 horas de lavado, en agua.
3. Bagazo con 48 horas de lavado en agua.
4. Bagazo sin lavado (Testigo).

Después de estos tiempos de lavado, se dejó orear el sustrato para reducir la cantidad de humedad. Luego, se empacó en costales de fibra y se esterilizó en autoclave durante 45 minutos a 15 psi. Se trasladaron al laboratorio de microbiología y se ubicaron en la cámara de flujo para evitar contaminación, además de esto, en las noches se encendió la luz ultravioleta.

3.2.1.4 Inoculación del Sustrato. Después del tratamiento anterior, se dejó enfriar y se empacó en bolsas plásticas negras, en las cuales se alternaron sucesivamente capas de sustrato y hongo- semilla bien distribuidas hasta completar la bolsa.

Se utilizó una cantidad de 150gr de inóculo por 1.5kg de sustrato. Las bolsas se cerraron más o menos ajustadas y se perforaron con una aguja esterilizada unas 80 veces alrededor de la bolsa para permitir intercambio gaseoso entre el sustrato y el medio externo. Se marcaron con la fecha y los datos, de acuerdo, con el tipo de tratamiento. Se realizaron cuatro replicaciones por tratamiento (Anexo A).

3.2.1.5 Periodo de Incubación. Luego de la inoculación del sustrato, las bolsas fueron llevadas a un lugar acondicionado para ser incubados, donde se ubicaron fácilmente en el piso previamente desinfectado con hipoclorito de sodio. Permanecieron allí por 30 días al cabo de los cuales fueron retiradas las bolsas negras que cubrían el sustrato y se calificó el estado de incubación (Figura 4).



Figura 4. Incubación del pan

3.2.1.6 Periodo de Riego. Para este periodo fue construido un invernadero de 10 m de largo x 2.5 m de ancho, con paredes en malla polisombra. Además, se construyeron cuatro estantes para ubicar allí todas las unidades experimentales.

Luego de destapar las bolsas, estas fueron llevadas al invernadero y ubicadas completamente al azar sobre los estantes (Figura 5). Se regaron los “panes” o bloques de sustrato dos y tres veces al día dependiendo de la temperatura del lugar, ya que se presentaron temperaturas muy altas. Luego se recogieron la primera y segunda cosecha cuando los carpóforos empezaron a tomar forma cóncava. Se empaclaron en bolsas transparentes y se pesaron en la balanza analítica para observar la producción en gramos por unidad experimental (Anexos C y D). Durante este periodo de producción, fue instalado un higrotermógrafo para tomar datos diarios sobre las condiciones ambientales como temperatura y humedad relativa y también se realizó el registro de plagas y su efecto sobre el cultivo.



Figura 5. Pan colonizado por micelio del hongo *Pleurotus ostreatus* listo para iniciar el periodo de riego.

3.2.1.7 Ensayo 2: Preparación del sustrato. En este ensayo se evaluaron las cepas (INIREB y Sajor caju) y el efecto que produce la complementación del sustrato con tres diferentes porcentajes de semillas de guayaba sobre la eficiencia biológica. Se tomaron en cuenta únicamente la variedad de caña de azúcar CO 421 y el tiempo de lavado correspondiente a 48 horas ya que presentaron mayor rendimiento en el Ensayo 1.

Se aplicaron los siguientes tratamientos para cada una de las cepas del hongo:

- Sustrato de bagazo más 10% de semillas de guayaba
- Sustrato de bagazo más 20% de semillas de guayaba
- Sustrato de bagazo más 30% de semillas de guayaba
- Testigo

Para este ensayo se implementó la siembra con bolsas transparentes y negras. Realizada la siembra, cada pan fue marcado con la fecha y el tipo de tratamiento (Anexo B). En este caso, para el periodo de riego, se retiraron las bolsas negras y se hicieron perforaciones en el plástico transparente en las zonas de iniciación de los primeros carpóforos. Se trasladaron al invernadero donde se recogieron también la primera y segunda cosecha cuando los carpóforos empezaron a tomar forma cóncava. Se empacaron en bolsas transparentes y se pesaron en la balanza analítica para observar la producción por unidad experimental (Anexos E y F) (Figura 6).



Figura 6. Carpóforo de la cepa Sajor caju, correspondiente al segundo ensayo

Para este ensayo y como forma de control de plagas (insectos) se construyeron e instalaron toldillos en tul para protección de cada “pan”. Además, se cubrieron también todas las paredes del invernadero con tul para una mayor protección y se regó cal agrícola en los bordes y piso (Figura 7).



Figura 7. Toldillos usados como medida preventiva ante el ataque de plagas

Durante este periodo de producción, se tomaron datos diarios sobre las condiciones ambientales como temperatura y humedad relativa.

3.2.1.8 Transferencia del sistema de producción artesanal de *Pleurotus*, a la comunidad. Posterior a la realización y obtención de resultados de los ensayos 1 y 2, se llevó a cabo la transferencia mediante un taller teórico- práctico en el que se dio a conocer un sistema artesanal para la fácil producción de este hongo comestible a técnicos, profesionales y amas de casa de la región.

3.2.1.9 Difusión de resultados. Los resultados obtenidos se darán a conocer en un artículo para publicar en revistas técnico- científicas con el fin de ser difundidos a la comunidad asociada a la agroindustria de la panela y guayaba.

3.2.2 Métodos para análisis fisicoquímicos

3.2.2.1 Determinación del porcentaje de humedad en bagazo de caña. El procedimiento para este análisis consistió en pesar la tara o caja vacía y anotar el peso (Peso caja). Se colocó la muestra de 100 g de bagazo en la caja y se anotó su peso inicial (Pi). La caja fue llevada al horno de secado y se sometió a 60°C durante 12 hrs y después a 105°C durante 24 hrs. Pasado este tiempo, se pesó nuevamente y se anotó el peso final (Pf).

CALCULOS:

$$\% \text{ de Humedad} = \frac{P_i - P_f}{P_i - P_{\text{caja}}} \times 100$$

3.2.2.2 Determinación del porcentaje de fibra en bagazo de caña. Se pesaron 50 g de bagazo (Pi), se lavó varias veces en agua caliente, hasta que se obtuvo el agua de lavado clara.

Se pesó la tara y se anotó este peso (Peso caja). Luego se colocó la muestra de bagazo previamente lavada en la tara y fue secada en el horno a 60°C durante 12 hrs y a 105°C durante 24. Luego de esto se anotó el peso final (Pf).

CALCULOS:

$$\text{Fibra \% bagazo} = \frac{\text{Pf} - \text{Pcaja}}{\text{Pi}} \times 100$$

3.2.2.3 Determinación del porcentaje POL (sacarosa) en bagazo. El digestor Morris fue pesado y se anotó su peso.

Se tomaron 100 g de bagazo, se colocaron en el digestor y se adicionaron 495 ml de agua caliente y 5 ml de una solución al 5% de carbonato de Na.

Se calentó a baño maría, dejando hervir por una hora. Durante este lapso de tiempo, se presionó cada 10 – 15 minutos fuertemente con la prensa del digestor.

Se dejó enfriar y se pesó nuevamente el digestor registrando el peso de bagazo más agua. Luego se presionó fuertemente y fue drenado en su totalidad el extracto o solución y se filtró. Parte de esta muestra fue llevada a un erlenmeyer de 30 – 40 ml. Se adicionaron 0.5 g (1ml) de acetato básico de plomo y se mezcló.

Se filtró descartando los primeros 20 – 25 ml de filtrado. El embudo fue cubierto con papel de filtro y celite durante la filtración. Se lavó el tubo de polarizar (200 ó 400 mm) con varias porciones de filtrado, se llenó y tomó la lectura del polarímetro.

CALCULOS:

$$\% \text{ POL} = \frac{\text{(Diferencia de peso - Fb) Lectura polarimétrica (200 mm)}}{384.5}$$

DIFERENCIA DE PESO= Peso del digestor con torta y extracto - Peso del digestor vacío

Fb = Fibra % bagazo

Para tubo de 400 mm:

$$\% \text{ sacarosa en bagazo} = \frac{\text{Lectura sacarímetro x (peso bagazo + agua - fibra)}}{769}$$

3.2.2.4 Acidez titulable. Se pesaron 10 g de muestra previamente homogeneizada, y se diluyó en agua hasta tener un aforo de 100 ml. Se hizo un filtrado con papel.

Luego se tomaron aproximadamente 50 ml de filtrado y se aforaron en un balón de 50 ml. El filtrado fue transferido a un vaso de precipitado y se agregaron 2 - 4 gotas de fenolftaleína. El vaso se colocó en una plancha con agitación magnética para visualizar el cambio de color, se introdujo el pH metro en la muestra para verificar el pH.

Se tituló la muestra con una solución de NaOH 0.1 Normal, hasta que se llegó a un pH de 8.2 y/o lograr un viraje de color fucsia.

CALCULOS:

$$\% \text{ Acidez (g/ml)} = \frac{100 \times V1 \times N \times \text{Meq}}{V}$$

V = Volumen de la alicuota en ml

V1 = ml de la solución de NaOH

Meq = 0.06404

3.2.3 Métodos estadísticos. El diseño se hizo con distribución de los tratamientos en forma completamente al azar. Se realizaron análisis de varianza para indicar la interacción entre las diferentes fuentes de variación. Se realizaron también, pruebas de Duncan para observar efectos individuales.

4. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1 PRIMER ENSAYO (E1): PRODUCCION DE *Pleurotus ostreatus* SOBRE DOS VARIEDADES DE BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR

4.1.1 Siembra. Se tomaron 1.5 Kg. de bagazo (96 kg.) al observarse pérdida de superficie y sustrato.

En esta ocasión la humedad del sustrato de la variedad CO 421 fue de 15.97% y de la variedad RD 75-11 de 13.13% con niveles de fibra de 81.45 y 76.60% respectivamente (Tabla 31).

4.1.2 Invasión y colonización del sustrato por *Pleurotus ostreatus*. Después de un mes de incubación, se sacaron al invernadero (Cuarto de botonamiento y desarrollo de carpóforos), los 64 panes, evaluándose el porcentaje de invasión, no invasión y contaminación del sustrato, reportados en la tabla 9:

Tabla 9. Porcentajes de Invasión, No Invasión y Contaminación del sustrato encontrados en el primer ensayo

CEPA	VAR	T.LAV	REP 1			REP 2			REP 3			REP 4			P R O M E D I O		
		Hora	% INV	% NI	% C	% INV	% NI	% C	% INV	% NI	% C	% INV	% NI	% C	% INV	% NI	% C
Sajor caju	CO 421	0	30	30	40	80	10	10	98	2	0	80	5	15	72	11.7	16.2
		12	100	0	0	99	1	0	100	0	0	0	100	0	72.5	0.2	0
		24	100	0	0	80	15	5	98	2	0	95	5	0	93.2	5.5	1.2
		48	100	0	0	100	0	0	100	0	0	75	5	20	93.7	1.2	5
	RD 7511	0	30	30	40	95	0	5	55	5	40	95	3	2	68.3	9.5	21.7
		12	100	0	0	95	4	1	80	10	10	80	20	0	88.7	8.5	2.7
		24	100	0	0	90	9	1	98	1	1	100	0	0	97	2.5	0.5
		48	98	2	0	99	0.5	0.5	100	0	0	100	0	0	99.2	0.6	0.1
INIREB	CO 421	0	2	96	2	80	10	10	60	20	20	70	10	20	55.5	34	13
		12	95	2	3	100	0	0	100	0	0	100	0	0	98.7	0.5	0.7
		24	99.5	0.5	0	100	0	0	99.5	0.5	0	90	10	0	97.2	2.7	0
		48	97	0	3	98	0	2	99	0	1	100	0	0	98.5	0	1.5
	RD 7511	0	80	5	15	5	95	0	85	10	5	80	10	10	62.5	30	7.5
		12	60	35	5	80	20	0	98	2	0	100	0	0	84.5	14.2	1.2
		24	99	1	0	99.8	0	0.2	97	2	1	92	7.5	0.5	96.9	2.6	0.4
		48	100	0	0	100	0	0	0	95	5	100	0	0	75	23.7	1.2

VAR. = Variedad de bagazo de caña de azúcar

T.LAV.= Tiempo de lavado del bagazo

REP= Replicación por tratamiento

INV = Porcentaje de invasión registrado

NI = Porcentaje de No Invasión

C = Porcentaje de Contaminación encontrado

El porcentaje de invasión y colonización del sustrato por parte del micelio del hongo en el periodo de incubación fue buena en todos los tratamientos.

Se encontró como mejor tratamiento el de la cepa Sajor caju con la var. RD 75-11 y 48 hrs de lavado el cual presentó un 99.2% de colonización, seguido por un 98.7% de la cepa INIREB, var. CO 421 y 12 horas de lavado y un 98.2% de la misma cepa y variedad con un tiempo de lavado de 48 horas. Registrándose para 0 horas de lavado, datos que oscilan entre el 53 y 68.7% de colonización para las dos cepas y variedades.

Para los tratamientos con 12 horas de lavado, datos entre el 74.7 y 98.7% de invasión del sustrato con las dos cepas y variedades. Para tratamientos con 24 horas de lavado, datos entre el 93.25 y 97.2% y para 48 horas, datos entre 93.7 y 99.2% de colonización para las dos variedades y cepas.

Se observó que se presentaron niveles mayores de colonización a medida que aumentaba el tiempo de lavado del bagazo para ambas cepas y variedades ya que se registra que para los 4 tratamientos testigos, el porcentaje de invasión no superó el 64% promedio, donde la cepa Sajor caju presentó un 70.37% de colonización y la cepa INIREB el 57.75% de invasión. La variedad CO 421 registro un 65% de colonización y la variedad RD 7511 el 65.62%.

Para 12 horas de lavado, se registró un valor promedio de 85.93% de colonización para los 4 tratamientos. Esto indica que en la cepa Sajor caju se observó el 81.75% de invasión y para la cepa INIREB el 91.62%. La variedad CO 421 presentó el 86.75% y la variedad RD 7511 un promedio de 86.62%.

Para 24 horas de lavado, se registró un valor promedio del 96.08% de invasión para los 4 tratamientos. La cepa Sajor caju presentó un promedio de colonización del 95.12%, mientras que, la cepa INIREB el 97.05%. La variedad CO 421, registró un promedio de invasión del 95.22% y la variedad RD 7511 el 96.95%.

Para 48 horas de lavado, se presentó un valor promedio de colonización del 97.2% para los 4 tratamientos. Para la cepa Sajor caju se registró un promedio de colonización del 96.47% y para la cepa INIREB el 91.60%. Para la variedad CO 421, se observó un

promedio de 95.97% de invasión y para la variedad RD 7511 un valor de 92.10% promedio.

Se observa que tanto las cepas como el bagazo de ambas variedades, no variaron mucho en cuanto a los porcentajes de invasión. Sin embargo, estos valores indican que a medida que se eliminan los residuos de ácidos y sacarosa con lavados a diferentes intervalos de tiempo, el sustrato de bagazo de caña de azúcar, se va acondicionando para la proliferación óptima de *Pleurotus ostreatus* ya que, según García, 1987, el sustrato debe poseer un pH básico que se logra al realizar estos lavados (Tabla 32).

Los porcentajes de no Invasión fueron relativamente bajos.

Teniendo para el tratamiento con 0 horas de lavado, las dos cepas y las dos variedades datos que oscilaron entre 9.5 y 34%. Para 12 horas de lavado, datos entre 0.5 y 25.2% con las dos cepas y variedades. Para 24 horas de lavado, datos que oscilaron entre 2.5 y 5.5% y entre 0 y 2.3% para tratamientos con 48 horas de lavado, las dos cepas y las dos variedades.

Se observa que disminuyeron a medida que aumenta las horas de lavado, tal vez, por la misma razón anterior.

Otra razón podría ser la humedad del sustrato que se trabajó en el primer ensayo, ya que al momento de sembrar las 64 unidades experimentales, éste presentó una humedad promedio del 78.52% y según García, 1987 esta debe oscilar entre el 65 y 75% para una buena proliferación de *Pleurotus ostreatus* sobre el sustrato, aunque Stamets, (1993),

opina que la ideal debe estar entre el 70 y 80%. Lo que indicaría que la humedad del bagazo de caña fue la óptima para el crecimiento del hongo.

Los datos de contaminación fueron relativamente altos como en el caso del tratamiento con 0 horas de lavado, variedad RD 75-11 y la cepa Sajor caju que presentó una contaminación del 21.75%, seguido por la variedad CO 421 con iguales tiempo de lavado y cepa que presentó un 16.25 %; la variedad CO 421 con 13% y la RD 75-11 con un 7.5% con el mismo tiempo de lavado y la cepa INIREB. Para los otros tratamientos, los porcentajes de contaminación oscilaron entre el 5 y el 0.12% para las dos cepas, las dos variedades y los tres tiempos de lavado restantes.

Se observó que los mayores promedios se encontraron en los testigos con un 14.62% promedio para los 4 tratamientos y se observó que disminuían a medida que aumentaba el tiempo de lavado. Se tiene entonces que para 12 horas de lavado, se registró un promedio de 3.1%, para 24 horas de lavado 1.18% promedio y para 48 horas 0.54% promedio de contaminación.

El comportamiento de los promedios de contaminación en el primer ensayo, coincide con el de los porcentajes de no Invasión ya que se presentaron hongos inferiores del ambiente como *Aspergillus*, *Rhizopus* y *Trichoderma* el cual, según García, 1987, se caracteriza por acidificar el sustrato impidiendo el crecimiento de *Pleurotus ostreatus*. Estos hongos desaparecieron en el periodo de riego pero, aún así, no permitieron la adecuada y total proliferación de *Pleurotus*.

4.1.3 Aparición de primeros carpóforos. Se registró la aparición de primeros carpóforos por cosecha (Tabla 10) a partir del momento de iniciación del periodo de riego.

Comparado igualmente con Cepeda y Zorro, 1998, que reportan la aparición de carpóforos en compostaje de bagazo de caña de azúcar, al séptimo día después del primer riego. Así mismo, con Arenas, 1992, que registró en sustratos de cascarilla de algodón la aparición total de primordios entre los días 4 y 7; sobre cascarilla de arroz entre los días 8 y 11 y sobre residuos de madera (viruta) entre los días 5 y 8 después del primer riego.

En la segunda cosecha, se observó que la aparición de primordios fue más lenta y demorada, ya que, mientras en la primera cosecha tardaron 4 días en salir en la totalidad de los tratamientos, en esta, tardaron 9. Esto se debió, en parte, al ataque de plagas que se reportó, las cuales causaron esta demora y la no aparición de carpóforos en 6 de los tratamientos.

4.1.4 Plagas y enfermedades. Al finalizar el periodo de incubación, se observó la presencia de hongos inferiores como *Aspergillus*, *Rhizopus* y *Trichoderma*; este último ocasionó acidificación del medio provocando la disminución y no invasión por parte del micelio de *P. ostreatus* (García, 1987) sobre el sustrato. Estos hongos desaparecieron en su totalidad en el periodo de riego y producción.

El ataque de plagas se registró en la segunda cosecha. Posiblemente en la primera ovipositaron y en el lapso de tiempo entre esta y la segunda, se desarrollaron las larvas de dípteros y coleópteros observadas.

Se presentaron dos especies de dípteros comunes y una de coleópteros. Estos últimos, eran de color rojo con manchas negras y blancas y medían aproximadamente de 3 – 8 mm.

Parece ser que la estructura del sustrato tiene mucho que ver con su abundancia y reproducción, ya que los coleópteros se refugiaron entre los espacios que quedaron entre el bagazo y se observó mayor presencia de individuos en aquellos panes donde había mayor desprotección por falta de cubrimiento con micelio. Los panes de este ensayo no poseían bolsa transparente lo que favoreció la proliferación de estos insectos. Ingresaban al sustrato volando desde afuera del invernadero, una vez allí se introducían en él y comenzaba la reproducción.

El ataque consistió en perforar el pie y las laminillas de los carpóforos reduciendo la producción en un 90% para la segunda cosecha.

4.1.5 Eficiencia Biológica. La Eficiencia Biológica se halló dividiendo la producción del hongo fresco en gramos por el peso del sustrato en base seca.

La humedad del bagazo de la variedad CO 421 fue de 15.95% por lo tanto 239.55 g fueron humedad y 1260.45 g, sustrato seco tomando como referencia 1500 g de sustrato inicial.

$$1500 \text{ g} \times 15.95\% = 239.55$$

$$1500 \text{ g} - 239.55 \text{ g} = 1260.45 \text{ g}$$

La humedad del bagazo de la variedad RD 75-11 fue de 13.13 % lo que indica que para 1500 g de sustrato inicial, 196.95 g fueron humedad y 1303.05 g sustrato seco.

$$1500 \text{ g} \times 13.13 \% = 196.95$$

$$1500 \text{ g} - 196.95 = 1303.05$$

Se halló la eficiencia biológica por cosecha y por tratamiento. Los datos se reportan en la tabla 11.

Tabla 11. Eficiencia biológica de *Pleurotus ostreatus* por tratamiento en el primer ensayo

CEPAS	VARD.	T. LAV.	PRIMERA COSECHA		SEGUNDA COSECHA		TOTAL PRODUCCION E1	
			PS. PRM.(g)	EF.BIO.(%)	PS.PRM.(g)	EF.BIO.(%)	PS.PRM.TT.(g)	EF.BIO.TT.(%)
Sajor Caju	CO 421	0	626.6	49.71	48.1	3.8	674.7	53.52
		12	895.2	71.02	88.6	7.02	983.8	78.05
		24	875.6	69.46	135.3	10.73	1010.9	80.20
		48	1410.7	11.92	233.03	18.48	1647.7	130.72
	RD 7511	0	716.5	56.84	12.7	1.00	729.2	57.85
		12	412.4	32.71	87.1	6.91	499.5	39.63
		24	660.6	52.40	60.1	4.76	720.7	57.17
		48	936.3	74.28	124.3	9.86	1060.6	84.15
INIRE B	CO 421	0	643.1	49.35	37.3	2.86	680.4	52.22
		12	716.7	55.00	90.8	6.96	807.5	61.97
		24	880.5	67.57	144.1	11.05	1024.6	78.62
		48	2087.3	160.18	235.1	18.04	2322.4	178.22
	RD 7511	0	526.6	40.41	24.9	1.91	551.5	42.33
		12	640.6	49.16	53.9	4.13	694.5	53.30
		24	796.3	61.11	58.5	4.48	854.8	65.60
		48	882.8	67.74	34.4	2.63	917.2	70.38

PS.PRM.= Peso promedio en gramos por tratamiento y cosecha

EF. BIO. = Porcentaje promedio de eficiencia biológica por tratamiento y cosecha

PS.PRM.TT. = Peso promedio total en gramos por cosecha

EF.BIO.TT.= Porcentaje de eficiencia biológica total por cosecha

La eficiencia biológica del primer ensayo fue evaluada para las dos cosechas (Anexos C y D), en un transcurso de aproximadamente tres semanas y media. Se observó buen crecimiento de carpóforos en la primera cosecha, mientras que la segunda fue notablemente reducida por el ataque de plagas anteriormente mencionadas las cuales ocasionaron bajo crecimiento, destrucción de carpóforos y la no aparición de ellos.

Se observó una mayor eficiencia biológica en el tratamiento de 48 horas de lavado con la cepa INIREB y la variedad CO 421 de 178.22% la cual es notoriamente superior al resto de tratamientos. Le sigue en importancia el mismo tratamiento pero con la cepa Sajor caju, el cual presentó una eficiencia biológica del 130.72%. El mismo tratamiento (48 horas) con la variedad RD 75-11 presentó una eficiencia biológica de 84.15% para la cepa Sajor caju y 70.38% para la cepa INIREB.

Estos valores determinaron la variedad y el tiempo de lavado a utilizar en el segundo ensayo.

Los otros tratamientos presentaron una eficiencia de 42.33 a 57.85 % para el tratamiento de 0 horas con las dos variedades y cepas. El tratamiento de 12 horas de lavado con las dos cepas y variedades presentó una Eficiencia que osciló entre 39.63 y 78.05%. Con 24 horas de lavado, las dos cepas y variedades una eficiencia de 57.17 a 80.20%.

La cepa Sajor caju presentó una eficiencia biológica promedio del 72.66%, mientras que para la cepa INIREB fue de 75.33% lo que significa que no se diferencian mucho las dos cepas en cuanto a producción. La variedad CO 421 registró una eficiencia biológica promedio del 89.14% y la variedad RD 7511, 58.80% en promedio. Esto indica que entre variedades de caña sí se presentaron diferencias en cuanto a producción.

En la tabla 31, se observan los niveles de fibra que presentaron las variedades en el primer ensayo. La variedad CO 421 registró una fibra del 81.45% mientras que la variedad RD 7511 un porcentaje del 76.60. Esto significa que el hongo *Pleurotus ostreatus* encontró en la primera variedad, mayor material lignocelulósico para degradar, y por lo tanto mayor capacidad para su proliferación y producción, gracias a las enzimas

que secreta para cumplir con esta función (Toyama y Ogawa, 1974; Daugulis y Bone, 1977; Buswell et al., 1993).

La variedad RD 75-11, posee la capacidad de retener mayor cantidad de azúcares (Manrique e Insuasty, 1997), lo que pudo influir en la adecuada proliferación de *Pleurotus ostreatus* e incentivar el crecimiento de hongos inferiores contaminantes del sustrato.

Aunque no se han realizados ensayos similares sobre bagazo de caña de azúcar, la eficiencia biológica fue alta en comparación con la obtenida en otros sustratos como:

- Paja de algodón por Platt et al., 1982 citado por Stamets, 1993 que reportó una Ef. Bio. del 60 – 70%.
- Paja de cebada, por Martínez et al, 1988, citado por Ortega, 1996, con una eficiencia biológica del 34- 96%.
- Paja de cebada y rastrojo de maíz, por Martínez y Larqué, 1990, con 33%.
- Cascarilla de algodón, con 102 – 134% a diferentes porcentajes de fertilización con 4 compuestos químicos.
- Cascarilla de algodón por Arenas, 1992, con 142% de Eficiencia.
- Cascarilla de arroz, con 8% por Arenas, 1992.
- Residuos de madera (viruta) por Arenas, 1992, con 33% de eficiencia biológica.
- Madera, por Orensanz y Navarro, 1979, con una eficiencia del 100- 150%.
- Pulpa de café con fermentación de cinco días por Matínez, 1987, que reportó una Ef. Bio. de 159.95%.
- Pulpa de café secada al sol, por Bermúdez et al., 1994, con 170% de eficiencia.
- Pulpa de café, por Martínez et al, 1989, con 59%.

- Pulpa de café, por Martínez et al, 1988 citado por Ortega, 1996, con una eficiencia biológica del 17-138%.
- Pulpa de cardamomo por Guzmán, 1987, con 113.64%.
- Hojas usadas para extracción de aceites esenciales, por Martínez, 1986, con 113.01%.
- Bagazo de caña de azúcar, por Soto, 1989, citado por Arenas, 1992, con 51.05% de eficiencia biológica.
- Bagazo de caña de azúcar, 14.15%; mezclado con paja de cebada, 65%; con pulpa de café, 97%, por Martínez et al., 1990.

En general se tiene que, el bagazo de la caña de azúcar es un buen sustrato para el cultivo de hongos comestibles, especie *Pleurotus ostreatus*, ya que contiene una composición química adecuada y una estructura que permite una buena aireación y capacidad de retener humedad.

4.1.6 Condiciones ambientales. Las condiciones ambientales de humedad relativa y temperatura (Tabla 12) que se presentaron en el transcurso de las tres semanas y media de producción de las dos cosechas, fueron las siguientes:

Tabla 12. Condiciones ambientales presentes en la producción de primera y segunda cosecha del primer ensayo.

FECHA	TEM. PROM. (°C)	HUMD. REL. PROM. (%)
15 – 20 MAYO	18.91	85.50
22 – 28 MAYO	18.64	81.50
29 MAY. – 04 JUN.	19.30	80.11

Se presentó una Humedad Relativa entre el 80 y 95% y una temperatura entre el 18 y 20 °C siendo estos los niveles ideales para el buen crecimiento y desarrollo de los carpóforos (García, 1987).

4.1.7 Análisis estadístico

4.1.7.1 Primera cosecha. Peso en gramos por tratamiento: se realizó el análisis estadístico a la variable de peso en gramos de los carpóforos colectados ya que, este valor es el utilizado para hallar la eficiencia biológica de los ensayos.

Análisis de varianza

Tabla 13. Análisis de varianza para el peso en gramos por tratamiento de la primera cosecha del primer ensayo.

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	F. CALCULD.	F.	COEFICIENTE DE VARIACION %
Tratamiento	15	9525921.6325	635061.4422	8.68	0.0001	31.568653
Error	47	3438231.18750	73153.85505			
Total	62	12964152.82000				

Prueba de Duncan

Tabla 14. Prueba de Duncan para la variable peso por tratamiento de la primera Cosecha del primer ensayo.

No. TRATAMIENTO	DESCRIPCION TRATAMIENTO	DEL	DUNCAN	MEDIA
-----------------	-------------------------	-----	--------	-------

12	Cp. Inb.var.CO421, 48 hr	A	2087.3
4	Cp. Sjc.var CO421, 48 hr	B	1410.9
8	Cp. Sjc.var.RD7511,48 hr	C	936.3
2	Cp. Sjc.var.CO421,12 hr	C	895.2
16	Cp.Inb.var.RD7511,48 hr	C	882.8
11	Cp.Inb.var.CO421, 24 hr	C	880.5
3	Cp.Sjc.var.CO421, 24 hr	C	875.7
15	Cp. Inb.var.RD7511, 24 hr	D C	796.3
10	Cp.Inb.var.CO421, 12 hr	D C	716.8
5	Cp.Sjc.var.RD7511, 0hr	D C	716.5
7	Cp.Sjc.var.RD7511, 24 hr	D C	660.6
9	Cp.Inb.var.CO421. 0 hr	D C	643.1
14	Cp.Inb.var.RD7511, 12 hr	D C	640.6
1	Cp.Sjc.var.CO421, 0 hr	D C	549.6
13	Cp.Inb.var.RD7511, 0 hr	D C	526.7
6	Cp.Sjc.var.RD7511, 12 hr	D	412.5

Cp. = Cepa
Inb. = INIREB
Sjc. = Sajor caju
Var. = variedad
Hr. = Horas de lavado

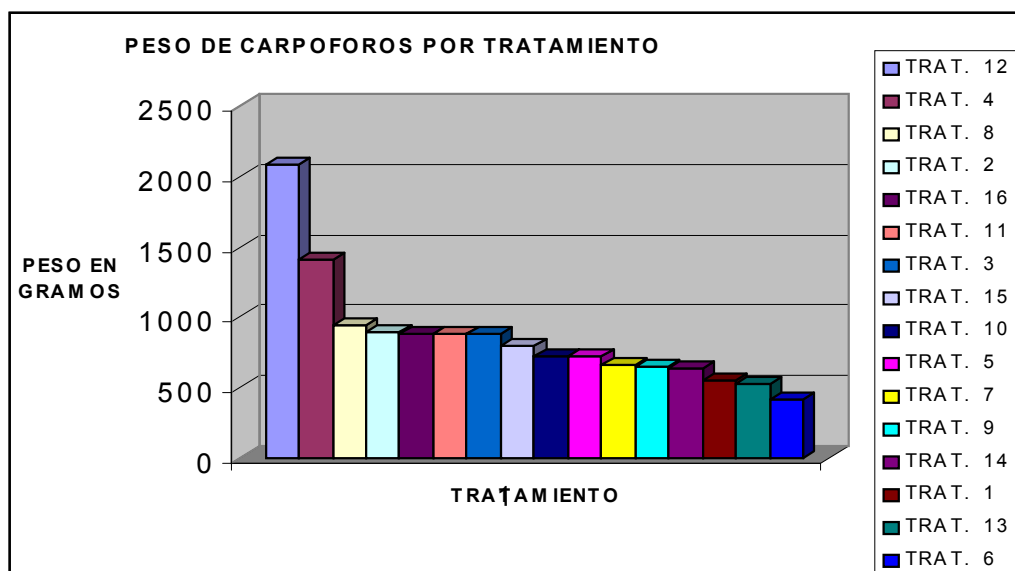


Figura 8. Peso en gramos de carpóforos por tratamiento de la primera cosecha del primer ensayo.

La Prueba de Duncan, indica para esta variable que los tratamientos 12 y 4 presentan diferencias altamente significativas con los demás tratamientos (14) y diferencias entre sí.

El tratamiento 12 corresponde a la cepa INIREB, la variedad de caña CO 421 y 48 horas de lavado; mientras que, el tratamiento 4 a la cepa Sajor caju, la misma variedad y tiempo de lavado, presentando un peso de carpóforos promedio de 2087.3g y 1410.9g respectivamente.

Se observó que a medida que aumentaba el tiempo de lavado del bagazo de caña de las dos variedades, aumentaba también el rendimiento en peso de los hongos; destacándose la variedad CO 421, ya que por su mayor contenido de fibra, propició un mejor medio de proliferación y desarrollo de *Pleurotus ostreatus*.

En los tratamientos restantes, como lo indica la figura 8, se observa un descenso de peso, a medida que los tiempos de lavado disminuyen. Demostrándose así, que a medida que se realizaban estos lavados se optimizaba el sustrato, gracias a que se eliminaba gran parte de los ácidos y residuos de azúcar aún existentes en el bagazo.

4.1.7.2 Segunda cosecha. Peso en gramos por tratamiento.

Análisis de varianza

Tabla 15. Análisis de varianza para la variable peso en gramos por tratamiento de la segunda cosecha del primer ensayo.

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	F. CALCULADO	F.	COEFICIENTE DE VARIACION %
Tratamiento	15	276785.520000	18452.368000	13.36	0.0001	39.519145
Error	48	66309.220000	1381.442083			
Total	63	343094.740000				

Prueba de Duncan

Tabla 16. Prueba de Duncan para la variable peso en gramos por tratamiento de la segunda cosecha del primer ensayo

TRATAMIENTO	DESCRIPCION DEL TRATAMIENTO	DUNCAN	MEDIA
12	Cp. Inb.var.CO421, 48 hr	A	235.40
4	Cp. Sjc.var CO421, 48 hr	A	233.10
11	Cp.Inb.var.CO421,24 hr	B	144.12
3	Cp. Sjc.var.CO421,24 hr	C B	135.55
8	Cp.Sjc.var.RD7511,48 hr	C B	124.50
16	Cp.Inb.var.RD7511, 48 hr	C B D	112.20
2	Cp.Sjc.var.CO421, 12 hr	C E B D	88.60
15	Cp. Inb.var.RD7511, 24 hr	C E B D	87.28
10	Cp.Inb.var.CO421, 12 hr	C E F D	81.15
7	Cp.Sjc.var.RD7511, 24 hr	G E F D	60.23
14	Cp.Inb.var.RD7511, 12 hr	G E F D	53.90
1	Cp.Sjc.var.CO421, 0 hr	G E F	48.23
9	Cp.Inb.var.CO421, 0 hr	G E F	37.27
6	Cp.Sjc.var.RD7511, 12 hr	G F	25.37
13	Cp.Inb.var.RD7511, 0 hr	G F	25.17
5	Cp.Sjc.var.RD7511, 0 hr	G	12.72

Cp. = Ceba
Inb. = INIREB
Sjc. = Sajor caju
Var. = variedad
Hr. = Horas de lavado

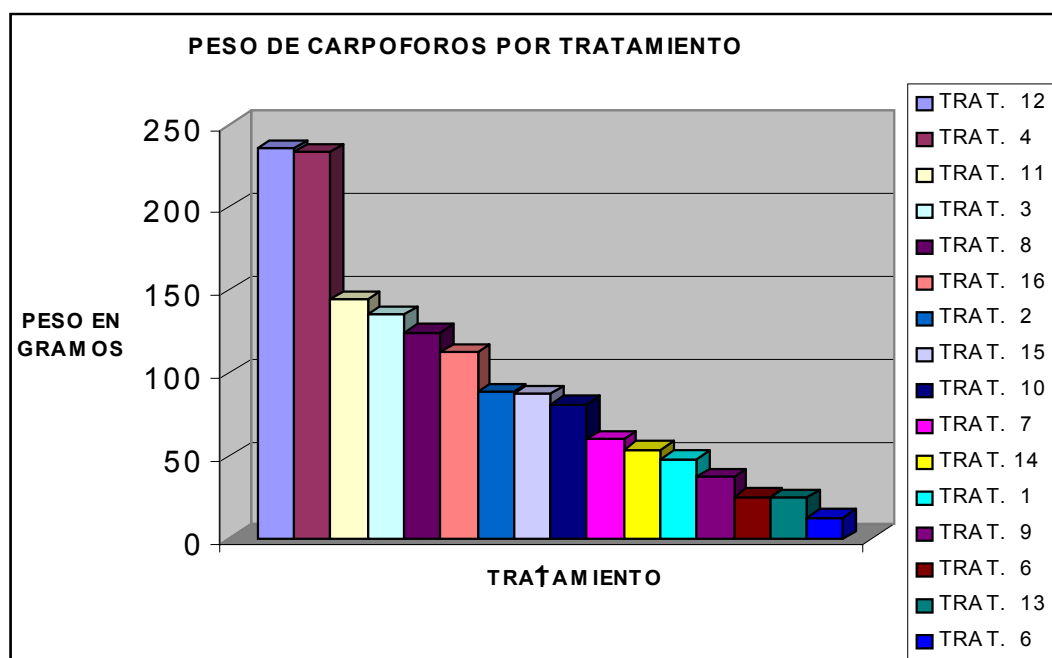


Figura 9. Peso en gramos de carpóforos por tratamiento de la segunda cosecha del primer ensayo.

4.1.7.3 Interacciones entre factores de variación

4.1.7.3.1 Primera cosecha del primer ensayo. Análisis de varianza para la variable peso

Tabla 17. Análisis de varianza para los factores de variación presentes en la primera cosecha.

FUENTE DE VARIAC.	GRAD. LIBER.	SUMA DE CUADRADOS	CUAD. MEDIOS	F. CALCD.	F.
CEPA	1	102344.008	102344.008	1.40	0.2426
VARIED.	1	1642979.195	1642979.195	22.47	0.0001
HORAS	3	5034877.758	1678292.586	22.96	0.0001
CEPA* VARIED.	1	39785.289	39785.289	0.54	0.4643
CEPA* HORAS	3	338041.254	112680.418	1.54	0.2159
VARIEDAD.* HORAS	3	1578722.224	526240.741	7.20	0.0004
CEPA* VARIED.* HORAS	3	718024.588	239341.529	3.27	0.0289
ERROR	48	3509379.1875	73112.0664		
TOTAL	63	12964153.5036			

PRUEBA DE DUNCAN

Tabla 18. Prueba de Duncan para factores de variación en la primera cosecha del primer ensayo.

FACTOR	DUNCAN	MEDIA
CEPA INIREB	A	896.77
SAJOR CAJU	A	816.79
VARIEDAD DE CAÑA CO 421	A	1017.00
RD 75-11	B	696.56
HORAS DE LAVADO 48	A	1329.32
24	B	803.29
12	B	666.27
Testigo	B	628.24

El análisis de varianza y la prueba de Duncan, (Tablas 17 y18) indican que no se presentaron diferencias significativas para el peso de carpóforos por cepa. Se registra un valor superior para la cepa INIREB de 896.77 g, y para la cepa Sajor caju de 816.79 g. de carpóforos.

Se observó que aunque el número de carpóforos no presentó diferencias, entre las dos cepas, los de la cepa Sajor caju se caracterizaron por su mayor resistencia y vigorosidad

en comparación con los de la cepa INIREB, que aunque más pesados fueron más débiles y presentaron menor tiempo de vida.

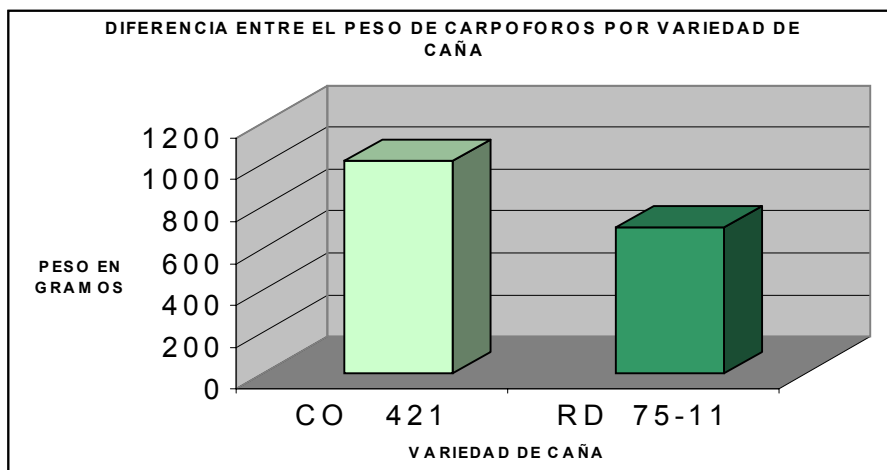


Figura 10. Diferencia entre el peso en gramos de carpóforos por variedad de caña.

Para las variedades de bagazo de caña de azúcar, se presentaron diferencias altamente significativas (Tablas 17 y 18).

La variedad CO421 presentó un valor promedio de peso en gramos superior al de la variedad RD 7511 con 1017.00 g, para esta y de 696.56 para la segunda (Figura 10).

Esto indica que el bagazo de la variedad de caña CO 421 presentó un mayor rendimiento en cuanto a peso en gramos de carpóforos que la RD 7511 en la primera cosecha del primer ensayo, debido a su mayor contenido lignocelulósico.

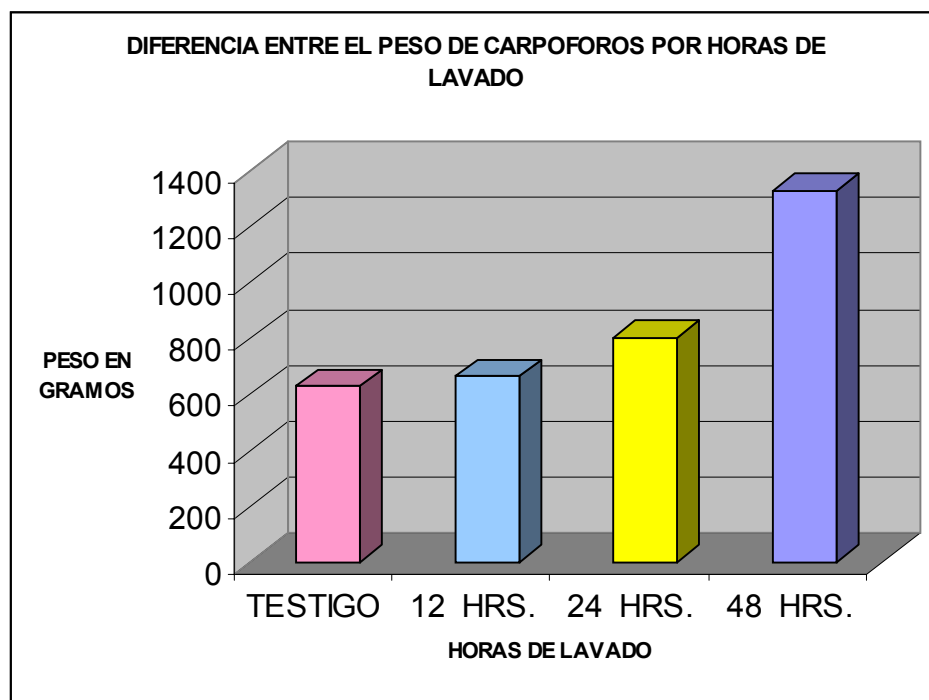


Figura 11. Diferencia entre el peso de carpóforos por horas de lavado del bagazo

El análisis de varianza y la prueba de Duncan indica para esta fuente de variación (Tablas 17 y 18), se presentaron diferencias altamente significativas en cuanto a peso, para el mayor tiempo de lavado (48 hrs) con respecto a los demás.

Se observa también que el promedio del peso aumenta a medida que lo hacen las horas de lavado. Así, para el tratamiento testigo, se presentó un valor de 628,24g, en promedio; para 12 hrs de lavado 666,27g; para 24 hrs 803,29g y para 48 hrs, un valor superior de 1329,32 g de carpóforos en promedio en la primera cosecha (Figura 11).

4.1.7.3.2 Segunda Cosecha del Primer Ensayo. Análisis de varianza para la variable peso

Tabla 19. Análisis de varianza para los factores de variación presentes en la segunda cosecha.

FUENTE DE VARIAC.	GRAD. LIBER.	SUMA DE CUADRADOS	CUAD. MEDIOS	F. CALCD.	F.
CEPA	1	580.81000	580.81000	5.14	0.0038
VARIED.	1	63013.55062	63013.55062	0.53	0.4707
HORAS	3	190920.7712	63640.25708	57.42	0.0001
CEPA* VARIED.	1	1000.14063	1000.14063	57.99	0.0001
CEPA* HORAS	3	1234.73625	411.57875	0.91	0.3449
VARIED.* HORAS	3	18639.40563	6213.13521	0.38	0.7714
CEPA* VARIED.* HORAS	3	1396.10562	465.36854	5.66	0.0022
ERROR		49387.95875	1097.51019	0.42	0.7367
TOTAL		343094.74000			

PRUEBA DE DUNCAN

Tabla 20. Prueba de Duncan para el peso por factor de variación en la segunda cosecha del primer ensayo.

FACTOR	DUNCAN	MEDIA
CEPA INIREB	A	96.062
SAJOR CAJU	A	91.038
VARIEDAD DE CAÑA CO 421	A	125.428
RD 75-11	B	62.672
HORAS DE LAVADO 48	A	176.30
24	B	106.79
12	C	62.26
Testigo	D	30.85

La prueba de Duncan para el factor cepa (Tabla 20), indica que no se presentaron diferencias significativas para el peso de carpóforos por cepa. Sin embargo, se registra un valor superior para la cepa INIREB, de 96.06 g y para la cepa Sajor caju de 91.03 g de carpóforos.

Esto indica que aunque no se presentaron diferencias entre las dos cepas, la cepa INIREB presentó un peso promedio mayor que la cepa Sajor caju en la segunda cosecha del primer ensayo. Aunque se observó un mayor efecto en el ataque de plagas en los carpóforos de la cepa INIREB debido a su menor resistencia.

Para las variedades de bagazo de caña de azúcar (Tabla 20), se presentaron diferencias significativas.

La variedad CO 421 presentó un valor promedio de peso en gramos superior, al de la variedad RD 7511 con 125.62g y 62.67g respectivamente, en la segunda cosecha del primer ensayo gracias a los niveles de fibra que presenta.

El análisis de varianza para este factor, indica (Tabla 20), que se presentaron diferencias altamente significativas, en cuanto a peso en los cuatro tiempos de lavado.

El tiempo de lavado de 48 hrs presentó un peso promedio mayor de carpóforos. Se observa también que el promedio del peso aumenta a medida que lo hacen las horas de lavado al igual que en la primera cosecha. Así, para el tratamiento testigo, se presentó un valor inferior de 30.85g, en promedio; para 12 hrs, 62.26g; para 24 hrs, 106.79g y para 48 hrs un valor superior de 176.3g. de carpóforos en promedio en la segunda cosecha .

4.2 SEGUNDO ENSAYO (E 2): PRODUCCION DE *Pleurotus ostreatus* SOBRE BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR (var. CO 421) Y SEMILLAS DE GUAYABA.

4.2.1 Siembra. Para el montaje de este ensayo se tomó el tratamiento con la variedad de bagazo de caña y el tiempo de lavado que presentaron la mayor eficiencia biológica. Por lo tanto, se tomó la variedad CO 421 con 48 horas de lavado y las dos cepas del hongo (Sajor caju e INIREB).

Igual que en el ensayo anterior se tomaron 1.5 Kg. de bagazo (48 kg) de CO 421 con una humedad del 15.21% y una fibra del 79.44% (Tabla 31).

Se sembraron 32 panes. En esta ocasión solo se dejó un periodo de incubación de 20 días.

4.2.2 Invasión y colonización del sustrato por *Pleurotus ostreatus*. Transcurrido el periodo de incubación, se sacaron al invernadero y se evaluó el porcentaje de invasión, no invasión y contaminación del sustrato, datos que se reportan en la tabla 21.

Tabla 21. Porcentajes de Invasión, No Invasión y Contaminación del sustrato encontrados en el segundo ensayo.

CEPA	% SEM	REP.1			REP.2			REP. 3			REP.4			P R O M E D I O		
		% INV	% NI	% C	% INV	% NI	% C	% INV	% NI	% C	% INV	% NI	% C	% INV	% NI	% C
Sajor Caju	Testig	98	2	0	97	3	0	90	0	10	85	0	15	92.5	1.2	6.2
	10	98	2	0	100	0	0	100	0	0	100	0	0	99.5	0.5	0
	20	100	0	0	99.5	0	0.5	90	0	10	95	1	4	96.1	0.2	3.6
	30	100	0	0	98	1	1	100	0	0	100	0	0	99.5	0.2	0.2
INIREB	Testig	80	20	0	80	5	15	100	0	0	99	0	1	89.7	6.2	4
	10	100	0	0	100	0	0	100	0	0	95	5	0	98.7	1.2	0
	20	100	0	0	100	0	0	100	0	0	90	0	10	97.5	0	2.5
	30	100	0	0	94	4	2	100	0	0	100	0	0	98.5	1	0.5

El porcentaje de Invasión del sustrato fue excelente en todos los tratamientos ya que se presentaron datos del 99.5% para la cepa Sajor caju con 10 y 30 % de semillas, y de 92.5 y 96.1% para el testigo y 20 % de semillas respectivamente.

Para la cepa INIREB los datos fueron igualmente altos, observándose niveles de invasión del 98.7 % para 10% de semillas; 98.5% para el tratamiento con 30% de semillas; 97.5% para un 20% de semillas de guayaba y 89.7% para el tratamiento testigo.

Se observaron mayores niveles de colonización a medida que aumentaba el porcentaje de semillas con respecto al tratamiento testigo.

Presentando los niveles más bajos con un 91.12% para los 2 tratamientos testigos, donde la cepa Sajor caju presentó un 92.5% de colonización y la cepa INIREB el 89.75% de invasión.

Para 10% de semillas, se registró un valor promedio de 99.1% de colonización para los 2 tratamientos. Esto indica que en la cepa Sajor caju se observó el 99.5% de invasión y para la cepa INIREB el 98.75%. Para 20% de semillas de guayaba, se registró un valor promedio del 96.81% de invasión para los 2 tratamientos. La cepa Sajor caju presentó un promedio de colonización del 96.12%, mientras que, la cepa INIREB el 97.5%. Para 30% de semillas de guayaba, se presentó un valor promedio de colonización del 99% para los 2 tratamientos. Para la cepa Sajor caju se registró un promedio de colonización del 99.5% y para la cepa INIREB el 98.5%.

Se observa que no se presentaron muchas diferencias entre las dos cepas, sin embargo la cepa Sajor caju presentó los mayores porcentajes de invasión.

Los datos de no invasión fueron notoriamente bajos, observándose para la cepa Sajor caju, niveles de 0.2% de No invasión para el 30% de semillas y 1.2% para el tratamiento testigo y datos intermedios correspondientes a un 0.5% para 10% de semillas y 0.3% de No Invasión para 20% de semillas de guayaba.

La cepa INIREB presentó porcentajes de no invasión igualmente bajos, presentando el tratamiento con 20% de semillas de guayaba un nivel nulo (0%) de no invasión, seguido por un 1% para el 30% de semillas; un 1.2% para 10% de semillas y por último el tratamiento testigo con un 6.2% de no invasión del sustrato.

Sajor Caju	Testigo	1		x						x					
		2		x											X
		3	x							x					
		4			x							x			
	10	1		x								x			
		2	x											x	
		3		x					x						
		4		x											X
	20	1		x								x			
		2		x						x					
		3		x						x					
		4		x							x				
	30	1	x											x	
		2	x							x					
		3		x						x					
		4		x						x					
INIREB	Testigo	1		x										X	
		2		x								x			
		3	x											x	
		4			x							x			
	10	1		x										x	
		2	x												X
		3		x								x			
		4	x												X
	20	1		x											X
		2	x											x	
		3	x												X
		4	x												x
	30	1	x								x				
		2		x										x	
		3	x								x				
		4	x											x	

SEM.= Porcentaje de semillas de guayaba adicionadas al bagazo de caña

REP.= Número de replicación



Figura 12. Aparición primeros carpóforos en el segundo ensayo

En la aparición de primeros carpóforos, se observa que fue aún más rápida a comparación con lo reportado por Stamets, 1993 y Cepeda y Zorro, 1998, ya que se registró para este ensayo, en la primera cosecha que la aparición ocurrió el primer día de riego y se extendió para la totalidad de tratamientos hasta el tercer día, esto se debió a que las bolsas plásticas transparentes, implementadas para este ensayo, permitieron la concentración de la humedad, lo que impidió la deshidratación y resecamiento tanto del micelio como del sustrato, brindando mejores condiciones para la producción y desarrollo de los carpóforos.

En la segunda cosecha, la aparición de primordios ocurrió al séptimo día y se extendió hasta el día 12.

Se observó que, mientras para la primera cosecha tardaron 3 días para salir los carpóforos, en su totalidad, en la segunda cosecha tardaron 6 lo que es normal según la literatura. Estos resultados se obtuvieron gracias a la implementación de toldillos o protectores en tul que fueron instalados de manera que cubrieran todo el bloque de sustrato sin impedir el libre crecimiento y desarrollo de los carpóforos como medida de prevención y protección ante el inminente ataque de plagas anteriormente mencionadas que pudieran afectar la producción.

4.2.4 Plagas y enfermedades. En el periodo de incubación se observó la presencia de *Trichoderma* pero su ataque no fue mayor ya que el micelio de *P. ostreatus* colonizó antes el sustrato y desapareció rápidamente en el periodo de riego.

No se presentaron plagas ya que al observar el ataque en el primer ensayo, se implementaron métodos de control como son la instalación de toldillos en tul a cada uno de los panes, los cuales impidieron el ingreso de insectos; también se regó cal agrícola en bordes y piso del invernadero y se forraron las paredes del mismo, en tul.

Además, para este ensayo se implementó la utilización de una bolsa transparente la cual recubría el pan en su totalidad.

Se observó gran cantidad de coleópteros y dípteros volando e intentando ingresar al sustrato pero los toldillos lo impidieron.

Eficiencia Biológica. La Eficiencia Biológica se halló dividiendo la producción en gramos de hongo fresco por el peso total de sustrato en base seca. La Humedad del bagazo de la variedad CO 421 para este ensayo fue de 15.21%. Se tomaron 1500 g de sustrato inicial que corresponden tanto a bagazo de caña como a semillas de guayaba a diferentes porcentajes. Siendo entonces, 1241.85 g sustrato seco y 258.15 g de humedad.

Los datos de eficiencia biológica por tratamiento y cosecha se reportan en la tabla 23

Tabla 23. Eficiencia biológica por tratamiento del hongo comestible *Pleurotus ostreatus* en el segundo ensayo.

CEPAS	%SEM	PRIMERA COSECHA		SEGUNDA COSECHA		TOTAL PRODUCCION E2	
		PS. PROM (g)	EFI. BIO.(%)	PS.PROM (g)	EFI.BIO.(%)	PS.PROM (g)	EFI.BIO.TTL.(%)
Sajor Caju	Testigo	1149.31	92.54	194.54	15.66	1343.85	108.21
	10	1480.36	119.20	460.12	37.05	1940.48	156.25
	20	1696.91	136.64	482.31	38.83	2179.22	175.48
	30	1922.30	154.79	507.43	40.86	2429.73	195.65
INIREB	Testigo	1169.42	94.16	233.47	18.80	1402.89	112.96
	10	1303.58	104.97	401.19	32.30	1704.77	137.27

20	1413.40	113.81	477.80	38.47	1891.20	152.28
30	1898.91	152.90	499.63	40.23	2398.54	193.14

% SEM = Porcentaje de semillas adicionadas al bagazo

PS.PROM.= Peso promedio en gramos por tratamiento y cosecha

EFI. BIO. = Porcentaje promedio de eficiencia biológica por tratamiento y cosecha

PS.PRM.TT. = Peso promedio total en gramos por cosecha

EF.BIO.TT.= Porcentaje de eficiencia biológica total por cosecha

Se recogieron dos cosechas en un periodo de 2 semanas y media (Anexos E y F).

En las dos, se observó buena producción de carpóforos ya que no hubo presencia de plagas que afectaran su crecimiento y desarrollo (Figura 13).



Figura 13. Producción de *Pleurotus ostreatus* en la primera cosecha del segundo ensayo

La eficiencia biológica fue excelente ya que ningún tratamiento fue inferior al 100%. Con un valor inferior del 108% para el tratamiento testigo con la cepa Sajor caju y superior del 195.65% para un 30% de semillas de guayaba y la misma cepa.

La eficiencia biológica del segundo ensayo, fue evaluada para las dos cosechas.

La cepa Sajor caju presentó una eficiencia biológica promedio del 158.89%, mientras que para la cepa INIREB fue de 148.91% lo que significa que no se diferencian las dos cepas en cuanto a producción.

Para los testigos la eficiencia fue de 110.58%; para el 10% de semillas de guayaba fue de 146.76%; par el 20% de semillas de guayaba la eficiencia biológica fue de 163.88% y con el 30% de semillas la eficiencia biológica fue de 194.39%. Se observaron diferencias entre los diferentes porcentajes, ya que la Eficiencia Biológica aumentó a medida que lo hacía los de semillas de guayaba.

En general se tiene que, las semillas de guayaba influyeron en la eficiencia biológica del hongo, ya que se observó un notorio aumento en esta en comparación con lo reportado en otros estudios sobre sustratos distintos y en bagazo de caña sin complementos orgánicos.

4.2.6 Condiciones ambientales. Las condiciones ambientales (Tabla 24) que se presentaron en el transcurso de la producción de la primera y segunda cosecha del segundo ensayo fueron las siguientes:

Tabla 24. Condiciones ambientales en el segundo ensayo

FECHA	TEM. PROM. (°C)	HUMD. REL. PROM. (%)
25 – 30 JULIO	21.46	88.78
31 JUL - 6 AGO	20.57	83.37
7 – 12 HAGO	20.20	78.68

Los parámetros de temperatura y humedad relativa que se registraron durante el tiempo de producción, estuvieron dentro de los niveles aconsejados para un buen desarrollo y crecimiento de los carpóforos.

La temperatura del invernadero osciló entre el 20 y 21.5°C y la humedad relativa entre el 78 y 88.8%.

4.2.7 Análisis estadístico

4.2.7.1 Primera cosecha. Peso en gramos por tratamiento

Análisis de varianza

Tabla 25. Análisis de varianza para la variable peso por tratamiento de la primera cosecha del segundo ensayo.

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	F. CALCULADO	F.	COEFICIENTE DE VARIACION %
Tratamiento	7	2678237.78919	382605.39846	8.01	0.0001	14.210725
Error	24	1146500.85750	47770.86906			
Total	31	3824738.64669				

PRUEBA DE DUNCAN

Tabla 26. Prueba de Duncan para la variable peso por tratamiento de la primera cosecha del segundo ensayo

TRATAMIENTO	DESCRIPCION DEL TRATAMIENTO	DUNCAN	MEDIA
4	Cp. Sjc. 30% sem.	A	1922.3
8	Cp. Inb. 30% sem.	A	1898.9
3	Cp. Sjc. 20% sem.	B A	1697.0
7	Cp. Inb. 20% sem.	B A	1683.4
2	Cp. Sjc 10% sem.	B C	1480.4
6	Cp. Inb 10% sem.	C	1303.6

5	Cp. Inb testigo.	C	1169.4
1	Cp. Sjc testigo.	C	1149.3

Cp. = cepa
Inb. = Inireb
Sjc. = Sajor caju
Sem. = Semillas

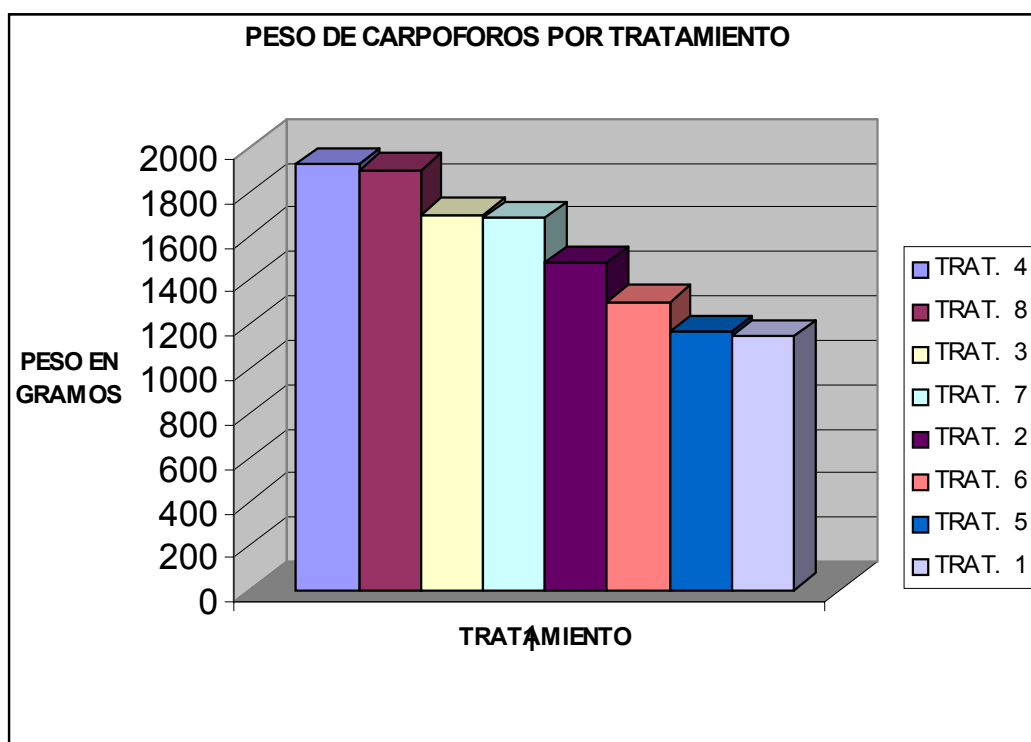


Figura 14. Peso en gramos de carpóforos por tratamiento de la primera cosecha

El análisis de varianza indica que se presentaron diferencias altamente significativas. La prueba de Duncan para esta variable (Tabla 26) indica, que los tratamientos **4** (cepa Sajor caju con 30% sem.), **8** (cepa INIREB con 30% sem.), **3** (cepa Sajor caju con 20% sem.) y **7** (cepa INIREB con 20% sem.), no presentan diferencias entre ellos, pero si, con respecto a los tratamientos **2** (cepa Sajor caju con 10% sem), **6** (cepa INIREB con 10% sem.), **5** (Cepa INIREB testigo) y **1** (Cepa Sajor caju testigo), en los cuales tampoco se observaron diferencias.

Con excepción de los tratamientos **3** (cepa Sajor con 20% sem.), **7** (cepa INIREB con 20% sem.) y **2** (cepa Sajor caju con 10% sem) que no presentaron diferencias entre sí.

En la figura 14, se observa que el peso en gramos de los carpóforos, aumentó a medida que se adicionaba un mayor porcentaje de semillas de guayaba, lo cual indica que este complemento orgánico mejoró eficientemente el rendimiento de *Pleurotus ostreatus* en este ensayo.

4.2.7.2 Segunda cosecha. Peso en gramos por tratamiento

Análisis de varianza

Tabla 27. Análisis de varianza para la variable peso por tratamiento de la segunda cosecha del segundo ensayo.

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	F. CALCULADO	F.	COEFICIENTE DE VARIACION %
Tratamiento	7	429837.292087	61405.327441	10.34	0.0001	18.935324
Error	24	142588.859700	5941.202488			
Total	31	572426.151787				

Prueba de Duncan

Tabla 28. Prueba de Duncan para la variable peso por tratamiento de la segunda cosecha del segundo ensayo

TRATAMIENTO	DESCRIPCION DEL TRATAMIENTO	DUNCAN	MEDIA
-------------	-----------------------------	--------	-------

4	Cp. Sjc. 30% sem.	A	507.44
8	Cp. Inb. 30% sem.	A	499.64
3	Cp. Sjc. 20% sem.	A	482.32
7	Cp. Inb. 20% sem.	A	477.80
2	Cp. Sjc 10% sem.	A	460.12
6	Cp. Inb 10% sem.	A	401.20
5	Cp. Inb testigo.	B	233.48
1	Cp. Sjc testigo.	B	194.54

Cp. = cepa
Inb. = Inireb
Sjc. = Sajor caju
Sem. = Semillas

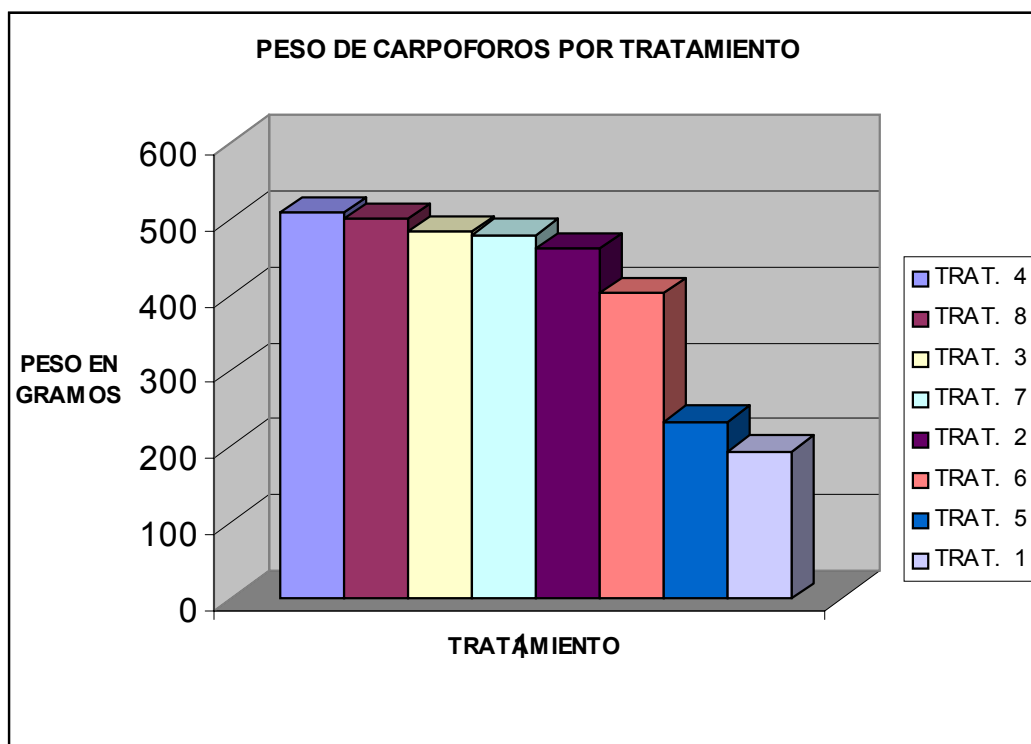


Figura 15. Peso en gramos de carpóforos por tratamiento en la segunda cosecha

El análisis de varianza y la prueba de Duncan para esta variable (tablas 27 y 28), indican que se presentaron diferencias altamente significativas entre los tratamientos **5** (cepa INIREB, testigo) y **1** (cepa Sajor caju, testigo) con respecto al resto tratamientos, ya

que, presentaron los valores más bajos de la cosecha con 233.48 y 194.54 g respectivamente.

Los 6 tratamientos restantes, presentaron diferencias significativas con los anteriores pero no entre sí (Figura 15). Destacándose el tratamiento 4 (cepa Sajor con 30% sem.) con el peso promedio más alto (507.44 g). Se observa el mismo efecto de la primera cosecha, donde las diferencias de peso son más marcadas entre los tratamientos.

4.2.7.3 INTERACCIONES ENTRE FACTORES DE VARIACION

4.2.7.3.1 Primera cosecha del segundo ensayo

Prueba de Duncan para la variable peso

Tabla 29. Prueba de Duncan para factores de variación de la variable peso de la primera cosecha del segundo ensayo.

FACTOR		DUNCAN	MEDIA
CEPA	SAJOR CAJU	A	1562.22
	INIREB	A	1446.32
PORCENTAJES DE SEMILLAS	30%	A	1910.605
	20%	B	1555.155
	10%	C	1391.970
	Testigo	D	1159.365

La prueba de Duncan para los factores de variación (Tabla 29), en la primera cosecha del segundo ensayo indica que no se presentaron diferencias significativas entre las cepas. La cepa Sajor caju presentó un valor mayor con 1562.22 g en promedio, mientras que la cepa INIREB, un valor de 1446.32 g.

No se presentaron diferencias entre el número de carpóforos de las dos cepas, pero se observó que la cepa Sajor caju desarrolló una mayor cantidad, destacándose su vigor.

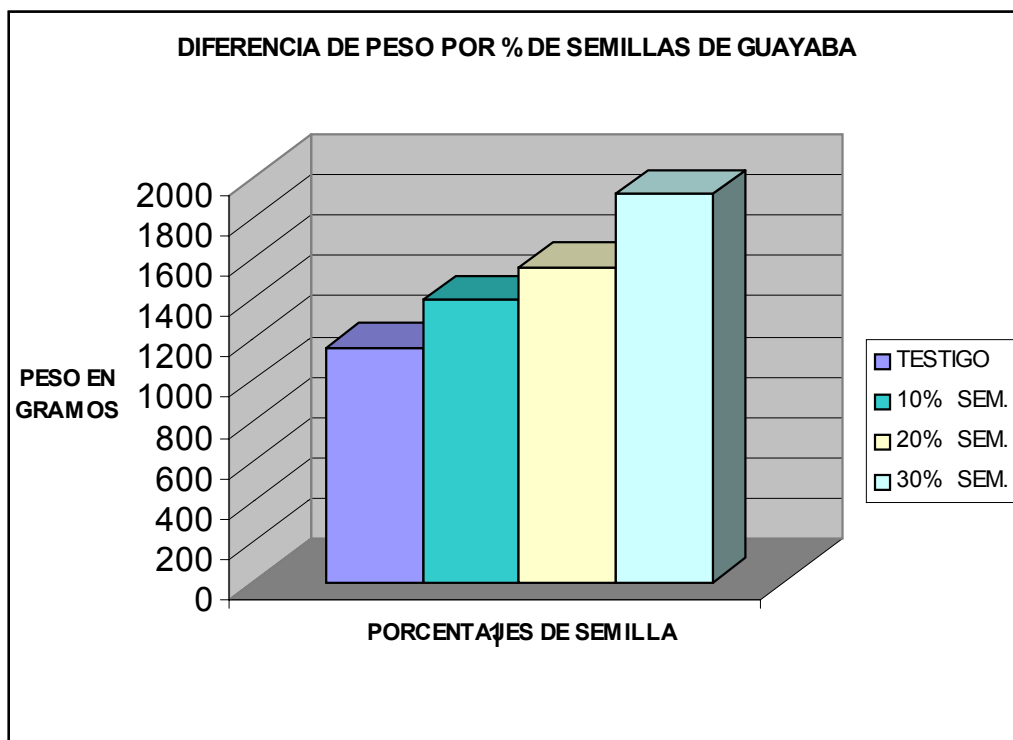


Figura 16. Diferencia entre el peso de carpóforos por porcentaje de semillas de guayaba adicionadas en la primera cosecha del segundo ensayo.

Para los porcentajes de semillas de guayaba, la prueba de Duncan indica (Tabla 29), que se presentaron diferencias significativas entre todos los porcentajes de semillas de guayaba.

El tratamiento testigo presentó un valor de 1159.36 g, seguido por el 10% de semillas con 1391.97 g en promedio. Para un 20% de semillas, 1555.15 g en promedio y el 30% de semillas de guayaba que presentó un valor superior de 1910.60 g (Figura 16), lo que demuestra que el peso aumentó a medida que aumentó la adición de semillas.

Esto indica que el tratamiento con 30% de semillas presentó el mejor rendimiento en peso de carpóforos de la primera cosecha.

4.2.7.3.2 Segunda cosecha del segundo ensayo

PRUEBA DE DUNCAN para la variable peso

Tabla 30. Prueba de Duncan para factores de variación de la variable peso de la segunda cosecha del segundo ensayo.

FACTOR		DUNCAN	MEDIA
CEPA	SAJOR CAJU	A	411.100
	INIREB	A	403.022
PORCENTAJES DE SEMILLAS	30%	A	503.530
	20%	A	480.005
	10%	A	430.655
	Testigo	B	214.005

La prueba de Duncan para los factores de variación (Tabla 30), en la segunda cosecha del segundo ensayo indica que no se presentaron diferencias significativas.

Sin embargo, la cepa Sajor caju presentó un valor mayor con 411.10 g en promedio, mientras que la cepa INIREB, un valor de 403.02 g.

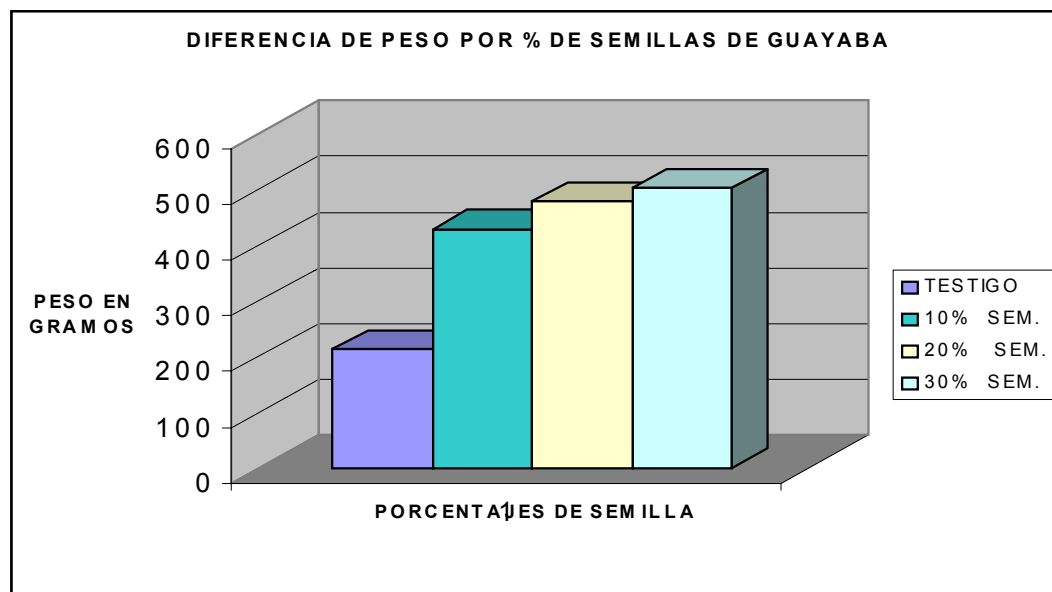


Figura 17. Diferencia entre el peso en gramos de carpóforos por porcentaje de semillas de guayaba en la segunda cosecha del segundo ensayo.

Para los porcentajes de semillas, se presentaron diferencias significativas entre el testigo y los demás tratamientos (Tabla 30).

El tratamiento testigo presentó un valor de 214 g., seguido por el 10% de semillas con 430.65 g en promedio. Para un 20% de semillas, 480 g en promedio y el 30% de semillas de guayaba que presentó un valor superior de 503.53 g (Figura 17), indicando el mismo efecto de la primera.

4.3 ANALISIS FISICO-QUIMICOS DEL SUSTRATO

Se realizaron varios análisis físico-químicos al bagazo de la caña de azúcar, tales como porcentajes de fibra, humedad, sacarosa, acidez y mediciones de pH, con el fin de determinar las condiciones en que fueron sembrados los panes de los dos ensayos. Los resultados en cuanto a fibra y humedad se reportan en la tabla 31.

Tabla 31. Porcentajes de Humedad y Fibra encontrados en los bagazos de las dos variedades de caña al momento de iniciar los ensayos.

VARD. CAÑA	ENSAYO No.	% HUMEDAD	% FIBRA
CO 421	1	15.97	81.45
CO 421	2	15.21	79.44
RD. 75-11	1	13.13	76.60

Los análisis de acidez, sacarosa y pH, se realizaron únicamente a la variedad CO 421 ya que fue con esta variedad que se trabajó en el segundo ensayo.

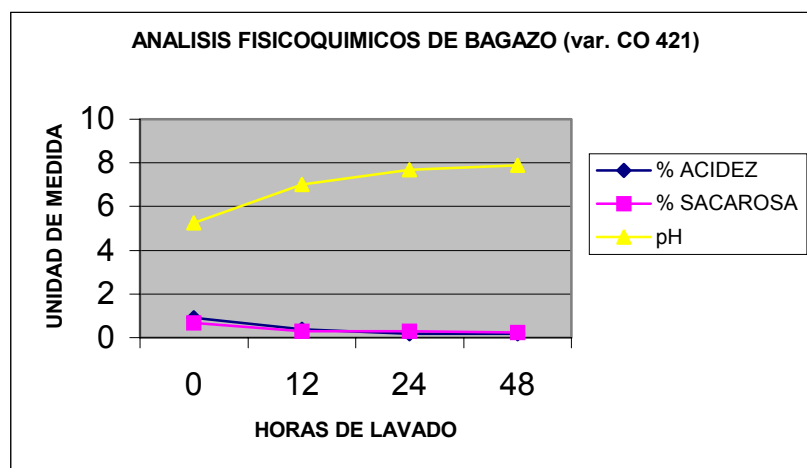


Figura 18. Análisis físico-químico de bagazo de caña variedad CO 421 a diferentes horas de lavado.

Uno de los análisis consistió en evaluar el bagazo sometido a diferentes tiempos de lavado (0, 12, 24 y 48 hrs) realizados en el primer ensayo; también se analizó el sustrato obtenido después de cada uno de estos tratamientos (Tabla 32)

Tabla 32. Análisis físico-químico del bagazo variedad CO 421

HORAS DE LAVADO	% FIBRA	% ACIDEZ	% SACAROSA	pH
0	79.44	0.92	0.6744	5.26
12	79.44	0.37	0.2950	7.00
24	79.44	0.18	0.2877	7.69
48	79.44	0.17	0.2417	7.88

El resultado que arrojó este análisis indica (Figura 18), que el bagazo tenía un pH ácido al momento de iniciar el ensayo. Esta acidez, fue disminuyendo a medida que se realizaban lavados en agua a diferente tiempo, terminando con pH básico, óptimo para la colonización y crecimiento del hongo (García, 1987).

Lo mismo indica la curva del porcentaje de acidez, que aunque son muy bajos sus valores, presenta a menor tiempo de lavado, un mayor contenido de ácidos en el sustrato. Se observan valores similares de acidez entre los tiempos de lavado de 24 y 48 horas. Esto indica que al realizar lavados al bagazo por largos periodos de tiempo, se obtendrá un sustrato más apropiado a las necesidades del hongo para su óptima proliferación.

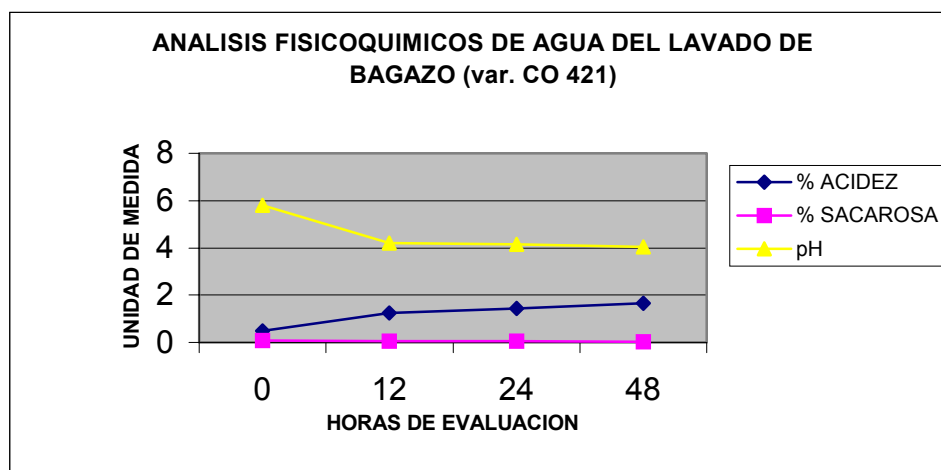


Figura 19. Análisis físico-químicos de agua del lavado de bagazo variedad CO 421 a diferentes horas de evaluación.

Los porcentajes de sacarosa, igualmente bajos, indican que se presentaron niveles relativamente homogéneos entre los últimos tiempos de lavado, pero que igual, estos valores van disminuyendo a mayor tiempo de lavado; observándose un valor superior para el sustrato inicial (0 hrs).

El otro análisis se realizó evaluando el agua con el que fue lavado el bagazo durante cada uno de estos tiempos (Tabla 33).

Tabla 33. Análisis fisicoquímicos del agua de lavado del bagazo variedad CO 421.

HORAS DE LAVADO	% ACIDEZ	% SACAROSA	pH
0	0.499	0.0688	5.8
12	1.258	0.0599	4.19
24	1.433	0.0518	4.16
48	1.646	0.0190	4.04

En este análisis (Figura 19), se observa el efecto contrario del ensayo anterior. El pH empieza con valor de 5.8 que representa acidez y sigue bajando aún más a medida que aumenta el tiempo de lavado.

Los porcentajes de acidez demuestran lo anterior, ya que a medida que aumenta la duración del tiempo de lavado, aumenta la acidez del agua lo que significa que efectivamente al realizar estos lavados se evacuan ácidos aún presentes en el sustrato.

En la sacarosa ocurre el efecto contrario. Los porcentajes disminuyen a medida que aumenta el tiempo de lavado. Esto quiere decir, que en el mayor tiempo de lavado (48 hrs) el porcentaje de sacarosa fue muy inferior al encontrado en los anteriores tratamientos.

Los resultados fisico-químicos para el bagazo de caña variedad CO 421, indican que el sustrato se optimiza a medida que se realizan los diferentes tiempos de lavado, ya que, los niveles de acidez disminuyeron a medida que aumentaba las horas de lavado en agua.

El sustrato fue tomando un pH básico lo que optimiza la proliferación del hongo sobre este (García, 1987). Esto lo indica también, los análisis hechos al agua resultante de los lavados al bagazo de caña, los cuales indicaron que al realizar estos, en ella se va eliminando gran parte de los ácidos aún existentes en este sustrato.

4.4 CONSERVACIÓN Y PROPAGACIÓN DE HONGO SEMILLA

Uno de los objetivos del trabajo de investigación, es el de mantener a nivel de Laboratorio de microbiología del CIMPA, el ciclo de vida del hongo.

Para esto, fueron reactivadas las dos cepas (Sajor caju e INIREB) en medios de cultivo Agar- Malta y Sabureaud de donde se obtuvieron cultivos monospóricos puros en cajas de petri por inoculación con diluciones de esporadas obtenidas de carpóforos previamente seleccionados. También se realizó esta reactivación utilizando aserrín mezclado con estos medios de cultivo (Blanco, 1997)

Obtenidas estas cepas, se inocularon frecuentemente tubos con Agar-malta para la propagación de hongo in vitro.

Para hongo semilla se probaron varios sustratos con el fin de encontrar el más apropiado para la región de la Hoya del río Suárez, ya que se presentan dificultades por la ausencia de trigo en esta. Con ello, se plantean posibilidades para los pobladores de usar otros sustratos fáciles de adquirir en esta zona.

Los sustratos estudiados para este objetivo fueron los siguientes: yuca, arroz, semillas de guayaba, maíz hidratado, maíz sin hidratar, trigo y papa. Estos fueron evaluados

visualmente durante su periodo de crecimiento, de lo cual se concluyó que los mejores eran los sustratos duros tales como el maíz, las semillas de guayaba y el trigo ya que presentaron una rápida colonización por parte del hongo (15-20 días) y la producción y calidad del micelio fue buena.

La yuca y la papa sufrieron descomposición antes de ser invadidas por el hongo, mientras que, el arroz y el maíz sin hidratar simplemente no fueron invadidos tal vez por falta de humedad.

Obtenidos estos resultados se inocularon con las dos cepas, varios frascos con los tres sustratos durante todo el tiempo que duró este trabajo. El hongo semilla se mantiene a temperatura ambiente en el laboratorio de microbiología ya que las condiciones ambientales propias de la región, así lo permiten.

4.5 TRANSFERENCIA DEL SISTEMA ARTESANAL

4.5.1 Reconocimiento del uso de hongos comestibles por los habitantes de la hoya del río Suárez. Con el objetivo de conocer el grado de aceptación y consumo de hongos comestibles por parte de los pobladores de esta región, fueron elaboradas unas encuestas (Anexo G) y aplicadas en nueve municipios de la hoya del río Suárez. Algunas se realizaron en las plazas de mercado de estos pueblos y otras, a mujeres pertenecientes a ADEMUCIS (Asociación de Mujeres Campesinas e Indígenas de Santander).

Entre los resultados obtenidos con estas encuestas se encontró que entre los campesinos existe un alto grado de consumo de hongos comestibles de tipo silvestre, asignándoles

nombres comunes para diferenciarlos (Tabla 34), los cuales son recolectados discriminando los tóxicos o venenosos, de estos y cosechados en praderas o sabanas en épocas de invierno.

Se pudo observar también que existe una gran cantidad de sitios donde los campesinos adquieren los hongos, tales como hormigueros abandonados, cañadas, lomas, cultivos de café, residuos vegetales, terrenos duros, troncos, “minas” y plazas de mercado donde se comercializan a diferentes precios según la calidad, peso y cantidad del hongo.

Un dato muy curioso obtenido en las encuestas fue que la mayoría de las personas entrevistadas (Tabla 34), especialmente los campesinos, atribuyen la aparición de estos hongos a truenos y relámpagos, propios de las épocas de invierno y de ahí los nombres comunes con que son conocidos en la región.

Entre las formas de consumo más frecuentes se encuentran preparaciones comunes como asados, fritos, cocidos, guisados, en ají, con huevos, con pasta, y en general son combinados con alimentos propios de su dieta alimenticia.

También se encontró un gran interés por parte de las personas encuestadas por capacitarse en el CIMPA sobre el manejo, producción y formas de consumo de *Pleurotus ostreatus*.

Los informes etnobotánicos refieren con frecuencia que existe una cultura botánica en el campesinado en torno a los hongos y éstos constituyen parte de su dieta alimenticia

(Martínez y Larqué, 1990). Se recalca el hecho de que obtienen los hongos por recolección y que no poseen conocimientos de cómo controlar su producción o cultivo.

Esto se pudo observar al realizar tanto las encuestas como la transferencia, ya que ellos cosechan y consumen hongos silvestres pero desconocen de donde provienen.

De ahí la importancia de continuar con este proyecto ya que todos demostraron gran interés en el cultivo de *Pleurotus ostreatus* por su facilidad y por que va a representar tanto una excelente solución al problema de los desechos como también una alternativa en su dieta y en sus ingresos económicos.

Tabla 34. Nombres comunes para los hongos conocidos por los habitantes de la hoya del río Suárez

Municipio → Nombres comunes V	Moniquirá %	Oiba %	Santana %	Charalá %	Pte Nacional %	Gámbita %	Guapotá %	Vélez %
Flor de la tierra	15.38	12.5		12.5				
Champiñón	3.8	3.12		6.25			8.3	26.6
Hongos	38.4	2.18	5.5	68.75				13.3
Orejas de palo o palmichas	7.6	9.37			22.2	4.5		
Hongo real, blanco o tradicional	11.5	9.37						
Mulato	3.8	3.12	16.6		11.1	31.8		13.3
Mojicón	3.8	3.12	33.3		22.2	27.2		20
Sombrilla	3.8	3.12						
Sangre de cristo	3.8	3.12						
Cuaresmeros	3.8	6.25				22.7		
Chinas	3.8	3.12	11.1					
Trueno		3.12	22.2		11.1			6.6
Capuchón			5.5					
Espíritu Santo			5.5		11.1		4.16	
Mestizos				6.25				
Hongos de vaca o de gallina				6.25				
Clavellinas						4.5		
Piricocas						4.5		
Chitos					11.1			13.3
Mayos					11.1			
Hongos de sabana							45.8	
Orejas de gato						4.5	16.6	
Pechuga de gallina							16.6	
Hongos de tronco							8.3	
Sin nomb especial		12.5						6.6

4.5.2 Desarrollo de un modelo artesanal para los habitantes de la hoya del río

Suárez. Se estableció un modelo artesanal acorde con las condiciones socio-culturales de los habitantes de la hoya del río Suárez. El día 8 de septiembre, se llevó a cabo la transferencia de este sistema, mediante un curso teórico- práctico, en el cual se dictó tanto la metodología como las formas de conservación y consumo del hongo. Al curso asistieron 45 personas de 13 municipios de la región: Técnicos de UMATAS y CIMPA, profesores y alumnos de colegios, miembros de ADEMUCIS, cañicultores y profesionales de diferentes áreas (Anexo H).

El sistema de producción artesanal consistió básicamente en enseñar a los habitantes de esta región, la preparación del sustrato, la cual se refiere a la eliminación de residuos contaminantes, por medio de lavados y su posterior esterilización en ollas de diferente tamaño con agua en ebullición por un periodo de una hora. Luego se procedió a escurrir y orear el sustrato, volteando la olla y manteniéndola tapada por un periodo de 12 horas aproximadamente, con el fin de acondicionar la humedad del bagazo y evitar su contaminación.

Se tomo este sustrato y se realizó una siembra demostrativa con hongo semilla, producida en el laboratorio de microbiología del CIMPA; siembra realizada posteriormente por algunos de los asistentes a la transferencia para fijar conocimientos y despejar posibles dudas. Se describieron algunos sitios que podrían adaptarse para el periodo de incubación y etapa de riego y producción, para esto se realizó una visita al invernadero con el fin de observar tanto la ubicación de los estantes como las condiciones ambientales propicias para el crecimiento de los carpóforos con la posterior demostración de la forma correcta de cosechar y almacenar los hongos.

Es importante destacar que la metodología que se empleó para el cultivo de *Pleurotus ostreatus*, por su bajo costo de implantación y por su sencillez, resulta muy adaptable y se puede emplear en diferentes niveles, ya sea comercial, comunal o a nivel casero. También es importante destacar el hecho de que los pobladores de esta región pueden emplear sus desechos agrícolas para el cultivo de hongos comestibles, ya que pueden reciclarlos rápidamente en los ecosistemas mediante un proceso biológico natural del cual pueden obtener beneficios directos y a muy corto plazo.

El resultado de esta transferencia fue conseguir un mayor interés por parte de los asistentes y lograr compromisos de multiplicación y continuidad de este proyecto, construyendo en cada uno de estos municipios, la infraestructura necesaria para la producción a nivel tanto casero como semi-industrial del hongo, así como la capacitación necesaria para su óptima producción.

Aparte de esto, se dictaron también, pequeñas conferencias a los diferentes grupos visitantes del CIMPA, en las cuales se incluyeron la metodología y formas de propagación.

Se realizaron también una cartilla a técnicos y profesionales y tomas de vídeo en las que se explica la metodología en la producción del hongo comestible *Pleurotus ostreatus*.

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

El hongo comestible *Pleurotus ostreatus*, desarrolla su ciclo biológico sobre materiales lignocelulósicos tales como bagazo de caña de azúcar y semillas de guayaba, desechos agroindustriales abundantes en la Hoya del río Suárez.

Las cepas Sajor caju e INIREB, empleadas en los dos ensayos, no presentaron diferencias significativas ni en número ni en peso (g) de los carpóforos en ninguno de los dos, indicando que las cepas no influyeron en la eficiencia biológica.

Las variedades de caña, CO 421 y RD 75-11, presentaron diferencias en cuanto a producción en peso de los carpóforos, debido principalmente a sus porcentajes de fibra. Encontrándose que CO 421, facilitó el crecimiento y desarrollo de *Pleurotus ostreatus* por su mayor contenido lignocelulósico; lo que determinó su utilización en el segundo ensayo.

Los tiempos de lavado, realizados al bagazo de caña en el primer ensayo, influyeron en la eficiencia biológica del hongo comestible *Pleurotus ostreatus*, ya que se observó que esta aumenta a medida que se incrementa el lavado. El mejor tratamiento encontrado, corresponde al lavado del bagazo por 48 horas, ya que, a este intervalo de tiempo se eliminaban eficientemente los ácidos y residuos de sacarosa aún existentes en el sustrato, optimizándolo su pH para el adecuado desarrollo de *Pleurotus ostreatus*.

Las condiciones ambientales de la región de la Hoya del río Suárez son las apropiadas para una buena producción y desarrollo de este hongo comestible, aunque estas facilitan la proliferación de insectos dañinos para el cultivo.

El bagazo de la caña de azúcar junto con semillas de guayaba son un excelente sustrato para la producción de *Pleurotus ostreatus* ya que ningún tratamiento tuvo una eficiencia biológica inferior al 100%.

El tratamiento que presentó la mayor eficiencia biológica fue el conformado por la cepa Sajor caju, la variedad de bagazo de caña de azúcar CO421, con 48 horas de lavado y con un complemento orgánico de semillas de guayaba del 30%, la cual fue del 195.65%.

La biotecnología de la producción de hongos comestibles se puede adaptar fácilmente en comunidades rurales y constituye una alternativa viable en la producción de alimentos ya que se pueden producir a bajo costo, con técnicas sencillas, en poco tiempo, en áreas pequeñas y no afecta los valores, ni las actividades centrales de la vida campesina.

La producción del hongo *Pleurotus ostreatus*, no daña su entorno ecológico; al contrario, les ayuda a utilizar los desechos muchas veces contaminantes y subutilizados por la industria panelera y guayabera en la hoya del río Suárez, mediante técnicas sencillas y de fácil establecimiento que permiten la integración de la producción con el consumo. Además, permite también la participación de todos con lo cual es posible mejorar su alimentación y si son comercializados pueden ser una fuente adicional de ingresos para la comunidad.

El empleo de desechos agrícolas para cultivar hongos comestibles, permite que éstos sean reciclados en forma rápida mediante un proceso biológico natural, reduciendo la contaminación y obteniendo beneficios directos a corto plazo.

El hongo semilla se puede propagar en sustratos diferentes al trigo, ya que por su ausencia en la región es de difícil adquisición. Por lo tanto, fueron empleados otros como maíz y semillas de guayaba obteniéndose con estos buenos resultados.

Existe una cultura de consumo de hongos comestibles en las comunidades rurales de la hoya del río Suárez.

Es posible implementar un modelo de producción artesanal del hongo *Pleurotus ostreatus*, para los habitantes de la hoya del río Suárez.

5.2 RECOMENDACIONES

Se recomienda tener especial cuidado con el proceso de esterilización del sustrato, ya que este es un factor determinante para el buen desarrollo del hongo comestible *Pleurotus ostreatus*.

Probar de nuevo los sustratos utilizados para obtención de hongo semilla y realizar ensayos sobre otros comunes en la región de estudio.

Reactivar periódicamente las cepas, con una frecuencia de tres meses, con el fin de conservar sus propiedades.

Por observaciones de campo, se recomienda usar la cepa Sajor caju, ya que presenta mayor vigorosidad y resistencia a factores externos, así como también, un periodo de vida un poco más largo conservando sus propiedades organolépticas por más tiempo a comparación con la cepa INIREB.

Así mismo, el bagazo de la variedad de caña CO 421, ya que este, presentó mayores niveles de fibra, lo que facilita la óptima proliferación de *Pleurotus*. Sin embargo, es recomendable probar el cultivo sobre otras variedades de caña y otros complementos orgánicos.

Explorar otros tiempos de lavados del bagazo superiores a 48 horas y otros sustratos abundantes en la región.

Las condiciones ambientales como temperatura, humedad relativa y luz, son críticas para la reproducción, crecimiento y desarrollo del hongo, por tal motivo, se recomienda al máximo mantenerlas estables para obtener buenos resultados en el cultivo.

Realizar un estudio sobre la biología y control de plagas presentes en estos cultivos, ya que a un nivel industrial o semi-industrial este problema sería una limitante y podría causar grandes pérdidas económicas.

Desechar todos los residuos de la cosecha para no atraer plagas y evitar así, contaminaciones del lugar, que puedan provocar daños y pérdidas en producción y calidad en futuros cultivos.

Realizar análisis físico-químicos en periodos de mayor duración con el fin de obtener datos de mayor precisión y estandarizar las condiciones de siembra.

Continuar con la transferencia de metodología en el medio rural, para mejorar la dieta alimenticia, los ingresos de este sector y el aprovechamiento de estos desechos agroindustriales, al observarse buena motivación y aceptación por parte de los habitantes de la región de la Hoya del río Suárez.

En próximos estudios, se aconseja incluir además de las variables de biomasa, la evaluación de la calidad del hongo.

BIBLIOGRAFIA

ACEVEDO, Rodrigo. Diseño de las estructuras de almacenamiento y secado de bagazo de caña a nivel piedra de la zona de Barbosa. UNAL. Fac. de Ingeniería Agrícola. 1989.

ALEXOPOULUS, Constantine y MIMS, Charles. Introducción a la micología. Ediciones Omega S.A. Barcelona. 1985.

ARENAS FRANCO, Marta. Evaluación de numerosos sustratos para el cultivo del hongo *Pleurotus ostreatus*. Medellín. Tesis de pregrado para optar al título de Ingeniero Agrónomo, Universidad Nacional de Colombia. Facultad de ciencias agropecuarias. 1992.

ATKINSON, G.F. Mushrooms edible, Poisonous, etc. 2 de. Ed Andrus y Church P. New York. 1901.

BERMUDEZ, R.; VERDEICA, M.; GROSS, P. Producción de *Pleurotus sp.* Cfr. Florida sobre residuales de la agroindustria cafetalera en Cuba. Micología Aplicada. 7: 47-50. México. 1994.

BESSEY, Ernest. Morphology and taxonomy of fungi. Hafner Publishing Company. New York, Londres. 1964. Pág 502.

BIS'KO, N.A. y BILAY, V.T. The growth of *Pleurotus ostreatus* on lignocellulosic materials. Micol. Neotropic. Apl. 5:49-57. 1992.

BUSWELL, J.A.; CAI, Y.J. y CHANG, S.T. Fungal -and substrate- associated factors affecting the ability of individual mushroom species to utilize different lignocelulosic growth substrates. In Mushroom Biology and Mushroom Products. The Chinese University Press, Hong Kong. 1993. Pág. 141-148.

CEPEDA, Wladimir y ZORRO, Ana Lucía. Utilización biotecnológica del bagazo de la caña de azúcar para la Producción de Hongos Comestibles tipo *Pleurotus ostreatus*. Bucaramanga. Tesis de pregrado para optar al título de Ingeniero Químico. Universidad Industrial de Santander. Facultad de Ingeniería. 1998.

CHANG, S.T. y MILES, P.G. Mushroom and mushroom biology. In Genetics and Breeding of Edible Mushrooms. The Chinese University Press, Hong Kong. 1989. . Pág. 1-13.

CORREA, Jorge. Preparación, almacenamiento y conservación del bagazo para la industria de derivados. Colección GEPLACEA. 1988.

CRONQUIST, Artur. Sistema de clasificación de las plantas con flores. 1988.

DAUGULIS, A.J. y BONE, D.B. Submerged cultivation of edible white rot fungi on tree bark. European Journal of Applied Microbiology 4. 1977. Pág. 156-168

GALEANO, Esteban. Análisis de la estructura de la demanda de panela y miel a nivel rural. Tunja. Tesis de pregrado para optar al grado de Administrador de Empresas. UPTC. Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas. 1994.

GARCIA ROLLAN, Marciano. Hongos de la madera. Madrid, Ministerio de Agricultura. 1976. Pág 154-161.

GARCIA ROLLAN, Marciano. Cultivo de setas y trufas. Editorial Mundi-Prensa. Madrid, España. 1987.

GELVEZ T., Carlos J. Manejo post-cosecha y comercialización de guayaba (*Psidium guajava* L.) Edición Magnitud Ltda. Armenia. 1998.

GUZMAN, Gastón. Los hongos de la Península de Yucatán, Nuevas Exploraciones y Adiciones Micológicas. BIOTICA Vol 8 # 1. 1983.

GUZMAN, Gastón. Identificación de los hongos comestibles, venenosos, alucinantes y destructores de madera. Editorial Limusa. México. 1984. Pág 121 – 122.

GUZMAN, Gastón y MARTINEZ C., Daniel. Planta productora de hongos comestibles sobre pulpa de café. Laboratorio de Micología, Instituto Nacional de Investigaciones sobre Recursos Bióticos. Ciencia y Desarrollo. 1985. Vol. 65 Pág. 41-48.

GUZMAN, Gastón. Cultivo del hongo *Pleurotus ostreatus* en pulpa de cardamomo. En: Revista Mexicana de Micología. 1987. Vol. 3. Pág. 70-73.

GUZMAN, Gastón. Identificación de los hongos comestibles, venenosos, alucinantes y destructores de madera. Nonega Editores. Editorial Limusa. México. 1990. Pág 117-124.

HARD, MA. The Mushroom. Hafner Publishing Company. New York. 1961. Pág 153 – 156

HUA JIA, Jian; BUSWELL, Jonh A. y PEBERDY, Jonh F. Tranformation of the edible fungi, *Pleurotus ostreatus* and *Volvariella volvacea*. Mycological Res. 102 (7) 1998. Pág. 876-880.

KAMIYA, T., SAITO, Y., HASHIMOTO, M. y SEKI, H. Hypocholesterolemic Alkaloids of *Lentinus edodes*. Structure and Synthesis of Eritadenine. Tetrahedon. vol. 28. 1972. Pag. 899-906.

KIRK, T.K., HUGUCHI, A. Y CHANG-M, H. Lignin biodegradation: Summary and perspectives. En: Lignin Biodegradation: Microbiology, Chemistry and Potential Aplications. Vol. LI. CRC Press. Boca Raton, Florida. 1981. . Pág. 235-243.

LESIOLA, S.A. y GARCIA, S. The mechanims of lignin degradation. En: Enzyme Systems for Lignocellulose Degradation. Coughlan, M.P. (ed.). Elsevier Applied Science. London, New York. 1989. . Pag. 89-100

MANRIQUE, Roberto e INSUASTY, Orlando. CORPOICA-CIMPA. Memorias II. Curso Internacional de Caña Panelera y su Agroindustria. Barbosa. Editor César Villamizar Quiñones. Capítulo 4. Variedades de caña de azúcar para la producción de panela. 1997. Pág 52

MARTINEZ C., Daniel et al. Cultivo de *Pleurotus ostreatus* sobre hojas usadas en la extracción de aceites esenciales. Revista Mexicana de Micología. Vol.2. 1986

MARTINEZ, Daniel. Desig of mushroom farm for growing *Pleurotus ostreatus* in coffee pulp. En: Journal Tropies. Vol 7. 1987. Pág. 13-23.

MARTINEZ, Daniel; MORALES, P.; SOBAL, M. Producción de hongos comestibles sobre pulpa de café a nivel comercial. En: SEMINARIO Internacional sobre Biotecnología en la Agroindustria Cafetalera, 1. Instituto Mexicano del Café. 1989. Pág. 177-184.

MARTINEZ, Daniel; MORALES, P.; SOBAL, M. Cultivo de *Pleurotus ostreatus* sobre bagazo de caña enriquecido con pulpa de café o paja de cebada. Micología Neotropical Aplicada. 3: 49-52. México. 1990.

MARTINEZ C., Daniel y LARQUE S., Alfonso. Biotecnología en la producción de hongos comestibles. Ciencia y Desarrollo. Vol. 16. Núm 95. 1990. Pág. 53-64.

NATIONAL ACADEMY PRES. Food, fuel and fertilizer from organic wastes. Washington D.C. 1981. pág 154.

ORENSANZ G., Juan V. Cultivo de *Pleurotus ostreatus* sobre Madera. Ministerio de Agricultura, pesca y alimentos. Madrid – España. 1977

ORENSANZ, J. y NAVARRO, C. Cultivo de *Pleurotus ostreatus* sobre madera. Publicaciones de Extensión Agraria, Núm. 3-79. Ministerio de Agricultura. España. 1979. Pág. 1-20.

ORTEGA C., Ma. Esther. Aprovechamiento de esquilmos agrícolas como sustrato para el cultivo de hongos del género *Pleurotus*. Programa de Ganadería. Colegio de Posgraduados. Montecillo, México. 1996. Pág. 581-586.

PLATT, M.W., HADAR, Y., HENIS, Y. y CHET, I. Increased degradation of straw by *Pleurotus ostreatus* sp. Florida. European Journal of Applied Microbiology and Biotechnology. 1983. Pág. 140-142.

QUINTANA, Jorge y SILVA, Myriam. Diagnóstico técnico-económico de la agroindustria panelera en la Hoya del Río Suárez (Boyacá-Santander). Tunja. Tesis de pregrado para optar al título de Economista. UPTC. Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas. 1982.

REGINALD BULLER, A.H. Researches on fungi. Vol II. Hafner Publishing Company. New York. 1958.

REGINALD BULLER, A.H. Researches on fungi. Vol III. Hafner Publishing Company. New York. 1958.

RESTREPO R., Jorge E. Caracterización del comportamiento en postcosecha de materiales genéticos de guayabo *Psidium guajava* L. y su relación con la elaboración de bocadillo. Tunja. Tesis de pregrado para optar al título de Ingeniero Agrónomo. Facultad de Ciencias Agropecuarias. UPTC. 1997.

RIVEROS, José. Caracterización fisico-química y organoléptica durante el periodo de postcosecha de la mandarina reina y la mandarina china o común (*Citrus reticulata*

blanco). Cúcuta. Tesis de pregrado para optar al título de Ingeniero Agrónomo. Facultad de Ingeniería. 1999.

RODRIGUEZ, Gonzalo. La Agroindustria panelera en Colombia y estudio socio-económico en la Hoya del Río Suárez. Convenio ICA-Holanda. 1989.

RODRIGUEZ B., Gonzalo. La Panela en Colombia; un análisis de la cadena agroindustrial. En: Memorias II Curso Internacional de la Caña Panelera y su Agroindustria. Barbosa, CORPOICA. 1997.

SAIS, Tania; GARCIA, Agustín; MORALES, Aleida. Estudio de la flora microbiana del bagazo fresco a escala semi-industrial. Revista del Consejo Científico del Azúcar y derivados de la Universidad Central de la Villas. Cuba. 1977.

SALOMON, Roberto. Setas a la carta. Granma Internacional. Edición Digital. La Habana – Cuba. INTERNET. 1997

SARDSUD, U. Nutricional requeriments of *Pleurotus ostreatus* . Philippine Agriculturist. Vol 64. INTERNET. 1981.

SINGER, Rolf. The agaricales in modern taxonomy. Published Cramer. New York. 1962.

SINGER, Rolf. Las setas y las trufas. La botánica, el cultivo y la utilización. Compañía Editorial Continental S.A. México. 1964.

SOTO, Conrado et al. La Pulpa de café secada al sol, como una forma de almacenamiento para el cultivo de *Pleurotus ostreatus* . Revista Mexicana de Micología. Vol. 3. 1987.

STAMETS, Paul. Growing gourmet & medicinal mushrooms. Ed Ten Speed Press. Hong Kong, China. 1993.

STEINECK, Hellmut. Cultivo comercial de champiñón. Editorial Acribia S.A. Zaragoza España. 1987. Pág 132-133.

SUSUKI, F., KOIDE, T., TSUNODA, A. y ISHIDA, N. Mushroom extract an interferon inducer. Biological and physiochemical properties of spore extracts of *Lentinus edodes*. Mushroom science, vol. 1 Núm. 9. 1974. Pag. 509-520

THEANDER, O. Chemical composition of low quality roughages as related to alkali treatment. En: Utilization of low quality roughages in Africa. The Agricultural University of Norway, Norway. 1981. Pag. 1-15

TOYAMA, N. y OGAWA, K. Comparative studies on cellulolytic and oxidising enzyme activities of edible and inedible wood rotters. Mushroom Science 9. 1974. pág. 745-760.

VEDDER, P.J.L. Cultivo moderno de champiñón. Editorial Mund-prensa. Madrid – España. 1989.

VETTER, J. Comparative study on mycelium growth and increase in *Pleurotus* sp. En: Acta agronómica húngara. 1987. pág 3-10.

VILLASEÑOR, Luis; RODRIGUEZ, Olivia; ARIAS, Armando. Hongos comestibles que podemos cultivar. El Informador. Guadalajara México. Septiembre de 1997. INTERNET. 1997.

ZADRAZIL, F. The ecology and industrial production of *Pleurotus ostreatus*. mushroom science 9 (1): 621-652. Tokio. 1974.

BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTARIA

BLANCO V, Jorge. Guías de laboratorio de microbiología. UPTC. Tunja. 1997.

INTERNET: http://www.BAF/species/Pleurotus_ostreatus.Html

INTERNET: <http://www.Mykoweb.Com>

INTERNET: <http://www.Oikos.Org/pleu.htm>

INTERNET: <http://www.wise.edu/Botany/fungi/oct98.html>.

INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO. ICA. PROPIEDADES QUIMICAS Y FISICAS DEL BAGAZO. 1993.

CORPOICA, CIMPA. MANUAL DE CAÑA PARA PANELA. Barbosa (Santander). 1992.

CORPOICA, CIMPA. PLAN NACIONAL PARA EL DESARROLLO TECNOLOGICO AGROINDUSTRIAL DE LA GUAYABA EN COLOMBIA.. Barbosa (Santander). 1998.

CORPOICA. CARACTERIZACION DE SISTEMAS DE PRODUCCION DE GUAYABA. Barbosa (Santander). 1995

CORPOICA-CIMPA JUSTIFICACION Y PERSPECTIVAS DEL CIMPA PARA EL PROXIMO QUINQUENIO. Barbosa (Santander). 2000

CORPOICA-CIMPA. MANUAL DE ANALISIS FISICOQUIMICOS. 1999.

ANEXOS**ANEXO A: FICHA PARA EL PRIMER ENSAYO**

<i>Pleurotus ostreatus</i>
VARIEDAD DE CAÑA:
TIEMPO DE LAVADO:
CEPA:
No. DE REPLICACIÓN:
FECHA:

ANEXO B: FICHA PARA EL SEGUNDO ENSAYO

<i>Pleurotus ostreatus</i>
CEPA:
% DE SEMILLAS:
No. DE REPLICACIÓN:
FECHA:

ANEXO C: PRODUCCION DE *Pleurotus ostreatus* EN LA PRIMERA COSECHA DEL PRIMER ENSAYO

COSECHA No. 1												
		R 1		R 2		R 3		R 4				
CEPAS	VARD.	HRS. LAV.	PESO (g)	NO. CPF	PESO (g)	No. CPF	PESO (g)	No. CPF	PESO (g)	No. CPF	PROM PESO (g)	PROM CPF.
Sajor Caju	CO 421	0	857.6	190	284.9	82	810.8	225	553.1	130	626.6	156.7
		12	779.9	162	596.4	140	1309.3	252	895.2	277	895.2	277
		24	832.3	127	639.9	235	1115.4	240	915.1	207	875.6	202.2
		48	1312.3	155	1293	152	1627.3	197	1410.8	168	1410.7	168
	RD 75-11	0	513.6	125	303.7	112	490.5	147	1558.5	332	716.5	179
		12	456.9	222	300.4	117	661.5	135	231.1	75	412.4	137.2
		24	491.7	150	641.8	200	847.8	192	661.4	152	660.6	173.5
		48	1226	157	1049.6	217	442.2	45	1027.4	162	936.3	145.2
INIREB	CO 421	0	643.1	160	766.2	140	626.3	150	536.8	190	643.1	160
		12	539.4	145	868.5	210	904.5	217	554.7	125	716.7	174.2
		24	1300.8	295	671.1	202	851.6	130	698.6	97	880.5	181
		48	2053.3	290	1722	390	1953.2	252	2620.7	322	2087.3	313.5
	RD 75-11	0	560.4	605	284.4	75	461.6	167	800.3	222	526.6	142.2
		12	502.6	120	471.4	125	888.5	220	700	187	640.6	163
		24	607.5	157	499.8	80	1067	195	1011	212	796.3	161
		48	939.1	132	779.9	132	882.8	129	929.5	125	882.8	129.6

R = No. de replicación

VARD.= Variedad de caña

HRS.LAV.= Horas de lavado

No.CPF.= Número de carpóforos colectados

PROM. PESO= Promedio del peso en gramos

PROM.CPF= Promedio del número de carpóforos

ANEXO D: PRODUCCION DE *Pleurotus ostreatus* EN LA SEGUNDA COSECHA DEL PRIMER ENSAYO

COSECHA No. 2												
		R 1		R 2		R 3		R 4				
CEPAS	VARD.	HRS. LAV.	PESO (g)	NO. CPF	PESO (g)	No. CPF	PESO (g)	No. CPF	PESO (g)	No. CPF	PROM PESO (g)	PROM CPF.
Sajor Caju	CO 421	0	29.82	6	87	30	45.2	18	30.5	10	48.1	16
		12	153.29	46	65.3	10	47.3	16	0	0	88.6	24
		24	165	53	176.3	40	108.4	27	91.2	24	135.3	49.2
		48	292.8	61	244.8	48	161.6	35	0	0	233.03	48
	RD 75-11	0	19	10	0	0	0	0	31.97	16	12.7	6.3
		12	0	0	41.4	18	32	16	275	11	87.7	11.2
		24	66.7	23	132	33	41.8	22	0	0	60.1	19.5
		48	137.6	43	163.8	42	124	31	71.92	24	124.3	35
INIREB	CO 421	0	0	0	40.5	15	56.4	16	14.9	4	37.3	11.6
		12	171.6	44	60	20	52.5	21	39.6	18	90.8	25.7
		24	178.5	51	176.4	42	113.4	29	108.5	31	144.1	38.2
		48	290.7	57	234	45	171	38	244.8	51	235.1	47.7
	RD 75-11	0	22.2	11	0	0	33.6	16	42	20	24.9	11.7
		12	85.2	23	52.5	21	40.5	15	37.4	17	53.9	19
		24	96	32	72	30	49.8	28	16.2	14	58.5	26
		48	37.7	25	51.8	34	34.4	23	13.8	12	34.4	23.6

R = No. de replicación

VARD.= Variedad de caña

HRS.LAV.= Horas de lavado

No.CPF.= Número de carpóforos colectados

PROM. PESO= Promedio del peso en gramos

PROM.CPF= Promedio del número de carpóforos

ANEXO E: PRODUCCION DE *Pleurotus ostreatus* EN LA PRIMERA COSECHA DEL SEGUNDO ENSAYO

		COSECHA No. 1									
		R 1		R 2		R 3		R 4			
CEPAS	% SEM.	PESO (g)	No. CPF.	PESO (g)	No. CPF.	PESO (g)	No. CPF.	PESO (g)	No. CPF.	PROM PESO (g)	PROM CPF.
Sajor caju	Testigo	1154.60	115	1077.50	270	1124.10	108	1241.04	144	1149.31	159.25
	10	1557.70	70	1674.13	169	1332.55	154	1357.06	132	1480.36	131.25
	20	1806.85	189	1575.13	71	1732.72	180	1673.11	91	1696.91	132.75
	30	1923.85	270	2043.70	187	1689.04	222	2032.63	175	1922.30	214.24
INIREB	Testigo	1094.87	119	1206.60	84	1157.50	150	1218.72	92	1169.42	111.25
	10	971.20	101	1113.22	49	1552.09	112	1577.83	190	103.58	113
	20	1449.55	87	2205.79	148	1873.63	135	1204.66	106	1413.40	119
	30	1821.01	209	1759.09	247	1952.44	207	2063.11	251	1898.91	288.50

R. = No. de replicación

%SEM. = Porcentaje de semillas adicionadas

No. CPF. = Número de carpóforos colectados

PROM PESO = Promedio del peso en gramos

PROM CPF. = Promedio del número de carpóforos

ANEXO F: PRODUCCION DE *Pleurotus ostreatus* EN LA SEGUNDA COSECHA DEL SEGUNDO ENSAYO

		COSECHA No. 2									
		R 1		R 2		R 3		R 4			
CEPAS	% SEM.	PESO (g)	No. CPF.	PESO (g)	No. CPF.	PESO (g)	No. CPF.	PESO (g)	No. CPF.	PROM PESO (g)	PROM CPF.
Sajor caju	Testigo	230.92	29	215.50	60	124.90	19	206.84	31	194.54	34.75
	10	485.90	37	524.71	68	410.85	51	419.02	56	460.12	53
	20	518.95	59	441.71	35	494.24	56	474.37	51	482.31	50.25
	30	507.95	86	547.90	65	429.68	71	544.21	53	507.43	68.75
INIREB	Testigo	156.41	25	241.32	30	231.50	35	304.68	30	233.47	30
	10	290.40	45	337.74	21	484.03	58	492.61	63	401.19	46.75
	20	399.40	39	651.93	67	541.21	55	318.22	45	477.80	51.50
	30	473.67	61	453.03	63	517.48	68	553.37	71	499.63	65.75

R. = No. de replicación

%SEM. = Porcentaje de semillas adicionadas

No. CPF. = Número de carpóforos colectados

PROM PESO = Promedio del peso en gramos

PROM CPF. = Promedio del número de carpóforos

ANEXO G: FORMATO ENCUESTA

CIMPA-ASOHOFUCOL
PROYECTO PRODUCCION DEL HONGO COMESTIBLE *Pleurotus ostreatus*
BARBOSA (SANTANDER)

Agradecemos la colaboración que usted pueda brindar al contestar de la manera más sincera las siguientes preguntas:

Marque con una X su respuesta

Qué hongos comestibles conoce

2. En qué sitio los recolecta o adquiere

3. Sabe usted en qué época del año se recolectan Si_____ No_____

Cuándo_____

4. Consume alguno de estos hongos Si_____ No_____

Si su respuesta es si, escriba a continuación los nombres de los hongos que consume y continúe con la pregunta 5. Si su respuesta es No, continúe con la pregunta 9.

5. Cómo prepara usted los hongos

6. Comercializa los hongos Si _____ No _____

En que forma: Venta _____ Precio por kilo _____

Cambio _____ Producto _____ Precio del
producto _____

7. Qué cantidad comercializa _____ kilos

8. Con qué frecuencia _____

9. Le gustaría consumir un hongo comestible producido por usted mismo

Si _____ No _____

10. Estaría dispuesto a capacitarse en el CIMPA para aprender a cultivar hongos comestibles en su casa?

Si _____ No _____ Por
qué _____

INFORMACION ADICIONAL

Zona de estudio: _____

Ingresos de la familia

Menos de 1 salario mínimo legal _____

Entre 1 y 2 salarios mínimos legales _____

Más de 2 salarios mínimos legales _____

Número de personas que integran la familia _____

Fecha _____ Sexo encuestado F _____ M _____

Observaciones

Gracias por su colaboración.

ANEXO H: PARTICIPANTES EN TRANSFERENCIA**CENTRO DE INVESTIGACION CIMPA**

TIPO DE EVENTO : Transferencia Producción Artesanal del Hongo Comestible *Pleurotus ostreatus* sobre residuos postcosecha de caña de azúcar y guayaba en la Hoya del Río Suárez.

FECHA: 08 de Septiembre de 2000.

	NOMBRE	CEDULA	DIRECCION	TELEFON O E-MAIL
1.	LUIS GUILLERMO LEON	71.128.165	CIMPA	97-7485059
2.	KATY DEVIA	52.694.905	CIMPA	7484660
3.	DERLY CAÑON	39.742.717	CIMPA	7484660
4.	ADRIANA RIAÑO	52.335.629	CIMPA	7484640
5.	CESAR VILLAMIZAR		CIMPA	7486139
6.	JHON JAIRO CACERES	5.628.912	CIMPA	7486139
7.	JORGE BAUTISTA		CIMPA	7486139
8.	YOLANDA BONILLA	46.376.495	UPTC-CIMPA	7484863
9.	YANNETH LOPEZ	46.374.852	UPTC-CIMPA	7486843
10	JORGE BLANCO		UPTC - Tunja	98-7450062
11	MERCEDES HURTADO	23.780.380	Colegio de Moniquirá	7282008
12	DIANA BERNAL	840624-32674	Colegio de Moniquirá	7282008
13	TITO CASALLAS	74.240.594	Colegio de Moniquirá	7282049
14	EFRAIN SAENZ	1.094.284	Colegio de Moniquirá	7281791
15	GUSTAVO BONILLA	93.116.422	UMATA – Moniquirá	7282225
16	MARIA NIEVES CALLEJO	28.308.319	Verd. Cerniza Barb.	

17	NUBIA MATEUS	28.308.827	Verd. Peñita Barb.	
18	ELIANA MENESES	27.984.259	Verd. La Palma Barb.	7565587
19	ALEJANDRO AGUILAR		Verd. Santa Rosa Bar.	
20	BERTILDA ARIZA	27.980.808	Verd. Santa Rosa Barb	
21	MARY AGUILAR	27.984.146	Verd. Santa Rosa Barb	
22	SANDRA SAENZ S.	51.760.917	Barbosa	97-7485342
23	NOHORA ARCHILA	37.944.412	Puente Nacional	7587200
24	ALBERTO RONCANCIO	5.712.990	Puente Nacional	7588040
25	MARTHA DE SANTAMARIA	28.305.248	Puente Nacional	7587305
26	MARTHA BURGOS	28.305.248	Puente Nacional	7587505
27	ALVARO ARDILA	5.711.093	Puente Nacional	7588278
28	LUIS A. MATEUS	5.712.067	UMATA-Nacional Pte.	7584594
29	SAUL ALFREDO JIMENO	91.228.889	Colegio de San Benito	7565468
30	LUZ MILA BARRERA	30.203.815	Colegio de San Benito	7565468
31	MARIELA ACUÑA	28.181.908	Güepsa	7583231
32	ALVARO QUICENO	57.868.78	Güepsa	7583042
33	EDUBIJES CALVO	28.140.505	Gámbita	
34	HUMBERTO RUIZ	19.440.485	UMATA – Gámbita	7247620
35	MIREYA TOVAR ARDILA	51.918.491	Guavatá	7527110
36	SIMON R. CUADRADO	91.012.137	UMATA- Guavatá	7482368
37	LUCIA VARGAS MEDINA	28.252.724	Col. San José de Pare	7297116
38	DIANA MARCELA FINO	24.023.409	Col. San José de Pare	7297116
39	JORGE MOSQUERA	14.977.509	Jesús María	
40	MARIA DEL CARMEN CARO	28.302.948	Verd. Guajo Cartano	7587347
41	ROSANA ARIZA M.	28.478.341	Vélez	

.				
42	FRANCISCO CADENA	91.486.717	UMATA- Mogotes	7279396
.				
43	EDWIN OMAR PICO	91.498.768	UMATA- Mogotes	7279396
.				
44	DARWIN Y. ECHEVERRI	91.109.685	UMATA- Oiba	7270302
.				
45	LUIS ARTURO RUEDA	91.108.035	UMATA - Chima	7272901
.				
46				
.				
47				
.				
48				
.				
49				
.				
50				
.				