

**EVALUACIÓN DE RESIDUOS AGRÍCOLAS COMO SUSTRATO PARA LA
PRODUCCIÓN DE HONGOS COMESTIBLES (*Pleurotus ostreatus*) EN EL
CORREGIMIENTO DE LLACUANAS – MUNICIPIO DE ALMAGUER DEPARTAMENTO
DEL CAUCA**



**Universidad
del Cauca**

RUBY LEONOR RIVERA OMEN

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
INGENIERÍA AGROPECUARIA
POPAYÁN
2012**

**EVALUACIÓN DE RESIDUOS AGRÍCOLAS COMO SUSTRATO PARA LA
PRODUCCIÓN DE HONGOS COMESTIBLES (*Pleurotus ostreatus*) EN EL
CORREGIMIENTO DE LLACUANAS – MUNICIPIO DE ALMAGUER DEPARTAMENTO
DEL CAUCA**

RUBY LEONOR RIVERA OMEN

**Trabajo de grado en modalidad de Investigación para optar al título de Ingeniera
Agropecuaria**

**Directora
M. Sc.SANDRA MORALES VELASCO**

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
INGENIERÍA AGROPECUARIA
POPAYÁN
2012**

Nota de aceptación

La Directora y los Jurados han leído el presente documento, escucharon la sustentación del mismo por su autora y lo encuentran satisfactorio.

M. Sc. SANDRA MORALES VELASCO
Directora

M. Sc. IVÁN PAZ
Presidente del Jurado

Ing. NATALIA LIZETTE CASTAÑO G.
Jurado

Popayán, 13 de noviembre de 2012

DEDICATORIA

A mi Dios y a la Santísima Virgen, quienes me dieron salud, fortaleza y sabiduría para terminar mis estudios universitarios.

A mis padres, porque siempre han luchado por brindarme lo mejor.

A mi hermana por su apoyo incondicional para alcanzar mis metas.

A mi esposo, quien me brindó su amor y su apoyo constante.

A mi adorada hija, quien con su cariño, paciencia y ternura siempre fue el centro de motivación para luchar por alcanzar mi objetivo.

Ruby Leonor Rivera Omen

AGRADECIMIENTOS

A mi familia por su apoyo incondicional y constante para alcanzar este triunfo.

A la Universidad del Cauca y en especial a la Facultad de Ciencias Agropecuarias, por permitir mi formación profesional en esta prestigiosa institución.

A mi directora M. Sc. Sandra Morales Velasco, por compartir sus conocimientos, por su amistad, su colaboración, paciencia y orientación durante la ejecución de este trabajo.

A mis compañeros, por los momentos compartidos durante esta etapa de nuestra vida y a mi gran amigo Carlos Martínez, que siempre me brindó su orientación y apoyo incondicional.

CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCIÓN	16
1. MARCO TEÓRICO	17
1.1 DESCRIPCIÓN Y CARACTERÍSTICAS DEL HONGO <i>Pleurotus sp</i>	17
1.2 MORFOLOGÍA DEL HONGO <i>Pleurotus sp</i>	18
1.3 CARACTERÍSTICAS FISIOLÓGICAS DE <i>Pleurotus ostreatus</i>	18
1.4 GENERALIDADES SOBRE SU CULTIVO	19
1.4.1 Características del área y sustratos	19
1.4.2 Consideraciones del sustrato	19
1.4.3 Siembra	20
1.4.4 Periodo de incubación	21
1.4.5 Periodo de fructificación	21
1.5 PLAGAS Y ENFERMEDADES	21
1.5.1 Plagas	21
1.5.2 Enfermedades	21
1.6 PRODUCCIÓN Y COSECHA	22
1.6.1 Producción	22
1.6.2 Características de la cosecha	22
1.7 COMPOSICIÓN DE SUSTRATOS	22
1.8 ANTECEDENTES	23
2. MARCO METODOLÓGICO	25
2.1 LOCALIZACIÓN	25

	pág.
2.2 MATERIALES Y MÉTODOS	25
2.2.1 Etapa de preparación del sustrato	26
2.2.1.1 Recolección de residuos	26
2.2.1.2 Desinfección del sustrato	26
2.2.1.3 Pasteurización del sustrato	27
2.2.2 Etapa experimental	27
2.2.2.1 Adecuación de Instalaciones	27
2.2.2.2 Inoculación del hongo	28
2.2.2.3. Tratamientos	30
2.2.2.4 Diseño experimental	30
2.2.2.5 Variables analizadas	31
2.2.3 Etapa de análisis estadístico	32
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	33
3.1 TEMPERATURA Y HUMEDAD	33
3.2 PESO DE LOS RESIDUOS	33
3.3 PORCENTAJES DE COLONIZACIÓN	34
3.3.1 Color y textura de <i>Pleurotus sp</i>	35
3.4 PRODUCCIÓN DE <i>Pleurotus ostreatus</i>	36
3.4.1 Análisis de varianza para las repeticiones	37
3.4.2 Análisis de varianza por tratamiento	37
3.4.3 Producción en gramos de <i>Pleurotus sp</i>	37
3.4.4 Diámetro de <i>Pleurotus sp</i>	38
3.4.5 Análisis de varianza por cosecha	39

	pág.
3.4.6 Producción	39
3.4.7 Diámetro de la seta	40
4. CONCLUSIONES	42
5. RECOMENDACIONES	43
BIBLIOGRAFIA	44
ANEXOS	48

LISTA DE CUADROS

	pág.
Cuadro 1. Requerimientos del sustrato	20
Cuadro 2. Análisis bromatológico del bagazo de caña	23
Cuadro 3. Composición química del bagazo de caña	23
Cuadro 4. Equipos, materiales e insumos necesarios para la evaluación	26
Cuadro 5. Tratamientos del diseño experimental	30
Cuadro 6. Análisis de varianza de las variables estudiadas de acuerdo a las repeticiones	37
Cuadro 7. Análisis de varianza de las variables estudiadas de acuerdo a los tratamientos	37

LISTA DE FIGURAS

	pág.
Figura 1. <i>Pleurotus</i> sp	18
Figura 2. Localización	25
Figura 3. Residuos utilizados en la preparación de sustratos para la producción de <i>Pleurotus</i> . a) Bagazo de caña; b) Cáscara de papa; c) Cáscara de plátano	27
Figura 4. Cocción de residuos para la elaboración de los sustratos	27
Figura 5. Principales áreas para la producción del hongo <i>Pleurotus ostreatus</i> . a) Cuarto de incubación; b) fructificación	28
Figura 6. Inoculación del sustrato con el hongo <i>Pleurotus ostreatus</i> . a) Mezcla del sustrato con la semilla; b) Sustrato inoculado dentro de la malla; c) Malla sellada	28
Figura 7. Cultivo de <i>Pleurotus ostreatus</i> en el cuarto de incubación	29
Figura 8. Termohigrómetro	29
Figura 9. Distribución de los tratamientos	30
Figura 10. Sustrato colonizado por el hongo <i>Pleurotus ostreatus</i>	31
Figura 11. Cosechas de <i>Pleurotus ostreatus</i> . a) Primera cosecha; b) Segunda cosecha; c) Tercera cosecha	31
Figura 12. Comportamiento de la temperatura durante el periodo de incubación y fructificación de <i>Pleurotus ostreatus</i>	33
Figura 13. Peso de los residuos utilizados para el cultivo de <i>Pleurotus ostreatus</i>	34
Figura 14. Porcentaje de colonización de <i>Pleurotus ostreatus</i> en los sustratos evaluados	34
Figura 15. Textura y color de <i>Pleurotus sp</i> bajo diferentes residuos orgánicos como sustrato	36
Figura 16. Producción de <i>Pleurotus sp</i> bajo diferentes residuos orgánicos como sustrato	37
Figura 17. Diámetro de las setas de <i>Pleurotus sp</i> bajo diferentes residuos orgánicos como sustrato	37

	pág.
Figura 18. Prueba de Duncan por cosecha para la variable producción	39
Figura 19. Prueba de Duncan por cosecha para la variable diámetro de la seta	40

LISTA DE ANEXOS

	pág.
Anexo A. Registros de temperatura y humedad relativa durante el periodo de incubación. Siembra 6 de enero de 2012	48
Anexo B. Registros de temperatura y humedad relativa periodo de fructificación	49
Anexo C. Prueba de promedios según Duncan	52
Anexo D. Pruebas post hoc	53
Anexo E. Prueba de promedios por evaluación	54
Anexo F. Peso en gramos de la producción de hongos	56

GLOSARIO

COLONIA: es una agrupación de hongos iguales para cumplir con una función determinada.

HETERÓTROFOS: en contraste con los organismos autótrofos, son aquellos que deben alimentarse con las sustancias orgánicas sintetizadas por otros organismos, bien autótrofos o heterótrofos a su vez.

PARÁSITO: ser vivo que de manera temporal o permanente vive a expensas de otro organismo de distinta especie, que es el huésped, obteniendo de éste nutrición y morada, al que puede producir daño y con el que tiene una dependencia obligada y unilateral.

SAPRÓFITO: se alimenta de materia orgánica muerta o en descomposición. Son los más frecuentes en determinados ecosistemas e intervienen en la mineralización de los restos vegetales para que puedan posteriormente formar parte del humus.

SETAS: también llamadas callampas en Bolivia, Chile, Ecuador y Perú son los cuerpos fructíferos, de un conjunto de hongos pluricelulares (basidiomicetos) que incluye muchas especies. Suelen crecer en la humedad que proporciona la sombra de los árboles, pero también en cualquier ambiente húmedo y con poca luz.

SIMBIOSIS: forma de interacción biológica que hace referencia a la relación estrecha y persistente entre organismos de distintas especies.

SUSTRATO: es la superficie en la que una planta o un animal vive y le proporciona alimento.

RESUMEN

La presente investigación evaluó diferentes residuos agrícolas para determinar el sustrato sobre cual el hongo *Pleurotus ostreatus* obtuviera la mejor producción. Los sustratos evaluados fueron elaborados a partir de residuos generados por restaurantes del corregimiento de Llacuanas municipio de Almaguer Cauca (cáscara de plátano y cáscara de papa), en compañía del bagazo de caña panelera, subproducto de la zona; las mezclas a evaluar fueron empacadas en bolsas de 3 Kg de volumen de sustrato, se esterilizaron e inocularon con 150g de semilla de *Pleurotus ostreatus* adquiridas comercialmente. Se evaluó el rendimiento de los sustratos trabajados, el peso fresco de las setas, el diámetro de los carpóforos y se cuantificó los residuos generados por los restaurantes de la localidad. Finalmente, el mejor sustrato para la producción de *Pleurotus ostreatus* fue el tratamiento T1 (bagazo de caña, salvado de maíz y cal agrícola) en un periodo total de producción de 48 días con 1485 g. En estos sustratos, el número de días de incubación fue de 18 días, la primera cosecha se obtuvo a los 25 días después de la siembra, la segunda a los 38 y la tercera a los 50 días, la productividad estuvo entre 87g y 1485g de hongos frescos. Entre los sustratos evaluados se encontraron diferencias estadísticamente significativas ($P > 0,05$).

Palabras claves: *Pleurotus ostreatus*, Residuos de cosecha, Producción.

ABSTRACT

Different agricultural waste was evaluated to determine the best substrate on which the fungus *Pleurotus ostreatus* generates good production. The substrates were evaluated from waste generated by restaurants Llacuanas Township village of Cauca Almaguer (banana skin and potato peels), accompanied by sugarcane bagasse, a by-product of the area. To evaluate blends were packed in bags of 3 kg of substrate mixture volume. Were sterilized and inoculated with seed 150g *Pleurotus ostreatus* commercially available. We evaluated the performance of the substrates worked, the fresh weight of mushrooms; the diameter of the fruiting bodies and quantified the waste generated by local restaurants. Finally, the best substrate for the production of *Pleurotus ostreatus* was T1 treatment (sugarcane bagasse, corn bran and agricultural lime) in a total production period of 48 days with 1485 g. In these substrates the number of days of incubation was 18 days, the first harvest was obtained at 25 days after sowing, the second at 38 days and the third at 50 days. The productivity was between 87g and fresh mushrooms 1485g.

Keywords: *Pleurotus ostreatus*, crop residues, Production.

INTRODUCCIÓN

La importancia de esta investigación reside en la producción de hongos comestibles del género *Pleurotus ostreatus* a partir de residuos agrícolas de la zona, para brindar una alternativa nutritiva que permita disminuir los índices de desnutrición. Los hongos del género *Pleurotus* son una seta comestible de primera calidad por el alto contenido de proteína, siendo una alternativa de seguridad alimentaria en las áreas rurales en la cual puede participar la familia, porque el uso de estas setas comestibles tiene la ventaja de ser un complemento alimenticio por su valor nutricional, ya que contienen entre 57% y 61% de carbohidratos, 26% de proteína, 11.9% de fibra y 0.9% a 1.8% de grasas con base a su peso seco, además posee vitaminas como la niacina, tiamina (B1), vitamina B12, vitamina C o ácido ascórbico y se les han detectado minerales como el potasio, fósforo y calcio (Velasco, 2004).

Esta especie cosmopolita crece saprofiticamente en ambientes naturales sobre troncos de árboles caídos y otras plantas leñosas en descomposición; es un hongo semianaeróbico que soporta un 32% de CO₂ y fija el nitrógeno atmosférico, produce grandes cantidades de proteína de alta calidad sobre sustratos que están compuestos de materiales residuales, siendo más eficiente sobre los lignocelulósicos, como pajas, cascarillas de cereales, bagazos, tusas, pastos, cáscaras, entre otros (Soto, 2004).

El municipio de Almaguer presenta altos índices de morbilidad y mortalidad ocasionados por la desnutrición y la mala alimentación, problema que afronta la comunidad del corregimiento de Llacuanas, en la que se observan casos de deterioro en la calidad de vida, reflejados en el desarrollo físico y psíquico, poniendo en peligro el desarrollo social, además los procesos de injusticia social y económica determinan que niños, adultos y ancianos enfermen, sufran hambre y mueran prematuramente. La agricultura se ha visto desplazada por la siembra de cultivos de uso ilícitos; unido a esto la carencia en manejo de residuos sólidos ha generado focos de contaminación orgánica, aumentando la presencia de plagas (roedores, moscas, entre otros) acrecentando los impactos sobre el suelo y por ende afectando la productividad de los mismos.

Por lo anterior surge la oportunidad de realizar en la zona, un trabajo de investigación para evaluar residuos agrícolas (cáscara de papa, bagazo de caña, cáscara de plátano) como sustrato para la producción de *Pleurotus Ostreatus*, cuantificando los residuos orgánicos de los restaurantes de la localidad.

1. MARCO TEÓRICO

Dependiendo de su modo de vida, los hongos pueden ser simbióticos, parásitos o saprofitos, estos últimos son los que viven sobre materia orgánica en descomposición, como es el caso del hongo *Pleurotus sp.* Que pertenece a los hongos superiores y son solo una pequeña parte del reino fungi (10%), los cuales tienen la capacidad de producir cuerpos fructíferos o también llamados carpóforos o setas que se pueden ver a simple vista y de los cuales muchos animales e insectos obtienen su alimento y cumplen la función de esparcir esporas para la producción sexual de las especies, utilizando diversos mecanismos para ello (García, 1998).

Las setas son hongos que se desarrollan principalmente sobre troncos en descomposición u otros sustratos, cada hongo está formado por una serie de finos filamentos llamados hifas, que en conjunto forman lo que se denomina micelio. En la naturaleza y bajo condiciones favorables de humedad y temperatura, éste micelio extendido sobre un sustrato adecuado, se transforma en pequeños grumos que van aumentando de tamaño hasta formar la típica seta, estas se alimentan de la materia orgánica en la que están creciendo, degradando las sustancias con enzimas que liberan al medio húmedo que les rodea, por ello es importante el suministrar un sustrato adecuado al hongo cuando se le intente cultivar para que los nutrientes puedan ser aprovechados por las hifas del micelio, para que la seta se desarrolle adecuadamente se requiere de una temperatura y humedad adecuadas, así como aire que aporte oxígeno y cierta cantidad de luz, con estos factores se deduce las necesidades que tiene que satisfacer el cultivo del hongo seta (Velasco, 2004).

Actualmente *Pleurotus* se ha considerado un complemento alimenticio de un aceptable valor nutricional, ya que sus proteínas contienen todos los aminoácidos esenciales, por lo que debe ser incluido en la dieta diaria, este hongo es rico en carbohidratos, vitaminas, fibra y minerales, además de que posee un bajo contenido de grasas, presenta entre el 57% y 61% de carbohidratos en base a su peso seco, 26% de proteína y un 11.9% de fibra; contiene vitaminas como la niacina, tiamina (B1), vitamina B12 vitamina C o ácido ascórbico, además se les han detectado minerales como el potasio, fósforo y calcio y su contenido de grasas es de 0.9% a 1.8% con base a su peso seco (Velasco, 2004).

1.1 DESCRIPCIÓN Y CARACTERÍSTICAS DEL HONGO *Pleurotus sp*

Los hongos del género *Pleurotus sp* se reconocen por la forma del sombrero a manera de abanico, por su crecimiento sobre madera común a casi todas las especies de este género (Velasco, 2004). Los miembros del grupo *Phylum Basidiomycota* son llamados basidiomicetos e incluyen algunos de los hongos más grandes como las setas, amanitas y champiñones, cada hongo está formado por una serie de finos filamentos llamados hifas, que en conjunto forman el micelio, en la naturaleza y bajo condiciones favorables de humedad y temperatura, éste micelio extendido sobre una sustancia adecuada, se transforma en pequeños grumos que van aumentando de tamaño hasta formar la típica

seta, establecida por un sombrero y un pie, tiene la función de producir las estructuras de reproducción llamadas esporas cuya misión es perpetuar la especie.

Las setas se desarrollan principalmente sobre troncos en descomposición u otros elementos alimentándose de la materia orgánica en la que están creciendo, mediante la degradación del alimento con enzimas liberadas al medio húmedo que les rodea, por ello es importante suministrar un sustrato adecuado al hongo en su cultivo para que los nutrientes puedan ser aprovechados por las hifas del micelio (Velasco, 2004).

1.2 MORFOLOGÍA DEL HONGO *Pleurotus sp*

Figura 1. *Pleurotus sp*



Fuente. Romero y Rodríguez, 1994.

El sombrerillo de esta seta es redondeado, el borde es algo enrollado al principio, la superficie es lisa, abombada y convexa cuando es joven, aplanándose luego poco a poco (Figura 1).

El diámetro oscila entre 5 y 15 cm, dependiendo de la edad del hongo, el color es variable desde gris claro o gris pizarra hasta pardo, tomando una coloración más amarillenta con el tiempo (Guzmán *et al.*, 1993).

1.3 CARACTERÍSTICAS FISIOLÓGICAS DE *Pleurotus ostreatus*

Pleurotus ostreatus es un hongo degradador de materia orgánica que se alimenta principalmente de lignina y celulosa, estos son azúcares que se encuentran disponibles en la materia muerta, por ejemplo la paja, rastrojo de maíz, caña, trigo, cebada (Bermúdez, 2003).

Los hongos, nutricionalmente son heterotróficos, requieren compuestos orgánicos preformados para sus requerimientos de energía y crecimiento, pueden degradar las

sustancias complejas con enzimas que segregan en el medio húmedo que lo rodea. El sistema enzimático es la característica que permite a los hongos desarrollarse en material vegetal, ya que la pared celular de los tejidos vegetales está compuesto de celulosa, hemicelulosa y lignina, sustancias químicas muy complejas, difíciles de degradar y solamente los hongos las descomponen con enzimas excretadas por la células fungales que rompen tales moléculas y liberan celulosa y hemicelulosa de la lignina; además, la descomponen en unidades solubles más pequeñas dejándolas disponibles para la absorción por medio de las hifas (García, 1998).

La bioconversión de los materiales de desechos insolubles de la planta en un alimento nutritivo con alto contenido proteico es una de las actividades más importantes de estas setas. Algunas de las enzimas identificadas en los hongos son la lacasa, que cumple un amplio papel en la biodegradación de la lignina y el Complejo celulosa conformado por las enzimas endocelulasa, exocelulasa y B- glucocidasa, estas intervienen en la degradación de la celulosa (García, 1998).

1.4 GENERALIDADES SOBRE SU CULTIVO

Para el cultivo de *Pleurotus sp.* Los sustratos deben tener la humedad necesaria para que el hongo comience a alimentarse de ellos, además de estar debidamente desinfectados con el fin de evitar problemas de plagas y enfermedades (Garcés, 2004).

1.4.1 Características del área y sustratos. Según García (1998), para el cultivo del hongo seta se requiere de las siguientes áreas:

Área de almacenamiento de sustratos e insumos.

Área de pasteurización y siembra. La cual debe ser un área con mínimas corrientes de aire para prevenir la contaminación del sustrato.

Área de incubación. Debe ser un cuarto oscuro, con estructuras específicas para colocar las bolsas y con una fuente de energía para iluminar el área cuando sea necesario.

Área de producción. Esta área debe tener un 50% de iluminación indirecta, estimulando el brote y crecimiento de primordios; para lo cual debe mantenerse una humedad de 80% y una temperatura entre los 18 y 30°C, así a los 5-6 días de inicio del crecimiento, el hongo puede ser cortado.

1.4.2 Consideraciones del sustrato. Este es el material que proporciona alimentación al hongo, a nivel comercial se utiliza ampliamente la paja de trigo, maíz, pulpa de café,

además se han realizado ensayos con materiales como vainas secas de frijol, viruta de encino, bagazo de henequén, lirio acuático, fibra de coco, olote y tamo de maíz, pimienta, canela, cardamomo, etc., esta es una de las ventajas del cultivo de este hongo, que se puede aprovechar los desechos de cosecha disponibles en la localidad. El sustrato adecuado debe ser de un tamaño de 5 a 15cm (Guzmán, 1994), ya que muestran mejores resultados en producción, además este debe ser homogéneo para posteriormente llevarlo a un proceso de pasteurización y desinfección, sumergiendo el material en agua bien caliente (se recomienda un mínimo de 76 grados) durante una hora, luego escurrir y dejar enfriar, pues de ello depende el bienestar del cultivo; esta se puede realizar.

A la hora de la elaboración del sustrato es necesario tener en cuenta las necesidades biológicas del hongo (Rodríguez *et al.*, 2006), como lo es la relación carbono-nitrógeno y oligoelementos (Cuadro 1).

Cuadro 1. Requerimientos del sustrato

Materiales	Porcentaje
Material fibroso	75%
Fuente de nitrógeno	23%
Fuente de energía	1%
Estabilizadores de pH	1%
Semilla	2 – 6%
Agua	60%

Fuente. Almanza, 2007.

1.4.3 Siembra. Este procedimiento consiste en mezclar el micelio con el sustrato, pudiéndose usar bolsas de polietileno transparentes de 70 x 90cm, pero en explotaciones pequeñas son más recomendables de 50 x 70 cm ó 40 x 60 cm, debido que la bolsa grande puede sobrecalentarse, en la práctica el tipo de bolsa puede ser determinado en cuanto a las condiciones particulares de cada lugar y de acuerdo con los resultados que se vayan obteniendo.

Para proceder a la siembra el sustrato pasteurizado se deja enfriar de preferencia volteándolo para que escape el vapor de agua atrapado, de lo contrario se condensará y habrán problemas de sudoración, el contenido de humedad del sustrato debe estar entre el 70 y el 80%, en la práctica se determina tomando un puño del sustrato y apretándolo moderadamente, si caen gotas ola mano queda mojada, el sustrato tiene exceso de agua, en este caso se debe esperar a que escurra y removerla; no es recomendable sembrar con niveles de humedad mayores que los indicados, porque el hongo necesita para su crecimiento de ciertos espacios porosos, esto le permite que el intercambio de gases sea el óptimo para su crecimiento, tanto de CO₂ como de oxígeno, evitando así la aparición de organismos que puedan vivir sin oxígeno y que ocasionan pudrición del sustrato.

La cantidad de semilla se calcula según el peso húmedo del sustrato. Se recomienda usar una cantidad de semilla que va del 3.5 al 5% del peso del sustrato húmedo (asumiendo un 75% de humedad) (Velasco, 2004).

1.4.4 Periodo de incubación. Una vez sembrado el hongo inicia su crecimiento sobre el sustrato en que fue sembrado, pero durante las primeras 24 horas el micelio crecerá poco debido a la adaptación, al cambio de medio y la recuperación de los daños producidos por la manipulación, después el crecimiento acelerado inicia aproximadamente a las 48 horas, dependiendo de las condiciones ambientales (Soto, 2004).

Los factores críticos que se controlan en esta área son la temperatura, CO₂, pH, humedad; así mismo influyen en el desarrollo de la incubación el vigor y la adaptación de la cepa, la cantidad del inóculo y el sustrato utilizado. Cuando la temperatura excede los 30°C el ritmo de crecimiento se vuelve lento llegando a la detención total y muerte del micelio a los 40°C, si la temperatura es baja el riesgo de contaminación por hongos competidores es mayor y cuando es de 4°C o menos el micelio sufre daños graves y puede incluso morir, la temperatura óptima para sembrar es de 24 a 25°C (Soto, 2004).

1.4.5 Periodo de fructificación. La aparición de primordios de cuerpos fructíferos requiere del manejo adecuado de los factores ambientales; la temperatura va de los 18 a los 23°C, la humedad del aire debe ser del 80 al 95%, y la iluminación de 8 a 12 horas, además el manejo del cultivo en esta etapa necesita de la confección de orificios más grandes que favorezcan la difusión de gases, la disminución de la temperatura y el contacto con un ambiente húmedo, frecuentemente las cepas precoces o muy vigorosas inician su inducción dentro de la sala de incubación, por lo que es necesario revisar constantemente, también es importante controlar adecuadamente el ambiente en esta etapa, ya que de ello depende en gran parte la cosecha de los hongos, puesto que es cuando se forman y es en la primera cosecha donde se obtiene cerca del 50-60 % del rendimiento del cultivo (Fernández, 2004).

1.5 PLAGAS Y ENFERMEDADES

Este es uno de los principales problemas a los que se enfrentan los productores de hongos, los contaminantes aparecen por lo general en la fase de incubación y esto es debido principalmente a la mala pasteurización del sustrato, al mal manejo del mismo o a la falta de higiene en el momento de la siembra (Velasco, 2004).

1.5.1 Plagas. En el área de producción de setas uno de los problemas más comunes en lo que se refiere a plagas son las diversas especies de mosquitos que se presentan desde el período de incubación, si las condiciones de limpieza y manejo del cultivo no son muy buenas, otra plaga de cuidado son los moluscos (caracoles y babosas), que proliferan debido a la alta humedad del medio; sin embargo, se pueden controlar mediante cebos a base de cal y sal, colocados en las principales entradas y orificios del área del cultivo (Velasco, 2004).

1.5.2 Enfermedades. Estas presentan riesgo de contaminación mayor cuando se registran temperaturas bajas, siendo los principales problemas mohos de los géneros

Trychoderma, *Penicillium* y *Aspergillus sp*, en caso de infestaciones severas pueden llegar a colonizar todo el sustrato haciéndolo inutilizable para el crecimiento de las setas, en estos casos conviene desechar inmediatamente todo el sustrato y destruirlo, por tal razón se debe realizar una desinfección general al final de cada cultivo; mediante encalado y lavado de la estantería, muros y pisos con cloro (Velasco, 2004).

1.6 PRODUCCIÓN Y COSECHA

La producción e indicadores de cosecha del hongo se presentan a continuación.

1.6.1 Producción. La primera cosecha puede durar entre uno y tres días, posteriormente habrá un tiempo de receso de una a dos semanas para que se produzca el siguiente corte, durante el cual es importante mantener las condiciones ambientales adecuadas de temperatura, iluminación y humedad, para evitar daños o contaminación de las muestras; en promedio y dependiendo de la variedad del hongo y sustrato, las bolsas de setas producen entre dos y cuatro cosechas, siendo las más importantes las dos primeras, en las cuales se produce la mayor cantidad de fluctuaciones, alrededor del 90% (García, 1998).

1.6.2 Características de la cosecha. A partir del día 25 y hasta el 40 dependiendo de las condiciones climáticas se realiza la primera cosecha, cuando los frutos han alcanzado la madurez fisiológica que se caracteriza por un diámetro de 10 cm, longitud de 8 a 12 cm y peso variable de 50 a 80 gramos, el producto es succulento y bien definido, etapa en la cual contiene todos los elementos básicos que conforman su perfil nutricional. Generalmente es posible realizar una segunda cosecha de 15 a 20 días después del primer corte y una tercera cosecha a los 20 días siguientes; ésta se debe de realizar en el momento preciso para evitar que las setas se deshidraten rápidamente o se pudran y pierdan las características organolépticas deseadas, además se debe tener en cuenta que al cosechar, los cuerpos se deben cortar, no arrancar y colocarlos en charolas para su uso y manejo (García, 1998).

1.7 COMPOSICIÓN DE SUSTRATOS

Los subproductos de la región de gran utilidad para el desarrollo del cultivo como sustrato para la producción del hongo *Pleurotus*, son la cáscara de papa y plátano, y el bagazo de caña principalmente debido a la vocación panelera de la zona.

La cáscara de papa posee fibra 1-2%, carbohidratos, proteínas 2,1%, calcio, hierro, azufre, potasio y vitamina C, B₁ y B₂. De igual forma en la cascara de plátano encontramos almidón 50%, cenizas 9,14%, extracto etéreo 3,26%, fibra cruda 11%, humedad 11,91%, materia seca 88,1% y proteína 8,54% respectivamente (Garcés *et al.*, 2004).

La composición del subproducto bagazo de caña principal fuente del sustrato para la siembra del hongo, se muestra a continuación:

Cuadro 2. Análisis bromatológico del bagazo de caña

Componente (%)	Valor
Materia seca	89.41
Humedad	11.49
Cenizas	13.33
Grasas	0.98
Fibra cruda	34.11
Proteína	6.69
Carbohidratos	33.40
N ₂	1.64
Calcio (Ca)	1.3
Magnesio (Mg)	0.6
Fósforo (P)	0.2
Potasio (K)	3.3
Azufre (S)	0.12
Hierro (Fe)	360 ppm
Manganeso (Mn)	110 ppm
Zinc (Zn)	90 ppm
Cobre (Cu)	30 ppm
C:N	113:1

Fuente. Aguilar (2006,2010).

Cuadro 3. Composición química del bagazo de caña

Componente	Bagazo integral %	Fracción fibrosa %	Fracción médula%
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 en agua Fría	2,2	2,2	3
Solubilidad NaOH (1%)	34,9	3,2	36
Cenizas	2,6	1,4	5,5

Fuente. Correa, 1988.

1.8 ANTECEDENTES

Sarasti y Muelas (2008), evaluaron la producción de setas comestibles (*Pleurotus ostreatus*) sobre cuatro sustratos a base de pulpa de café tratados con diferentes métodos de esterilización en el municipio de Piendamó Cauca. Los sustratos utilizados fueron: Pulpa de café como primer tratamiento, pulpa de café más bagazo de caña panelera

como segundo tratamiento, pulpa de café más pasto de corte como tercer tratamiento y pulpa de café más bagazo más pasto de corte como cuarto tratamiento. Donde encontraron que los sustratos ricos en fibra y en carbohidratos estructurales (pulpa de café y pasto de corte) son más apropiados para el cultivo de *Pleurotus ostreatus*.

Ortiz *et al* (2002) en su trabajo titulado “Determinación de una metodología para la utilización de residuos agrícolas (cascarilla de café, pasto de corte, esparrago, vainas de frijol y arveja) generados en el municipio de Popayán y evaluación de los sustratos en la producción de setas (*Pleurotus ostreatus*)” encontraron una mejor colonización del hongo en los sustratos de Pasto de corte y vainas de frijol y arveja.

Rodríguez y Gómez (2001), establecieron un protocolo sencillo para el cultivo del hongo *Pleurotus* sp. sobre pulpa de café en Chinchiná, Caldas, con el fin de ser aplicado por los pequeños caficultores.

Rodríguez Jaramillo (2007), evaluaron la producción de hongos del genero *Pleurotus* sp. sobre residuos agrícolas en la zona cafetera tales como pulpa de café, aserrín de tallo de café, borra de café, grano deteriorados de café, cisco de café, bagazo de caña, película plateada de café, cascarilla de arroz y hoja de plátano; obteniendo que el sustrato de mayor rendimiento fue la mezcla de pulpa de café con bagazo de caña, seguido por la mezcla de borra café con tamo de arroz y cascarilla de arroz, pero la formulación mas recomendada para la zona fue la mezcla de aserrín de tallo y pulpa de café, por la alta disponibilidad, obteniendo resultados medios de eficiencia biológica del 88.9%.

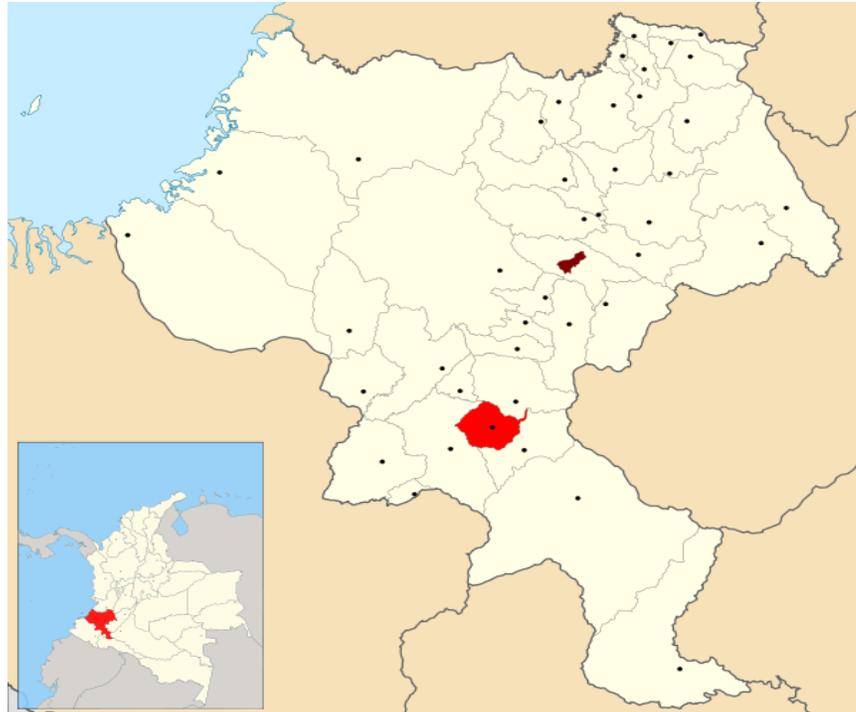
2. MARCO METODOLÓGICO

A continuación se describirá aspectos metodológicos tenidos en cuenta para el desarrollo de la presente investigación.

2.1 LOCALIZACIÓN

La propuesta se desarrolló en el corregimiento de Llacuanas al sur occidente del municipio de Almaguer Cauca, a una temperatura promedio de 17°C y a 1.500 m.s.n.m. Los productos agrícolas más importantes son café y caña panelera entre otros productos secundarios como: guineo, plátano, garbanzo, frijol, naranja, banano, maní y yuca (POT, 2004-2016) (Figura 2).

Figura 2. Localización



Fuente. POT Municipio de Almaguer 2004-2016.

2.2 MATERIALES Y MÉTODOS

Para la evaluación de residuos agrícolas como sustrato para la producción de hongos comestibles (*Pleurotus ostreatus*) en el corregimiento de Llacuanas – municipio de Almaguer departamento del Cauca; se necesitaron los equipos materiales e insumos especificados en el cuadro 4, realizado en tres etapas.

Cuadro 4. Equipos, materiales e insumos necesarios para la evaluación

Ítem	Unidad	Cantidad
1. Materia prima Semilla	Kilos	4
2. Bolsas	Bolsas	20
3. Malla	Metros	50
4. Madera	Listones	16
5. Cal	Bulto	2
6. Hipoclorito	Litro	1
7. Cortinas	Metros	5
8. Fibra	Rollo	1
9. Termohigrómetro		1

2.2.1 Etapa de preparación del sustrato. Esta etapa se divide en tres fases: recolección de residuos, desinfección y pasteurización del sustrato.

2.2.1.1 Recolección de residuos. El sustrato que se utilizó para la siembra del cultivo de *Pleurotus ostreatus* en el corregimiento de Llacuanas, fueron residuos orgánicos de los restaurantes del poblado, teniendo en cuenta los productos más utilizados en la alimentación de la región (Plátano y papa), el subproducto de la molienda de caña panelera como cultivo principal y el salvado de maíz que fue comprado en un almacén agrícola.

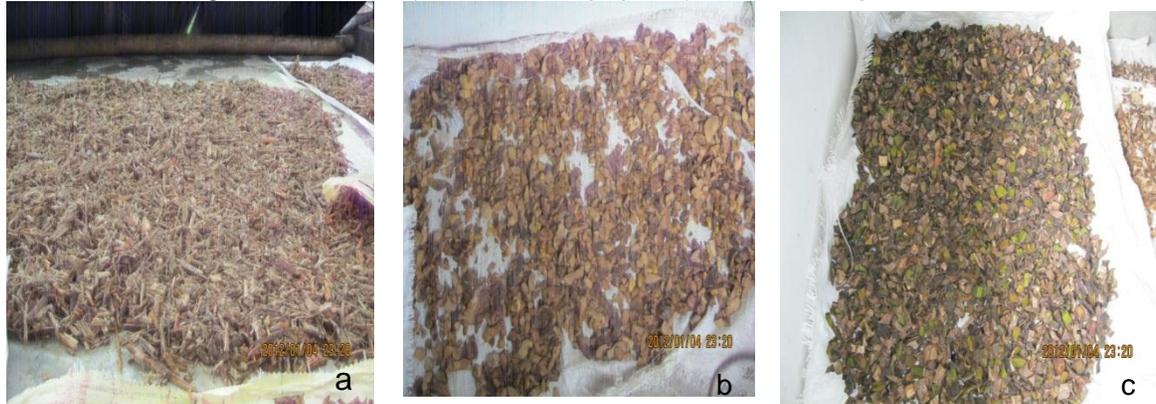
Las cáscaras de plátano y de papa se recogieron en cuatro restaurantes del corregimiento de Llacuanas durante cuatro domingos consecutivos, día en el que se alistan los productos para su preparación el lunes de mercado, una vez recolectados los residuos se pesaron en una balanza romana para la respectiva cuantificación.

Con el fin de aprovechar los residuos de la molienda de caña panelera de los trapiches comunitarios y darles un mejor uso; estos se utilizaron como fuente principal del sustrato para la siembra del hongo, aprovechando 40 kilos para el estudio.

2.2.1.2 Desinfección del sustrato. Los residuos de plátano y de papa se seleccionaron y clasificaron conforme a su estado de madurez y condiciones fitosanitarias a los que posteriormente se les realizó la desinfección con hipoclorito de sodio a 20 ppm durante diez minutos; consecutivamente se lavó con agua potable y se secó a temperatura ambiente hasta obtener una humedad de 10%, finalmente se cortó en partículas de 2 cm (Figura 3). El bagazo caña se seleccionó y se cortó en pequeñas partículas de 2 cm; éste se colocó en agua a temperatura ambiente durante 48 horas cambiando de agua cada 12 horas, con el propósito de eliminar los azúcares que quedan del proceso de la molienda, posteriormente se efectuó la desinfección con hipoclorito a 20 ppm. La desinfección del salvado de maíz se realizó agregándole tres veces agua hirviendo, con el fin de evitar la desintegración de las estructuras nutricionales, como carbohidratos y proteínas. Es conveniente que el tratamiento de desinfección se seleccione de acuerdo con las

características del sustrato empleado, por tanto, se debe tener en cuenta sus características físicas como dureza y el porcentaje de humedad del mismo. No es posible generalizar un tratamiento para sustratos con diferentes características (Ortiz, 2002).

Figura3. Residuos utilizados en la preparación de sustratos para la producción de *Pleurotus*. a) Bagazo de caña; b) Cáscara de papa; c) Cáscara de plátano



2.2.1.3 Pasteurización del sustrato. La pasteurización se ejecutó sólo sobre los residuos de plátano, papa y bagazo de caña; estos se cocinaron por separado a 80 grados centígrados durante una hora, con el objetivo de eliminar los microorganismos que pueden llegar a afectar el cultivo (Ver figura 4) (García, 1998; Sarasti y Muelas, 2008).

Figura 4. Cocción de residuos para la elaboración de los sustratos



2.2.2 Etapa experimental. Se desarrolló en las siguientes fases:

2.2.2.1 Adecuación de Instalaciones. La fase experimental se llevó a cabo en un cuarto cerrado de paredes de ladrillo, techo de eternit y piso de cemento con un área de 3 x 3 y una altura de 2.50 m; para la desinfección del cuarto se lavaron las paredes y el piso con límpido 20 ppm, se flameó toda la habitación y finalmente se aplicó cal en el piso.

Además se cubrió la ventana con tela de toldillo para evitar la entrada de insectos, brindando las condiciones de oscuridad, humedad y temperatura requeridas, las cuales fueron tomadas con un termohigrómetro. Para la ubicación de las bolsas se construyó un estante de madera y alambre dulce, permitiendo así una ubicación homogénea de las unidades experimentales (figura 5).

Figura 5. Principales áreas para la producción del hongo *Pleurotus ostreatus*. a) Cuarto de incubación; b) fructificación



2.2.2.2 Inoculación del hongo. Una vez preparados los sustratos de los diferentes tratamientos se procedió a realizar la siembra de *Pleurotus ostreatus*. Para efectuar la siembra del hongo se adecuó la cocina de la vivienda en donde fue ubicado el experimento; se desinfectó el mesón con hipoclorito 20 ppm, las puertas fueron cerradas para evitar las corrientes de aire, se escurrió el sustrato evitando contaminarlo y finalmente se procedió a pesar los sustratos por tratamientos aplicando a cada bolsa 2% de cal agrícola, 23% de salvado de maíz y el 5% del peso húmedo del sustrato en semilla. Adicionalmente se colocaron velas en el mesón como método físico de control de insectos para evitar la contaminación. En la figura 6 se muestra el procedimiento de siembra del *Pleurotus ostreatus*.

Figura 6. Inoculación del sustrato con el hongo *Pleurotus ostreatus*. a) Mezcla del sustrato con la semilla; b) Sustrato inoculado dentro de la malla; c) Malla sellada



Después de pesar el sustrato, se mezcló la semilla, la cal y el salvado en un recipiente para que la mezcla quedara homogénea, ya mezclado el sustrato con la semilla se colocó dentro de la malla. Posterior a esto, cada malla se depositó en unabolsa negra de 3 kilogramos, se amarró cada una de ellas marcándola con el tratamiento correspondiente y finalmente se llevaron al cuarto de incubación, como se muestra en la figura 7.

Figura 7. Cultivo de *Pleurotus ostreatus* en el cuarto de incubación



Con el propósito de darle las condiciones optimas para el desarrollo del hongo, desde la instalación del cultivo de *Pleurotus ostreatus*, se colocó dentro del cuarto un termohigrómetro para realizar el respectivo registro de temperatura y humedad relativa (figura 8).

Teniendo en cuenta los datos diariamente tomados (anexos A y B), se le brindó al cultivo una frecuencia de riego de tres veces al día para obtener la humedad requerida.

Figura 8. Termohigrómetro



2.2.2.3 Tratamientos. Los sustratos son la base de estudio de la presente investigación, los tratamientos se conformaron con los residuos mencionados anteriormente y los requerimientos nutricionales del hongo recomendados por Almanza (2007) (ver cuadro 5).

Cuadro 5. Tratamientos del diseño experimental

Tratamiento	Sustrato	Porcentaje
T1	Bagazo de caña panelera + salvado de maíz + cal agrícola	75%, 23% y 2%
T2	Bagazo de caña panelera + cáscara de plátano + cal agrícola + salvado de maíz	38%,37%,2%,23 %
T3	Bagazo de Caña panelera + cáscara de papa + salvado de maíz + cal agrícola	38%,37%,23% y 2%
T4	Bagazo de caña panelera + cáscara de plátano + cáscara de papa + salvado de maíz + cal agrícola	37%,19%,19%,2 3% y 2%

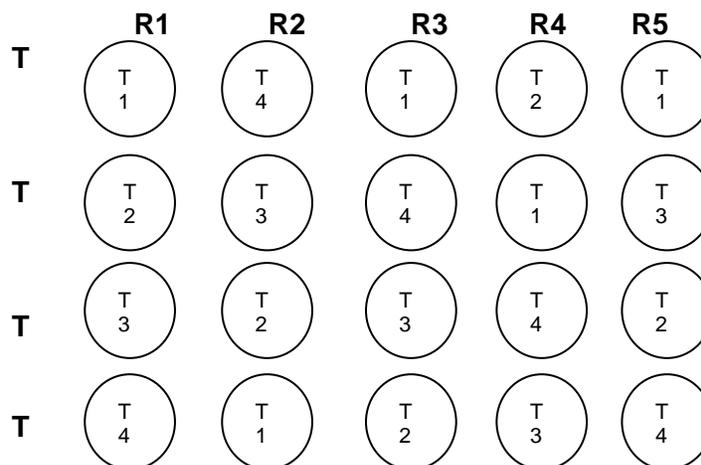
2.2.2.4 Diseño experimental. El diseño experimental que se utilizo para determinar el mejor sustrato para el cultivo de *Pleurotus ostreatus*, fue completamente al azar, con cuatro tratamientos y cinco repeticiones por tratamiento (Ecuación 1, Figura 9).

$$Y_{ij} = \mu + T_i + E_j \quad (\text{Ec. 1})$$

Donde:

μ = Media general
 T_i = Efecto del tratamiento.
 E_j = Efecto del error

Figura 9. Distribucion de los tratamientos



2.2.2.5 Variables analizadas. Durante la etapa experimental las variables a evaluar con el fin de determinar el mejor sustrato para la producción de *Pleurotus ostreatus*, fueron las características físicas como textura color y diámetro; al igual que características productivas como colonización y producción; además variables ambientales como temperatura y humedad relativa.

Porcentaje de colonización. Después de inocular los sustratos y ubicarlos en el cuarto de incubación con los requerimientos necesarios en cuanto a temperatura, oscuridad y humedad se dejaron transcurrir 16 días para retirarlas bolsas negras de cada uno de los tratamientos y de esta forma poder observar el porcentaje de colonización del micelio del hongo (figura 10).

Figura 10. Sustrato colonizado por el hongo *Pleurotus ostreatus*



Producción. Para la evaluación de esta variable se realizaron tres cosechas. A los 24 días después de sembrar la semilla se obtuvo la primera que duró tres días, luego se obtuvo la segunda que tuvo una duración de dos días y por último se dio la tercera que duró tres días (figura 11).

Figura 11. Cosechas de *Pleurotus ostreatus*. a) Primera cosecha; b) Segunda cosecha; c) Tercera cosecha



Cada una de las cosechas fue pesada en una gramera para poder realizar su posterior análisis, ya que en la segunda y tercera cosecha disminuyó notoriamente su producción.

En el momento de la recolección de las tres cosechas se realizaron las observaciones de las tres variables físicas a evaluar.

Textura. Durante la recolección de cada seta mediante observación y tacto se clasificaron como textura carnosa y deshidratada.

Color. Se midió mediante la observación de las setas, teniendo en cuenta la clasificación de colores realizada por Romero, Rodríguez y Bello (2008).

Diámetro. Se seleccionaron cinco setas de los diferentes tratamientos y sus respectivas repeticiones, estas se midieron desde el corte del tallo hasta el borde de la oreja, con una regla de 30 cm.

2.2.3 Etapa de análisis estadístico. Una vez recolectados los datos de producción de residuos de los restaurantes del corregimiento de Llacuanas, se cuantificaron para determinar la disponibilidad de estos en la zona, con el fin de que sean utilizados como sustratos para la producción de *Pleurotus ostreatus*.

Los resultados arrojados en la etapa experimental se organizaron en una matriz general, para realizar el análisis estadístico respectivo, con ayuda del software SPSS se efectuó el análisis de varianza y la prueba de promedios según Duncan. A las variables cualitativas (textura y color) se les efectuó un análisis de frecuencia.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

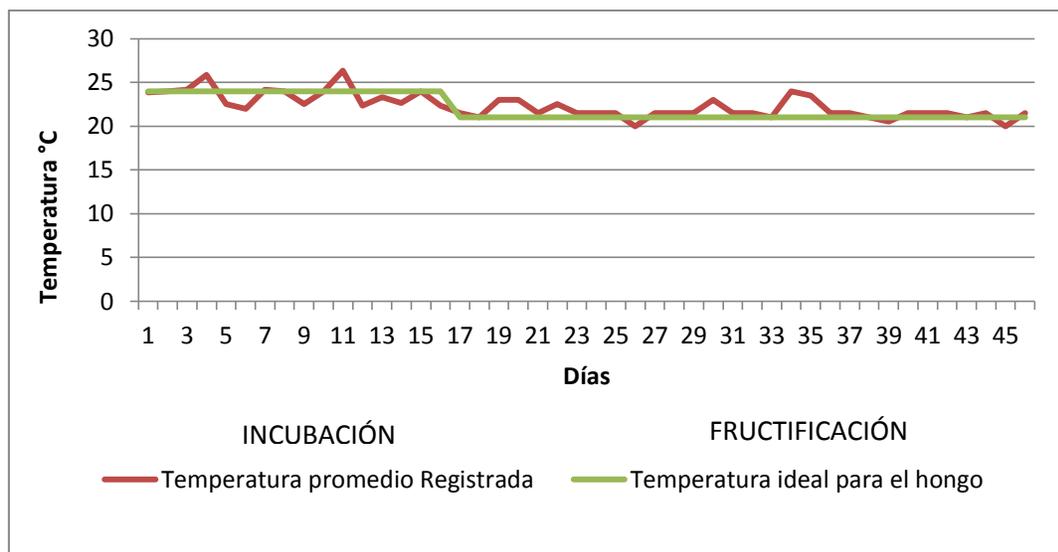
A continuación se presenta la interpretación y discusión de los resultados obtenidos durante la investigación del mejor sustrato para la producción del hongo *Pleurotus sp.*

3.1 TEMPERATURA Y HUMEDAD

Las variables de temperatura y humedad fueron registradas desde el periodo de incubación hasta culminar el periodo de fructificación, con el fin de mantener unas condiciones adecuadas para el desarrollo del micelio.

Según los registros de los anexos A y B, la temperatura promedio durante la incubación fue 25.5°C y durante fructificación de 22°C. De acuerdo a la literatura, la temperatura óptima durante el tiempo de incubación es de 24-25°C y en la fructificación es de 18 – 23°C (Soto, 2004). Lo anterior indica que el lugar donde se llevó a cabo la producción del hongo presentó las condiciones ambientales necesarias para su desarrollo (Figura 12).

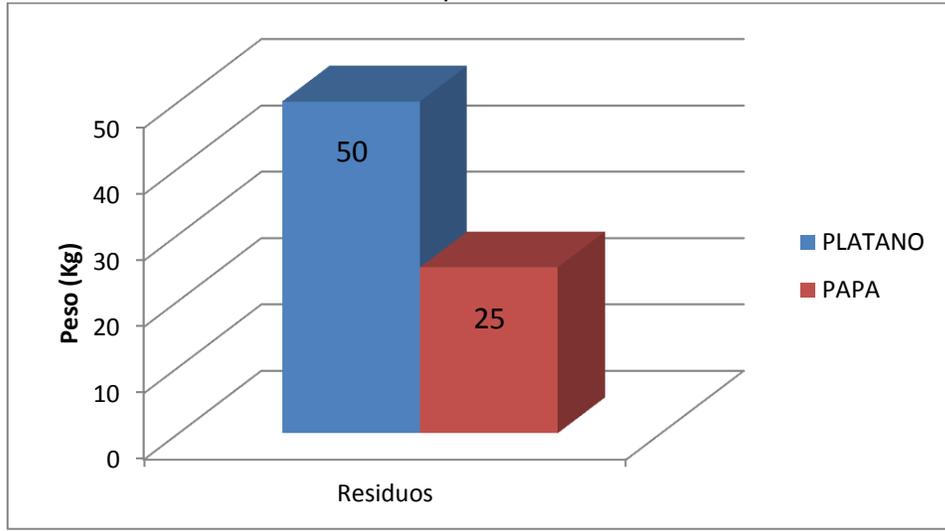
Figura 12. Comportamiento de la temperatura durante el periodo de incubación y fructificación de *Pleurotus ostreatus*



3.2 PESO DE LOS RESIDUOS

En cuanto a la cuantificación de residuos orgánicos realizada durante cuatro domingos en los restaurantes de la localidad podemos observar en la figura 13 la cantidad producida de residuos de cáscara de plátano y papa.

Figura 13. Peso de los residuos utilizados para el cultivo de *Pleurotus ostreatus*

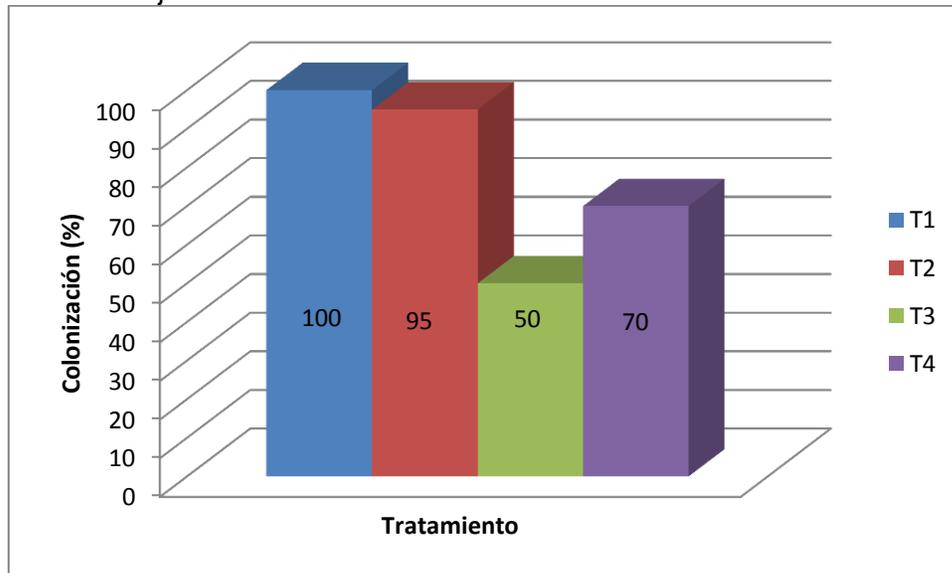


Conforme a los reportes generados se cuantificó más residuos de cáscara de plátano ya que es una zona influenciada por este cultivo, siendo la base de la alimentación de las familias del corregimiento de Llacuanas al igual que un gran componente de la canasta familiar de los hogares colombianos.

3.3 PORCENTAJES DE COLONIZACIÓN

La observación del crecimiento micelial brindó los siguientes resultados (Figura 14).

Figura 14. Porcentaje de colonización de *Pleurotus ostreatus* en los sustratos evaluados



Los datos anteriores indican que el sustrato que brindo mejores nutrientes y facilidad de colonización fue el sustrato del tratamiento numero 1 compuesto por bagazo de caña, salvado de maíz y cal agrícola, seguido del tratamiento 2 el cual estaba compuesto por bagazo de caña, cascara de plátano, salvado de maíz y cal agrícola. Esto ocurrió porque *P. ostreatus* posee una capacidad enzimática compleja que le permite degradar polímeros grandes como lignina y celulosa que componen en mayor proporción estos residuos evaluados (Iriarte, 2003), resultados que coinciden con lo que reportan Sarasti y Muelas (2008), quienes revelan que los sustratos de mayor colonización del hongo *Pleurotus ostreatus* son aquellos que tienen mayor contenido de carbohidratos estructurales (lignina, celulosa y hemicelulosa).

Los sustratos de menor colonización fueron T3 y T4, debido a que éstos tienen mayor contenido de carbohidratos no estructurales (almidón de la cáscara de papa) (Guzmán *et al*, 1993).

Según Okano (2007) y Salmones (2005), el hongo en su fase de crecimiento micelial (fase de incubación) consume preferiblemente carbohidratos solubles y hemicelulosa respecto de la celulosa y lignina. Con base en esto, los sustratos con bagazo de caña permiten o aumentan la disponibilidad de carbohidratos solubles o compuestos más fácilmente asimilables por el hongo en su fase de crecimiento micelial.

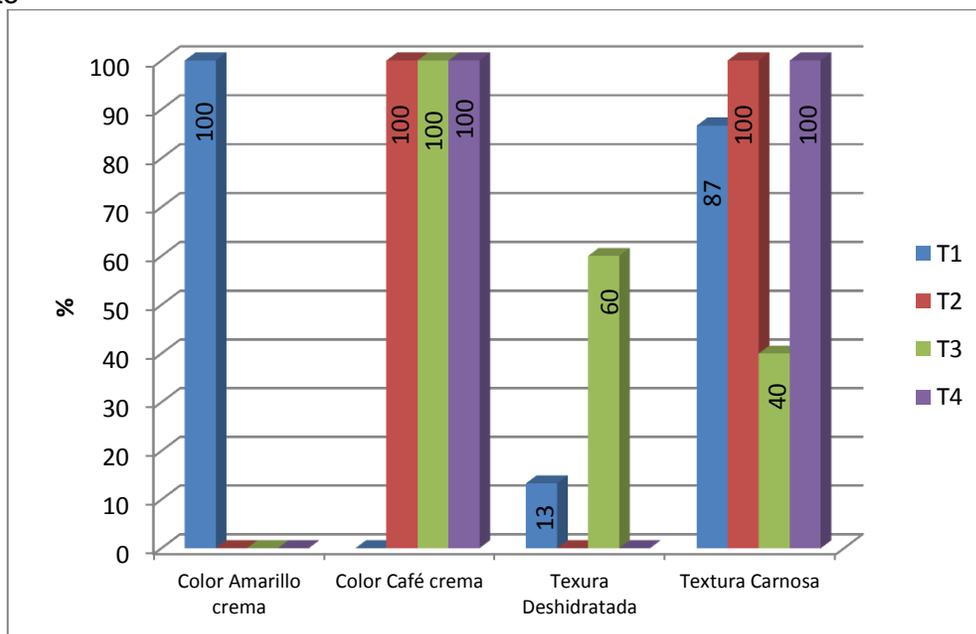
El carbono es necesario para los hongos porque es la fuente directa de energía para su metabolismo; así mismo es necesario para la formación de las diferentes partes y estructuras celulares, puede ser utilizado por el hongo a partir de diferentes fuentes como polímeros, carbohidratos, lípidos. La relación C/N óptima del sustrato depende de la fase en la que se encuentra el hongo, altas relaciones C/N favorecen el crecimiento micelial y bajas relaciones favorecen el desarrollo de cuerpos fructíferos (Rodríguez, 2007).

Otro de los factores que afecta el crecimiento y la fructificación es el tamaño de partícula, porque se relaciona con la accesibilidad a los nutrientes, el agua y el aire por parte de las hifas del hongo. Los tamaños de partícula muy pequeños dificultan la aireación necesaria para la respiración y los tamaños muy grandes son inadecuados, porque dificultan la compactación del sustrato y el acceso del hongo a los nutrientes (Sánchez,2001).

3.3.1 Color y textura de *Pleurotus sp.* En cuanto a las variables cualitativas de presentación del hongo para la venta, el análisis de frecuencia muestra cuál de las características de las variables es la que más se manifestó durante el estudio, dejando como evidencia que todos los tratamientos tuvieron una textura carnosa, excepto el tratamiento 3 que se caracterizó por presentar una textura deshidratada.

Para el color, los tratamientos 4 y 2 presentaron una coloración de café crema, mientras que el tratamiento 1, una coloración de amarillo crema y el 3 presentó las dos coloraciones en las tres cosechas (café crema y amarillo crema) (Figura 15).

Figura 15. Textura y color de *Pleurotus sp* bajo diferentes residuos orgánicos como sustrato



Conforme a la coloración y textura los tratamientos que presentaron textura carnosa igualmente manifestaron una coloración café cremoso exceptuando el tratamiento uno que presentó una textura carnosa y coloración amarillo cremoso; el tratamiento tres se caracterizó por tener una textura deshidratada y una coloración de amarillo cremoso en mayor frecuencia y café cremoso en menor frecuencia. El color de las láminas varía de acuerdo a la especie y sustrato que se utilice, de acuerdo a la especie (*Pleurotus ostreatus*) podemos encontrar 0coloración como crema, gris claro, gris azulado, café claro, blanco, gris o beige (Romero, Rodríguez y Bello, 2008).

De acuerdo a los resultados de las variables cualitativas el tratamiento tres es el que revela una textura diferente a los demás, ya que éste no tenía las cantidades suficientes de los requerimientos nutricionales del hongo (ver cuadro 1), que hacían que se presentaran deshidratados. Debe tomarse en cuenta que las fructificaciones de los hongos están vivas, por lo tanto están respirando, tomando oxígeno y desprendiendo CO₂, degradando proteínas y carbohidratos, lo que afectará la textura y color de los mismos (Ancobe, 2011).

3.4 PRODUCCIÓN DE *Pleurotus ostreatus*

Para dar a conocer mejor los resultados de las variables productivas (producción en gramos de *Pleurotus sp*, y diámetro de la seta) se presentan los análisis de varianza de acuerdo a las repeticiones y el número de evaluaciones realizadas durante la etapa productiva.

3.4.1 Análisis de varianza para las repeticiones. Según el análisis de varianza para las repeticiones trabajadas en la investigación no se encontró diferencias estadísticamente significativas ($P < 0,05$), demostrando que los materiales a muestrear fueron homogéneos y que no tuvieron influencia de variables externas que pudieran alterar los resultados (Cuadro 6).

Cuadro 6. Análisis de varianza de las variables estudiadas de acuerdo a las repeticiones

Variables	Suma de cuadrados	GI	Media cuadrática	F	Sig.
Producción	11.374,400	4	2.843,600	0,444	0,777
	352.549,333	55	6.409,988		
	363.923,733	59			
Diámetro	13,267	4	3,317	0,833	0,510
	218,917	55	3,980		
	232,183	59			

3.4.2 Análisis de varianza por tratamiento. Teniendo en cuenta los diferentes residuos utilizados como sustratos en cada tratamiento, el ANOVA reveló diferencias estadísticamente significativas ($P < 0,05$) para las variables productivas estudiadas (Ver Cuadro 7).

Cuadro 7. Análisis de varianza de las variables estudiadas de acuerdo a los tratamientos

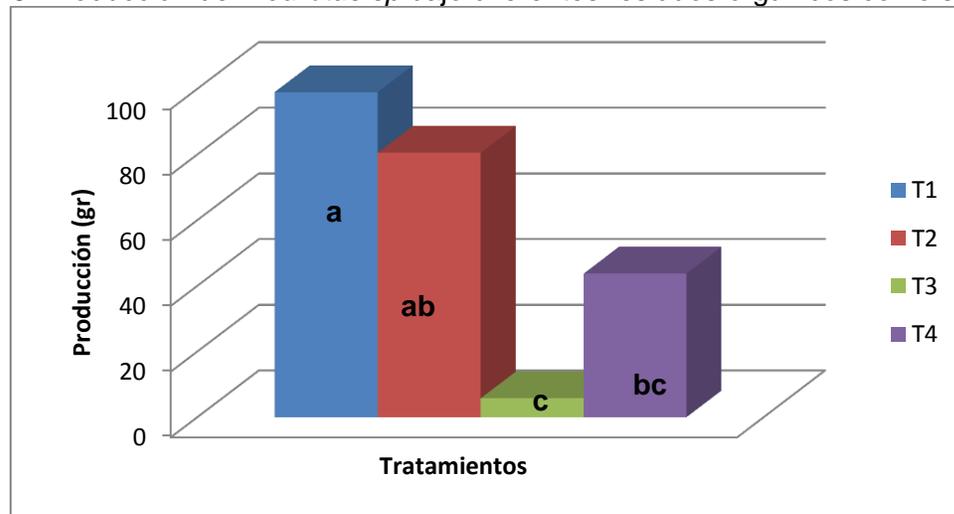
Variables	Suma de cuadrados	GI	Media cuadrática	F	Sig.
Producción	76.724,667	3	25.574,889	4,987	0,004
	287.199,067	56	5.128,555		
	363.923,733	59			
Diámetro	56,183	3	18,728	5,959	0,001
	176,000	56	3,143		
	232,183	59			

Las diferencias estadísticas de los tratamientos para las variables estudiadas manifiestan influencia de los diferentes sustratos utilizados y al realizar la prueba de promedios para las variables que presentaron diferencias reveló el mejor tratamiento para cada una.

3.4.3 Producción en gramos de *Pleurotus sp.* En cuanto a la productividad del hongo en los diferentes sustratos evaluados durante su ciclo productivo y de acuerdo a la prueba de promedios, los mejores tratamientos fueron el 1 (Bagazo de caña panelera + salvado de maíz + cal agrícola) y 2 (Bagazo de caña panelera + cáscara de plátano + cal agrícola + salvado de maíz); el tratamiento demás baja productividad fue el 3 (Bagazo de Caña panelera + cáscara de papa + salvado de maíz + cal agrícola) (Figura 16, Anexo C). Los resultados obtenidos coinciden con lo reportado por Sarasti y Muelas (2008), quienes afirman que la mayor producción la obtienen en el tratamiento donde el sustrato es rico en fibra y carbohidratos estructurales (Pulpa de café, bagazo de caña y pasto de corte).

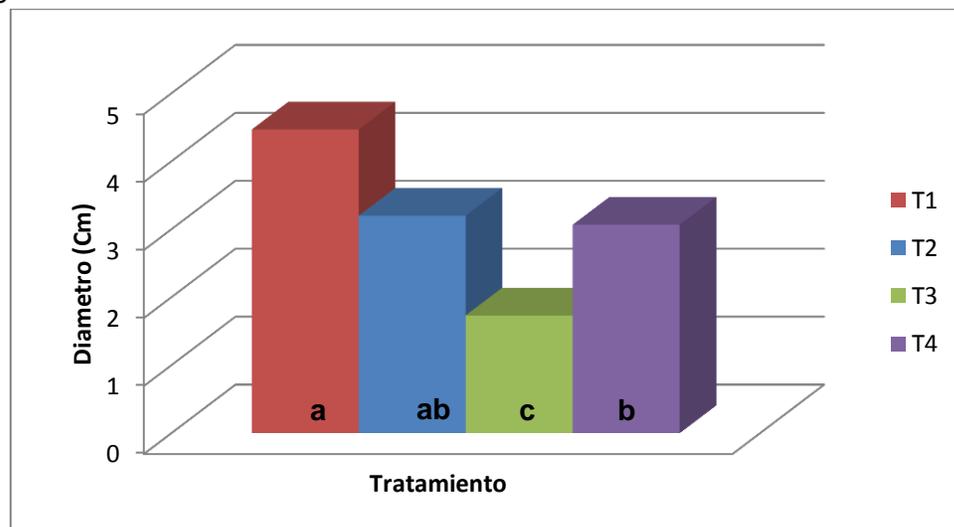
Estos resultados se pueden atribuir a que los tratamientos uno y dos tienen un alto contenido de carbohidratos estructurales, dado principalmente por el bagazo de caña y cáscara de plátano, que permiten el crecimiento y desarrollo de *Pleurotus sp.*, y puede ser asimilado a partir de diferentes fuentes como polímeros, carbohidratos y lípidos (Sánchez *et al.*, 2002).

Figura 16. Producción de *Pleurotus sp* bajo diferentes residuos orgánicos como sustrato



3.4.4 Diámetro de *Pleurotus sp.* El ANOVA del tamaño de las setas coincide con el ANOVA de producción, ya que el mejor tratamiento para las dos variables es el uno, el cual de acuerdo a la composición del sustrato es el más alto en el contenido de carbohidratos estructurales (Figura 17, Anexo C).

Figura 17. Diámetro de las setas de *Pleurotus sp* bajo diferentes residuos orgánicos como sustrato

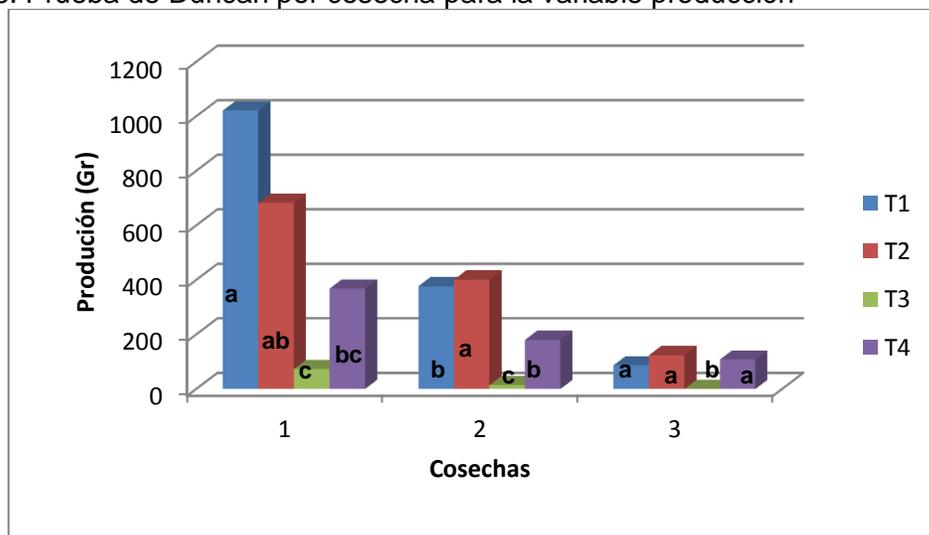


La figura 17, además de presentar el tratamiento 1 como el mejor para el tamaño de las setas, revela que entre los tratamientos 2 y 4 no hubo diferencias, manifestando que los residuos de plátano y papa bajan el contenido de carbohidratos estructurales de los dos sustratos reduciendo las dos variables productivas del cultivo (producción y diámetro). El tratamiento tres fue tratamiento de menor producción y de menor diámetro de setas, pues sustituir el 37% del contenido del sustrato por cascara de papa bajo notoriamente el contenido de carbohidratos estructurales, ya que el mayor contenido de la papa son almidones (carbohidratos no estructurales). Una de las mejores fuentes de carbono para el crecimiento miceliales la celulosa, lo que indicaría que el sustrato del tratamiento tres carece de nutrientes suficientes (Suárez, 2010).

3.4.5 Análisis de varianza por cosecha. En cuanto a las tres cosechas realizadas el análisis de varianza manifestó diferencias estadísticamente significativas para la variable de producción en gramos para las tres cosechas y diámetro de la seta en la primera evaluación (Anexo D).

3.4.6 Producción. Esta variable manifestó diferencias estadísticamente significativas en las tres cosechas; a estas se les realizó su respectiva prueba de promedios mostrando los comportamientos de los tratamientos; donde en la primera cosecha se evidencian dos grupos, el primero conformado por los tratamientos uno, dos y cuatro con una producción promedio de 204.2g 136.6g y 73.6g respectivamente; y el segundo por los tratamientos dos, cuatro y tres con producciones promedios de 136.6g 73.6g y 14.6g respectivamente. Para la segunda cosecha se formaron tres grupos en el primero se encuentra el tratamientos 2 y 1 con un promedio de producción de 80.2g y 75g, respectivamente, el segundo grupo conformado por el tratamiento 4 con un promedio de 36gr y el tercer grupo por el tratamiento 3 con 2.8gr en promedio. En la tercera cosecha se conformaron dos grupos, al primero hace parte los tratamientos dos cuatro y uno, con promedios de 24,8g, 21.6g y 17.4g respectivamente (Figura 18, Anexo E).

Figura 18. Prueba de Duncan por cosecha para la variable producción

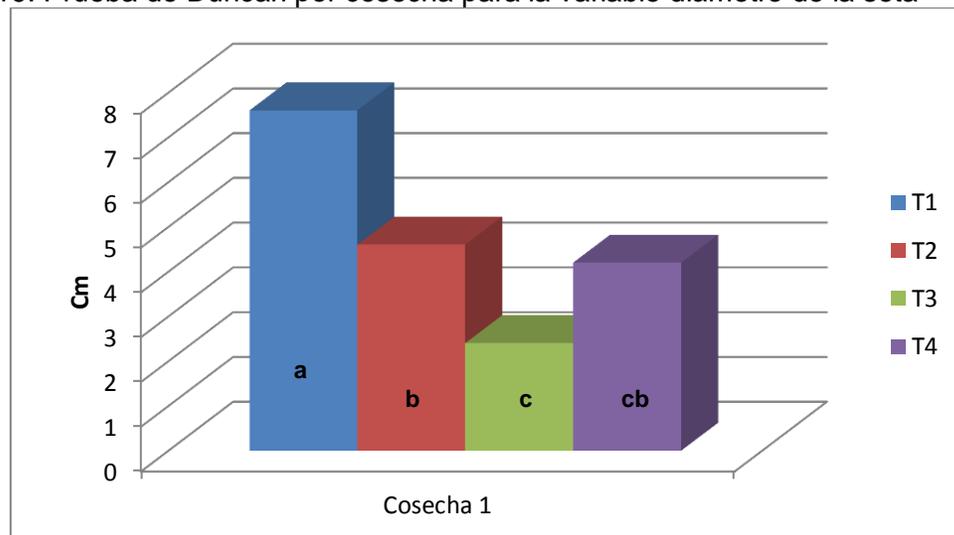


A pesar de que las pruebas de promedio en la producción general y de la primera cosecha da como mejor promedio de producción al tratamiento uno, en la segunda cosecha y tercera pasa a ser el segundo tratamiento con mejor promedio, aunque no haya diferencias estadísticas entre los tratamientos, el comportamiento de producción durante las tres cosechas de *Pleurotus sp* fue decreciendo considerablemente de la primera a la tercera cosecha, evidenciando la primera cosecha como la mejor, debido a que los sustratos que poseen alto contenido de fibra y bajo contenido de lignina hacen que los hongos puedan aprovechar rápidamente los nutrientes y agotarlos en poco tiempo (Rodríguez y Jaramillo, 2007).

Durante el crecimiento de los hongos y la consecuente descomposición del sustrato hay pérdidas de CO₂ y H₂O. De igual forma, la relación C/N, refleja la degradación de la materia orgánica en el sustrato, pues al disminuir el contenido de C, la relación disminuye y por ende disminuye la producción de setas (Rodríguez y Jaramillo, 2004).

3.4.7 Diámetro de la seta. En el análisis de varianza por cosechas realizadas y según la prueba de promedios de Duncan en la primera cosecha se generaron tres grupos, donde al primer grupo pertenece el tratamiento 1 con un promedio de 7.6cm, al segundo grupo los tratamientos 2 y 4 con 4.6cm y 4.2 cm respectivamente y en el tercer grupo los tratamientos 4 y 3 con 4.2cm y 2.4cm respectivamente (Figura 19, Anexo E).

Figura 19. Prueba de Duncan por cosecha para la variable diámetro de la seta



En las tres cosechas realizadas en el estudio solo en la primera cosecha se evidencio diferencias estadísticamente significativas, lo que permite manifestar que en esta cosecha se presentaron las setas más grandes del cultivo de *Pleurotus sp*, mientras que en las dos últimas cosechas los diámetro fueron disminuyendo sin evidenciar diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos. El suministro de nutrientes en los sustratos fue paulatino hasta agotarse, debido al agotamiento de los nutrientes y la

acumulación de desechos del metabolismo del hongo, alcanzando niveles limitantes para el crecimiento. En estas condiciones, la tasa de crecimiento máxima no se pudo mantener y empezó a disminuir gradualmente, así como fue evidente la diferencia en la producción de cuerpos fructíferos, ya que el contenido de carbohidratos estructurales (celulosa y hemicelulosa) en los tratamientos uno y dos eran más altos, lo que hizo que estos sustratos hayan manifestado los mejores resultados (Ríos, Hoyos y Mosquera, 2010).

4. CONCLUSIONES

La recolección de los residuos realizada en los restaurantes del corregimiento de Llacuanas cuantificó que los residuos de mayor producción fueron la cascara de plátano y papa, los cuales permitieron la elaboración del sustrato a utilizar en los cuatro tratamientos para la producción de *Pleurotus ostreatus*

Teniendo en cuenta los análisis de varianza y la prueba de Duncan para las variables de producción en gramos y diámetro de las setas de *Pleurotus ostreatus* se encontró que los tratamientos uno (bagazo de caña panelera, salvado de maíz, cal agrícola) y dos (bagazo de caña panelera, cáscara de plátano, cal agrícola, salvado de maíz) fueron los que favorecieron los comportamientos de las variables evaluadas (producción en kg y diámetro de setas).

Las diferencias halladas entre las cosechas se deben básicamente a los procesos de consumo y degradación de nutrientes en los diferentes sustratos.

En cuanto a las variables cualitativas textura y color, las características que más se presentaron en los cuatro tratamientos fueron textura carnosa y coloración café cremoso respectivamente.

5. RECOMENDACIONES

Realizar el análisis económico que permitan determinar la factibilidad de la producción a mayor escala del hongo *Pleurotus ostreatus*, con los sustratos evaluados.

Realizar un estudio sobre la preferencia en el consumo del *Pleurotus ostreatus*, con el propósito de estimular el consumo.

Evaluar el sustrato utilizado en la producción de setas como abono orgánico para cultivos de la región con el propósito de dar una utilidad completa a estos residuos, permitiendo la recuperación de suelos de esta región.

Realizar un análisis proximal de las materias primas, con el propósito de hacer un balance adecuado de los sustratos.

BIBLIOGRAFIA

AGUILAR, Noé. Producción de celulosa y papel a partir de bagazo de caña de azúcar. (2006). Citado por Aguilar, N.; Rodríguez, A. y Castillo, A. En: Revista Virtual Pro. Procesos Industriales. Bogotá, Colombia. Noviembre, 2010, no. 106. ISSN 1900-6241.

ALMANZA L., Arley. Manual práctico de producción de orellanas. En: Proyecto acciones de ayuda: convivencia, productividad, equidad social, un modelo de trabajo para el apoyo a las poblaciones desarraigadas de Cartagena, Barranquilla, Malambo, Soledad y Bogotá D.C. Corporación Minuto de Dios, 2007. p. 13.

ANCOBE, Ana. El mundo de los hongos. Producción de *Pleurotus Ostreatus*. 2011. 7 p.

ARDÓN L., Carlos E. La producción de los hongos comestibles. Ciudad de Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala, 2007.

BERMUDEZ, Rosa; MORRIS, Humberto; DONOSO, Carlos; MARTINEZ, Clara y RAMOS, Edgar. Influencia de la luz en la calidad proteica de *Pleurotus ostreatus* var. Florida. En: Revista Cubana de Investigaciones Biomédicas. La Haban, Cuba. 2003, vol. 22, no. 4.

CASTAÑO G., Natalia y GOYEZ D., Pedro. Evaluación nutricional del Bagazo enriquecido con el hongo *Pleurotus ostreatus* en dieta para bovinos estabulados en ceba en el municipio de Cajibío Departamento del Cauca. Trabajo de grado Ingeniería Agropecuaria. Popayán, Colombia: Universidad del Cauca. Facultad de Ciencias Agropecuarias., 2010.

FERNÁNDEZ, Francisco. Guía práctica de producción de Setas (*Pleurotus spp.*). Guadalajara, Jalisco: Fungitec Asesorías, 2004. p. 54.

GARZON GOMEZ, Juan Pablo y CUERVO ANDRADE, Jairo Leonardo. Producción de *Pleurotus ostreatus* sobre residuos sólidos lignocelulósicos de diferente procedencia. En: NOVA- Publicación Científica en Ciencias Biomédicas. Universidad Mayor de Cundinamarca. Bogotá D.C., 2008, vol. 6, no. 10. ISSN 1794-2470.

GARCÉS, Adelaida *et al.* Evaluación de algunos residuos orgánicos como sustrato para el cultivo de hongos comestibles. En: Revista Lasallista de Investigación. Bogotá D.C., 2004, vol. 2, p 15-20. ISSN 1794-4449.

GARCÍA, Mariano. Cultivo de setas y trufas. 3 ed. Madrid: Ediciones Mundi prensa: 1998. p. 101 -107.

GUZMÁN, Gastón *et al.* El cultivo de los hongos comestibles, con especial atención a especies tropicales y subtropicales en esquilmos y residuos agro-industriales. México: 1993.

_____ Los hongos en la medicina tradicional de Mesoamérica y de México. En: Revista Iberoamericana de Micología. Barcelona, España: 1994. ISSN 1130 1406.

IRIARTE, Cristina. Estudio de la producción y secreción de enzimas celulolíticas en micelios rápidos y lentos de *P. ostreatus*. Navarra, España: 2003. Universidad Pública de Navarra. Ingeniería Técnico Agrícola (Hortofruticultura y jardinería).

MANJARRÉS, Katerine; CASTRO, Adriana y RODRÍGUEZ, Eduardo. Producción de lacasa utilizando *Pleurotus ostreatus* sobre cáscaras de plátano y bagazo de caña. En: Revista Lasallista de Investigación. Bogotá D.C., 2010, vol. 7, no. 2. ISSN 1794 4449.

OKANO, Kanji; FUKUI, Shinsuke, KITAO, R, USAGAWA, Tomoya. Effects of culture length of *Pleurotus eryngii* grown on sugarcane bagasse on in vitro digestibility and chemical composition. *Animal Feed Science and Technology*, 2007.

ORTIZ, Beatriz *et al.* Determinación de una metodología para la utilización de residuos agrícolas (cascarilla de café, pasto de corte, espárrago, vainas de frijol y arveja) generados en el Municipio de Popayán y evaluación del efecto de los sustratos en la producción de setas (*Pleurotus ostreatus*). Trabajo de Grado Ingeniería Agroindustrial. Popayán: Universidad del Cauca, Facultad de Ciencias Agropecuarias, 2002. 132 p.

POT PLAN DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL DE ALMAGUER – CAUCA 2.004 – 2.016. Ediciones Feriva S.A. p.1-74.

RAJARATHNAM, S., BANO, Z., PATWARDHAN, M. Nutrition of the mushroom *Pleurotus flabellatus* during, A growth on paddy straw substrate. 1986. Citados por GAITÁN, Rigoberto; SALMONES, Dulce; PÉREZ, Rosalía y MATTA, Gerardo. En: Revista Mexicana de Micología. Xalapa, México. Diciembre, 2009, vol. 30. ISSN 0187 3180.

RIOS, María del Pilar; HOYOS, José Luis, MOSQUERA, Silvio Andrés. Evaluación de los parámetros productivos de la semilla de *Pleurotus ostreatus* propagada en diferentes medios de cultivo. En: Revista Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial, 2010. Editorial Universidad del Cauca. p. 90-93.

ROMERO J., Aida; RODRIGUEZ G., Alina y PEREZ M., Rafaela. *Pleurotus ostreatus*. Importancia y tecnología de cultivo. Biblioteca virtual de las ciencias en Cuba [en línea],

1993 [citado 3, junio, 2012]. Disponible en internet en: <<http://www.bibliociencias.cu/gsd/cgi-bin/library?e=d-000-00---0revistas--00-0-0--0prompt-10---4-----0-0l--1-es-50---20-about---00031-001-1-0utfZz-8-00&cl=CL1.11&d=HASH994472cca056ddf1d64128&x=1>>.

RODRIGUEZ, Gustavo. Cultivo de hongos comestibles. En: Fruticultura & Diversificación. Plantación. Altovalle, Argentina. Enero, 2007, no. 52. ISSN 1669 7057.

RODRÍGUEZ, Nelson. *et al.* Preparación de sustratos para hongos comestibles y medicinales. En: Proyecto Adaptación e implementación de cinco cepas de hongos comestibles en diferentes subproductos agrícolas para mejorar la productividad y competitividad de ASOFUNGICOL en el Huila. Neiva, Colombia: Cenicafé, 2006. p. 5.

RODRÍGUEZ, Nelson y JARAMILLO, Carmenza. Cultivo de hongos comestibles del género *pleurotus* sobre residuos agrícolas de la zona cafetera. En: Programa de Investigación Científica Cenicafé. 2007. Boletín Técnico no. 27. Chinchiná, 58 p.

SALMONES, Dulce; MATA, Gerardo, WALISZEWSKI, Krzysztof. Comparative culturing of *Pleurotus sp* on coffee pulp and wheat straw; biomass production and substrate biodegradation. En: Bioresource. Technologies. 2005. ISSN 0960 8524.

SOTO, Armando. El cultivo de las setas (*Pleurotus spp.*) una tecnología de producción de alimentos. México: Ediciones Cuéllar, 2004. p. 70 - 94.

SANCHEZ, Alfonso *et al.* Cultivo del hongo comestible *Pleurotus* sobre residuos vitivinícolas y su manejo postcosecha. México: 2002.

SARASTI, Aldemar y MUELAS, Walter. Evaluación de la producción de setas comestibles orellanas (*Pleurotus ostreatus*) sobre cuatro sustratos a base de pulpa de café tratados con tres diferentes métodos de esterilización en el municipio de Piendamó. Trabajo de Grado Ingeniería Agropecuaria. Popayán, Colombia: Universidad del Cauca, Facultad de Ciencias Agropecuarias, 2008. p. 30-45.

SUÁREZ, Carolina. Obtención *in vitro* de micelio de hongos comestibles, shiitake (*lentinula edodes*) y orellanas (*pleurotus ostreatus* y *pleurotus pulmonarius*) a partir de aislamientos de cuerpos fructíferos, para la producción de semilla. 2010. En: Biblioteca Digital Repositorio Institucional. Bogotá D.C. 2011.

ORTIZ, Beatriz *et al.* Determinación de una metodología para la utilización de residuos agrícolas (cascarilla de café, pasto de corte, espárrago, vainas de frijol y arveja)

generados en el Municipio de Popayán y evaluación del efecto de los sustratos en la producción de setas (*Pleurotus ostreatus*). Trabajo de Grado Ingeniería Agroindustrial. Popayán, Colombia: Universidad del Cauca, Facultad de Ciencias Agropecuarias, 2002. 132 p.

VELASCO, Joel. Manual Cultivo de Hongo Seta (*Pleurotus ostreatus*). Sistema de Producción Integral de Traspatio del Colegio de Post-graduados Montecillo. México: Graw Hill, 2004. p. 24 – 50.

ANEXOS

ANEXO A. REGISTROS DE TEMPERATURA Y HUMEDAD RELATIVA DURANTE EL PERIODO DE INCUBACIÓN. SIEMBRA 6 DE ENERO DE 2012

Fecha	Hora	T máx.	T min	H r
07/01/2012	09:00 a.m.	23	20	68
	01:00 p.m.	28	25	68
	06:00 p.m.	25	22	72
08/01/2012	09:00 a.m.	24	22	70
	01:00 p.m.	27	24	75
	06:00 p.m.	25	22	73
09/01/2012	09:00 a.m.	24	21	74
	01:00 p.m.	28	25	68
	06:00 p.m.	25	22	72
10/01/2012	09:00 a.m.	28	25	70
	01:00 p.m.	27	24	75
	06:00 p.m.	27	24	71
11/01/2012	09:00 a.m.	24	21	74
	01:00 p.m.	26	22	72
	06:00 p.m.	22	20	75
12/01/2012	09:00 a.m.	23	20	68
	01:00 p.m.	25	22	74
	06:00 p.m.	22	20	75
13/01/2012	09:00 a.m.	23	22	71
	01:00 p.m.	28	25	68
	06:00 p.m.	25	22	73
14/01/2012	09:00 a.m.	24	21	74
	01:00 p.m.	27	25	68
	06:00 p.m.	25	22	72
15/01/2012	09:00 a.m.	24	21	74
	01:00 p.m.	26	22	72
	06:00 p.m.	22	20	74
16/01/2012	09:00 a.m.	24	22	70
	01:00 p.m.	27	24	75
	06:00 p.m.	25	22	72
17/01/2012	09:00 a.m.	28	25	70
	01:00 p.m.	29	25	65
	06:00 p.m.	27	24	75
18/01/2012	09:00 a.m.	23	22	71
	01:00 p.m.	25	22	74
	06:00 p.m.	22	20	75
19/01/2012	09:00 a.m.	24	22	70
	01:00 p.m.	26	23	75
	06:00 p.m.	25	20	74
20/01/2012	09:00 a.m.	23	22	71
	01:00 p.m.	25	22	72
	06:00 p.m.	24	20	71
21/01/2012	09:00 a.m.	22	21	72
	01:00 p.m.	28	25	68
	06:00 p.m.	26	22	75
22/01/2012	09:00 a.m.	22	21	72
	01:00 p.m.	25	22	74
	06:00 p.m.	23	21	75

ANEXO B. REGISTROS DE TEMPERATURA Y HUMEDAD RELATIVA DURANTE EL PERIODO DE FRUCTIFICACIÓN

Retiro de bolsas: 23 de enero de 2012

Fecha	Hora	T máx.	T min	H r
23/01/2012	08:00 a.m.	22	20	72
	01:00 p.m.	23	20	76
	06:00 p.m.	23	20	75
24/01/2012	08:00 a.m.	18	20	76
	01:00 p.m.	22	20	73
	06:00 p.m.	21	21	74
25/01/2012	08:00 a.m.	18	17	79
	01:00 p.m.	22	20	77
	06:00 p.m.	24	22	72
26/01/2012	08:00 a.m.	20	21	77
	01:00 p.m.	24	21	75
	06:00 p.m.	25	21	74
27/01/2012	08:00 a.m.	21	20	77
	01:00 p.m.	23	21	77
	06:00 p.m.	23	20	75
28/01/2012	08:00 a.m.	20	22	79
	01:00 p.m.	23	20	80
	06:00 p.m.	24	21	79
29/01/2012	08:00 a.m.	21	18	76
	01:00 p.m.	26	23	74
	06:00 p.m.	23	20	74

Primera cosecha: 29 de enero de 2012

Fecha	Hora	T máx.	T min	H r
30/01/2012	08:00 a.m.	20	21	78
	01:00 p.m.	23	19	76
	06:00 p.m.	23	20	76
31/01/2012	08:00 a.m.	20	22	76
	01:00 p.m.	24	20	73
	06:00 p.m.	23	20	75
01/02/2012	08:00 a.m.	22	20	76
	01:00 p.m.	26	22	73
	06:00 p.m.	20	20	77
02/02/2012	08:00 a.m.	22	20	75
	01:00 p.m.	26	23	73
	06:00 p.m.	23	20	77
03/02/2012	08:00 a.m.	21	19	74
	01:00 p.m.	23	20	78
	06:00 p.m.	23	20	75
04/02/2012	08:00 a.m.	24	20	75
	01:00 p.m.	26	20	73
	06:00 p.m.	23	20	77

Fecha	Hora	T máx.	T min	H r
05/02/2012	08:00 a.m.	22	20	78
	01:00 p.m.	26	23	74
	06:00 p.m.	24	22	72
06/02/2012	08:00 a.m.	22	20	76
	01:00 p.m.	26	22	73
	06:00 p.m.	23	20	77
07/02/2012	08:00 a.m.	20	18	76
	01:00 p.m.	26	23	77
	06:00 p.m.	23	20	77
08/02/2012	08:00 a.m.	21	18	76
	01:00 p.m.	23	20	80
	06:00 p.m.	22	20	77
09/02/2012	08:00 a.m.	20	18	76
	01:00 p.m.	23	20	80
	06:00 p.m.	25	23	72
10/02/2012	08:00 a.m.	22	20	75
	01:00 p.m.	26	22	73
	06:00 p.m.	25	22	70

Segunda cosecha: 10 de febrero de 2012

Fecha	Hora	T máx.	T min	H r
11/02/2012	08:00 a.m.	22	20	75
	01:00 p.m.	23	20	74
	06:00 p.m.	23	20	76
12/02/2012	08:00 a.m.	23	21	74
	01:00 p.m.	23	21	74
	06:00 p.m.	23	20	75
13/02/2012	08:00 a.m.	24	20	75
	01:00 p.m.	23	21	73
	06:00 p.m.	22	20	76
14/02/2012	08:00 a.m.	21	18	74
	01:00 p.m.	23	20	80
	06:00 p.m.	22	19	78
15/02/2012	08:00 a.m.	20	21	78
	01:00 p.m.	23	19	76
	06:00 p.m.	23	20	76
16/02/2012	08:00 a.m.	18	18	74
	01:00 p.m.	24	20	73
	06:00 p.m.	23	20	75
17/02/2012	08:00 a.m.	22	20	73
	01:00 p.m.	23	19	72
	06:00 p.m.	24	19	70
18/02/2012	08:00 a.m.	22	20	72
	01:00 p.m.	26	22	76
	06:00 p.m.	24	18	71
19/02/2012	08:00 a.m.	23	20	74
	01:00 p.m.	25	21	75
	06:00 p.m.	23	20	73

Fecha	Hora	T máx.	T min	H r
20/02/2012	08:00 a.m.	22	20	76
	01:00 p.m.	26	22	73
	06:00 p.m.	20	20	77
21/02/2012	08:00 a.m.	22	20	75
	01:00 p.m.	26	23	73
	06:00 p.m.	23	20	77

Tercera cosecha: 21 de febrero de 2012

ANEXO C. PRUEBA DE PROMEDIOS SEGÚN DUNCAN

Producción

Duncan

Tratamiento	N	Subconjunto para alfa = .05		
		2	3	1
3,00	15	5,8000		
4,00	15	43,7333	43,7333	
2,00	15		80,5333	80,5333
1,00	15			99,0000
Sig.		0,152	0,165	0,483

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 15,000.

Diámetro

Duncan

Tratamiento	N	Subconjunto para alfa = .05		
		2	3	1
3,00	15	1,7333		
4,00	15		3,0667	
2,00	15		3,2000	3,2000
1,00	15			4,4667
Sig.		1,000	0,838	0,055

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 15,000.

ANEXO D. PRUEBAS POST HOC

ANOVA Primera Evaluación

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Producción	Inter-grupos	99.885,350	3	33.295,117	3,603	0,037
	Intra-grupos	147.874,400	16	9.242,150		
	Total	247.759,750	19			
Diámetro	Inter-grupos	69,800	3	23,267	9,694	0,001
	Intra-grupos	38,400	16	2,400		
	Total	108,200	19			

ANOVA Segunda Evaluación

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Producción	Inter-grupos	19.866,000	3	6.622,000	16,471	0,000
	Intra-grupos	6.432,800	16	402,050		
	Total	26.298,800	19			
Diámetro	Inter-grupos	2,150	3	0,717	1,103	0,377
	Intra-grupos	10,400	16	0,650		
	Total	12,550	19			

ANOVA Tercera Evaluación

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Producción	Inter-grupos	1.833,750	3	611,250	4,039	0,026
	Intra-grupos	2.421,200	16	151,325		
	Total	4.254,950	19			
Diámetro	Inter-grupos	21,600	3	7,200	32,000	0,230
	Intra-grupos	3,600	16	0,225		
	Total	25,200	19			

ANEXO E. PRUEBA DE PROMEDIOS POR EVALUACIÓN

Producción primera evaluación

Duncan

Tratamiento	N	Subconjunto para alfa = .05	
		2	1
3,00	5	14,6000	
4,00	5	73,6000	73,6000
2,00	5	136,6000	136,6000
1,00	5		204,2000
Sig.		0,074	0,057

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.
a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 5,000.

Producción segunda evaluación

Duncan

Tratamiento	N	Subconjunto para alfa = .05		
		2	3	1
3,00	5	2,8000		
4,00	5		36,0000	
1,00	5			75,4000
2,00	5			80,2000
Sig.		1,000	1,000	0,710

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.
a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 5,000.

Producción tercera evaluación

Duncan

Tratamiento	N	Subconjunto para alfa = .05	
		2	1
3,00	5	0,0000	
1,00	5		17,4000
4,00	5		21,6000
2,00	5		24,8000
Sig.		1,000	0,381

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.
a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 5,000.

Diámetro de la seta en la primera evaluación

Duncan

Tratamiento	N	Subconjunto para alfa = .05		
		2	3	1
3,00	5	2,4000		
4,00	5	4,2000	4,2000	
2,00	5		4,6000	
1,00	5			7,6000
Sig.		0,085	0,689	1,000

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 5,000.

ANEXO F. PESO EN GRAMOS DE LA PRODUCCIÓN DE HONGOS

Tratamiento	cosecha	Repetición	Cosecha
1	1	1	271
1	1	2	119
1	1	3	89
1	1	4	92
1	1	5	450
1	2	1	68
1	2	2	82
1	2	3	81
1	2	4	53
1	2	5	93
1	3	1	22
1	3	2	20
1	3	3	10
1	3	4	15
1	3	5	20
2	1	1	10
2	1	2	204
2	1	3	80
2	1	4	190
2	1	5	199
2	2	1	97
2	2	2	95
2	2	3	91
2	2	4	57
2	2	5	61
2	3	1	23
2	3	2	28
2	3	3	38
2	3	4	12
2	3	5	23
3	1	1	0
3	1	2	48
3	1	3	0
3	1	4	25
3	1	5	0
3	2	1	0
3	2	2	6
3	2	3	0
3	2	4	8
3	2	5	0
3	3	1	0
3	3	2	0
3	3	3	0
3	3	4	0
3	3	5	0
4	1	1	37
4	1	2	0

Tratamiento	cosecha	Repetición	Cosecha
4	1	3	176
4	1	4	67
4	1	5	88
4	2	1	16
4	2	2	0
4	2	3	61
4	2	4	75
4	2	5	28
4	3	1	0
4	3	2	0
4	3	3	20
4	3	4	40
4	3	5	48