

EVALUACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DEL HONGO ORELLANA (*Pleurotus pulmonarius*)
EMPLEANDO DIFERENTES SUSTRATOS EN EL DEPARTAMENTO DE NORTE DE
SANTANDER

José Iván Montañez Romero

Universidad De Pamplona, Facultad de Ciencia Agrarias

Programa de Zootecnia

Pamplona, Julio 2020

EVALUACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DEL HONGO ORELLANA (*Pleurotus pulmonarius*)
EMPLEANDO DIFERENTES SUSTRATOS EN EL DEPARTAMENTO DE NORTE DE
SANTANDER

José Iván Montañez Romero

Trabajo de Grado como requisito para optar al
Título de Zootecnista

Tutor: Esp. Lino Alberto Meza Alba

Universidad de Pamplona, Facultad de Ciencia Agrarias

Programa de Zootecnia

Pamplona, Julio 2020

Tabla de Contenido

Resumen.....	8
Introducción	9
Problema	11
Pregunta problema	12
Hipótesis	12
Justificación	13
Objetivos.....	15
Objetivo general.....	15
Objetivos específicos	15
Marco de Referencia.....	16
Antecedentes	16
<i>A nivel internacional</i>	16
<i>A Nivel Nacional</i>	19
<i>A Nivel Regional</i>	21
Marco Contextual.....	22
Marco teórico	24
Generalidades sobre hongos	24
Descripción taxonómica y biológica del <i>Pleurotus pulmonarius</i>	25
Composición química del Hongo <i>Pleurotus pulmonarius</i>	28
Requerimientos físicos para el crecimiento y desarrollo de los hongos.	28
Proceso de Cosecha del Hongo <i>Pleurotus Pulmonarius</i>	35
Marco Legal	39
Metodología	41

Localización	41
Diseño metodológico	41
Proceso de Producción del hongo Orellana.	42
<i>Selección, formulación y adecuación de sustratos</i>	42
<i>Cultivo del forraje</i>	42
<i>Humectación</i>	42
<i>Adecuación del sustrato</i>	42
<i>Proceso de llenado de bolsas:</i>	43
<i>Proceso Térmico o de pasteurización:</i>	43
<i>Siembra o inoculación:</i>	43
<i>Sala de Producción:</i>	44
<i>Cosecha</i>	45
Estimación de Materia Prima para Tratamiento 1: Forraje (<i>Brachiaria decumbes</i>).....	46
Estimación de Materia Prima para Tratamiento 2: Forraje (<i>Brachiaria brizantha cv. Toledo</i>). ..	48
Estimación de Materia Prima para Tratamiento 3: Forraje Guinea variedad Mombasa.....	51
VARIABLES DE ESTUDIO	53
Análisis Estadístico:.....	54
Resultados	55
Comportamiento de la Cosecha del hongo Orellana (<i>Pleurotus pulmonarius</i>)	55
Costos de la producción del hongo (<i>Pleurotus pulmonarius</i>).....	61
Discusión.....	64
Conclusiones	69
Recomendaciones	71
Referencia Bibliográficas.....	72
Anexos	77
Anexo 1.....	77

Anexo 2.....	77
Anexo 3.....	78
Anexo 4.....	78
Anexo 5.....	79
Anexo 6.....	80

Lista de Figuras

<i>Figura 1.</i> Peso por cosecha del hongo por bolsa de sustrato a base de (<i>Brachiaria decumbes</i>) ..	56
<i>Figura 2.</i> Peso de Cosecha del hongo en el sustrato a base de (<i>Brachiaria brizantha Cv Toledo</i>)	57
<i>Figura 3.</i> Peso (g) de la cosecha del hongo por bolsa en el sustrato a base de Mombasa.....	58
<i>Figura 4.</i> Peso Total de la cosecha del hongo en cada tratamiento.	59
<i>Figura 5.</i> Promedio de Peso en Cosecha del hongo por Sustrato.....	59
<i>Figura 6.</i> Aforo Hongo Orellana Kg por Hectárea de forraje	60
<i>Figura 7.</i> Utilidad por Kilo de Orellana.	63
<i>Figura 8.</i> Rentabilidad por Kilo de Orellana.....	63

Lista de Tablas

<i>Tabla 1. Comparaciones múltiples</i>	<i>55</i>
<i>Tabla 2. Subconjuntos homogéneos.....</i>	<i>55</i>
<i>Tabla 3. Costo total por kilo.....</i>	<i>61</i>
<i>Tabla 4. Costos de producción y Ganancias por sustrato</i>	<i>62</i>

Resumen

Este estudio de investigación se realizó en el Municipio de Pamplonita en la Finca la Palmita del Departamento Norte de Santander, con un enfoque de estudio experimental descriptivo el cual pretendía encontrar el mejor sustrato orgánico donde el hongo comestible *Pleurotus Pulmonarius*, pudiese desarrollar su potencial productivo, a través de la toma de datos y registros de peso y tiempo por cosecha en las 3 variedades de sustratos; (*Brachiaria decumbes*), (*Brachiaria brizantha cv. Toledo*) y pasto Guinea variedad Mombasa (*Panicum maximum Jacq*).

De acuerdo al comportamiento de los sustratos, el peso de cosecha tiempo de cultivo (*Pleurotus pulmonarius*) y costos se puede afirmar que el sustrato con mejor desempeño es el Mombasa (*Panicum maximum, Jacq*), porque aunque no obtuvo el mayor pesaje, si posee la mejor estimación de materia prima, el menor tiempo de cosecha inferior a 18 días comparado con los demás sustratos haciéndolo más productivo y con mayor rentabilidad.

Evaluación del crecimiento y producción de *Pleurotus pulmonarius* sobre diferentes sustratos del departamento de Norte de Santander

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

La producción de hongos representa una alternativa para el desarrollo de nuevas áreas de producción, siendo una importante alternativa para la utilización de desechos ricos en lignocelulosa, material que representa cerca del 40% de la biomasa producida por la fotosíntesis y que no puede ser aprovechada en forma directa para la alimentación humana y animal, debido a su baja digestión. El cultivo de los hongos representa una alternativa de bioconversión de estos desechos (Camacho 2003).

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

Por tanto, la producción del hongo se puede convertir en una alternativa para el consumo humano, si se tiene en cuenta que la población de la tierra, se ha venido incrementado aceleradamente (FAO, 2018), quien llama a los gobiernos a que estén atentos por cuanto en un futuro no muy lejano podría presentarse hambruna. Así, se hace necesario el diseño de

estrategias para producir sustratos que promuevan el crecimiento adecuado de hongos comestibles, con el objetivo de satisfacer la demanda alimentaria. Siendo una buena alternativa los residuos de cosechas de los pastos, que no son aprovechados para la producción ganadera. Es de considerar que estas se pueden transformar en un sustrato que permita la producción de setas, ayudando a disminuir la contaminación ambiental y a su vez se conviertan en una alternativa de solución a la transformación de los pastos, como fuente de materia prima para la producción de este alimento de estudio el hongo Orellana *Pleurotus Pulmonarius*.

Problema

Los suelos de Colombia son diversos y frágiles, cuenta con 11 de los 12 órdenes de suelos existentes en el mundo a excepción de los gelisoles.

El IGAC (2012) reporta que actualmente un 15% de los suelos del país están sobre utilizados y un 13% subutilizados, adicionalmente, 22 millones de hectáreas tienen vocación agrícola, 4 millones vocación agroforestal y 15 millones vocación ganadera. Sin embargo, solo 5 millones de hectáreas se utilizan para agricultura y más de 34 millones de hectáreas se utilizan para ganadería. (IGAC,2012)

Según la universidad de Gent, Bélgica, desde 1999, nuestro mundo superpoblado cuenta con más de 6 mil millones de almas. Casi la mitad de ellas son pobres, hambrientas, enfermas o en guerra. Ellas luchan por una parcela de tierra para porotos, un campo de café, o una terraza de cultivo de arroz, mientras que en el mismo pueblo uno puede oler la quema de paja e incendios forestales o las pilas en descomposición de desechos agrícolas orgánicos u otros derivados agrícolas. Hay una cantidad enorme de residuos en la industria agrícola y en la industria maderera. (Poppe J, 2005). Sólo usando el 25% del volumen de las pajas de cereal que se queman anualmente en el mundo podrían producirse 317 millones de toneladas métricas (317 mil millones kg) de hongos frescos por año (Chang & Miles, 1989). Pero hasta el presente la producción mundial total de hongos es de sólo 6 mil millones de kg por año. Para 6 mil millones de personas esto equivale a 1 kg por año o 3 g por día (Courvoisier, 1999). De hecho, considerando los residuos de la agricultura disponibles anualmente en el mundo (500 mil millones kg) en silvicultura (100 mil millones kg), podríamos producir fácilmente 360 mil millones de kilos de hongos frescos obre un total de 600 mil millones de kilos de residuo seco. Esto produciría una cosecha anual de hongos de 60 líos por cabeza por año, conteniendo el 4% de proteína de hongos frescos. Sabemos que la

dieta del 30% de la población mundial es deficiente en proteínas; análisis recientes han demostrado que 200g de hongos pueden emplazar eficientemente 100 g de carne como fuente de proteína (Souci et al., 1975-1989). Entre los hongos, el *Pleurotus spp.* Puede utilizar la mayor variedad de desechos como sustrato con su pido crecimiento micelial y su sistema de enzimas multilaterales que pueden biodegradar casi todos los tipos de residuos disponibles. (Poppe J.2005)

Es por ello que se puede afirmar que se deben buscar alternativas para la producción de hongos frescos como proteína vegetal aprovechando los residuos agrícolas orgánicos.

Pregunta problema

¿Los sustratos a base de *Braquiaria* (*Brachiaria decumbes*), (*Brachiaria brizantha cv. Toledo*) Y (*Panicum maximum Jacq*) pueden ser utilizados para la producción de hongo Orellana (*Pleurotus pulmonarius*)?

Hipótesis

H0: El hongo Orellana *Pleurotus Pulmonarius* transforma los sustratos de (*Brachiaria decumbes*), (*Brachiaria brizantha cv. Toledo*) y pasto Guinea variedad Mombasa (*Panicum maximum Jacq*) para su producción.

Justificación

El cultivo de hongos comestibles *Pleurotus* sobre sustratos lignocelulósicos es una buena alternativa para producir alimentos, por lo que son considerados como una fuente barata de proteína y las setas convierten los desechos agrícolas en alimentos. La mayoría pueden ser generados en un corto período de tiempo a bajo costo y en áreas reducidas. Además, el desarrollo del cultivo a pequeña escala en países en desarrollo necesita una tecnología sencilla, de condiciones poco sofisticadas. Después del proceso de cultivo y la cosecha de las setas, el sustrato remanente es aprovechable como abono orgánico, por su alto contenido en nitrógeno, fósforo y potasio. (García-Oduardo et al., 2011).

Desde 1950 en Colombia se inició el cultivo de hongos comestibles, los cuales se han adaptado con el paso del tiempo gracias a las técnicas aportadas con los diferentes ensayos y trabajos. Primero se inició con el champiñón, posteriormente se introdujeron al país cepas de *Pleurotus ostreatus* y otras especies (entre ellas el *Pleurotus pulmonarius*) que en la actualidad se están intentando comercializar de manera lenta (Orozco et al., 2006).

La producción de hongo, en países en vías de desarrollo resulta atractiva por varias razones; uno de los puntos más interesantes es que los mismos crecen en residuos agrícolas, permitiendo obtener los materiales del sustrato a precios módicos o incluso de forma gratuita, que aporten a la conservación del medio ambiente mediante el buen uso de los residuos (Poppe J.2005), por tanto, la producción del hongo Orellana se viene presentando como una alternativa para obtener proteína degradable para el ser humano sin producir efectos adversos al medio ambiente como lo hacen los sistemas ganaderos.

Por ello esta investigación quiere evaluar otras fuentes de sustratos para el hongo Orellana (*Pleurotus Pulmonarius*) como nueva alternativa de proteína en la dieta del ser humano. De esa forma, los forrajes como *Brachiaria decumbes*, *Brachiaria brizantha cv. Toledo* y *Panicum maximun Jacq* se convierten en una alternativa atractiva como sustrato para la producción de hongo Orellana, en virtud del aporte de nutrientes y materia orgánica necesarias para el crecimiento del hongo, por su bajo costo de producción y por contribución a la sostenibilidad de los suelos, agua entre otro. Tornándolos atractivos para los pequeños y medianos productores además de aportar bases teóricas a posteriores investigaciones de producción del hongo Orellana *Pleurotus pulmonarius* en este tipo de sustratos ya que hasta el momento no hay investigaciones anteriores.

Objetivos

Objetivo general

Evaluar la producción del hongo Orellana *Pleurotus pulmonarius* sobre diferentes sustratos en el departamento de Norte de Santander

Objetivos específicos

Determinar la producción del hongo Orellana (*Pleurotus pulmonarius*) en los sustratos utilizados ((*Brachiaria decumbes*, *Brachiaria brizantha* cv. Toledo o *Panicum maximum* Jacq)

Estimar los costos de la producción del hongo (*Pleurotus pulmonarius*) en cada uno de los sustratos.

Marco de Referencia

Antecedentes

A nivel internacional

En nuestro continente, la producción de Champiñón se inició en Estados Unidos hacia fines del siglo XIX. En Latinoamérica, comenzó en México en 1933, avance que fue seguido por desarrollos posteriores en Argentina (1941), Colombia (1950), Brasil (1951), Chile (1959), Guatemala (1960), Perú (1960), Ecuador (1967), Venezuela (1968), Costa Rica (1970) y Honduras (2002). Garzón Gómez, y Cuervo Andrade. (2008).

Los principales productores mundiales de hongos y trufas son China e Italia, con participaciones del 65 y 10%, respectivamente. Entre los años 2005 y 2011, la producción de hongos en Italia creció un 69% promedio anual, mientras que la de China sólo se incrementó un 7%. (FAO, 2013)

En el 2002 se realiza una investigación sobre el Desarrollo la Selección de cepas de *Pleurotus ostreatus* (Jacq. Ex Fr.) y *Pleurotus pulmonarias* (Fr.) y la factibilidad de reutilizar la madera de *Pinus spp* para su cultivo donde se evaluó la capacidad de adaptación a su cultivo de madera de pino de 19 cepas de hongos comestibles del género *Pleurotus* de acuerdo a la selección de estas cepas se hizo a partir de la medición del área micelar alcanzada por cada una de estas en sustrato de viruta de pino inoculadas a partir de dos tipos de implantes (agar y semilla de sorgo) invadidos por el micelio de cada una de las cepas estudiadas. De acuerdo a los resultados obtenidos podemos decidir que en general para los dos tipos de implantes las cepas de *P. ostreatus* presentaron mayor adaptabilidad a su cultivo en viruta de pino que las cepas pertenecientes a *P. pulmonarias*. Pérez Merlo, y Mata, (2002).

En el estado de Guerrero se siembra jamaica (*Hibiscus sabdariffa* L.), plátano (*Musa paradisiaca* L.) y arroz (*Oryza sativa* L.) entre otros cultivos. En el año agrícola 2006 se produjeron 3,390 ton de flor de jamaica que representaron el 50% de la producción nacional, 57,589 ton de plátano y 900 ton de arroz (SAGARPA, 2006). Los subproductos agrícolas que se generan después de cosechar la flor y los frutos de estos cultivos, son considerados como basura sin ninguna aplicación. Una alternativa para reutilizar los residuos lignocelulósicos de las regiones guerrerenses, ha consistido en estudiarlos como sustrato para su posible uso en la producción de hongos comestibles con especies de *Pleurotus* (Bernabé-González et al., 2004). Como continuación de los estudios realizados, en el presente trabajo se pretende probar el potencial como sustrato en el cultivo de setas, de los tallos secos de la jamaica, solos y en mezcla con paja de arroz y el pseudotallo del plátano con sus hojas frescas.

Se cultivaron las cepas IE-8 [*P. ostreatus* (Jacq.:Fr.) Kumm.] e IE-4 [*P. pulmonarius* (Fr.) Qué.] proporcionadas por el INECOL (Instituto de Ecología, A.C.), las que se propagaron en cultivo axénico de Extracto de Malta Agar –EMA– (Bioxon) y se incubaron a 29 °C durante dos semanas. El inóculo se elaboró con granos de sorgo (*Sorghum vulgare* Pers.) hidratados (~40% de humedad), esterilizados a 121 °C durante 1 h. Una vez fríos, se inocularon con el micelio de las cepas y se incubaron a 29 °C durante dos semanas en oscuridad (Guzmán et al., 1993; Gaitán-Hernández et al., 2002).

Los datos obtenidos se sometieron a un análisis de varianza bifactorial y se realizó la comparación de medias a través de la prueba de rango múltiple de Tukey ($\alpha = 0.05$).

Los primeros primordios fueron más precoces en TJA con la cepa IE-8 y en TJ con ambas cepas al desarrollarse a los 17.4, 18.2 y 19.4 días de incubación, respectivamente y fueron superiores estadísticamente al resto, debido a que en los tratamientos TJA con la cepa IE-4 y PPF con

ambas cepas, requirieron de 22.0, 26.2 y 27 días, respectivamente. En la formación de los segundos primordios el tratamiento TJA (30.8 días) con la cepa IE-8 fue estadísticamente superior al resto de los tratamientos. Sin embargo, tanto en la formación de los terceros primordios (46.2 a 51.8 días) como en el total de días de producción (50.2 a 56.0 días) no hubo diferencias significativas, por lo cual, las cepas y sustratos se comportaron de manera similar en estas dos variables.

Los más altos valores de EB se obtuvieron en los tratamientos PPF al lograr con la cepa IE-8, 99.8% y con la cepa IE-4, 96.4%. La menor EB se obtuvo en el tratamiento TJ con la cepa IE-4, con 64.5%; mientras que en el resto de los tratamientos la EB fluctuó entre 69.4 y 81.7% con ambas cepas. El análisis de varianza indicó que los tratamientos PPF son significativamente superiores a los demás. Con la fermentación del PPF se obtuvo un material selectivo más apropiado e influyó para que el micelio de ambas cepas colonizara eficientemente al sustrato. Es probable que el sustrato TJ requiera de más tiempo de remojo para aumentar la humedad, ya que en el sustrato TJA con 72.7% de humedad aumentó la EB a 81.7% con la cepa IE-8.

En cuanto al R, entre los valores (20.0 a 22.3%) de los tratamientos TJ y TJA no hubo diferencias significativas, pero sí hubo al comparar estos tratamientos con los porcentajes (14.9 y 15.4%) de los tratamientos de PPF en ambas cepas. El bajo rendimiento de estos últimos tratamientos, obedece a que el peso seco del sustrato fue inferior con respecto al peso seco de los demás sustratos. (Bernabé-González *et al.*, 2004).

A Nivel Nacional

Estudio realizado en la Universidad Industrial de Santander en el año 2012, fueron cultivados dos tipos de orellanas (*P. pulmonarius* y *P. ostreatus*), bajo condiciones naturales en la granja Hangar (Actual IPRED), cuyo objetivo fue evaluar el crecimiento de los hongos en tres tipos diferentes de sustratos que fueron: hoja de la mazorca del maíz, salvado de trigo y aserrín de madera. El autor concluyó que de estos sustratos, el que permitió un mayor desarrollo y crecimiento de los hongos fue el de hoja de la mazorca (capacho) del maíz, y el que menor desarrollo permitió fue el aserrín. Esto, según el autor, demuestra que es posible la utilización de diferentes residuos agroindustriales disponibles en la región para la implementación de este tipo de cultivos. Además, el autor concluyó que las condiciones medioambientales del lugar donde se desarrolló el estudio, principalmente la temperatura y humedad relativa, las cuales fueron en promedio 22,9 °C y 78,76 % respectivamente, son favorables para el desarrollo y crecimiento de esta clase de hongos. Según este estudio, la adición de melaza y cal al sustrato, es necesaria para aportar los requerimientos nutricionales del hongo y regular el pH, ya que en la muestra a la que no se adicionaron estos elementos en el sustrato, se inhibió el desarrollo del micelio hacia el día 28 de la ejecución del experimento. (Aguilar, 2012)

En 2016 el Servicio Nacional de Aprendizaje SENA - Regional Antioquia, Grupo de Investigación GIRNA realiza el Diseño, Construcción Y Validación De Una Unidad Mínima Familiar Para La Producción De Orellana en el Centro de los Recursos Naturales Renovables la Salada; Se diseñó y construyó la Unidad mínima familiar para la producción de orellana teniendo en cuenta aspectos indispensables como son: sustrato para la alimentación del hongo, y la casa donde vive y se desarrolla el mismo; esto con el objetivo de estandarizar la producción manejando las variables humedad relativa y temperatura de modo que permitan lograr una

eficiencia biológica aceptable de acuerdo al tamaño y capacidad de la unidad, facilitando la posibilidad de brindar una alimentación sana y mejorar la seguridad alimentaria a familias de escasos recursos, dado que esta es una problemática que todos los días toma más fuerza sin que se planteen soluciones de fondo. Este modelo responde mediante la producción artesanal con sustrato y materiales de construcción asequibles y buscó estandarizar la producción. Se realizó con aprendices e instructores del área de recursos naturales del Centro de los Recursos Naturales Renovables La Salada. Hasta el momento se han hecho alrededor de seis siembras con resultados en cuanto a eficiencia biológica de 74,89%; esta producción se considera buena respecto al sustrato utilizado (Jaramillo y Martínez, 2016).

Atehortúa, M en el 2016, publica un artículo de investigación llamado Residuos Agroindustriales en la Formulación de Sustratos para la Producción de Hongos Comestibles (*Pleurotus pulmonarius*) en donde, La cepa Phoenix Oyster de *Pleurotus pulmonarius* se cultivó sobre cáscaras de las frutas: mango (*Manguifera indica*), piña (*Ananas comosus*), papaya (*Carica papaya*) y sus mezclas, para determinar los porcentajes de recuperación material de residuos agroindustriales y las eficiencias biológicas de los hongos. Inicialmente se ajustaron los parámetros de crecimiento y cosecha de los hongos con los residuos de piña y mango. Para los hongos se evaluó: la eficiencia biológica (EB), la reducción de los volúmenes de residuos (RR), los contenidos proteicos y análisis proximales. En la RR inoculados se encontró entre un 79,90 y un 90,67 %, las eficiencias biológicas entre un 13,72 y un 87,79 % en cultivos de 5 kg de los sustratos. Los contenidos proteicos y de fibra alimentaria de los hongos fueron superiores a los de otras fuentes de alimentación humana con los que se compararon.

A Nivel Regional

(S, Núñez. F, Ayala. J, Meza. W, Palacio. G, Sayago. D, Carrillo. W, Villamizar, C, Gómez. Á, Corzo. I, Rodríguez. L, Rojas, D, Celis. L, León. J, Villamizar. M, Tarazona. D, Pérez. L, Gómez. M, Castrillón. M, Julio. C, Bayona. L, Rincón. M, Monsalve, 2016). Realizaron el proyecto de investigación Enjambre -FOCIEP en la zona rural del municipio del Zulia, titulado Orellana Shiitake en tamo de arroz como alternativa de agricultura en la vereda Camilandia el Zulia, donde se demuestra que el tamo de arroz es un subproducto resultado de la trilla de arroz que es utilizado en otras labores del campo como cubrimiento del suelo en algunos cultivos para evitar la infestación por hongos, como comida para ganado, quema para preparación del suelo. En algunas ocasiones estas quemadas provocan un problema de contaminación del aire por la producción de gases tóxicos que van a la atmósfera, donde concibieron que la producción de hongos comestibles se cultiva generalmente en desechos agroindustriales y si constituyen un problema ambiental y dando como resultado que su producción si es una alternativa viable para minimizar el impacto medioambiental generado por los desechos de los procesos agrícolas y pecuarios, en este caso el tamo de arroz.

Para el año 2018 se crea la empresa Planta de Producción de Orellanas S.A.S la cual se encuentra ubicada en la ciudad de Pamplona, en el departamento Norte de Santander en la finca Villa María Vereda Chichira, es allí donde se cultiva el hongo Orellana *Pleurotus ostreatus* y *Pleurotus pulmonarius* a través de sustrato de bagazo de caña, salvado de trigo y cal agrícola sus cultivadores tienen ciclos de siembra cada 8 semanas, en donde alrededor de la 3ª y la 4ª semana de cultivo ya podemos contar con la primera producción, lo cual permitirá mantener una

producción constante entre el último cuarto del 1º ciclo y los primeros cuartos del segundo.

(Obregón, R. 2020)

Marco Contextual

Pamplonita es un municipio del departamento Norte de Santander, Colombia, con una población de 5.296 habitantes. Se encuentra situado al norte de la ciudad de Pamplona de la que heredó su nombre.

El municipio de Pamplonita está ubicado en la Región Sur-Occidental del Departamento Norte de Santander, junto con los Municipios de Pamplona, Mutíscua, Silos, Chitagá y Cácuta.

La cabecera municipal se encuentra ubicada a N7 26.211 W72 38.248; a 63 km. de la capital del departamento, sobre la carretera principal Cúcuta - Pamplona y sobre la margen izquierda aguas abajo del Río Pamplonita Igualmente se encuentra a escasos 11 Km. de la Ciudad de Pamplona, segundo centro urbano de importancia en el Departamento. (Alcaldía de Pamplonita, 2015)

El territorio municipal está constituido por la cabecera Municipal y el Centro Poblado El Diamante; además de 22 veredas, consideradas como las unidades básicas territoriales a nivel rural (conforme a la directriz dada por el Departamento), reconocidas mediante personería jurídica. (*Ver Anexo 1*).

La Vereda La Palmita está ubicada al Norte del casco urbano del municipio de Pamplonita aproximadamente a unos 10 kilómetros por la vía principal Pamplona -Cúcuta, en donde se la finca la Palmita sitio donde se realizará el proyecto de investigación. (*Ver Anexo 2*)

Sub-Zonas Funcionales

Sub-zona Norte: conformada por las veredas Isabeles, Septimaly, Tescua, Volcán y Matajira

Sub-zona Centro: conformada por las veredas Bajo Santa Lucia, Alto Santa Lucia, Cúcano, Libertad, Palmita, Tulantá y Buenos Aires

Sub-zona Sur-occidente: conformada por las veredas San José de Tonchalá, Llano Grande, Batagá, Hojancha y San Rafael.

Sub-zona Sur-oriente: constituida por las veredas San Antonio, Picacho, Colorado, Páramo y Pica Pica. (Celis. L, 1998)

Marco teórico

Generalidades sobre hongos

A los hongos comestibles, diferentes al champiñón, se les conoce con el nombre de setas; para éstas el pie que las sostiene es más lateral que céntrico, por lo que su desarrollo se da en forma de una ostra u oreja (Gaitán et al 2002). Los hongos llamados macromicetos son organismos que, en general, son conocidos por su forma de paraguas con un sombrero, más o menos circular y un eje o pie que lo sostiene. Dentro de las setas se encuentran las que pertenecen al género *Pleurotus* spp, conocidas popularmente como “hongos ostra” u “orellanas” y las pertenecientes al género *Lentinula* spp, como el caso del shiitake, cuyo nombre traduce “hongo del roble”.

Dentro de las orellanas que se han cultivado en nuestro país sobre diversos sustratos se encuentran: *Pleurotus cornucopioides*, *Pleurotus floridanus*, *Pleurotus pulmonarius*, *Pleurotus ostreatus* y *Pleurotus sajor caju*. Las setas son hongos que se desarrollan principalmente sobre troncos en descomposición o sustratos vegetales. Cada hongo está formado por una serie de finos filamentos llamados hifas, que en conjunto conforman lo que se denomina micelio. En la naturaleza y bajo condiciones favorables de humedad y temperatura, este micelio extendido sobre un sustrato adecuado se transforma en pequeños “grumos” que van aumentando de tamaño hasta formar la típica seta (Gaitán et al, 2002).

Los hongos están bioquímicamente dotados, con la habilidad para secretar una variedad de enzimas hidrolizantes y oxidantes que ayudan en la degradación de los residuos de las plantas (los cuales son químicamente lignocelulósicos). Ellos después utilizan algunos de los productos

de la degradación, para su crecimiento y fructificación y dejan el resto en forma de sustrato agotado. De esta manera los hongos son potentes agentes biológicos convirtiendo residuos orgánicos incomedibles directamente en alimentos humanos palatables. (Nieto y Chegwin,2006).

Asimismo, Rajarathnam y Bano (1991), consideraron que los hongos proveen un camino para la producción de alimentos, sin tener el recurso de la luz solar e independiente de la ruta fotosintética; la explotación de los hongos, que producen cuerpos fructíferos, para la generación de biomasa comestible tiene varias ventajas: i) Incorporan patrones de la conversión más eficiente de los residuos de las plantas en alimentos para consumo humano. ii) Son verdaderamente comestibles y son considerados como un alimento delicioso siendo bastante apetecidos por su textura y sabor característicos. iii) Su eficiencia de transformación en proteína por unidad de área y por unidad de tiempo es muy superior, comparado con las fuentes de proteína animal. iv) El sustrato agotado, una vez terminada la cosecha, ya degradado representa un material rico en nutrientes para ser empleado como enmienda para ser usado en huertas caseras. v) Juegan un papel muy importante en la ecología del ciclo del carbono en la naturaleza, reduciendo de esta manera la acumulación de material orgánico de residuos de plantas, que se acumula cada año en la tierra. (s.p)

Descripción taxonómica y biológica del *Pleurotus pulmonarius*

En la naturaleza se encuentran varios reinos, en los cuales se dividen los diferentes organismos, dependiendo de sus características biológicas. Como se indica en la Tabla 1. Se describen la taxonomía del género *Pleurotus spp.* (Ver anexo 3)

Los nombres comunes son Orellana, Oyster, Gírgola, Champiñón Ostra, Oreja de palo, Ostión, es un hongo comestible gastronómicamente de primera calidad, su color es crema o castaño, con

olor y sabor agradable, se dice que 200 g de Orellana, reemplazan un trozo de carne, su proteína es digestible en un 80 % (Bayona, 2012).

Los hongos del género *Pleurotus spp* son de tamaño variable, hay individuos desarrollados de 5 cm y otros que superan los 15 cm, de forma típica de ostra. El color de esta seta es muy variable, los ejemplares que solemos encontrar suelen ser grises u ocre grisáceo, aunque existen formas de color gris plateado, Verde-azules e incluso próximas al pardo, esto suele dar lugar a la creación de múltiples variedades. Su cutícula es lisa, separable y brillante, sobre todo con lluvia cuando resulta un tanto lubricada, el borde se presenta enrollado en los especímenes jóvenes, quedando después fino y algo ondulado. (Herrera et al 1990).

Láminas muy decurrentes de color blanquecino, un poco crema en la vejez, apretadas y no muy homogéneas. Pie corto y totalmente lateral, hay individuos en los que apenas es perceptible debido a que está incrustado en el sustrato. Es de color similar al de las láminas. Carne consistente y tenaz de color blanco, de olor fúngico suave, sabor dulce y agradable. (Herrera y Ulloa, 1990).

La reproducción es la formación de nuevos individuos con características típicas de la especie. En el caso de los hongos podemos observar que hay dos formas para dar origen a nuevos individuos la sexual y la asexual. A esta última también se le conoce como somática o vegetativa, debido a que no involucra fusión de núcleos. Se puede dar por fragmentación del micelio, el cual, al colocarse bajo condiciones adecuadas de temperatura, humedad y sustrato, da origen a un nuevo individuo. Esta forma de reproducción es muy utilizada para multiplicar los hongos comestibles en el laboratorio, pues permite mantener las características de la cepa que se está cultivando (Herrera y Ulloa 1990).

El crecimiento de un hongo puede iniciarse a partir de una espora o de una fracción viable de hifa. Dicho crecimiento se da en forma polarizada o apical porque la elongación de la superficie se da en un punto y no en toda la célula. Esta característica ocasiona que las células de los hongos (exceptuando las levaduras) tengan una estructura cilíndrica, denominada hifa, delimitada por una pared que se extienden de manera ramificada para formar un sistema hifal conocido como micelio. (Royse y Sánchez, 2001).

El crecimiento sólo se da en la parte apical de la hifa, la cual tiene la capacidad de elongarse alejándose del centro de la colonia. El ápice penetra nuevos territorios y establece nuevas fronteras, por esta característica, según el tamaño y la edad de la colonia, un hongo puede presentar de manera simultánea una zona de crecimiento, una zona de poco o nulo crecimiento e inclusive, una zona de autólisis. (Royse y Sánchez, 2001).

Los mecanismos que dirigen y regulan la formación de cuerpos fructíferos no son conocidos en la actualidad y resultan aún difíciles de explicar; sin embargo, es claro que su desarrollo requiere de una modificación del comportamiento normal, invasivo del micelio vegetativo, por otro en el cual las hifas no tengan un crecimiento divergente, sino que converjan para formar un órgano diferenciado. (Herrera y Ulloa, 1990).

En relación con el ciclo de vida de hongos comestibles, las basidiosporas de los hongos comestibles germinan cuando entran en contacto con un sustrato y encuentran una temperatura, pH y humedad adecuados para su crecimiento. Dan origen a un micelio primario bien desarrollado, conocido como homocarión por tener un solo tipo de núcleos generalmente haploides. En algunas especies donde es bien conocido que únicamente hay un núcleo por compartimento hifal se le llama monocarión. (Royse y Sánchez, 2001).

Composición química del Hongo *Pleurotus pulmonarius*

(Anexo 4), se muestra la composición química del hongo *Pleurotus pulmonarius*, cuenta con un alto porcentaje de proteína, lo que lo convierte en una fuente alterna a las proteínas provenientes de la carne de vacuno y los lácteos.

El cultivo de hongos comestibles ofrece seguridad al consumidor y le permite incorporar a la dieta un producto altamente beneficioso para la salud (Curvetto, 1999). Es un alimento de excelente valor nutricional que también posee importantes propiedades farmacológicas, algunas ya demostradas y otras en estudio, por lo que se habla que son productos nutriceuticos o productos que poseen atributos medicinales y nutricionales. (Miles y Chang, 1998)

La demanda tanto a escala nacional como internacional de los hongos de especialidad es cada vez mayor. La producción mundial en 1997 fue del orden de 876.000 toneladas para las orellanas y alrededor de 1.500.000 toneladas para el Shiitake. (Rodríguez, 2006).

Requerimientos físicos para el crecimiento y desarrollo de los hongos.

El crecimiento y el desarrollo se ven afectados no sólo por factores nutricionales, sino también por factores físicos, tales como: temperatura, humedad, luz, aireación, gravedad y tamaño de partícula del sustrato. (Rodríguez, 2006).

Por supuesto, los valores de los factores físicos también están influenciados por otras condiciones que afectan el crecimiento, tales como: la nutrición, otras condiciones culturales, las características genéticas de la cepa de la seta y la fase de crecimiento del micelio (Miles y Chang, 1998)

Concentración del ión de hidrógeno (pH)

La mayor parte de los hongos exhiben un mejor crecimiento vegetativo ligeramente sobre el lado ácido del punto de neutralidad (por ejemplo, pH 6.5 a 6.8), pero existen, por supuesto, variaciones usuales que incluyen cepas y especies diferentes. Las enzimas extracelulares requeridas para el crecimiento en sustratos pécticos o lignocelulósicos, sin embargo, pueden tener rangos de pH óptimos y estrechos. Adicionalmente al efecto del pH sobre la actividad enzimática, la disociación de moléculas en iones se ve afectada por el pH, al igual que la permeabilidad de las membranas. Por ejemplo, hay casos en los que se ha reportado una especie que es incapaz de utilizar un sustrato específico, pero en estudios posteriores se encuentra que, a un nivel de pH requerido, la sustancia atraviesa la membrana y es empleada (Miles y Chang, 1998).

Temperatura

De todos los factores físicos, la temperatura ha sido la más ampliamente estudiada en cuanto a su efecto sobre el crecimiento de los hongos. Esta no es sólo consecuencia de su importancia sobre el crecimiento y desarrollo, sino también porque es relativamente fácil de estudiar en el laboratorio. La supervivencia de una especie en la etapa micelial, en ausencia de estructuras especializadas, tales como esclerocias o rizomorfos, puede ser establecida por valores máximos y mínimos de temperaturas de las especies. Si estas temperaturas extremas no determinan la sobrevivencia, ciertamente determinarán la distribución de la especie en la naturaleza.

(Rodríguez y Zuluaga, 1994).

El científico del laboratorio y el cultivador de setas están en mejores capacidades de tratar con a:) la temperatura óptima para el crecimiento (sembrado micelial o sembrado de semillas para el

cultivador de setas); b.) La temperatura óptima para la producción de un producto metabólico, tales como aquellos importantes para el productor de compuestos medicinales (por ejemplo el complejo inmunoregulador polisacárido polipéptido, PSPC, producido por *Coriolus versicolor* o el polisacárido Lentinan, el cual es útil en el tratamiento de ciertos cánceres y es producido por el micelio de *Lentinula edodes*); c.) La mejor temperatura para la esporulación o formación del órgano productor de esporas, los cuales son de interés, tanto para el geneticista, como para el cultivador de setas (Miles y Chang, 1998).

Humedad

La mayoría de los hongos requiere altos niveles de humedad. Constituyen, sin embargo, la excepción los llamados hongos de degradación seca tales como *Serpula lacrymans*, cuyos cordones miceliales pueden crecer a través de los sustratos carentes de humedad, en virtud de la translocación de nutrientes de la parte posterior de las hifas y la formación de “agua metabólica”. Esta formación de agua metabólica ha sido demostrada en los cultivos en bolsa de la cepa Shiitake (*Lentinula edodes*), en los que un aumento del contenido de la humedad en la parte interior del tronco artificial fue reportado después de la formación de la capa micelial impermeable que rodea al tronco. (Rodríguez y Gómez, 2001).

Para el cultivo de las setas hay dos consideraciones importantes: el contenido de humedad del sustrato y la humedad relativa del ambiente en el cual crecen las setas; el manejo de ambos es importante. Las especies pueden diferir en los valores óptimos de humedad, los cuales también pueden variar en diferentes etapas del crecimiento. Para la mayoría de las especies de setas, una humedad relativa de 95 a 100% permite un crecimiento máximo con poca pérdida del contenido de humedad del sustrato debido a evaporación. Un contenido de humedad del sustrato por los rangos 50-75% generalmente permite el crecimiento máximo del micelio (Miles y Chang, 1998).

Luz

La calidad y cantidad de luz que recibe el hongo en su fase de fructificación es un factor importante en el rendimiento y la eficiencia biológica, aunque dirigida por las características genéticas, la síntesis celular de los hongos es controlada por factores del ecosistema (luz, calor, temperatura, humedad y sustrato (Rodríguez y Zuluaga, 1991).

También se ha reportado la muerte de hongos directamente expuestos a la luz del sol, pero, en la ausencia de estudios experimentales, tal muerte puede ser atribuible a temperaturas excesivas producidas por el sol. De igual forma en que la alta temperatura puede resultar en la incapacidad de una especie para sintetizar una vitamina necesaria e inhibir el crecimiento micelial, también la luz fuerte puede inducir el mismo efecto por la destrucción de vitaminas, lo cual puede ser superado mediante la adición al medio, de elementos naturales, tales como extracto de levadura, rico en vitaminas (Miles y Chang, 1998).

Mientras que las respuestas fototrópicas en los esporangioporos de *Phycomyces* y *Pilobolus* de la clase Zigomicetos son bien conocidas y han sido objeto de muchos estudios experimentales, el efecto de la luz de mayor interés para la biología de las setas tiene que ver con el desarrollo de los órganos productores de esporas. La luz podría impulsar el origen de los primordios en algunas especies y ser necesaria para el desarrollo de otras etapas del órgano productor de esporas. (Rodríguez y Zuluaga, 1991).

Aireación

Los componentes gaseosos de la atmósfera de mayor importancia en la biología de las son el oxígeno y el dióxido de carbono. En el manejo de un galpón de cultivo, la aireación debe ser un asunto de constante consideración. Las especies de hongos son organismos aeróbicos y es importante tener el nivel de oxígeno adecuado para el sembrado de los micelios. El crecimiento vegetativo puede aumentar cuando el nivel de dióxido de carbono aumenta ligeramente, como ocurre normalmente en áreas confinadas debido a las actividades respiratorias del micelio.(Rodríguez, 2006).

En la respiración aeróbica, el micelio descompone los carbohidratos del sustrato hasta convertirlos en CO₂ y H₂O. Mientras un incremento de la concentración de CO₂ en la atmósfera normal (ca. 0.03%) a 0.1-0.5% puede tener el efecto estimulador, recién mencionado, sobre el crecimiento micelial, si la concentración de CO₂ alcanza dichos niveles (0.3 a 0.5%), la formación de los primordios del órgano productor de esporas del *Agaricus bisporus* se verá afectada, y el desarrollo de los órganos productores de esporas en formación podrá sufrir modificaciones. (Rodríguez, 2006).

La aireación del galpón de cultivo puede ser manejada para prevenir características no deseadas en algunas especies (por ejemplo, estipes largos y pequeñas cápsulas en el *Agaricus bisporus*) o para lograr una característica deseada en otro (estipes largos y pequeñas cápsulas en *Flammulina velutipes*) (Miles y Chang, 1998).

Tamaño de partícula del sustrato

Rajarithnam y Bano, 1991, afirman que un tamaño de partícula entre 2 y 3 cm ha sido considerado ideal para el cultivo de los hongos.

Los cambios característicos en la composición química de los hongos están asociados con la semilla, edad o tiempo de desarrollo del carpóforo, tiempo transcurrido después de la recolección y diferentes partes del cuerpo fructífero. La naturaleza química del sustrato tiene una acción marcada sobre la composición química de los cuerpos fructíferos. La proteína y el contenido de aminoácidos en hongos cultivados son aproximadamente 2 veces mayor que el contenido en las cepas que crecen silvestremente. Los carpóforos, en general, en base seca, contienen alrededor del 55% de carbohidratos, 32% proteínas, 2% de grasas y el resto lo constituyen las cenizas. (Rodríguez, 2006).

Sustratos

Los desechos agrícolas están formados por compuestos químicos polimerizados como celulosa y lignina, ésta es considerada como el almacén más grande de energía, pero se encuentra asociada a la celulosa formando compuestos lignocelulósicos difíciles de degradar, lo que impide que se utilicen en la alimentación animal. La lignina por lo tanto debe ser degradada a compuestos más simples y aquí los hongos desempeñan un papel muy importante ya que son los únicos organismos que descomponen y metabolizan eficientemente la lignina (Guzmán y Martínez, 1987).

Esta especie de hongos es cosmopolita y 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 y Arias, 2004).

Las materias primas al ser utilizadas como sustratos para el cultivo de hongos comestibles como el hongo *Pleurotus pulmonarius* se clasifican en tres grupos: grupo 1 compuesto por los restos de los cereales (trigo, cebada, tallo de sorgo, entre otros); grupo 2 están las plantas utilizadas en la industria (algodón, girasol, tabaco, entre otros) y el grupo 3 que está constituido por los desechos de las agroindustrial como oleaginosas, destilerías, azucareras, aserraderos, entre otros. Estos grupos tienen un alto contenido de hemicelulosa y nitrógeno inferior al 1 %. (Flores y Arias, 2006).

Esterilización de los sustratos

Los sustratos para *Pleurotus* son generalmente sometidos a semi-esterilización rápida, con inyección del vapor en la masa del producto para mantener la temperatura entre 70°C y 80°C, durante varias horas. Se elimina así, la fauna y la flora parásita o competidora y después se realiza un enfriamiento a 25°-30°C para luego hacer la inoculación con la semilla comercial.

Varios tipos de esterilización o pasteurización son propuestos en el cultivo (Laborde y Delmas, 1974)

Autoclavado: Después de la esterilización a 124°C, el sustrato se inocula en condiciones estériles en bolsas plásticas cerradas. Estas bolsas son abiertas después de la invasión micelial para permitir la fructificación.

Calentamiento rápido del sustrato al vapor entre 80°C y 100°C, durante algunas horas.

Enfriamiento del sustrato y la inoculación en bolsas plásticas cerradas.

Sistema NADASI: Pasteurización a 72°C durante 4 a 5 días.

El sustrato se trata térmicamente al vapor, durante varios días, a 60°C.

Proceso de Cosecha del Hongo *Pleurotus Pulmonarius*

Inoculación

La siembra se puede hacer en camas o en bolsas de plástico, las cuales se perforan para facilitar el intercambio gaseoso. Si se hace en camas, éstas se cubren con un plástico limpio con el fin de evitar pérdidas de agua del sustrato, el cual se inocula con 1-2% de la semilla comercial.

Una vez llenas las bolsas de polietileno, se compactan un poco ejerciendo una presión vertical, desde la parte superior, para eliminar el exceso de aire y para garantizar el contacto entre la semilla y el sustrato y luego se cierran y perforan en las paredes verticales para permitir el intercambio gaseoso.

Las condiciones apropiadas del ambiente y del sustrato, en el momento de la siembra, son las siguientes: humedad relativa 82 a 86%; temperatura del sustrato 27,7 a 30°C; concentración de CO₂ del sustrato 20.000 ppm. En estas condiciones la incubación se lleva a cabo en 10-14 días (Cardona y Urrea, 2001).

Incubación

Si se mantiene bajo oscuridad la primera generación de un cultivo de *Pleurotus*, la colonia se hace muy sensible al efecto de la luz; en estas condiciones, la iluminación con longitud de onda entre 500-660 nm, correspondiente a luz verde, es suficiente para inducir la formación de primordios, mientras que el desarrollo posterior de los esporóforos requiere de iluminación con luz blanca, 400- 600 nm (Cardona y Urrea, 2001).

Aireación

Las setas se desarrollan en la cámara de producción, donde se trasladan los cultivos una vez se haya finalizado la incubación; las condiciones ambientales son manejadas según los parámetros de cultivo. Durante la producción de los carpóforos se debe renovar el aire unas 8-10 veces por hora, aproximadamente 250 m³ /hora en un salón de 100 m² y 2.5 metros de altura, con el fin de eliminar el CO₂ producido durante las actividades respiratorias, cantidades mayores de 0,06% de CO₂, en esta etapa, deforma los cuerpos fructíferos e inhibe su desarrollo (Cardona y Urrea, 2001).

Fructificación

La producción se obtiene en tres o cuatro oleadas durante 6-7 semanas, después de inducir el fructificación, retirando el plástico de las camas y de las bolsas y regando el sustrato y el suelo, para mantener la humedad relativa en 80% o más. Para que las setas presenten el píleo pigmentado se recomienda obtener las cosechas en un ambiente donde la luz sea suficiente para leer (Cardona y Urrea, 2001).

Sustratos utilizados

Pasto Braquiaria de Cumbes (*Brachiaria decumbens*)

Gramínea perenne, de bajo crecimiento Originaria de África central y oriental, con buena adaptación en zonas tropicales de Asia y América. El Pasto Peludo presenta hojas lanceoladas moderadamente vellosas de 7 a 20 mm de ancho y hasta 25 cm de largo. El rasgo principal de esta especie es que es decumbente y forma una capa densa. Inflorescencia con 2 a 7 racimos, hasta 5 cm de largo, cuando están en las axilas hasta 10 cm de largo. Espiguillas elípticas hasta 5 mm de largo en 2 filas de raquis alado.

Se puede establecer en suelos de baja fertilidad, Resiste pH de 4.0 – 6.5 y alta saturación de Aluminio (95%). Una altura de 0 – 1.800 m.s.n.m (metros sobre el nivel del mar). Se desarrolla en sitios con altas temperaturas 17 – 27°C y la sombra reduce la resistencia al pastoreo, tolerancia media a la sombra. Precipitación anual 800 – 3.500 mm (milímetros). Óptimo superior a 1.500 mm y con temporada seca de hasta 2 meses.

La calidad nutricional de este pasto es intermedia en términos de consumo, digestibilidad y composición química. Su contenido de proteína Cruda oscila 7 – 10% y Digestibilidad 50 – 60%.

El contenido de proteína de este pasto varía según la edad ya que disminuye a mayor edad, ya que a los 30 días puede registrar valores de 10% y disminuye hasta un 5% a los 90 días(CIAT,2015)

Pasto Toledo (*Brachiaria brizantha* cv. Toledo)

El Pasto Toledo es una planta perenne originaria de África, de crecimiento erecto a semierecto, forma macollas y en sus entrenudos se observan unas pequeñas raíces. Sus hojas lanceoladas en las cuales presenta ninguna o poca velloidad. Inflorescencia en panoja racimosa

Tolera suelos arenosos a arcillosos de mediana a alta fertilidad, que tengan un buen drenado ya que no soporta encharcamiento. Ph 4.0 – 7.0. Esta especie ayuda a la mejora de los parámetros físicos del suelo. Alturas de 0 – 1.800 msnm (metros sobre el nivel del mar). Temperaturas 17 – 27°C, tolera sombra ligera (60% de luminosidad mínimo). Precipitaciones anuales de 1.000 – 3.500. Tolera sequía.

El Pasto Toledo al igual que el Pasto Tanner presenta un contenido de Proteína 8 – 12 % y una digestibilidad 55% – 67%.

Dependiendo de la edad de rebrote el contenido de proteína en sus hojas puede variar de 8% a los 46 días, 10% a los 35 días y 12% a los 25 días respectivamente. A esta misma edad la digestibilidad de 55% a los 46 días, 60% a los 35 días y 70% a los 25 días respectivamente (CIAT, 2015)

Pasto guinea (*Panicum maximum* cv. Jacq)

El Pasto Guinea Mombasa es Gramínea perenne originaria de África. De crecimiento erecto, y en macollas que miden hasta 3 metros; hojas anchas, largas y toscas. Presenta alta tasa de rebrote. Inflorescencia en forma de panícula abundante y su semilla es pequeña y viable. Tolera el arbóreo mejor que otras Gramíneas, lo que facilita su uso en sistemas silvopastoriles.

Se puede establecer en suelos con pH de 5,0 – 7,5 y Soporta encharcamientos temporales.

Alturas entre 0 – 1600 m.s.n.m. (metros sobre el nivel del mar). Precipitaciones anuales 800 – 2500 mm (milímetros), resiste largos períodos de sequía. Temperaturas 18 – 27°C.

Su valor nutritivo en base a Proteína Cruda cuando tiene 35 días es de 10,5 – 10,9 % en época de verano y 11,5 a 15% en época de invierno.

Presenta una Digestibilidad 65.1% y su contenido de energía metabolizable es de 2.16 Mcal.

(CIAT, 2015)

Marco Legal

Ley 09 de 1979 .: De acuerdo con el código Sanitario Nacional, reglamentado por el Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos INVIMA, el artículo 255 indica que para la elaboración de alimentos y bebidas se deberán utilizar materias primas cuyas condiciones higiénico-sanitarias permitan su correcto procesamiento. Las materias primas cumplirán con lo estipulado en la presente Ley, su reglamentación y demás normas vigentes. El artículo 256 establece que las materias primas, envases, empaques, envolturas y productos terminados para alimentos y bebidas, se almacenarán en forma que se evite su contaminación y se asegure su correcta conservación.

Decreto 1575 DE 2007. El objeto del presente decreto es establecer el sistema para la protección y control de la calidad del agua, con el fin de monitorear, prevenir y controlar los riesgos para la salud humana causados por su consumo, exceptuando el agua envasada. Aplica a todas las personas prestadoras que suministren o distribuyan agua para consumo humano, ya sea cruda o tratada, en todo el territorio nacional, independientemente del uso que de ella se haga

para otras actividades económicas, a las direcciones territoriales de salud, autoridades ambientales y sanitarias y a los usuarios.

Resolución número 00375 de 2003 / Febrero 27 de 2004. Instituto Colombiano Agropecuario - ICA "Por la cual se dictan las disposiciones sobre registro y control de bioinsumos y extractos vegetales de uso agrícola en Colombia.

Resolución número 148 de 2004 / Marzo 15 de 2004. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural “Por la cual se crea el Sello de Alimento Ecológico y se reglamenta su otorgamiento y uso”

Resolución número 150 de 2003 / Enero 21 de 2003. Instituto Colombiano Agropecuario - ICA 15 "Por la cual se adopta el reglamento técnico de fertilizantes y acondicionadores de suelos para Colombia.

Resolución número 074 de 2002 / Abril 4 DE 2002. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural "Por la cual se establece el reglamento para la producción primaria, procesamiento, empaquetado, etiquetado, almacenamiento, certificación, importación y comercialización de productos agropecuarios ecológicos.

Acuerdo No.186 02 de diciembre de 2005. “Por el cual compila y actualiza el Reglamento Académico Estudiantil de Pregrado”. Capítulo 6 artículo 36 donde expresa la metodología de trabajo de grado de las diferentes modalidades, calificación y evaluación.

Metodología

Localización

La investigación fue desarrollada en la finca la Palmita, de la vereda la Palmita del municipio de Pamplonita, departamento Norte de Santander, con una Altura 1.267 msnm.

Coordenadas:

N 07,51678 °

W 072, 63546°

Temperatura promedio 22 °C

Diseño metodológico

EL estudio conto con un enfoque de investigación, con un diseño experimental aleatorio, con tres tratamientos y 10 réplicas cada uno y se ubicaron en un estante, con diferentes niveles para su identificación.

Este se realiza con cosechas que se efectuaran después de la incubación y desarrollo del hongo que se tomaron en cada uno de los tratamientos a los 12 a 13 días aproximadamente, y se pesaron con una balanza digital, para posteriormente regístralos en una Tabla y poder analizarlos estadísticamente para su evaluación del comportamiento de sus cosechas.

Se determina la producción del hongo *Pleurotus pulmonarius* en cada uno de los sustratos pesándolos con la balanza digital y posteriormente conocer cuál de los tratamientos tuvo mejor producción y rendimiento de cosecha en una escala de mayor a menor producción.

Se tomaron los precios de los insumos e implementos que se utilizaron en el estudio del investigación y así conocer cuál es el costo aproximado de la producción del hongo Orellana *Pleurotus pulmonarius* en la investigación desarrollada.

Proceso de Producción del hongo Orellana. (Ver Anexo 6)

Cultivo del forraje

Se utilizaron 36 m² de material vegetativo, distribuidos en 12 m² para cada variedad de forraje en parcelas con un área de 3m x 4 m los cuales serán cercado con alambre de púas para su diferenciación; en él se realizarán las siembras de los pastos: (*Brachiaria decumbes*), (*Brachiaria brizantha cv. Toledo*) y pasto Guinea variedad Mombasa (*Panicum maximum Jacq*).

Humectación

Se procedió a trabajar con bultos de 10 kg de pasto henificado, en seguida fueron llevados a una caneca de 200 litros para humedecer y pre humectar el pasto por un periodo de 10 a 12 horas, luego se deja escurrir durante una noche, es necesario tener en cuenta que la humedad del heno después de destilado en lo posible debe tener un 65 a 70% de agua, se puede verificar apretando un puñado de heno con la mano y ver que solo aparecen gotas entre los dedos.

Adecuación del sustrato

Se procedió a elaborar el sustrato del tratamiento uno (*Brachiaria decumbes*), tratamiento dos (*Brachiaria brizantha cv. Toledo*), tratamiento tres Mombasa (*Panicum maximum Jacq*). El material fue extendido en plásticos con el objetivo de preparar una mezcla con las siguientes proporciones: 90% de heno de cada pasto, 8% de salvado de trigo y un 2% de carbonato de calcio. Este procedimiento fue realizado en cada uno sustratos (tratamiento).

De esa forma, con un rastrillo se extendió el heno y se procedió a esparcir el salvado de trigo y el carbonato de calcio de una forma homogénea sobre el sustrato, se hicieron pequeños acopios tratando de mezclar todo de forma homogénea.

Proceso de llenado de bolsas:

Se utilizaron bolsas de polipropileno transparente de alta densidad con medidas de 30 cm x 40 cm con peso aproximado del sustrato de 950 gramos cada una controlando su peso en la balanza, este sustrato en lo posible debe ser empacado homogéneamente en la bolsa ya que será sellada con una liga.

Proceso Térmico o de pasteurización:

Se utilizaron una caneca metálica de 200 litros con una cantidad de agua de 15 cm y en su fondo una parrilla, sobre la cual se colocaran las bolsas a una temperatura de 90 grados por 2 horas que se taparan y se sellaran con un aro metálico y una llave pasador, en la parte superior de la tapa se hace 5 orificios que permitirán el escape de vapor y no haya un exceso de presión, ya que es puesta sobre una estufa industrial a gas o también se puede usar una estufa a leña, terminando este proceso se deja enfriar y se lleva este sustrato a la sala de siembra.

Siembra o inoculación:

Para el éxito del cultivo de la Orellana es preciso tener un protocolo de desinfección del lugar para estar en lo posible libre de algunos patógenos y así lograr un buen desarrollo en el sustrato recién pasteurizado ya que la semilla o inóculo utilizada fue transportada en granos de trigo.

La siembra se realizó en un mesón de acero previamente desinfectado con 70% de Alcohol con bolsas de micelio de 2 kg aproximadamente, teniendo dos mecheros con alcohol al 90 %, ya logrado esto y en medio de los dos se abre la bolsa pasteurizada y se inicia la siembra de la semilla del hongo con cantidad de 50 gramos aproximadamente por cada bolsa, se compacta y se sella con un anillo de PVC de 2 pulgadas, una servilleta y una liga que se convierten en un

tapón que permite respirar la plantación y previene el acceso de plagas y esporas perjudiciales, todo este proceso debe ser lo más rápido posible y a una temperatura del compost de 24 a 27°C.

Una vez realiza la inoculación de todas las bolsas o unidades productivas se colocan sobre soportes distantes del piso y se dejan en dicho lugar para que empiecen a colonizar el sustrato. La humedad relativa que debe tener el sitio oscila entre un 80% y un 95% en lo posible, con poca ventilación y completa oscuridad a una temperatura de 21,6°C en nuestro caso.

La humedad relativa se da mojando el piso y las paredes cada vez que se necesite, a las 24 horas después de la inoculación e empieza a observar el crecimiento del hongo y así a través de los días se va viendo el avance hasta completar su área, este proceso se llevó a cabo durante 18 días para el caso del tratamiento 3 heno de Mombasa, para los forrajes de *Brachiarias* este proceso demora 18 días más en colonizar toda el área, cuando ya la bolsa se encuentra invadida es llevada a la sala de producción.

Sala de Producción:

Este sitio se encuentra con buena ventilación, humedad relativa del 80 al 95%, temperatura de 18°C hasta 21°C e iluminación natural a través de ventanas.

A este lugar se llevan las bolsas inoculadas y se colocan en estantes separadamente entre si unos 25 cm, con anterioridad se les hizo 4 perforaciones de forma vertical a aproximadamente 1 cm distribuidas a lado y lado de la bolsa.

Las orellanas empiezan a emerger o salir a través del anillo de PVC, buscando oxígeno y posteriormente por las perforaciones hechas.

Inicialmente se observaron unos primordios que son los hongos más pequeños que se empiezan a formar, llegando a ser colonias de varios, aunque muchos otros hongos crecen en un solo lugar. El tiempo que tardan en formarse para ser cosechados oscilo entre 5 y 6 días.

Después de la primera recolecta de hongos estos tardan aproximadamente entre 7 y 8 días en volver a aparecer y otros entre 5 y 6 días en formarse de nuevo y así sucesivamente hasta completar 3 cosechas u oleadas.

Los hongos son cosechados cuando el borde de su sombrero empieza a ponerse recto y Horizontal.

Para todo el Proceso es muy importante controlar la temperatura, la humedad relativa y ventilación porque ellos expiden CO₂ y es necesario estar renovando el aire.

Cosecha

Para tomar la cosecha es necesario girar el pie del hongo que está pegado al sustrato y listo, al alcanzar su punto óptimo se tomaron los datos del peso de todos los hongos cosechados por bolsa para obtener la comparación del rendimiento de la producción de los tres tratamientos como lo muestra el(Anexo 5).

Toma de datos Proceso Productivo del hongo Orellana (*Pleurotus pulmonarius*)

De acuerdo a la información primaria tomada se realiza a los 50 días de la siembra de los pastos un aforo por cada variedad de pasto analizando Forraje verde por bolsa, por kilo, materia seca por kilo de Hongo Orellana *Pleurotus pulmonarius* y kilo de Hongo Orellana *Pleurotus pulmonarius* por Hectárea de forraje Verde.

Estimación de Materia Prima para Tratamiento 1: Forraje (*Brachiaria decumbes*).

Para la elaboración de los tratamientos con sus respectivas repeticiones fueron utilizadas las ecuaciones descritas a continuación, garantizando el peso uniforme por bolsa y en las cantidades exactas, garantizando la idoneidad de los datos recolectados durante el desarrollo de la investigación.

Aforo 2kg/m^2

48% de Materia Seca (M.S)

X= 311.2 g de Orellana/ bolsa (1 bolsa de tratamiento pesa 950 g con 65% de Humedad)

$\frac{950 \times 65}{100} = 617.5$ g de agua

100

$950 - 617.5 = 332.5$ kg

Los 332,5 g están compuestos por pasto (*Brachiaria decumbes*) 90%, salvado de trigo 8% y carbonato de calcio 2%

(*Brachiaria decumbes* por Bolsa

332,5 g ----- 100%

X ----- 90% ms Pasto (*Brachiaria decumbes*)

X= 299,25 g de M.S de pasto (*Brachiaria decumbes*) por bolsa

Salvado de Trigo por bolsa

332,5 g ----- 100%

X ----- 8% Salvado de Trigo

X= 26,6 de salvado de Trigo por bolsa

Carbonato de calcio por bolsa

332,5 g ----- 100%

X ----- 2% carbonato de Cálcio

X= 6,65 g de Carbonato de cálcio por bolsa

Para una bolsa se necesitan 299,25 g de Materia seca que produce 311, 2 g de Hongo Orellanas

Forraje verde

Si, 100 g de Forraje verde (F.V) produce 48g de Materia seca (M.S)

X ----- 299,25 g de M.S

X = 623,43 g de Forraje Verde (F.V) por bolsa

Si, 623,43 g de Forraje verde (F.V) produce 311,2 g de Orellana / bolsa

X ----- 1000 g de Orellana

X = 2003,30 g de F.V para producir 1000 g de Orellana

Entonces, para producir 1 kg de Orellana necesitamos 2003.30 g de forraje Verde.

Materia Seca

Si, 100 g de Forraje verde (F.V) produce 48g de Materia seca (M.S)

2003,30 g ----- X

X= 961,58 g de M.S por kilo de Orellana

Entonces, para producir 1 kg de Orellana necesitamos 961,58 g de Materia Seca.

Una hectárea de Pasto (*Brachiaria decumbes*) produce aproximadamente 20.000 kg de F.V

Kg de Orellana por hectárea= $\frac{20.000 \text{ kg de F.V}}{2,003} = 9985,02$ kg de Orellana por hectárea

2,003

Resumen de Análisis:

Forraje Verde por Bolsa: 623,43 g

Forraje Verde por 1 kg de Orellana: 2.003 kg

Materia Seca por 1 kg de Orellana: 961,58 g

Kilogramo de Orellana por hectárea: 9985,02 kg

Estimación de Materia Prima para Tratamiento 2: Forraje (*Brachiaria brizantha* cv. Toledo).

Aforo 2, 750kg/m²

49% de Materia Seca (M.S)

X= 260.5 g de Orellana/ bolsa (1 bolsa de tratamiento pesa 950 g con 65% de Humedad)

$\frac{950 \cdot 65}{100} = 617.5$ g de agua

100

$950 - 617,5 = 332,5$ kg

Los 332,5 g están compuestos por pasto (*Brachiaria brizantha cv. Toledo*) 90%, salvado de trigo 8% y carbonato de calcio 2%

(*Brachiaria brizantha cv. Toledo*) por Bolsa

332,5 g ----- 100%

X ----- 90% ms Pasto (*Brachiaria brizantha cv. Toledo*).

X= 299,25 g de M.S de pasto (*Brachiaria brizantha cv. Toledo*) por bolsa

Salvado de Trigo por bolsa

332,5 g ----- 100%

X ----- 8% Salvado de Trigo

X= 26,6 de salvado de Trigo por bolsa

Carbonato de calcio por bolsa

332,5 g ----- 100%

X ----- 2% carbonato de Calcio

X= 6,65 g de Carbonato de calcio por bolsa

Para una bolsa se necesitan 299,25 g de Materia seca que produce 260, 5 g de Hongo Orellanas

Forraje verde

Si, 100 g de Forraje verde (F.V) produce 49g de Materia seca (M.S)

X ----- 299,25 g de M.S

$X = 610$ g de Forraje Verde (F.V) por bolsa

Si, 610 g de Forraje verde (F.V) produce 260,5 g de Orellana / bolsa

X ----- 1000 gr de Orellana

$X = 2341,65$ g de F.V para producir 1000 g de Orellana

Entonces, para producir 1 kg de Orellana se necesitan 2,341 kg de forraje Verde.

Materia Seca

Si, 100 g de Forraje verde (F.V) produce 49g de Materia seca (M.S)

2341,65 g de F.V ----- X

$X = 1147,40$ g de M.S por 1000 g de Orellana

Entonces, para producir 1 kg de Orellana se necesitan 1,147 kg de Materia Seca.

Una hectárea de Pasto (*Brachiaria brizantha* cv. Toledo) produce aproximadamente 27.500 kg de F.V

Kg de Orellana por hectárea= $\frac{27.500 \text{ kg de F.V}}{2,341} = 11747,11$ kg de Orellana por hectárea

2,341 kg de F.V

Resumen de Análisis:

Forraje Verde por Bolsa: 610 g

Forraje Verde por 1 kg de Orellana: 2.341 kg

Materia Seca por 1 kg de Orellana: 1,147 kg

Kilogramo de Orellana por hectárea de F.V: 11747,11 kg.

Estimación de Materia Prima para Tratamiento 3: Forraje Guinea variedad Mombasa

(Panicum maximum Jacq).

Aforo 4kg/m²

44% de Materia Seca (M.S)

X= 269.5 g de Orellana/ bolsa (1 bolsa de tratamiento pesa 950 g con 65% de Humedad)

$950 * 65 = 617.5$ g de agua

100

$950 - 617,5 = 332,5$ kg

Los 332,5 g están compuestos por pasto Mombasa (*Panicum maximum Jacq*) 90%, salvado de trigo 8% y carbonato de calcio 2%

Mombasa (*Panicum maximum Jacq*) por Bolsa

332,5 g ----- 100%

X ----- 90% ms Pasto Mombasa (*Panicum maximum Jacq*).

X= 299,25 g de M.S de pasto Mombasa (*Panicum maximum Jacq*).por bolsa

Salvado de Trigo por bolsa

332,5 g ----- 100%

X ----- 8% Salvado de Trigo

X= 26,6 de salvado de Trigo por bolsa

Carbonato de calcio por bolsa

332,5 g ----- 100%

X ----- 2% carbonato de Calcio

X= 6,65 g de Carbonato de cálcio por bolsa

Para una bolsa se necesitan 299,25 g de Materia seca que produce 269, 5 g de Hongo Orellanas

Forraje verde

Si, 100 g de Forraje verde (F.V) produce 44g de Materia seca (M.S)

X ----- 299,25 g de M.S

X = 680,11 g de Forraje Verde (F.V) por bolsa

Si, 680,11 g de Forraje verde (F.V) produce 269,5 G de Orellana / bolsa

X ----- 1000 g de Orellana

X = 2523,59 g de F.V para producir 1 kg de Orellana

Entonces, para producir 1 kg de Orellana necesitamos 2,523,5 kg de forraje Verde.

Materia Seca

Si, 100 g de Forraje verde (F.V) produce 44g de Materia seca (M.S)

2523,59 g de F.V ----- X

X= 1110 kg de M.S por 1000 g de Orellana

Entonces, para producir 1 kg de Orellana necesitamos 1,110 kg de Materia Seca.

Una hectárea de Pasto Mombasa (*Panicum maximum Jacq.*) produce aproximadamente 40.000 kg de F.V

Kg de Orellana por hectárea= $\frac{40.000 \text{ kg de F.V}}{2,523 \text{ kg de F.V}}$ = 15854,14 kg de Orellana por hectárea

Resumen de Análisis:

Forraje Verde por Bolsa: 680,11 g

Forraje Verde por 1 kg de Orellana: 2.523 kg

Materia Seca por 1 kg de Orellana: 1,110 Kg

Kilogramo de Orellana por hectárea de F.V: 15854,14 kg

Variables de Estudio

Variable Independiente: los diferentes sustratos: (*Brachiaria decumbes*), (*Brachiaria brizantha cv. Toledo*) y pasto Guinea variedad Mombasa (*Panicum maximum Jacq.*),

Variable Dependiente: Producción de hongos (i.e. Kg de hongo por bolsa o kg de hongo por kg de pasto)

Análisis Estadístico:

Los resultados se analizaron con el paquete estadístico SPSS 23 de análisis de varianza, ANOVA de un factor; y buscara cual es el mejor sustrato para la producción del hongo Orellana *Pleurotus pulmonarius*, y pueda desarrollar en su potencial productivo a través de la toma de datos y registros de peso de cosecha del hongo, en tres variedades de sustratos con 10 repeticiones de cada uno de los tratamientos a evaluar. Colocar el P valor, es decir, cuando fue considerado significancia estadística.

Resultados y Discusión

Comportamiento de la Cosecha del hongo Orellana (*Pleurotus pulmonarius*) en cada uno de los sustratos.

Tabla 1.

Comparaciones múltiples

(I) tratamiento	(J) tratamiento	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
1,000	2,000	16,63333	10,710685	,272	-8,93893	42,20560
	3,000	13,80000	10,710685	,406	-11,77226	39,37226
2,000	1,000	-16,63333	10,710685	,272	-42,20560	8,93893
	3,000	-2,83333	10,710685	,962	-28,40560	22,73893
3,000	1,000	-13,80000	10,710685	,406	-39,37226	11,77226
	2,000	2,83333	10,710685	,962	-22,73893	28,40560

Nota: Variable dependiente: Cosecha (g) .HSD Tukey . Se basa en las medias observadas.

El término de error es la media cuadrática (Error) = 1720,781. Como se puede ver que hay diferencias estadísticas entre los tratamientos a un nivel de $p < 0,05$ (se tiene que ver la columna en negrita).

Fuente: Mogollón, 2020.

Tabla 2. Prueba de comparación múltiple de medias de Tukey

Subconjuntos homogéneos

tratamiento	N	Subconjunto
2,000	30	87,10000
3,000	30	89,93333
1,000	30	103,73333
Sig.		,272

Nota: Variable: Cosecha (g) HSD Tukeya,

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

Se basa en las medias observadas.

El término de error es la media cuadrática (Error) = 1720,781.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 30,000.

b. Alfa = ,05.

La prueba de comparación múltiple de medias de Tukey muestra que no hay diferencias a un nivel de $p < 0,05$ entre los rendimientos o cosecha de los tratamientos.

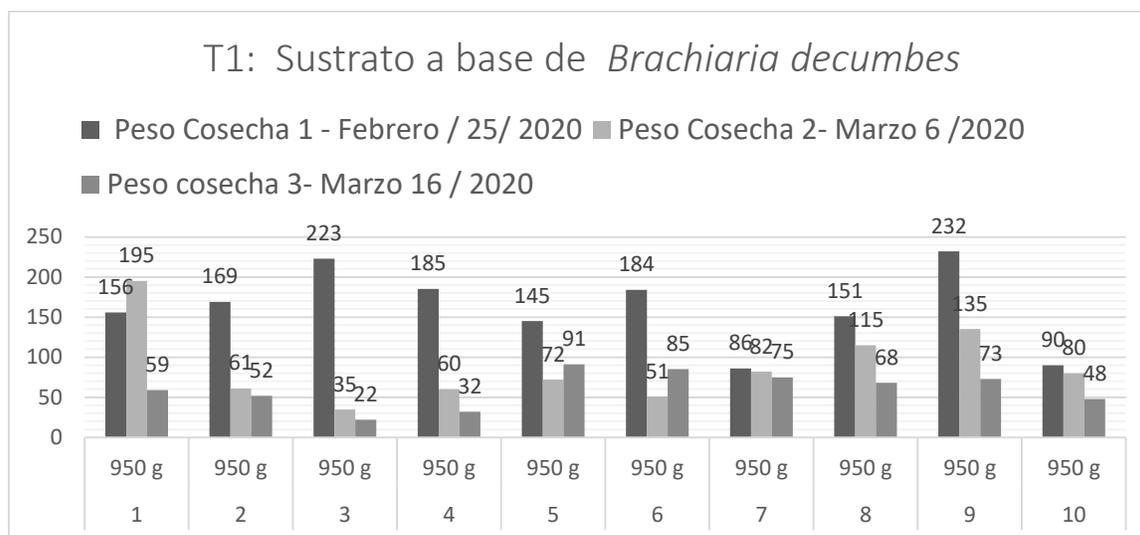


Figura 1. Peso por cosecha del hongo por bolsa de sustrato a base de (*Brachiaria decumbes*)

La Producción del hongo en el sustrato a base de (*Brachiaria decumbes*) durante las 10 muestras tomadas durante un periodo de 30 días, muestra un rango mínimo de peso de 22 g por cada bolsa de 950 g y un rango máximo de 232 g por bolsa, el peso muestra una mayor producción en la primera cosecha, y durante las dos siguientes tomas se observa una disminución de la producción, como se refleja en la (figura 1).

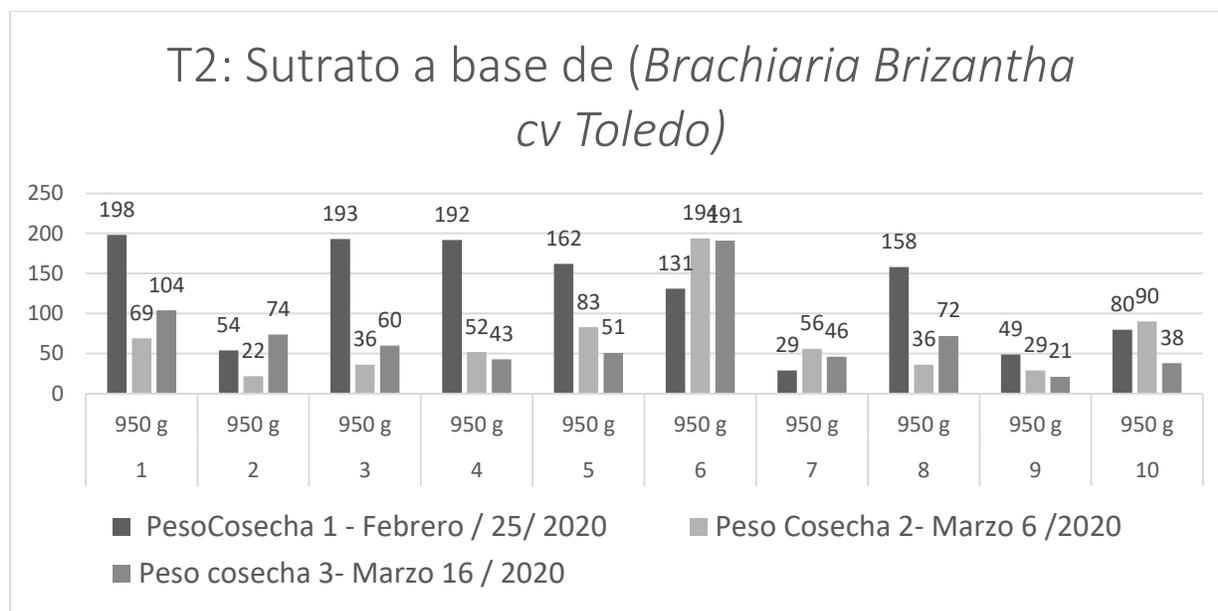


Figura 2. Peso de Cosecha del hongo en el sustrato a base de (*Brachiaria brizantha Cv Toledo*)

El Comportamiento de la cosecha del hongo en el sustrato a base de (*Brachiaria brizantha Cv Toledo*) durante 30 días, muestra un rango mínimo de 21 gramos por bolsa 950 g y un rango máximo de 198 g por bolsa, como se refleja en la Segun la (Figura 2).

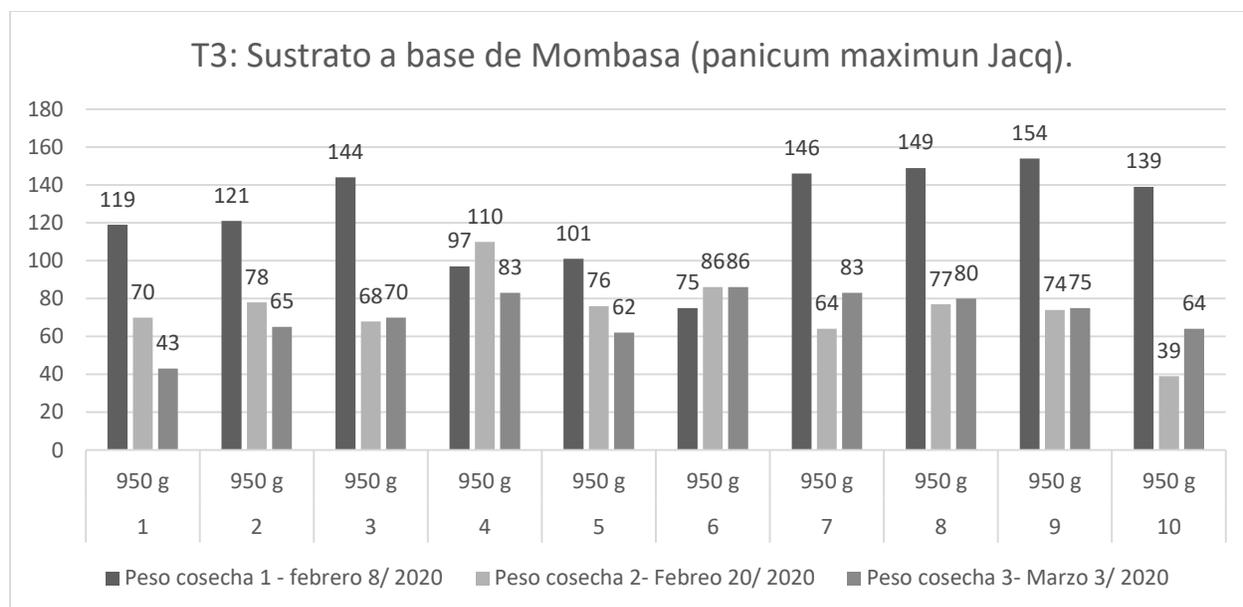


Figura 3. Peso (g) de la cosecha del hongo por bolsa en el sustrato a base (*Panicum maximum* Jacq)

.La producción del hongo en el sustrato a base de Mombasa (*Panicum maximum* Jacq), muestra un rango mínimo de 43 gramos por bolsa 950 g y un rango máximo de 154 g por bolsa, el peso muestra una mayor producción en la primera toma de datos de peso y durante las dos siguientes tomas comienza a disminuir mostrando una variación entre la primera y la segunda cosecha de 20 días y en la tercera de 10 días entre cada toma para un total de 30 días de cosecha, pero su producción comienza 18 días antes que las realizadas en el sustrato (*Brachiaria brizantha* Cv Toledo) y (*Brachiaria decumbes*) como se refleja en la (Figura 3).

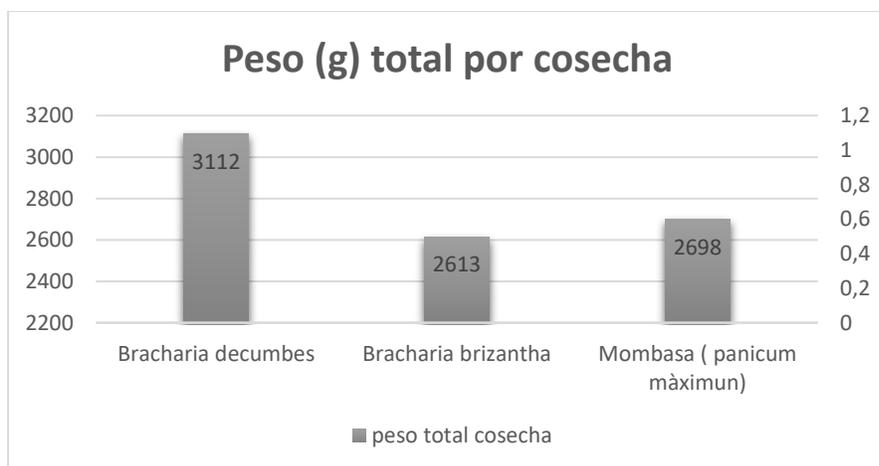


Figura 4. Peso Total de la cosecha del hongo en cada tratamiento.

El Peso (g) total de la Cosecha del hongo en los 3 sustratos se puede ver que en orden de mayor a menor, encontrando como primer sustrato la (*Bracharia decumbes*) con un total de 3112 g , seguido del sustrato a base de Mombasa (*Panicum máximo, Jacq*) con 2698 g y por último el sustrato a base de (*Bracharia brizantha Cv Toledo*) con 2613 g, como se ve en la (figura 4).

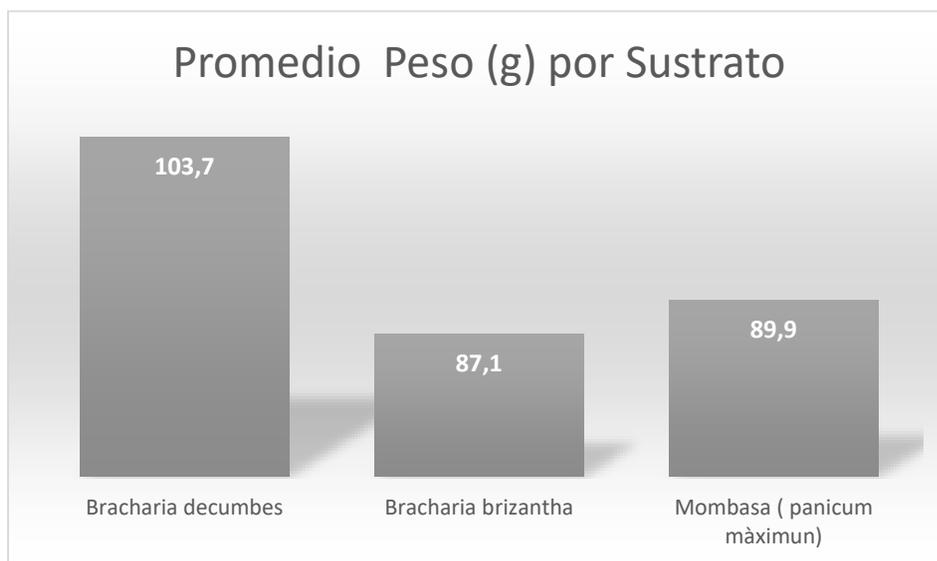


Figura 5. Promedio de Peso en Cosecha del hongo por Sustrato.

. El mejor promedio de peso de la cosecha del hongo por sustrato en las 10 tomas realizadas es (*Brachiaria decumbes*) con 103,7 g, seguido del tercer tratamiento a base de Mombasa con 89,9 g, ratificando que el mejor sustrato para producir Hongo Orellana *Pleurotus Pulmonarius* en cuanto a peso de cosecha es la (*Brachiaria decumbes*) considerando también que el sustrato Mombasa es el segundo con mejor promedio en peso (g) siendo la segunda mejor opción, reflejado en la (figura 5).

Se realizó también una Estimación de Materia prima por bolsa y producción posible por hectárea en cada tratamiento a través de un aforo, los resultados arrojados son los siguientes:

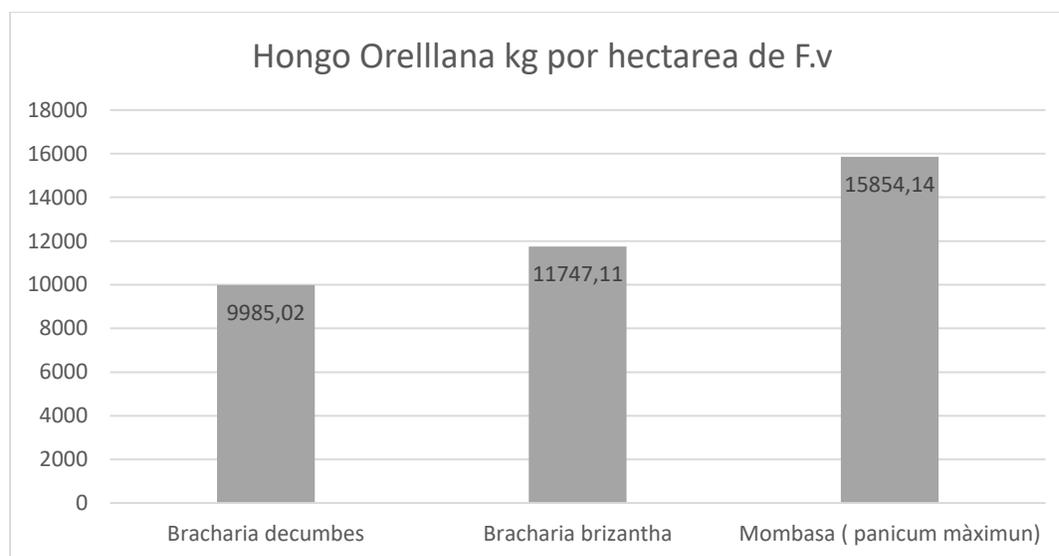


Figura 6. Aforo Hongo Orellana Kg por Hectárea de forraje

Considerando La producción de hongo por bolsa y proyección estimada para 1 hectárea para cada tratamiento podemos inferir que para el aforo realizado a los 50 días de sembrado el mejor sustrato es la Mombasa (*Panicum maximum, Jacq*), ya que una hectárea de Pasto Mombasa

(*Panicum maximum Jacq*) produce aproximadamente 40.000 kg de forraje Verde y según este aforo puede producir 15854,14 Kg de Orellana por hectárea de F.V, expresado en la (figura 6).

Costos de la producción del hongo (*Pleurotus pulmonarius*)

Para la estimación de costos se tuvo en cuenta los precios de los insumos e implementos que se utilizan en el estudio, realizando la sumatoria y conociendo el costo aproximado de la producción del hongo Orellana *Pleurotus Pulmonarius* con un total de inversión inicial de 1.405.000, luego, se realiza un análisis de costos unitarios por kilo y costos por bolsa sembrada de cada tratamiento permitiendo comparar el costo de cada uno con el precio de mercado y evaluar si es rentable.

Costo Unitario por kilo

Tabla 3.

Costo total por kilo

Materia Prima	Cantidad	Valor kg	Valor total
Heno(pasto seco)	299,25 g	1000	\$299,25
Salvado de Trigo	26,6 g	1037	\$27,58
Carbonato de Calcio	6,65 g	1200	\$7,98
Bolsa de Polipropileno	1	55	\$55
Anillo Pvc 2"	1	75	\$75
Servilleta	1	28	\$28
Liga	1	30	\$30
Micelio	50 g	17166	\$858,3
Gas			\$400
Total costo MP x bolsa			\$1781,11
Mano de obra directa			\$1000
Total costos x bolsa			\$2781,11

De acuerdo a ello el Costo Total por cada kilo de Hongo Orellanas *Pleurotus pulmonarius* es de \$2.781 pesos.

Considerando el costo total por kilo se analizó el costo por cada tratamiento a base de sustrato, mostrando su utilidad y rentabilidad de la siguiente manera:

Tabla 4. Costos de producción y Ganancias por sustrato

Costos de Producción de Orellana por Kilogramo				
Materia Prima	Costo por kg	Costo Mercado Kg	Ingreso Neto	Rentabilidad
<i>Brachiaria decumbes</i>	\$ 8.929	\$ 20.000	\$ 11.071	80,65%
<i>Brachiaria brizantha Cv Toledo</i>	\$10.680	\$ 20.000	\$ 9.320	87,27%
<i>Panicum máximum Jacq</i>	\$10,318	\$ 20.000	\$ 9.682	93,84%

al realizar la evaluación, analizar la rentabilidad y la utilidad en base a los costos por cosecha por sustrato utilizado, se observa que la cosecha con mayor índice de rentabilidad fue la Mombasa (*Panicum máximum Jacq* con un rentabilidad de 93,84% con una utilidad de \$9.682 pesos por kilo de Orellana y como segunda opción la cosecha (*Brachiaria brizantha Cv Toledo*) con 87,27% de rentabilidad y una utilidad de \$9.320_ por kilo de Hongo Orellana *Pleurotus pulmonarius*, como lo muestra la Figura 7 y 8 a continuación..

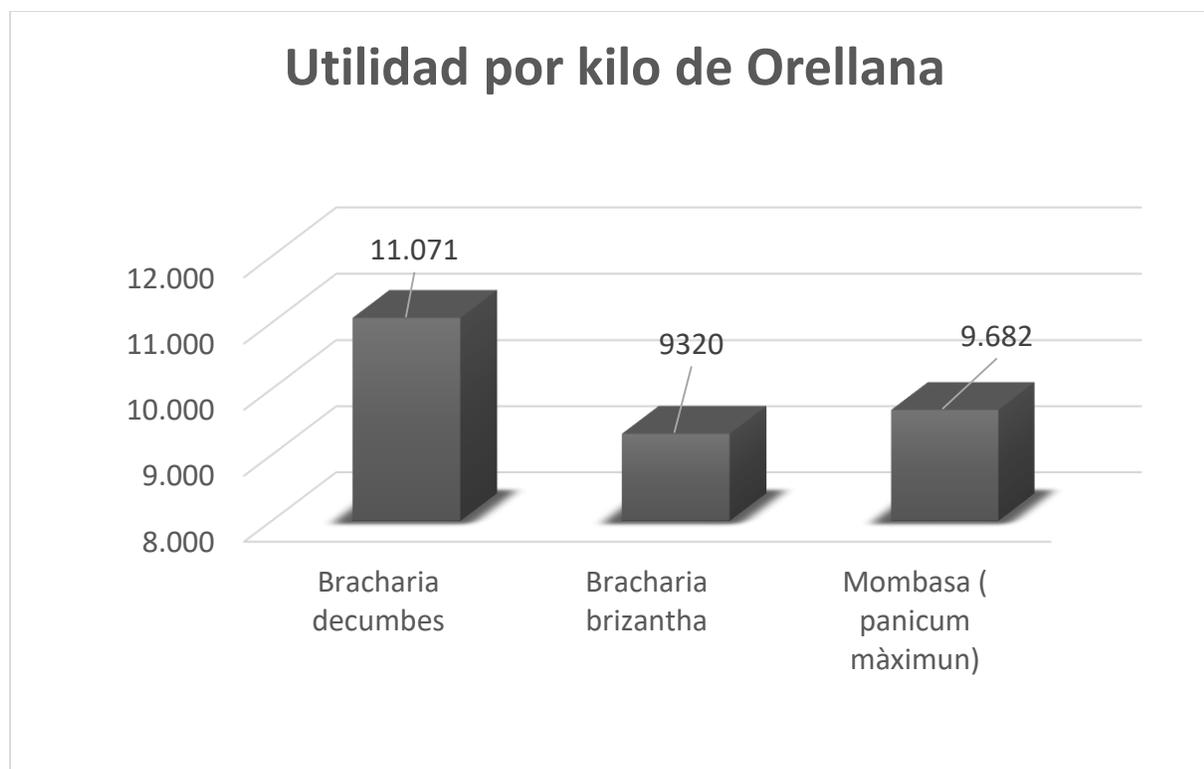


Figura 7. Utilidad por Kilo de Orellana.

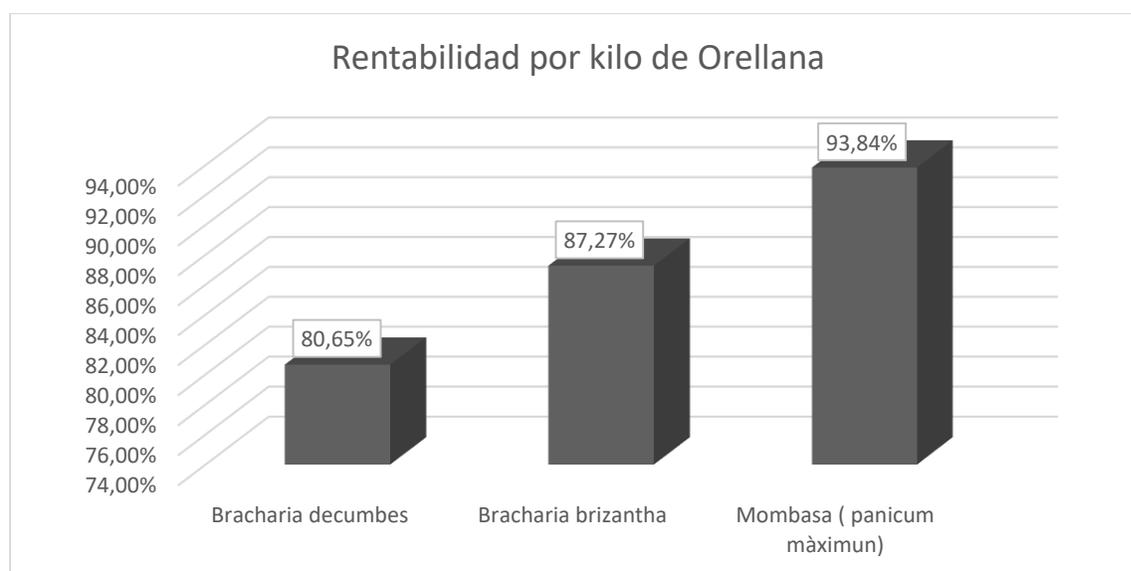


Figura 8. Rentabilidad por Kilo de Orellana

Costos Proyectados de Cosecha

Según la Proyección de cosecha que se espera recoger, se puede llegar a decir que por un promedio de siembra de 100 bolsas de sustrato se dará una cosecha de hongo de 8,423 kg por cada 10 bolsas, como lo muestra la investigación; por tanto, se recogería un total de cosecha de 84,230 kg de hongo, los cuales al ser empacados en bandejas de 250 g darían un total de 337 bandejas aproximadamente.

Revisando los costos de dicha cosecha con toda la inversión da un total de \$1.405.000 al dividirlo en la cantidad de bandejas cosechadas proyectadas se puede deducir que el costo total de la bandeja serán \$4.169 pesos valor considerable ya que en el mercado se encuentra la bandeja de hongo Orellana *Pleurotus pulmonarius* por un valor de \$6.000 pesos, marcando un margen de aproximadamente un 44 % sin Mano de obra directa y Transporte ya que estos costos no fueron necesarios en dicho proceso por motivo de la investigación.

Discusión

En el estudio evaluación de algunos residuos orgánicos como sustrato para el cultivo de hongos comestibles de Garcés et al. (s.f) se afirma que los hongos comestibles poseen un contenido nutricional excelente ya que en ellos se encuentra aminoácidos esenciales, ácidos grasos insaturados, azúcares, vitaminas y fibra, además de una amplia diversidad de compuestos que actúan contra algunas enfermedades humanas. Su objetivo fue evaluar residuos de jardín, como sustrato para la producción de dos especies de hongos del género *Pleurotus*, *pleurotus ostreatus* y *Pleurotus pulmonarius* y estandarizar la producción de semilla, se prepararon dos formulaciones diferentes de pasto kikuyo, maní forrajero, vaina de fríjol y cascarilla de algodón. El resultado fue que el mejor sustrato para el cultivo de este tipo de setas es aquel que contiene

un porcentaje mayor de residuos lignocelulósicos y concluyeron que las materias primas empleadas son viables para la producción a escala de ambos tipos de hongos comestibles.(s.p).

En el caso de la producción en bolsas muchos autores han descrito diferentes formulaciones de sustratos entre los cuales tenemos a los residuos agrícolas y el aserrín, siendo los más usados la paja de cereales como centeno, arroz, trigo o cebada, estos autores también recomiendan el bagazo triturado de caña de azúcar (Casinelli, 1991 y García, 1982).

Se consideran el Peso total de Cosecha del hongo en los 3 sustratos se observa de mayor a menor como primer sustrato al tratamiento uno (*Brachiaria decumbes*) con un total de 3112 g , seguido del tercer tratamiento Mombasa (*Panicum máximum, Jacq*) con 2698 g y por último el segundo tratamiento con sustrato a base de (*Brachiaria brizantha Cv Toledo*) con 2613 g, mostrando que el mejor sustrato para producir Hongo Orellana *Pleurotus pulmonarius* en cuanto a peso de cosecha es la (*Brachiaria decumbes*) , considerando también que el sustrato Mombasa es el segundo con mejor peso(g) siendo la segunda mejor opción y de acuerdo a la estimación de Materia prima por bolsa y producción posible por hectárea en cada tratamiento, se pudo deducir que para el aforo realizado a los 50 días de sembrado el mejor sustrato es la Mombasa (*Panicum maximun, Jacq*), ya que una hectárea de Pasto Mombasa (*Panicum maximun Jacq*) produce aproximadamente 40.000 kg de forraje Verde y según este aforo puede producir 15854,14 Kg de Orellana por hectárea de F.V.

Según Aguilar, 2012 en estudio realizado en la granja el hangar del municipio de Piedecuesta (Santander) los sustratos (Hoja de maíz, salvado de trigo y aserrín), a partir de los 56 días, alcanzo el máximo crecimiento de los cuerpos fructíferos de *P. pulmonarias*, momento ideal para realizar la cosecha obtenida y esperar a que se presente el desarrollo de nuevos brotes alrededor de los 12 o 15 días después, se ha reportado que cada unidad experimental es capaz de generar

hasta tres cosechas si se mantienen las condiciones adecuadas y estén libres de contaminantes , como fue reportado por Ferreira J.1998.

Según Investigación realizada con cultivo de *Pleurotus ostretus* en el municipio de Pamplonita. Ramón, 2020 afirma que el crecimiento de las colonias de Hongos *Pleurotus ostreatus* en los 3 sustratos se da en mayor proporción en el primer tratamiento con sustrato a base de (*Brachiaria decumbes*) con una media de crecimiento de 56,25 mm de diámetro, seguido del tercer tratamiento Mombasa(*Panicum maximum, Jacq*) con 49,45 mm y por último el segundo tratamiento (*Brachiaria brizantha Cv Toledo*) con 49,35 mm, muestra que según las medias aunque hay mayor crecimiento de colonias en el tratamiento número uno la invasión de las primeras colonias se da de manera más rápida en el tratamiento 3 sustrato a base Mombasa (*Panicum maximum, Jacq*) en tan solo 18 días mientras que los demás se dan 30 días después para un total de 48 días.

Atribuyendo a esto y de acuerdo a los análisis por tratamiento podemos afirmar el mejor sustrato en tiempo es el Mombasa (*Panicum maximun Jacq*) ya que entendiendo ello, se considera que el mejor tiempo de cosecha alcanza el máximo a los 58 días de siembra a diferencia de los otros dos tratamientos que contaron con 71 días, y cada cosecha siguiente es obtenida entre los 11 y los 13 días. Inicialmente se observaron unos primordios que son los hongos más pequeños que se empiezan a formar, llegando a ser colonias de varios, aunque muchos otros hongos crecen en un solo lugar. El tiempo que tardan en formarse para ser cosechados oscilo entre 5 y 6 días.

Después de la primera recolecta de hongos estos tardan aproximadamente entre 7 y 8 días en volver a aparecer y otros entre 5 y 6 días en formarse de nuevo y así sucesivamente hasta completar 3 cosechas u oleadas.

Como nuevamente lo muestra la investigación desarrollada por Ruiz, (2017). Incremento de la eficiencia biológica de *Pleurotus pulmonarius* (Fr.) mediante el uso de residuos agropecuarios locales en Pitalito afirma que El propósito de este trabajo de investigación fue evaluar residuos agropecuarios: Pasto elefante (*Pennisetum purpureum*), bagazo de caña, afrecho de maíz y pollinaza, las formaciones de los primordios se presentaron entre los 6 y 7 días después de la etapa de incubación es decir a los 28 y 29 días después de la incubación. Resultados similares reportaron Chang y Miles, 2004 y Soto y Arias, 2004, quienes señalaron que *Pleurotus pulmonarius* completó el crecimiento del micelio entre 17 y 20 días en diferentes sustratos y el tiempo para la formación de primordios fue indicado entre los 23 y 27 días. En la fase de formación de cuerpos fructíferos se presentaron después del día 34 después de la formación de los primordios y tomaron de 24 a 50 días después de la inoculación de la semilla. Estos resultados están en conformidad con Soto y Arias, 2004; quienes reportan cuerpos fructíferos de 3-4 semanas después de la inoculación de la semilla. (p. 6)

Ahora comparemos el desempeño de acuerdo a sus costos según Curvetto, 1999:

“Los hongos del género *Pleurotus* son los más fáciles y menos costosos de cultivar, y claramente son la elección para entrar en la industria de los hongos de especialidad. Pocas especies muestran tanta adaptabilidad, agresividad y productividad, como los de este género” (s.p)

Según lo anterior podemos considerar que el hongo Orellanas *pleurotus* tiene una facilidad y un bajo costo de cultivo gracias a su adaptabilidad, agresividad y productividad, afirmación que se considera correcta pues analizando los resultados obtenidos en esta investigación se demuestra que el hongo tiene rangos de adaptabilidad a los residuos agrícolas y al adaptarse al sustrato fructifica de una manera rápida y constante logrando así que sus costos sean bajos y se pueda

comercializar a un precio asequible y rentable, demostrado en la estimación de costos por cosecha en cada sustrato muy buenas rentabilidades y nuevamente afirmando que la mejor cosecha es la Mombasa (*Panicum máximum Jacq* con un rentabilidad de 93,84%.

Conclusiones

Se identifica que es posible el cultivo del Hongo Orellana *Pleurotus pulmonarius* en las 3 variedades de sustrato y presentan proporciones de producción diferentes, considerando el Peso total de Cosecha del hongo en los 3 sustratos se afirma que el mejor sustrato en cuanto al peso de cosecha del Hongo Orellana *Pleurotus pulmonarius* es (*Brachiaria decumbes*) con un total de producción de 3112 gramos considerando también que el siguiente sustrato con mejor peso(g) es Mombasa es Mombasa (*Panicum maximum Jacq*) con 2698 gramos pero su producción se da en menor tiempo que la (*Brachiaria decumbes*).

Comparando la estimación de Materia prima por bolsa y producción posible por hectárea en cada tratamiento, se pudo deducir que para el aforo realizado a los 50 días de sembrado el mejor pasto para sustrato es la Mombasa (*Panicum maximum Jacq*), ya que una hectárea de Pasto Mombasa (*Panicum maximum Jacq*) se puede producir aproximadamente 40.000 kg de forraje Verde y el aforo realizado este puede producir 15854,14 Kg de Orellana por hectárea de forraje Verde.

Evaluada y analizada la rentabilidad en base a los costos por cosecha en cada sustrato se puede asegurar que la mejor cosecha es la Mombasa (*Panicum máximum Jacq*) con un rentabilidad de 93,84% con una utilidad de \$9.682 pesos por kilo de Orellana y como segunda opción la cosecha (*Brachiaria brizantha Cv Toledo*) con 87,27% de rentabilidad y una utilidad de \$9.320_ por kilo de Hongo Orellana *Pleurotus pulmonarius*.

La producción del hongo Orellana *Pleurotus pulmonarius* es factible en sustratos como los forrajes, convirtiéndose en una alternativa en la obtención de proteína digestible para humanos,

sin que se presenten problemas asociados con la destrucción de zonas naturales en comparación con los sistemas pecuarios tradicionales.

La producción del hongo Orellana *Pleurotus pulmonarius*, está limitado por condiciones medio ambientales, limitando su producción en zonas con temperaturas altas, como las presentadas en el trópico bajo, limitando su expansión en todo el territorio nacional

Recomendaciones

Una vez terminado el ciclo de producción del hongo se recomienda el aprovechamiento del sustrato como fuente alimentación en bovinos.

Para obtener mejores resultados en la producción de hongo en los sustratos, se considera importante realizar un estudio Bromatológico, tanto de los pastos como de los hongos, y realizar la comparación en base a la eficiencia biológica de cada sustrato; para considerar la efectividad exacta del Proceso de Producción del Hongo Orellana *Pleurotus pulmonarius*.

Propiciar el cultivo de forrajes con diferentes variedades de pastos, pues facilita la obtención la materia prima para elaborar los sustratos; ya que su vida productiva puede redondear entre los 7 y 8 años según su cuidado y se pueden tener cortes cada 40 a 45 días aproximadamente.

Para disminuir costos en cuanto al micelio se refiere se es necesario tener la capacidad de producir el micelio en la misma Finca y no depender de los laboratorios para obtener dicha Materia Prima.

Incentivar el cultivo del hongo Orellana en el municipio de Pamplonita debido a que cuenta con zonas favorables para establecer este tipo de cultivo del hongo, y puede ser implementado en las familias campesinas del sector para llegar al mercado con una mayor oferta y así despertar la el consumo y la demanda en la población

Realizar estudios bromatológicos tanto a los sustratos utilizados como al hongo obtenido para determinar el efecto de estos en la calidad nutricional del hongo producido.

Referencias Bibliográficas

- Aguilar, Nancy. 2012. *Evaluación del crecimiento de Pleurotus pulmonarius y pleurotus ostreatus en dos sustratos bajo condiciones naturales en la granja el Hangar del municipio de Piedecuesta-Santander. Bucaramanga : s.n., 2012. Proyecto de grado.*
- Alfora, A. y Sánchez, S. (2008). *Producción de setas Pleurotus ostreatus variedad rosa en tres sustratos.* México: Universidad Michuacana de San Nicolás, 70 p.
- Ardon, E. (2007). *La producción de los hongos comestibles.* Guatemala: Universidad San Carlos de Guatemala, 213 p.
- Arrúa R y Quintanilla J (2007) *Producción del hongo Pleurotus pulmonarius a partir de las malezas Paspalum fasciculatum y Rottboellia cochinchinensis.* Universidad EARTH. Guácimo, Limón, Costa Rica.
- Atehortúa M. (2016) Residuos agroindustriales en la formulación de sustratos para la producción de hongos comestibles (*Pleurotus pulmonarius*). Universidad de Antioquia. Vol. 1 Núm. 11.
- Bermúdez, E. (2018). *Estudio de factibilidad para el cultivo del hongo (Pleurotus sp) en la finca Santa helena del municipio de Suratá Santander y comercialización en la ciudad de Bucaramanga y su área metropolitana.* Pregrado microbiólogo industrial. UDES.
- Bohórquez, L (1998) *Ruta del Durazno y agua en Norte de Santander.* Universidad de Pamplona. Disponible en:
http://www.unipamplona.edu.co/unipamplona/portalIG/home_174/recursos/pamplonita/02052015/diagnostico_ambiental.jsp

- Camacho, S. Macías, A.J. Núñez, P.S. Ramos: (2003). *Selección de sustratos para producir hongos setas (Pleurotus ostreatus)* Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Ingeniería, 2003.
- Cardona, Urrea, LF. 2001. *Anotaciones acerca de la bromatología y el cultivo del hongo comestible Pleurotus ostreatus (en línea)*. *Crónica Forestal y del Medio Ambiente* 16(6): 99- 119. Universidad Nacional de Colombia. Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica. Disponible en <http://sipicyt.ipicyt.edu.mx:7777/materialbiblioteca/BaenaGonzalezArmando3.pdf>
- Cascante, G & Fonseca, E. 2015. *Planeación de requerimientos de materiales por el sistema MRP*. Caso Laboratorio Farmacéutico Oriente. Cuba, RTQ vol.35 (2).
- Catarino M. Cayetano, T. B. González (2007) *Cultivo de Pleurotus sobre residuos de las cosechas de jamaica (Hibiscus sabdariffa) y plátano (Musa paradisiaca)*. Unidad Académica de Ciencias Químico Biológicas. Universidad Autónoma de Guerrero. Av. Lázaro Cárdenas s/n. Ciudad Universitaria, Chilpancingo, Gro. C. P. 39090.
- Catarino C, Díaz A, Torres P M.A, 2004. *Cultivo de Pleurotus pulmonarius sobre diversos subproductos agrícolas de Guerrero, México*. *Revista Mexicana de Micología*.
- Chang, S.T., P.G. Miles, 2004. *Mushrooms: cultivation, nutritional value, medicinal effect, and environmental impact*. CRC Press, Boca Raton.
- Chang, S.T. y Miles, P.G. *Edible mushrooms and their cultivation*. Boca Raton, CRC Press, 1989. 345 p.
- Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT).2016.

Contexto Ganadero. (2015). *Mombasa guinea que toma fuerza en fincas de trópico medio y bajo*...Disponible: <https://www.contextoganadero.com/>

Curvetto. N. *Biotecnología de hongos comestibles y medicinales*. Bahía Blanca. 1999. 74 p.

Foss. (2018) *Analytics Beyond Measure. p.p 10*. eBook: eBook-Fibre-analysis-of-animal-feed-ES.pdf

Garcés, A. Vélez, N. Ruiz, S. Serna, J. Suarez, E. (2006). *Evaluación de algunos residuos orgánicos como sustrato para el cultivo de hongos comestibles. Revista Lasallista de Investigación (2)*. pp. 15-20.

Gaitán-Hernández, R., Salmones, D., Pérez Merlo, R., y Mata, G. (2006). *Manual práctico del cultivo de setas: aislamiento, siembra y producción (1era. ed.,)*. Xalapa, Ver., México: Insituto de Ecología, A. C. <http://doi.org/970-709-04>

Jaramillo Jaramillo, G. A . Martínez Álvarez G.E. Arango Mejía A.D.(2016) *Diseño, construcción y validación de una unidad mínima familiar para la producción de orellana en el centro de los recursos naturales renovables la salada*, Colombia. [Consultado 15 marzo 2020].

Disponible en internet: [www.http://revistas.sena.edu.co/index.php/raaa/article/view/506](http://www.revistas.sena.edu.co/index.php/raaa/article/view/506)

Infopastos y forrajes. (s.f). *Pastos o gramíneas Brachiaria Brizantha*.

Disponible: <https://infopastosyforrajes.com/los-pastos-o-gramineas/>

Lagos, C. (2008). *Esterilización vs. Pasteurización de sustratos de cultivo*. México: Micotec, 5 pág.

Maldonado Astudillo Y,I. (2007). *Obtención de cepas híbridas de Pleurotus spp. Por apareamiento de neohaplontes compatibles* [en línea]. Instituto politécnico nacional.

- Unidad profesional interdisciplinaria de biotecnología. México, DF.. [consultado 10 febrero 2013]. Disponible en internet: <http://www.biotecnologia.upibi.ipn.mx/rec^>
- Mitchell, D. A., Berovič, M., & Krieger, N. (2006). *Solid-State Fermentation Bioreactors: Fundamentals of Design and Operation*. In D. A. Mitchell, M. Berovič, & N. Krieger (Eds.), (pp. 1–12). Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.
http://doi.org/10.1007/3-540-31286-2_1.
- Nieto, I.J., Chegwin A, C. 2006. *Influencia del sustrato utilizado para el crecimiento de hongos comestibles sobre sus características nutraceuticas*. Rev. colomb. biotecnol., Volumen 12, Número 1, p. 169-178, 2010. ISSN electrónico 1909-8758. ISSN impreso 0123-3475
- Obregón Poches, R (2020). *Planta de Producción de Orellana sas*, Finca Villa María, Vereda Chichira, Pamplona, Norte de Santander
- Pandey, A. (2003). *Solid-state fermentation*. Biochemical Engineering Journal, 13(2-3), 81– 84.
[http://doi.org/10.1016/S1369-703X\(02\)00121-3](http://doi.org/10.1016/S1369-703X(02)00121-3)
- Pérez Merlo, R, Mata, G. (2002). *Selección de cepas de Pleurotus ostreatus (Jacq. Ex Fr.) Kumm. Y Pleurotus pulmonarius (Fr.) Qué. Y la factibilidad de reutilizar la madera de Pinus spp. Para su cultivo* En revista: Foresta Veracruzana, vol. 4, núm. 1, 2002, pp. 31-34 Recursos Genéticos Forestales Xalapa, México. Disponible en:
<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=49740106>
- Proyecto Enjambre -FOCIEP Norte de Santander (2016). Disponible en
<http://www.nortedesantander.gov.co/Noticias-Gobernación-Norte-de-Santander/ArticleID/5806/‘Comunidad-Virtual’-del-proyecto-Enjambre-se-fortalece-con-técnicas-de-investigación-de-los-docentes-de-la-región>

- Rajarithnam, S.; Bano Z. *Biological utilization of edible fruiting fungi*. In: Arora, D.; Mukerji, K.; Math, E. (Eds). *Handbook of Applied Mycology. Foods and Feeds*. Volume 3. New York, Marcel Dekker. 1991.
- Ramón, S. (2020). *Evaluación de la producción del hongo Orellana Pleurotus Ostreatus en tres variedades de sustratos en la finca la Palmita, del municipio de Pamplona norte de Santander*. Tesis de Grado Universidad de Pamplona.
- Ríos, H. A.; T.M. Torres Y R.M. Medina: *Caracterización bromate-lógica de la seta (Pleurotus sajo-caju) producida en cuatro sustratos orgánicos*, Revista Alimentaria (349): 85-89,2003.
- Rivera Carmen R.L. Martínez Mamián, C.A. Morales Velasco S.(2013) *Evaluación De Residuos Agrícolas Como Sustrato Para La Producción De Pleurotus Ostreatus*. En Revista Luna Azul ISSN 1909-2474 No. 37
- Rodríguez, V.; Jaramillo L. (2005). *Cultivo de hongos comestibles del género Pleurotus sobre residuos agrícolas de la zona cafetera*. Federación Nacional de cafeteros de Colombia y Cenicafe. Centro Nacional de Investigaciones de Café “Pedro Uribe Mejía”, p. 56.
- Rodríguez Valencia, N. (2006). Producción de los hongos comestibles orellanas y shiitake
Disponibile en internet:
<http://biblioteca.cenicafe.org/bitstream/10778/857/1/Hongos%20comestibles%20Orellanas%20Shiitake.pdf>
- Tropicalforages (s.f). *Pasto Toledo (Brachiaria decumbes)*.
Disponibile: <http://www.tropicalforages.info/key/forages/Media/Html/entities/index.htm>

Anexos

Anexo 1.

Ubicación del municipio de Pamplonita en el Departamento Norte de Santander.



Fuente: Municipio de Pamplonita

Recuperado de: <http://www.pamplonita-nortedesantander.gov.co/>

Anexo 2.

Mapa Político Veredas del Municipio de Pamplonita



Fuente: Universidad de Pamplona

Anexo 3

Clasificación Taxonómica de los Hongos del género Pleurotus según (Herrera et al,1990)

REINO	FUNGÍ
DIVISIÓN	<i>Basidiomycota</i>
CLASE	<i>Agaricomycetes</i>
ORDEN	<i>Agaricales</i>
FAMILIA	<i>Pleurotaceae</i>
GENERO	<i>Pleurotus</i>

Anexo 4

Composición química del hongo Pleurotus spp

SUSTANCIA	%
AGUA	92.20
MATERIA SECA	7.80
CENIZA	9.50
GRASA	1.00
PROTEÍNA BRUTA	39.00
FIBRA	7.50

FIBRA CRUDA	1.40
NITRÓGENO TOTAL	2.40
CALCIO	33 mg/100g
FOSFORO	1.34 mg/100g
POTASIO	3793mg/100g
HIERRO	15.20mg/100g
ÁCIDO ASCÓRBICO. VIT C	90-144mg/100g
TIAMINA. VIT. B1	1.16-4.80mg/100g
NIACINA. VIT B5	46-108.7mg/100g
ÁCIDO FÓLICO	65mg/100

Fuente: (Arrúa y Quintanilla, 2007).

Anexo 5

Toma de datos Peso Cosecha

<i>T1</i>	<i>(Brachiaria decumbes Fecha de siembra Enero/ 5/ 2020</i>	<i>Peso Cosecha 1 - Febrero / 25/ 2020</i>	<i>Peso Cosecha 2- Marzo 6 /2020</i>	<i>Peso cosecha 3- Marzo 16 / 2020</i>
1	950 g	156 g	195 g	59 g
2	950 g	169 g	61 g	52 g
3	950 g	223 g	35 g	22 g
4	950 g	185 g	60 g	32 g
5	950 g	145 g	72 g	91 g
6	950 g	184 g	51 g	85 g
7	950 g	86 g	82 g	75 g
8	950 g	151 g	115 g	68 g
9	950 g	232 g	135 g	73 g
10	950 g	90 g	80 g	48 g
<i>Promedio x cosecha</i>		162,1 gr	88,6 g	60,5 gr
<i>T2</i>	<i>(Brachiaria brizantha cv Toledo Fecha de siembra Enero /5/ 2020</i>	<i>PesoCosecha 1 - Febrero / 25/ 2020</i>	<i>Peso Cosecha 2- Marzo 6 /2020</i>	<i>Peso cosecha 3- Marzo 16 / 2020</i>
1	950 g	198 g	69 g	104 g
2	950 g	45 g	22 g	74 g
3	950 g	193 g	36 g	60 g
4	950 g	192 g	52 g	43 g

5	950 g	162 g	83 g	51 g
6	950 g	131 g	194 g	191 g
7	950 g	29 g	56 g	47 g
8	950 g	158 g	36 g	72 g
9	950 g	49 g	29 g	21 g
10	950 g	80 g	90 g	38 g
Promedio x cosecha		123,7 gr	66,7 gr	60,5 gr
<i>(Panicum maximun Jacq).</i>				
T3	Fecha de siembra Enero /5/ 2020	Peso cosecha 1 - febrero 8/ 2020	Peso cosecha 2- Febreo 20/ 2020	Peso cosecha 3- Mrazo 3/ 2020
1	950 g	119 g	70 g	43 g
2	950 g	121 g	78 g	65 g
3	950 g	144 g	68 g	70 g
4	950 g	97 g	110 g	83 g
5	950 g	101 g	76 g	62 g
6	950 g	75 g	86 g	86 g
7	950 g	146 g	64 g	83 g
8	950 g	149 g	77 g	80 g
9	950 g	154 g	74 g	75 g
10	950 g	139 g	39 g	64 g
Promedio x cosecha		124,5 gr	74,2 gr	71,1 gr

- ✓ Total promedio tratamiento 1: 311,2 gr
- ✓ Total promedio tratamiento 2: 260,5 gr
- ✓ Total promedio tratamiento 2: 269,5 gr

Fuente: Montañez I, 2020.

Anexo 6

Etapas del Proceso y Producción del Hongo Orellana Pleurotus Pulmonarius

PROCEDIMIENTO IMÁGENES DE ETAPAS DEL PROCESO Y PRODUCCIÓN DEL HONGO ORELLANA *Pleurotus pulmonarius* en los 3 tratamientos de Sustrato

1-Establecimiento de la parcela para siembra de las 3 variedades de Pastos



2-Proceso de secado de los Pastos y preparación del sustrato

Aforo 3 variedades de forraje:

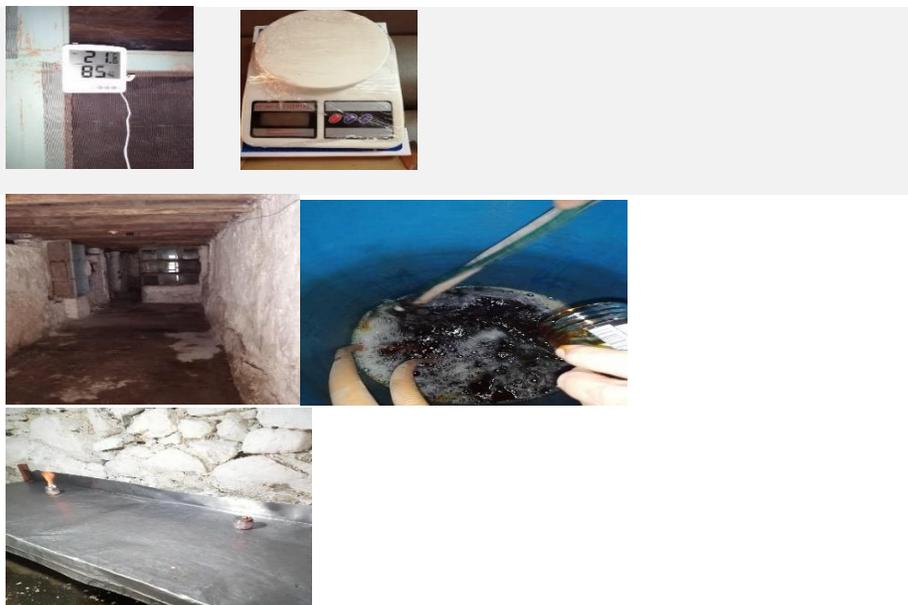
braquiura
(*Brachiaria decumbes*),
(*Brachiaria brizantha* cv.
Toledo) y pasto
Guinea variedad
Mombasa
(*Panicum maximum*
Jacq.),



**3-Implementos utilizados
Termómetro,
Termo higrómetro
y Balanza.**



4- Desinfección de las instalaciones



5-Preparacion del sustrato (*Brachiaria decumbes*), (*Brachiaria brizantha cv. Toledo*) y (*Panicum maximun Jacq.*),carbonato de calcio, salvado de trigo.



6-Proceso de llenado de la bolsas y pasteurización



**7-Semillas y
siembra del hongo
Orellana
Pleurotus
pulmonarius.**



**8-Incubación y
desarrollo y
crecimiento de
colonias**



**9-Producción de
los tres
tratamientos
sustrato
(*Brachiaria
decumbes*),
(*Brachiaria
brizantha* cv.
Toledo) y
(*Panicum
maximun* Jacq.).**



**10-Cosecha del
hongo Orellana
Pleurotus
Pulmonarius**



Fuente: Montañez. 2020.