

Valoración y crecimiento del cultivo de *Pleurotus ostreatus* en cuatro sustratos generados a partir de procesos productivos agropecuarios, en el municipio de Málaga Santander

Growth assessment and growth of *Pleurotus ostreatus* in four substrates generated by agricultural production processes, in the municipality of Málaga Santander

Ruth Catalina Acevedo Cárdenas¹

Recibo: 25.07.2017 Aceptado: 15.09.2017

Acevedo, R. (2017). Valoración y crecimiento del cultivo de *Pleurotus ostreatus* en cuatro sustratos generados a partir de procesos productivos agropecuarios, en el municipio de Málaga Santander. *Rev. Colomb. Investig. Agroindustriales*, 4(1), 15-23. DOI:<http://dx.doi.org/10.23850/24220582.857>

Resumen

Se elaboró un cultivo del hongo *Pleurotus ostreatus* sobre cuatro residuos sólidos de diferente procedencia usados como sustratos. Estos fueron residuos de café de consumo humano, bagazo de caña de azúcar, tallo de maíz, y hojas de plátano. Se evaluó el efecto de los cuatro sustratos de manera individual sobre la producción del hongo a través de indicadores de eficiencia biológica, el rendimiento, el tiempo de incubación, el tiempo de aparición de primordios, la cantidad de cuerpos fructíferos y la productividad. A los sustratos y cuerpos fructíferos provenientes de las bolsas se les determinó un análisis proximal para evaluar su contenido nutricional.

Palabras clave: *Pleurotus ostreatus*; biomasa; biomateriales; carpoforos; macromicetos.

Abstract

A culture of the *Pleurotus ostreatus* fungus was elaborated on four solid residues of different origin used as substrates. These were residues of coffee for human consumption, sugar cane bagasse, corn stalk, and banana leaves. The effect of the four substrates was evaluated individually on the fungus production through indicators of biological efficiency, yield, incubation time, primordia appearance time, number of fruiting bodies and productivity. A proximal analysis was performed on the substrates and fruiting bodies from the bags to evaluate their nutritional content.

Key words: *Pleurotus ostreatus*; fruiting bodies; biological efficiency; nutritional content.

Introducción

Los residuos generados a partir de las cosechas constituyen un grave problema ambiental. Muchos residuos lignocelulósicos como el bagazo de caña de azúcar generan impactos ambientales negativos debido a la quema de este material y por emitir a la atmósfera polvo o sustancias orgánicas que contribuyen al smog, así como que al sumarse con agua genera este se precipita en agua formando lluvia ácida (Ronderos y Palacios, 2010).

Como alternativa a una producción más limpia, los hongos de pudrición blanca tienen la capacidad metabólica de producir enzimas lignolíticas que actúan sobre la lignina, un polímero irregular e insoluble, componente de la lignocelulosa que se presenta como la primera barrera de la degradación y se interpone en la utilización de la celulosa y la hemicelulosa, ricas en azúcares (Feng *et al.*, 2011).

El cultivo de setas es una alternativa de aprovechamiento de biomasa para la producción de alimentos nutritivos, saludables, de bajo costo, mediante tecnologías no contaminantes. El reino fungoideo puede ser cultivado en residuos agroindustriales lignocelulósicos, estos materiales son poco aprovechados al tiempo que se producen en forma natural en cantidades enormes de tierra, pues se estima que sean producidas unas por cada año Li, Kim, Jiang, Kang & Chang, (2009).

En el departamento de Santander existe una escasa cultura culinaria del consumo de hongos comestibles. La población conoce poco acerca de este alimento de buena calidad nutricional, además de su buen sabor y propiedades nutraceuticas. Encontramos el hongo *Pleurotus ostreatus* de manera silvestre en los cultivos de palma africana de las aceiteras del departamento (Díaz y Col., 2012).

En la región de Málaga-Santander se requiere aprovechar los residuos lignocelulósicos en la

producción de *Pleurotus ostreatus* evaluando los sustratos para la obtención de una mayor productividad y un mayor contenido proteico del carpóforo.

El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de los cuatro sustratos de manera individual sobre la producción del hongo, a través de indicadores de eficiencia biológica, el rendimiento, el tiempo de incubación, el tiempo de aparición de primordios, la cantidad de cuerpos fructíferos y la productividad, además se determinó el contenido nutricional de los sustratos y de los cuerpos fructíferos.

Materiales y métodos

El presente trabajo se desarrolló en el municipio de Málaga-Santander, ubicado a 2.200 msnm, con una temperatura promedio de 12 a 18°C y una precipitación de 1.000 a 4.000 mm/año, dentro del casco urbano, a partir del mes de octubre del 2016. Para el establecimiento del cultivo se contó con una caseta con dimensiones de 2m x 3m x 2.5 m de altura, cuya estructura es de ladrillo y en su interior forrada de plástico negro, siendo totalmente oscura, aspecto necesario para la fase de incubación o estado vegetativo (invasión del micelio sobre el sustrato). La caseta contó con ventanas que permitieron la ventilación del lugar.

La fase de campo de esta investigación se realizó en Málaga-Santander y la fase de análisis de laboratorio se ejecutó en las instalaciones de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD), José Celestino Mutis, en Bogotá.

Diseño experimental: Completamente al azar de los sustratos (S. A.: sustrato testigo (caña de azúcar), S.C.: sustrato de borra de café, S.P.: sustrato de plátano, y S.M.: sustrato de maíz, a las unidades experimentales (*Pleurotus ostreatus*) con diez réplicas cada uno, se analizaron los datos mediante la utilización de la planilla Excel y el software SAS (2009), el procedimiento PROC GLM. Se presentan

diferencias significativas a partir de la prueba F (alpha, $P < 0.05$), y finalmente la utilización de una prueba de Tukey que separó las medias de los sustratos experimentales (alpha, $P < 0.05$).

Muestreo de los residuos: Los subproductos agroindustriales que se evaluaron en cada sustrato para el cultivo del hongo *Pleurotus ostreatus* se recolectaron en Málaga-Santander, aprovechando la cosecha de plátano, caña y maíz, el subproducto del café utilizado es de consumo humano, originado de las sobras provenientes de las cafeterías del municipio.

Caracterización de los residuos agrícolas: Se evaluaron cuatro sustratos, utilizando como insumo las materias primas que se obtienen (subproducto) de la actividad agrícola en la región, con este propósito se generó información que permitió establecer su viabilidad para el desarrollo de la especie. Los sustratos evaluados son los siguientes:

S.A.: sustrato testigo, está compuesto por bagazo de caña de azúcar 57 %, aserrín 30 %, salvado de trigo 10 %, calcio 1 %, azúcar 2 %.

S.C.: sustrato de borra de café, compuesto por borra de café 57 %, aserrín 30 %, mogolla 10 %, calcio 1 %, azúcar 2 %.

S.P.: sustrato de plátano, compuesto por hoja de plátano 57 %, aserrín 30 %, mogolla 10 %, calcio 1 %, azúcar 2 %.

S.M.: sustrato de maíz, compuesto por rastrojo de maíz 57 %, aserrín 30 %, mogolla 10 %, calcio 1 %, azúcar 2 %.

Selección de la cepa: Fue suministrada por la empresa Casorellana, laboratorio de Rionegro, Antioquia, variedad *Pleurotus ostreatus* blanca, micelio inoculado en sorgo con un peso de 5.0 Kg.

Cultivo del hongo *Pleurotus ostreatus*: Los equipos necesarios para la realización de dicho estudio fueron suministrados por el laboratorio de la UNAD.

Adecuación de los sustratos para el cultivo del hongo *Pleurotus ostreatus*: Las materias primas se recolectaron en diferentes fincas en la ciudad de Málaga, Santander, esto con el fin de obtener sustratos cuya composición son: subproducto agroindustrial 57 %, aserrín 30 %, mogolla 10 %, calcio 1 %, azúcar 2 %. Se estandarizó la humedad de los sustratos mediante la adición de 16 litros de agua por cada 16 kg en base seca, después de tener una mezcla homogénea y húmeda se empacó en las bolsas de siembra cuya dimensión es de 30 X 17.5 cm, con peso promedio de 3kg, se ingresaron luego en un autoclave para ser esterilizado a 120 °C y 15 libras/cm² durante una hora. Esto con el fin de obtener sustratos estandarizados.

Inoculación de la orellana: se calculó la cantidad de semilla (*Pleurotus ostreatus*) con base en el 0,5 % del peso seco total de cada muestra de sustrato, luego de que los sustratos se esterilizaron y presentaron una temperatura de 30 °C se mezclaron la semilla y el sustrato dentro de la bolsa correspondiente, cerrando la bolsa en la parte superior con una liga de amarre.

Caracterización fisicoquímica del hongo *Pleurotus ostreatus*: Al realizar la cosecha se identificó el contenido de nutrientes de la Orellana (proteínas netas, fibra, humedad, cenizas, carbohidratos y grasas totales) de acuerdo con los sustratos empleados.

Resultado y discusión

Fase de incubación

Los sustratos empacados en bolsas fueron colgados en filas de 8 unidades en un área previamente desinfectada, en donde se dieron temperaturas de 7 a 34 °C y humedad relativa entre 31 y 100 %, monitoreando constantemente, la fase terminó cuando el micelio colonizó totalmente el sustrato. En la Tabla 1 se presentan los datos obtenidos en la fase de incubación.

Tabla 1

Colonización del micelio de *Pleurotus ostreatus* sobre el sustrato evaluado.

Tratamiento	Colonización de micelio sobre sustrato			
	Semana 1		Semana 2	
	Largo	Ancho*	Largo	Ancho
SP	10,60 ± 2,95A	13,80 ± 9,37 A	55,20 ± 7,5 ^a	30,80 ± 5,39A
SC	7,90 ± 5,19 AB	10,10 ± 6,57 A	27,50 ± 10,21B	25,50 ± 5,21A
SA	3,80 ± 3,15BC	3,20 ± 2,25 B	11,20 ± 7,73C	12,70 ± 3,06B
SM	2,30 ± 2,3C	1,60 ± 1,50 B	16,30 ± 5,21C	11,20 ± 4,54B
CME	1,13	1,86	2,45	1,47
Shapiro Wilk	W 0,953096	W 0,986981	W 0,97805	W 0,975295

Tratamiento	Semana 3		Semana 4	
	Largo	Ancho*	Largo	Ancho*
SP	57,00 ± 5,42A	32,70 ± 3,37A	59,20 ± 1,23A	34,20 ± 1,87A
SC	39,70 ± 10,28B	30,50 ± 4,72A	60,00 ± 0,00A	35,00 ± 0,00A
SA	20,50 ± 9,03C	22,10 ± 5,80B	40,90 ± 11,66B	29,90 ± 2,33B
SM	44,60 ± 12,22B	30,10 ± 3,54A	60,00 ± 0,00A	35,00 ± 0,00A
CME	3,02	1,41	1,85	0,47
Shapiro W	W 0,972219	W 0,939738	W 0,654414	W 0,764882

Tratamiento	Semana 5	
	Largo	Ancho*
SP	60,00 ± 0,00A	35,00 ± 0,00A
SC	60,00 ± 0,00A	35,00 ± 0,00A
SA	57,50 ± 4,06B	34,20 ± 1,13B
SM	60,00 ± 0,00A	35,00 ± 0,00A
CME	0,64	0,18
Shapiro W	W 0,511782	W 0,621116

Fuente: elaboración propia.

El tratamiento borra de café y rastrojo de maíz no mostró diferencias estadísticamente significativas. Los sustratos donde más se demoró la invasión micelial con diferencias estadísticamente significativas respecto de los demás fue el tratamiento de caña de azúcar, con más de 5 semanas (más de 35 días después de la inoculación).

Los sustratos donde más rápidamente se completó la colonización del micelio, fueron los sustratos de café, junto con el tallo de maíz con finalización de periodo de incubación a la

semana 4 (día 28 después de la inoculación), los cuales presentaron diferencias significativas ($p < 0,05$) con los demás tratamientos.

Estudios previos muestran que para *P. ostreatus* cultivado en sustratos sólidos esta fase debe durar cerca de 14 días con temperatura constante de 28°C en la oscuridad Soto, Saucedo, Pablos, Gutiérrez & Favela (1999). Sin embargo, se puede establecer que la velocidad de crecimiento se debe a la temperatura y a la disponibilidad de nutrientes en la etapa de crecimiento micelial, tal como lo indican Salmenes, Mata & Waliszewski (2005).

Fase de fructificación

La Tabla 2 presenta el número de primordios obtenidos a través de las cosechas:

Tabla 2.

*Número de primordios de *Pleurotus ostreatus* sobre lote evaluado*

Tratamiento	Número de primordios		
	Cosecha 1	Cosecha 2	Cosecha 3
OP	86,40 ± 9,52A	78,60 ± 17,49 AB	54,40 ± 14,68 B
OC	94,80 ± 3,36A	82,30 ± 11,88 A	67,80 ± 10,76 AB
OA	55,60 ± 11,14B	60,50 ± 8,80 C	53,60 ± 7,29 B
OM	94,80 ± 7,08A	62,60 ± 16,15 BC	75,60 ± 15,89 A
CME	2,63	4,43	3,99
Shapiro Wilk	W 0,982058	W 0,977098	W 0,988104

Fuente: elaboración propia

Los tratamientos con mayor número de primordios formados en las cosechas fueron el café junto con el tallo de maíz. Estudios previos evidencian que al agregar pulpa de café a los sustratos estos tienen un efecto positivo, por lo que se recomienda agregar pulpa de café a

aquellos sustratos que presentan baja eficiencia biológica (Tuchan, 2004).

El número de carpóforos y el peso en racimos de los cuerpos fructíferos se clasificaron según la procedencia del sustrato, como se evidencia en la Tabla 3.

Tabla 3.

*Número de cuerpos fructíferos y peso en gramos de cosecha por ramas de *Pleurotus ostreatus* evaluado por semanas.*

Tratamiento	Recolección de carpóforos cosecha			
	Cosecha 1		Cosecha 2	
	Peso (g)	No de carpo*	Peso (g)	No de carpo
OP	225,70 ± 33,60 B	22,00 ± 8,63 BC	159,00 ± 44,17 B	19,80 ± 6,30 AB
OC	307,80 ± 59,44 A	18,20 ± 4,47 C	144,00 ± 25,77 BC	13,50 ± 2,50B
OA	245,10 ± 45,52 B	28,60 ± 11,50 B	117,20 ± 34,57 C	13,20 ± 6,16B
OM	269,50 ± 37,63 BA	44,60 ± 7,72 A	225,90 ± 29,46 A	22,00 ± 6,83A
CME	14,27	2,67	10,81	1,8
Shapiro Wilk	W 0,974135	W 0,968798	W 0,986547	W 0,957297

Tratamiento	Cosecha 3		w Total
	Peso (g)*	No de carpo	
OP	64,40 ± 17,76 B	11,80 ± 3,36B	449,10 ± 62,80C
OC	91,40 ± 25,04 B	10,80 ± 4,64B	543,20 ± 54,79B
OA	95,80 ± 24,59 B	10,430 ± 3,37B	458,10 ± 71,03C
OM	172,30 ± 54,28 A	18,10 ± 6,31 ^a	667,70 ± 78,22 ^a
CME	10,59	1,45	21,28
Shapiro Wilk	W 0,97968	W 0,973639	W 0,965254

Fuente: elaboración propia.

El sustrato que obtuvo mayor peso en la cosecha de carpóforos fue maíz, el cual presentó diferencias significativas ($p < 0,05$) con los otros tratamientos. El tratamiento de café fue el segundo en presentar mayor peso en la cosecha de carpóforos. Sin embargo, después de 3 semanas de cosecha, el número mayor de primordios se puede evidenciar en el sustrato del tallo de maíz, el cual presentó diferencias significativas ($p < 0,05$) con los demás tratamientos, seguido del sustrato de plátano. Se vio una reducción en la producción del número de cuerpos fructíferos, inversamente proporcional al número de cosecha.

Autores como Oei (2003); Hernández y López (2006) evidenciaron que el cultivo tiene tres cosechas, con porcentajes de 50 %, 30 % y 20 %, respectivamente.

A. Eficiencia biológica y rendimiento de sustratos

En la Tabla 4 se puede apreciar que la mayor eficiencia en el tratamiento del sustrato de café fue de 41,28 % siendo este el único con diferencia significativa ($p < 0,05$) respecto a los demás tratamientos.

Tabla 4.
Eficiencia biológica y rendimiento de Pleurotus ostreatus por cosecha.

Tratamiento	Sustrato			
	Peso Seco Abs	Peso final	Eficiencia Bio	Rendimiento
SP	1247,80 $\pm$ 173,30B	1752,20 $\pm$ 173,30A	36,34 $\pm$ 5,20B	14,97 $\pm$ 2,09C
SC	1079,70 $\pm$ 198,85B	1920,30 $\pm$ 198,85A	47,28 $\pm$ 5,08 ^a	18,10 $\pm$ 1,83B
SA	1269,20 $\pm$ 348,43B	1730,80 $\pm$ 348,43A	36,01 $\pm$ 10,28 B	15,27 $\pm$ 2,37C
SM	1628,90 $\pm$ 235,87A	1371,10 $\pm$ 235,87B	41,90 $\pm$ 8,58 AB	22,25 $\pm$ 2,61 A
CME	78,52	78,52	2,41	0,71
Shapiro Wilk	W 0,951153	W 0,951153	W 0,971766	W 0,965254

Fuente: elaboración propia.

Según Sánchez, Orozco, Hernández, Nieto y Márquez (2006), la calidad productiva de un sustrato se percibe como aceptable a partir de las eficiencias biológicas del 50 %. Por lo tanto, la Tabla 4 nos muestra una tendencia baja de las eficiencias biológicas, sin embargo, estas estuvieron cercanas a las aceptadas comercialmente. En cuanto al rendimiento, se determina que los tratamientos que presentaron mayor rendimiento en gramos en la cosecha total fueron el sustrato de tallo de maíz y la borra del café con una producción entre el 22,25 % y 18,9 % y tuvieron diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) respecto a los demás tratamientos.

Se puede deducir que el rastrojo de maíz y la borra de café son sustratos óptimos para

la producción de cuerpos fructíferos ya que presentaron los mayores rendimientos en las tres cosechas.

B. Caracterización de sustratos y carpóforos

Se evaluó la composición nutricional de los sustratos mediante un análisis proximal en el laboratorio de química y nutrición CEAD José Celestino Mutis, de la ciudad de Santafé de Bogotá. Los indicadores evaluados fueron: humedad, proteína, grasa, fibra cruda, cenizas, extracto y libre de nitrógeno en base húmeda y en base seca de sustratos y carpóforos. Las variables se evaluaron sobre tres muestras por tratamiento con tres réplicas. Los resultados se pueden sintetizar en la Tabla 5.

Tabla 5.

Análisis proximal de sustratos para el cultivo de Pleurotus ostreatus en base húmeda y seca.

Tratamiento	Valor de la media y la desviación estándar					
	Base húmeda sustratos					
	Humedad	Proteína	Grasa	Fibra cruda	Cenizas	ELN
SA	70,64 ± 0,46 A	1,27± 0,00 C	0,57 ± 0,02 C	11,07 ± 0,03 A	0,66 ± 0,02 C	15,78 ± 0,45 D
SC	63,74 ± 0,29 B	2,60 ± 0,04 B	2,85 ± 0,03 A	4,83 ± 0,07 C	0,55 ± 0,02 D	25,44 ± 0,27 C
SM	64,43± 0,21 B	1,30 ± 0,06 C	0,94 ± 0,03 B	1,26 ± 0,14 D	0,88 ± 0,00 B	31,15 ± 0,12 B
SP	50,01 ± 0,62 C	2,76± 0,03 A	2,84± 0,06 A	5,87 ± 0,13 B	3,31 ± 0,07 A	35,41 ± 0,57 A
CME	0,25	0,02	0,02	0,06	0,02	0,23
Shapiro Wilk	W 0,960673	W 0,95932	W 0,975567	W 0,961839	W 0,866013	W0,967289

Tratamiento	Base Seca Sustratos					
	Humedad	Proteína	Grasa	Fibra Cruda	Cenizas	ELN
SA	29,36 ± 0,46 C	4,41± 0,02 C	1,97 ± 0,07 D	38,33 ± 0,12 A	2,28 ± 0,05 C	24,12 ± 1,37 C
SC	36,26± 0,29 B	7,15 ± 0,10 A	7,85 ± 0,09 A	13,31 ± 0,21 B	1,52 ± 0,05 D	33,90 ± 0,36 B
SM	35,57± 0,21 B	3,64 ± 0,16 D	2,66 ± 0,09 C	3,53 ± 0,40 D	2,48 ± 0,00 B	52,02 ± 0,96 A
SP	49,99 ± 0,63 A	5,51± 0,05 B	5,68± 0,13 B	11,73 ± 0,27 C	6,67 ± 0,09 A	20,84 ± 0,97 D
CME	0,25	0,06	0,06	0,16	0,03	0,57
Shapiro Wilk	W 0,960673	W 0,959103	W 0,952276	W 0,97733	W 0,96839	W 0,959161

Fuente: elaboración propia.

Para evidenciar la composición nutricional de los carpóforos se hizo un análisis con la misma metodología anterior, la Tabla 6 resume los

resultados del análisis proximal de sustratos para la producción de *Pleurotus ostreatus*.

Tabla 6.

Análisis proximal de carpóforos de Pleurotus ostreatus en base húmeda y seca.

Tratamiento	Valor de la media y la desviación Estándar					
	Base húmeda carpóforos de <i>Pleurotus ostreatus</i>					
	Humedad	Proteína	Grasa	Fibra Cruda	Cenizas	ELN
OA	93,26 ± 0,23 A	1,18± 0,06 B	0,33 ± 0,01 A	0,99 ± 0,02 B	0,74 ± 0,07 B	3,50 ± 0,21 B
OC	90,01 ± 0,65 B	2,71 ± 0,04 A	0,25 ± 0,04 B	1,26 ± 0,03 A	1,10 ± 0,02 A	4,67 ± 0,64 AB
OM	89,29± 0,46 B	2,49 ± 0,16 A	0,31 ± 0,01 AB	0,90 ± 0,03 C	1,16 ± 0,03 A	5,85 ± 0,63 A
OP	92,83 ± 0,47 A	1,36± 0,06 B	0,34 ± 0,02 A	0,63 ± 0,03 D	0,79 ± 0,02 B	4,06 ± 0,45 B
CME	0,27	0,05	0,01	0,01	0,02	0,3
Shapiro Wilk	W 0,918993	W 0,961475	W 0,946151	W 0,931379	W 0,930592	W 0,915239

Continúa página siguiente

Viene de la página anterior

Tratamiento	Base seca de carpóforos de <i>Pleurotus ostreatus</i>					
	Humedad	Proteína	Grasa	Fibra Cruda	Cenizas	ELN
OA	6,74 ± 0,23 B	17,53 ± 0,90 C	4,88 ± 0,19 A	14,64 ± 0,29 A	11,39 ± 0,36 A	45,23 ± 0,78 B
OC	9,99 ± 0,65 A	27,09 ± 0,36 A	2,50 ± 0,42 B	12,64 ± 0,32 B	10,99 ± 0,23 A	36,79 ± 0,81 C
OM	10,71 ± 0,46 A	23,23 ± 0,50 B	0,89 ± 0,13 B	8,43 ± 0,26 C	10,81 ± 0,29 A	43,93 ± 1,47 B
OP	0,17 ± 0,47 B	18,92 ± 0,89 C	4,70 ± 0,32 A	8,73 ± 0,36 C	11,07 ± 0,33 A	49,41 ± 0,99 A
CME	0,27	0,58	0,16	0,18	0,18	0,61
Shapiro Wilk	W 0,918993	W 0,972881	W 0,942203	W 0,922249	W 0,937813	W 0,938187

Fuente: elaboración propia.

Conclusiones

Los sustratos con mayor velocidad de invasión micelial fueron los tratamientos con base en borra de café, junto con el rastrojo de maíz con finalización del periodo de incubación de 28 días después de la inoculación.

Los tratamientos de borra de café junto con el rastrojo de maíz demostraron mayor número de primordios en las cosechas. El tratamiento que menor número de primordios presentó fue el de caña de azúcar.

Se evidenció un mayor peso en la cosecha de carpóforos con sustratos en los tratamientos del tallo de maíz y borra de café.

El sustrato de la borra de café mostró una eficiencia biológica del 41,28 %, mientras que el sustrato con menor eficiencia biológica fue el sustrato testigo de caña de azúcar.

Los tratamientos que presentaron mayor rendimiento en (g) en la cosecha total fueron el sustrato de tallo de maíz y la borra del café con una producción entre el 22,25 % y 18,9 % , a diferencia del sustrato de caña de azúcar y el de hoja de plátano.

La composición nutricional de los carpóforos se encuentra dentro de los parámetros establecidos por otros estudios, el análisis proximal de los sustratos nos permitió evaluar su contenido de nutrientes y proponer, para futuras investigaciones, un diseño de mezclas que permita aumentar el contenido de nutrientes en los sustratos para el cultivo del hongo *Pleurotus ostreatus*.

El carpóforo proveniente del sustrato borra de café proporcionó los mayores promedios de proteína bruta (27,09), El carpóforo proveniente del sustrato caña de azúcar suministró los mayores promedios de grasa (4,88), fibra (14,64) y cenizas (11,39). El carpóforo proveniente del sustrato hoja de plátano aportó los mayores promedios de extracto libre de nitrógeno (49,41) y el carpóforo proveniente del sustrato rastrojo de maíz facilitó los mayores promedios de humedad (10,71).

Referencias

- Díaz, C.L. (2012). *Aprovechamiento de residuos procedentes de la central de abastos de Cúcuta para el cultivo de Pleurotus ostreatus* (Tesis de maestra). Universidad de Santander Cucuta, Colombia.

- Feng, C., *et al.* (2011). Effect of ligninolytic enzymes on lignin degradation and carbón utilization during lignocellulosic waste composting. *Process Biochemistry* 46(7), 1515 – 1520. <https://doi.org/10.1016/j.procbio.2011.01.038>
- Hernández, R. y López, C. (2006). *Evaluación de crecimiento y producción de Pleurotus ostreatus sobre diferentes residuos agroindustriales del departamento de Cundinamarca*. (tesis de maestría). Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá, Colombia.
- Li H, Kim N.J., Jiang, M., Kang, J.W., Chang, H. (2009). Simultaneous saccharification and fermentation of lignocellulosic residues pretreated with phosphoric acid-acetone for bioethanol production. *Bioresource Technology* 100(13), 3245-51. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2009.01.021>
- Oei, P. (2003). *Mushroom cultivation*. (3ra ed.) Leiden, Holanda: Backhuys Publishers.
- Ronderos, C. y Palacios, L. (2010). *Aspectos económicos, sociales y ambientales de la industria de la caña de azúcar en Colombia* (Tesis de maestría) Universidad Sergio Arboleda, Bogotá, Colombia.
- Salmones, D., Mata, G. & Waliszewski, KN. (2005). Comparative culturing of *Pleurotus spp.* on coffee pulp and wheat straw: biomass production and substrate biodegradation. *Bioresour Technol*, 96(5), 537-544. doi: 10.1016/j.biortech.2004.06.019
- Sánchez, J.E., Orozco, G.M., Hernández, D., Nieto, M.G, y Márquez, F.J. (2006). Capacidad del género *Pleurotus* para la degradación del insecticida endosulfán. *El Cromosoma. Boletín del Colegio de Biotecnólogos de Chiapas*, 2, 31-120.
- Soto, O., Saucedo, G., Pablos, J.L., Gutiérrez, M. & Favela E. (1999). Effect of substrate composition on the mycelial growth of *Pleurotus ostreatus*. And analysis by mixture and response surface methodologies. *Process Biochemistry*, 35(1-2), 127 – 133. [https://doi.org/10.1016/S0032-9592\(99\)00043-6](https://doi.org/10.1016/S0032-9592(99)00043-6)
- Tuchan, O. E. (2004). *Evaluación de la pulpa de café (Coffea arabica) en el incremento de la eficiencia biológica de la cepa inireb -8 de Pleurotus ostreatus utilizando cáscara de cacao (Theobroma cacao) y bambú (Bambusa vulgaris var. Strata) como sustratos*. (Tesis de pregrado). Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.