

PRODUCCIÓN DE HONGO OSTRA (*Pleurotus ostreatus* (Jacq.) P. Kumm) SOBRE RESIDUOS LIGNOCELULÓSICOS EN LA PROVINCIA DE PUNO

PRODUCTION OF FUNGUS OYSTER (*Pleurotus ostreatus* (Jacq.) P. Kumm) ON LIGNOCELLULOSIC RESIDUES IN THE PROVINCE OF PUNO

Leyden Maccapa Pocco¹; Luis Alfredo Palao Iturregui^{1*}; Ernesto Javier Chura Yupanqui¹

¹ Facultad de Ciencias Agrarias, Escuela Profesional de Ingeniería Agronómica, UNA-PUNO.

 <https://orcid.org/0000-0002-8527-8866>
 <https://orcid.org/0000-0003-4227-220X>

*Autor para correspondencia, email: luispalao@unap.edu.pe

Resumen

El estudio fue realizado en el Centro poblado de Yanamayo en Puno Perú. Los objetivos de estudio fueron: Determinar el rendimiento del cultivo de hongo ostra en sustratos a base de residuos lignocelulósicos; evaluar eficiencia biológica del cultivo hongo; evaluar la tasa de productividad del cultivo hongo; registrar las etapas de producción del hongo, estimar costos de producción y análisis económico de la producción del hongo ostra. El trabajo se realizó utilizando tecnología de producción artesanal en condiciones controladas en un ambiente tipo domo geodésico con un área de 25m². El experimento se condujo bajo un diseño completamente al azar con 3 tratamientos y 7 repeticiones. Se utilizó el hongo ostra *Pleurotus ostreatus* (Jacq.) P. Kumm. Los tratamientos fueron 3 residuos lignocelulósicos (sustrato de paja de avena, heno de totora y broza de quinua), los mismos que han sido sometidos a un proceso de deshidratación, picado, esterilización, inoculación, fructificación y cosecha. Los resultados fueron: sustrato de paja de avena y heno de totora, tuvieron mejor respuesta en el rendimiento con 24.11 y 22.25%. El sustrato de paja de avena y heno de totora, tuvieron mejor respuesta en la eficiencia biológica con 86.8 y 79.6%. El sustrato de heno de totora presentó la tasa de productividad más alta con 1.34 %/día. Se registró 8 etapas de producción del hongo ostra, con una duración total de entre 102 – 132 días. El tratamiento con mayor rentabilidad corresponde al sustrato a base de heno de totora con una relación de C/B de 1.7.

Palabras Clave: Residuos lignocelulósicos; *Pleurotus ostreatus*; valorización; alimentos nutraceuticos

Abstract

The study was carried out in the Yanamayo population center in Puno, Peru. The objectives of the study were: To determine the yield of oyster mushroom cultivation in substrates based on lignocellulosic residues; to evaluate the biological efficiency of the mushroom cultivation; to evaluate the productivity rate of the mushroom cultivation; to record the stages of mushroom production, to estimate production costs and to perform an economic analysis of the oyster mushroom production. The work was carried out using artisanal production technology under controlled conditions in a geodesic dome-type environment with an area of 25 m². The experiment was conducted under a completely randomized design with 3 treatments and 7 repetitions. The oyster mushroom *Pleurotus ostreatus* (Jacq.) P. Kumm was used. The treatments were 3 lignocellulosic residues (oat straw substrate, totora hay and quinoa chaff), which have been subjected to a process of dehydration, chopping, sterilization, inoculation, fruiting and harvesting. The results were: oat straw and reed hay substrate had a better response in yield with 24.11 and 22.25%. The oat straw and reed hay substrate had a better response in biological efficiency with 86.8 and 79.6%. The reed hay substrate presented the highest productivity rate with 1.34%/day. 8 stages of oyster mushroom production were recorded, with a total duration of between 102 - 132 days. The most profitable treatment corresponds to the reed hay-based substrate with a C/B ratio of 1.7.

Key Words: Lignocellulosic residues, *Pleurotus ostreatus*, valorization, nutraceutical foods

Introducción

A nivel mundial los procesos productivos agroindustriales generan residuos de diverso tipo, calidad y de cantidad, que conlleva a la acumulación de toneladas de sub productos de carácter orgánico que no solo están siendo desaprovechados, sino que al no contar con sistemas adecuados de disposición o reaprovechamiento generan impactos negativos al medio ambiente. Se estima que el 80% de los residuos agrícolas de los países en vías de desarrollo son quemados, apenas el 15% sirve como alimento para animales, el 4.5 % se reincorpora al suelo sin haberse realizado una descomposición previa y el restante 0.5% se usa como materia prima en industrias como la papelera y aglomerados (Vargas et al. 20018). En la región de Puno se ha identificado que existen residuos lignocelulósicos abundantes y de fácil disponibilidad, los cuales están siendo desaprovechados y se tiene escasa información sobre su potencial ecológico y económico.

Los hongos del género *Pleurotus* sp., son potentes agentes biológicos que convierten los subproductos orgánicos en alimentos humanos de buena palatabilidad su eficiencia de conversión de proteína por unidad de área y por unidad de tiempo, es muy superior a las fuentes de proteína animal. Convirtiéndose en una opción nutritiva importante para el país, debido al alto valor nutritivo que posee: Vitaminas B1 B2 y D, gran mayoría de aminoácidos esenciales, calcio, fósforo, potasio y hierro, bajo contenido de grasas, carbohidratos y sodio. Además, tiene un bajo costo de producción, requiere áreas pequeñas para cultivarlo, su ciclo de producción es corto; y, debido a que es un organismo heterótrofo, los medios o materiales que se requieren para su desarrollo y crecimiento son sencillos (Santos , 2008).

En la región de Puno, se tienen pocas alternativas atractivas de reaprovechamiento residuos orgánicos abundantes de la actividad agrícola, industrial y forestal de manera eficiente y sustentable en la producción del hongo ostra *Pleurotus ostreatus* (Jacq.) P. Kumm. El presente estudio servirá como punto de partida de más investigaciones para revalorar y recuperar el hábito en el consumo ancestral de hongos nativos propios de nuestro ecosistema altiplánico; de esta manera se promoverá la diversificación de actividades productivas potenciales de reaprovechamiento y maximización del uso y manejo de los recursos disponibles.

Materiales y métodos

El trabajo de investigación se realizó en un ambiente tipo domo geodésico en condiciones controladas en los meses

de Abril – Setiembre del año 2019, en el Centro poblado de Yanamayo del distrito y provincia de Puno, ubicado en las coordenadas UTM 389,375 E y 8'251,507 S 19L a una altitud 3991 m.s.n.m. El estudio ha tenido un enfoque cuantitativo, con un diseño tipo experimental, que busca evaluar la capacidad productiva de hongo ostra *Pleurotus ostreatus* (Jacq.) P. Kumm cultivado sobre residuos lignocelulósicos.

Se utilizó la cepa del hongo ostra *Pleurotus ostreatus* (Jacq.) P. Kumm proveniente de los laboratorios de la Empresa Fungisemillas de la ciudad de Cusco. Para la inoculación de la cepa se utilizaron 3 residuos lignocelulosas: Paja de avena (*Avena sativa* L.), heno de totora (*Schoenoplectus tatora* Kunth Palla) y broza de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd), recolectados de la parcela de un agricultor en la ciudad de Chucuito; los cuales han deshidratados de forma natural a la sombra y fragmentados mecánicamente en porciones de 1 a 3 cm.

Los sustratos fueron esterilizados por el proceso de “baño maría” a una temperatura de 80 °C/6 horas. Se transportaron al área de siembra para permitir su enfriamiento y el escurrimiento del exceso de humedad por 5 horas. Posteriormente se procedió con la inoculación de los tratamientos, para ello se prepararon bolsas de plástico polipropileno de 13 x 30 para contener el sustrato inoculado con la semilla del hongo ostra *Pleurotus ostreatus* (Jacq.) P. Kumm distribuidos de manera uniforme, en una proporción 50 g/kg de sustrato húmedo.

Los tratamientos inoculados se incubaron a temperatura ambiente (13 - 15°C); y una humedad relativa de 60 – 70%, cuando el micelio del hongo colonizó completamente los sustratos y mostró la aparición de primordios, las bolsas se ubicaron para la etapa de fructificación donde se propiciaron condiciones con respecto a la humedad (60 a 70 %), temperatura (9 a 15 °C), luz diurna indirecta, para la circulación de aire se ha procedido a abrir 2 ventanas del ambiente durante el día y cerrarlas durante la noche. Se ha realizado riegos diarios con una mochila asperjadora utilizando 2.5 litros/día de agua. En la etapa de fructificación se cosecharon los carpóforos del hongo.

Para evaluar las variables de respuesta se registró el peso de los basidiocarpos colectados por unidad experimental y por cosecha. El rendimiento [R% = (Peso de los basidiocarpos frescos (kg)/Peso sustrato húmedo (t)*100]; Eficiencia biológica [EB% = (Peso de los basidiocarpos frescos kg/Peso sustrato seco kg*100] Salmones et al (1993); Tasa de productividad [TP = (Eficiencia biológica (%)/Tiempo de producción (días)], Reyes et al. (2004). Para identificar las etapas de producción se registró el ciclo productivo del hongo ostra

desde la inoculación o hasta la tercera oleada de todas las unidades experimentales. para determinar el tiempo transcurrido (días) en cada una de las etapas (Siembra, Incubación, Inducción y cosecha). Para evaluar los costos de producción y análisis económico se efectuó registros económicos que permitieron determinar el costo de producción de cada tratamiento. Los cálculos realizados dedujeron en base a 01t de hongo fresco/tonelada de sustrato seco.

Para interpretar los resultados obtenidos se utilizó el diseño completamente al azar (DCA). Los promedios se analizaron mediante la prueba de comparaciones múltiples e Tukey ($\alpha=5\%$). Se establecieron 3 tratamientos y 7 repeticiones para un total de 21 unidades experimentales. Cada unidad experimental está conformada por 01 bolsa conteniendo 1 kg de sustrato seco troceado el cual fue esterilizado e inoculado con semilla hongo ostra.

Resultados y discusión

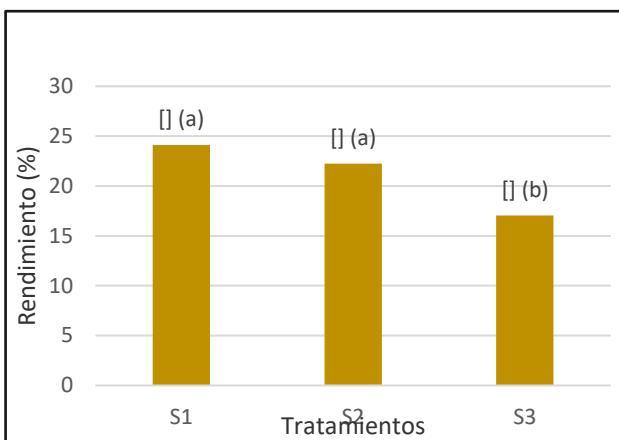
Rendimiento (%)

La influencia de sustratos lignocelulósicos, en el rendimiento del cultivo hongo ostra *Pleurotus ostreatus* (Jacq.) P. Kumm, indica que existe un efecto estadísticamente significativo entre tratamientos (sustratos) en el rendimiento del hongo ostra *Pleurotus ostreatus* (Jacq.) P. Kumm. Por otro lado, el coeficiente de variación (CV) igual a 4.82% nos indica que los datos evaluados son confiables al ser evaluados para experimentos en condiciones controladas el coeficiente de variación deber ser hasta el 10%. Por tanto, se procedió a realizar la prueba de comparación múltiple de Tukey a un nivel de significancia de 0.05 %.

El tratamiento S1=sustrato de paja de avena y S2=heno de totora, son estadísticamente iguales y superiores a los demás tratamientos y presentaron mayor rendimiento en promedio en la producción de basidiocarpos (24.11%) y (22.25%) respectivamente. El tratamiento que presentó menor rendimiento en la producción de basidiocarpos fue el tratamiento S3=Sustrato de Broza de quinua con (17%) en promedio.

A partir de los resultados encontrados, se establece que, si existe relación de dependencia entre el uso de diferentes sustratos y el rendimiento del hongo *Pleurotus ostreatus* (Jacq.) P. Kumm. Con referencia al rendimiento Martínez (1993) establece que; para la tecnología del cultivo de

hongos si, el rendimiento es superior al 10% se considera una producción aceptable lo cual influye que el proceso sea factible económicoamente.



S1 = Sustrato paja de avena, S2 = Sustrato heno de totora, S3 = Sustrato broza de quinua

Figura 1. Rendimiento promedio de basidiocarpos de *Pleurotus ostreatus* (Jacq.) P. Kumm (%) por tratamientos

Algunas investigaciones, realizados por diferentes autores donde el Rendimiento de la Producción de *Pleurotus ostreatus* (Jacq.) P. Kumm fue mayor a 10%. Si comparamos los resultados del presente estudio con lo reportado en la bibliografía podemos observar que los 03 tratamientos tienen valores de rendimientos mayores a 10 %.

El rendimiento promedio del tratamiento S1 y S2 fueron estadísticamente iguales con 24.11 y 22.25 % los cuales comparado con lo reportado por Holgado (2018) con un rendimiento de 30% en sustrato de avena, es menor. Sin embargo, cabe destacar que Holgado (2018) ha reportado temperatura y humedad a nivel del ambiente de fructificación entre 12 – 16.5° C y 80% de humedad respectivamente, mientras que el estudio actual con temperatura y humedad, de 9 – 15° C y 60 - 70% respectivamente. En cuanto al tratamiento S2 no se encontró información sobre su utilización como sustrato en la producción de hongos comestibles, mostrando un rendimiento aceptable con 22.25%. Por otro lado, el tratamiento S3 ha mostrado un rendimiento menor con 17.03%, mientras que Toledo (2008) y Cáceres (2017) han reportado 16.51 y 15.01% respectivamente, lo que indica un rendimiento recurrente para residuos provenientes de la broza de quinua.

Tabla 1. Rendimientos de *Pleurotus ostreatus* (Jacq.) P. Kumm sobre diferentes sustratos

Sustratos	% Rendimiento	Autor
Paja de avena	30.00 %	Holgado (2018)
Paja de avena (S1)	24.11 %	Resultados del presente estudio
Heno de totora	--	Sin antecedentes
Heno de totora (S2)	22.25 %	Resultados del presente estudio
Residuos de quinua	16.51 %	Toledo (2008)
Residuos de quinua	15.01 %	Cáceres (2017)
Broza de quinua (S3)	17.03 %	Resultados del presente estudio

Eficiencia biológica (%)

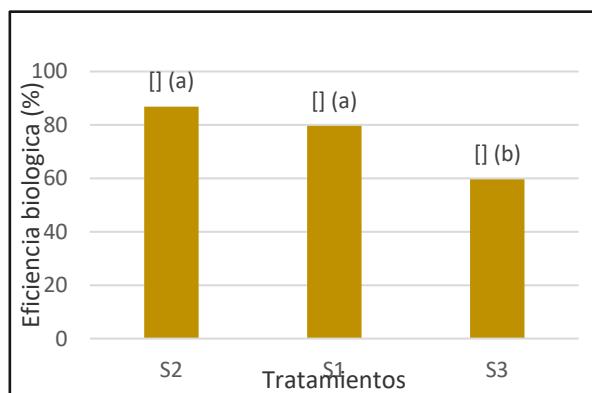
El análisis de varianza, para la influencia de sustratos lignocelulósicos, en la eficiencia biológica del cultivo hongo ostra *Pleurotus ostreatus* (Jacq.) P. Kumm, existe un efecto estadísticamente significativo entre tratamientos (sustratos) en cuanto a la eficiencia biológica del hongo ostra *Pleurotus ostreatus* (Jacq.) P. Kumm. La eficiencia biológica del cultivo del hongo, realizada al 95% de

confiabilidad, donde se observa que el tratamiento S2=sustrato de Heno de totora y S1=paja de avena, fueron estadísticamente iguales y superiores a los demás tratamientos y presentaron mayor porcentaje en promedio de eficiencia biológica (86.8%) y (79.6%). El tratamiento que presentó menor porcentaje de eficiencia biológica fue el tratamiento S3= broza de quinua con (59.6%) en promedio. Figura 2.

mínimo del 40%, lo cual determina que sea factible económicamente el proceso.

Los antecedentes sobre la eficiencia biológica (%) de *Pleurotus ostreatus* (Jacq.) P. Kumm El tratamiento S3 es el que ha obtenido el menor % de eficiencia biológica con 59.60%, lo que nos indica que los resultados obtenidos están dentro los rangos aceptables, por consiguiente, se consideró como sustratos potenciales para la producción del hongo *Pleurotus ostreatus* (Jacq.) P. Kumm en la provincia de Puno. Tabla 2.

Los resultados de la eficiencia biológica de los tratamientos S2 y S1 son estadísticamente iguales con 86.8% y 79.6% los cuales comparado con lo reportado por Holgado (2018) con una eficiencia biológica de 94% en sustrato de avena, son menores. Ante ello, cabe mencionar que Holgado (2018) reportó condiciones de temperaturas y humedad a nivel de ambiente de fructificación entre 12 – 16.5° C y 80% de humedad respectivamente, mientras que el presente estudio con temperatura y humedad, de 9 – 15° C y 60 - 70% respectivamente. En cuanto al tratamiento S2 no se encontró información sobre su utilización como sustrato en la producción de hongos comestibles, mostrando un rendimiento muy aceptable. Por otro lado, el tratamiento S3 ha mostrado un rendimiento menor con 59.60%, mientras que Toledo (2008) reportó 32%.



S1 = Sustrato paja de avena, S2 = Sustrato heno de totora, S3 = Sustrato broza de quinua

Figura 2. Eficiencia biológica promedio de *Pleurotus ostreatus* (%) por tratamientos

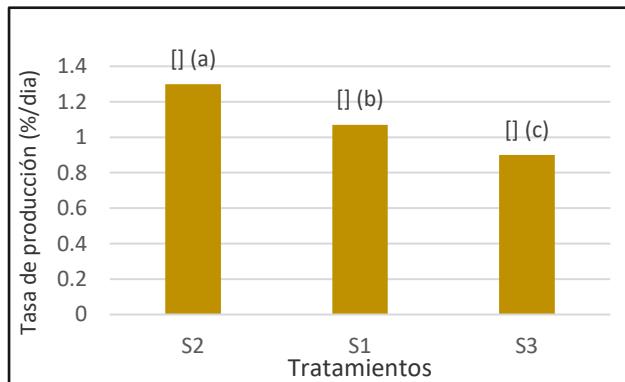
La eficiencia biológica (%) resultó altamente significativa, se establece la relación de dependencia entre el uso de diferentes sustratos y la eficiencia biológica (%) del hongo *Pleurotus ostreatus* (Jacq.) P. Kumm en la provincia de Puno. Al respecto García (2008), siguiendo el método generalmente usado para evaluaciones de cultivo de hongos, concluye que una eficiencia adecuada debe ser de alrededor o más del 100%, siendo aceptable como

Tabla 2. Eficiencia biológica (%) de *Pleurotus ostreatus* (Jacq.) P. Kumm sobre diferentes tratamientos

Sustratos	% Eficiencia Biológica	Autor
Paja de avena	94.00 %	Holgado (2018)
Paja de avena (S1)	79.60 %	Resultados del presente estudio
Heno de totora	--	Sin antecedentes
Heno de totora (S2)	86.80 %	Resultados del presente estudio
Residuos de quinua	32.00 %	Toledo (2008)
Broza de quinua (S3)	59.60 %	Resultados del presente estudio

Tasa de producción (%)

El análisis de varianza para la influencia de sustratos lignocelulósicos, en la tasa de producción del cultivo hongo ostra *Pleurotus ostreatus* (Jacq.) P. Kumm, resultó estadísticamente significativo entre tratamientos (sustratos) en la tasa de producción del hongo ostra. Por otro lado, el coeficiente de variación igual a 3.68% nos indica que los datos evaluados son confiables al ser evaluados según Vásquez (1990), que indica que para experimentos en condiciones controladas el coeficiente de variación deber ser hasta el 10%.



S1 = Sustrato paja de avena, S2 = Sustrato heno de totora,
S3 = Sustrato broza de quinua

Figura 3. Tasa de producción de *Pleurotus ostreatus* (Jacq.) P. Kumm, (%) por tratamientos

El tratamiento S2=Sustrato en heno de totora, es estadísticamente diferente y superior a los demás tratamientos que presentó la mayor tasa de producción (1.3%/día). Los tratamientos que son estadísticamente iguales e inferiores son los tratamientos S1 y S3 que presentaron 1.07 y 0.90 %/día en promedio. Figura 4.

La variable tasa de producción (%/día) ha resultado significativa, aceptándose la hipótesis alterna y establece la relación de dependencia entre el uso de diferentes sustratos y la tasa de producción (%/día) del hongo *Pleurotus ostreatus* (Jacq.) P. Kumm, en la provincia de Puno. Al respecto Sánchez y Rouse (2002), indican que la tasa de producción indica el potencial productivo diario de un determinado hongo después de ser sembrado.

La tasa de producción nos indica que S2 es estadísticamente diferente y superior a los demás tratamientos con 1.30%/día y si comparamos con resultados de otros autores como Holgado (2018), quien obtuvo 1.44%/día con sustrato de paja de avena, siendo un valor mayor al que se obtenido en el presente estudio con el tratamiento S1 con 1.07 %/día. Tabla 3.

Tabla 3. Tasa de producción (%) de *Pleurotus ostreatus* (Jacq.) P. Kumm, sobre diferentes tratamientos

Sustratos	% tasa de producción	Autor
Paja de avena	1.44 %/día	Holgado (2018)
Paja de avena (S1)	1.07 %/día	Resultados del presente estudio
Heno de totora	--	Sin antecedentes
Heno de totora (S2)	1.30 %/día	Resultados del presente estudio
Broza de quinua (S3)	0.90 %/día	Resultados del presente estudio

Etapas del cultivo

La etapa de inducción a la fructificación es uno de los aspectos más importantes, donde se evalúa la precocidad de la semilla en los diferentes sustratos, lo que finalmente influye en la cantidad de ciclos del cultivo por año. Así tenemos que (S2) ha formado los primeros primordios en 11 días, mientras que S1 y S3, en 12 y 9 días respectivamente. A este respecto Holgado (2018) ha reportado 11 y 14 días promedio en sustrato de paja de avena, por los valores se encuentran dentro de lo recomendado por Alberto (2018), Stamets y Chilton (1983) quienes indican que la etapa de inducción a la fructificación para *Pleurotus ostreatus* (Jacq.) P. Kumm, varía entre 7 – 15 días con luz difusa natural de 12 horas día.

En la etapa de cosecha se registró 3 oleadas, donde después de haber pasado 15, 16 y 19 días de la aparición de los

primordios se realizó la primera cosecha del tratamiento S1, S2 y S3 respectivamente. La segunda cosecha del tratamiento S1, S2, S3 se ha dado después 24, 17, 19 días después de la primera cosecha, respectivamente. Finalmente, los tratamientos S1 y S2 fueron cosechados después de 26 y 22 días en promedio; mientras que el tratamiento S3 solo logró 2 cosechas, debido al sustrato sufrió una deshidratación interna, lo que interrumpió el proceso de crecimiento del hongo. qué

La duración del ciclo total de producción en las condiciones del experimento, se ha observado que el tratamiento S1 ha tenido el tiempo más largo con 105 días, seguido por el tratamiento S2 con 88 días y finalmente el tratamiento S3 con 74 días. Por su parte Holgado (2018) y Chávez (2016) reportaron ciclos completos de 84 y 89 días.

Tabla 4. Etapas del cultivo de hongo comestible *Pleurotus ostreatus* (Jacq.) P. Kumm, expresados en días

Tratamientos Etapas	S1	S2	S3
Siembra (días)	1	1	1
Incubación – llenado del micelio en el sustrato (días)	26	22	26
Inducción – aparición de los primeros primordios (días)	12	11	9
Cosecha 1° Oleada (días)	15	16	19
Cosecha 2° Oleada (días)	24	17	19
Cosecha 3° Oleada (días)	26	22	-
Total (días)	105	88	74

S1 = Sustrato paja de avena, S2 = Sustrato heno de totora, S3 = Sustrato broza de quinua

El tratamiento S2 logró colonizar más del 80% del sustrato en 22 días y mientras que los tratamientos S1 y S3 en 26 días promedio después de haber realizado la siembra, en condiciones de oscuridad total. Al respecto Holgado (2012) y Holgado (2018) han determinado 21 a 45 días para condiciones de la región de Cuzco.

Costos de producción y análisis económico del hongo ostra

Los costos de producción y análisis económico fueron estimados en base a una tonelada de materia orgánica seca/año donde se contempla 3 ciclos de producción, según los datos de producción promedios de cada tratamiento.

Tabla 5. Resumen de los costos de producción y análisis económico por tratamientos

Nro.	Trat.	Producción total (kg)	Costo total S/	Precio Beneficio bruto del hongo S/	Ingreso bruto S/	Ingreso neto S/	Renta-bilidad %	C/B
1	S2	868	8,924.95	17.00	14,756.00	5,831.05	65.33	1.7
2	S1	796	8,504.95	17.00	13,532.00	5,027.05	59.11	1.6
3	S3	596	8,609.95	17.00	10,132.00	1,522.05	17.68	1.2

(*) mayor índice de beneficio costo

S1 = Sustrato paja de avena, S2 = Sustrato heno de totora, S3 = Sustrato broza de quinua

El tratamiento S2=Sustrato de totora ha tenido la rentabilidad más alta con 65.33%, sin embargo, tiene el costo de producción más alto en comparación a los demás tratamientos, lo que significa que producir 868 kg de hongo fresco nos costara S/ 8,924.95 Soles. Tabla 5 por 1 kg de hongo fresco, considerando que en el mercado nacional el precio normal es de S/ 20 soles. Por lo tanto, se tiene una ventaja comparativa para ingresar al mercado ofreciendo precios más competitivos.

Comparativamente, Cárdenas (2015) realizó una estimación de costos de producción y análisis económico en la producción de hongo ostra con la utilización de rastrojo de maíz, obteniendo una utilidad neta de S/ 1.45 Soles por cada Sol invertido, en condiciones de climáticas del departamento de Cusco.

Con respecto al análisis económico, se estimó que el tratamiento S2 = Sustrato de heno de totora, ha obtenido la mayor relación costo/beneficio con S/ 1.7, por lo que se deduce que, por cada sol que se invierta se generará S/ 0.7 soles de beneficio neto, con un precio de venta S/ 17 Soles.

Conclusiones

Los mayores rendimientos en la producción de *Pleurotus ostreatus* (Jacq.) P. Kumm, ha resultado de la utilización del sustrato de paja de avena y heno de totora con 24.11% y 22.25% respectivamente. Lo que quiere decir que, de 1 kg de sustrato húmedo de paja de avena o heno de totora se obtiene 0.24 y 0.22 kg de hongo fresco respectivamente. El hongo ostra *Pleurotus ostreatus* (Jacq.) P. Kumm ha logrado una alta eficiencia biológica en los sustratos de heno de totora y la paja de avena con 86.8% y 79.6%. Que es lo mismo decir, que para obtener 0.87 y 0.79 kg de hongos frescos se necesita 1 Kg de sustrato seco heno de totora o de paja de avena respectivamente. La tasa de producción del hongo ostra *Pleurotus ostreatus* (Jacq.) P. Kumm inoculado en el sustrato de heno de totora presento la tasa de producción más alta con 1.3%/día. El ciclo productivo del hongo ostra *Pleurotus ostreatus* (Jacq.) P. Kumm fue entre 75 - 105 días, registrado 4 etapas de producción (Siembra, Incubación, inducción a la fructificación y cosecha). La utilización del sustrato de Heno de totora, para producir el hongo ostra *Pleurotus ostreatus* (Jacq.) P. Kumm ha generado una mayor rentabilidad de 65% y un Beneficio/costo de 1.7, con un beneficio neto de S/0.7 por cada sol invertido.

Referencias

Cáceres Choque, C. A. (2017). *Cultivo de Champiñón ostra (*Pleurotus ostreatus*) sobre residuos de quinua y cebada, y efecto del almacenamiento a bajas temperaturas con solución conservante*. Tesis de Grado, Universidad Nacional del Altiplano de Puno. Facultad de Ciencias Agrarias. Escuela Profesional de Ingeniería

Agroindustrial, Puno. Recuperado el 24 de Enero de 2018

Cárdenas, Y. (2015). *Efecto de los sustratos a base de residuos agrícolas, en el cultivo del hongo comestible *Pleurotus ostreatus* Jacquin Fries Kummer, Distrito de Santa Ana, la Convención*. Tesis, Universidad Nacional de San Antonio de Abad del Cusco., Cusco, Cusco. Recuperado el 12 de Enero de 2019

Holgado Rojas, M. (2018). *Evaluación de la Producción de *Pleurotus ostreatus* (Jacq. ex Fr.) Kumm (Basidiomycete) en redisuos lignocelulósicos como alternativa agroecológica en la comunidad de Huayllay - Ccorca, Cusco*. Tesis de Grado, Universidad de San Agustín de Arequipa. Escuela de Post grado de la Facultad de ciencias biológicas,, Arequipa.

Martínez, D. N.; Curvetto, M.; Sobal, P.; Morales, M.; Mora M.; (2010). *"Hacia un desarrollo sostenible del sistema de producción – consumo de*. Puebla.

Reyes, G.R.; Abella, A. E.; Eguchi, F.; Lijima, T.; Higaki, M.; Quimio , T. H.;. (2004). Growing paddy Straw mushroom. . *Mushroom grower's handbook 1 Oyster mushroom cultivation. Mushroom World*, 262-269.

Sánchez, F., & Royse D. (2001). *La biología y el cultivo de Pleurto ssp*. Colegio la frontera Sur (ECOSUR). Chiapas, México D.F.: Limusa.

Santos , A. (2008). *Evaluación de cinco sustratos orgánicos sobre el nivel de producción de hongo comestible (*Pleurotus ostreatus*; agaricales pleurotaceae), en la Finca Concepción*. Tesis de Grado, Universidad Rafael Landivar de Guatemala, Departamento de Escuintla.

Stamets, P. (2000). *Growing gourmet and medicinal mushrooms. Tenn Speed Press* (Third Edition ed.). Berkeley, Toronto.

Toledo Álvarez, M. (2008). *Residuos de Maíz y Quinua como potenciales sustratos para el cultivo de hongos comestibles *Pleurotus ostreatus**. Tesis de grado, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Facultad de Ciencias Químicas. Carrera de Ingeniería en Biotecnología Ambiental, Riobamba.

Vargas, J., Beltran, K., & Rodriguez , P. (2001). *Inventario Nacional de Emisiones Gasesosas que producen el Efecto Invernadero en el Sector Agrícola*. Quito.