



## **Efecto del aserrín de bolaina (*Guazuma crinita*) fresco y descompuesto y en combinación con la cáscara de sachá inchi (*Plukenetia volubilis* L.) en la producción de *Pleurotus ostreatus***

### **Effect of fresh and decomposed bolaina sawdust (*Guazuma crinita*) and in combination with sachá inchi shell (*Plukenetia volubilis* L.) on the production of *Pleurotus ostreatus***

Pablo Pedro Villegas Panduro  
pablo\_villegas@unu.edu.pe  
<https://orcid.org/0000-0001-9300-8113>  
Universidad Nacional de Ucayali (UNU)

Diana Prince Zumaeta Sangama de Villegas  
dianaprins19@hotmail.com  
<https://orcid.org/0000-0001-5899-7323>  
Universidad Nacional de Ucayali (UNU)

Milton Miguel Pirro Lozano  
milton\_pirro@unu.edu.pe  
<https://orcid.org/0000-0001-8554-4979>  
Universidad Nacional de Ucayali (UNU)

Roger Brayan Braga Sandoval  
roger\_braga@unu.edu.pe  
<https://orcid.org/0000-0002-5794-1587>  
Universidad Nacional de Ucayali (UNU)

#### **Resumen**

En el Laboratorio de Microbiología y Fitopatología y en el Módulo de Producción de Hongos Comestibles de la Universidad Nacional de Ucayali, ubicada en el Km. 6 de la carretera de Federico Basadre, Distrito de Callería, Provincia de Coronel Portillo, Región Ucayali, Perú, se estudió en efecto del aserrín de bolaina (*Guazuma crinita*) fresco y descompuesto y en combinación con la cáscara de sachá inchi (*Plukenetia volubilis* L.) en la producción de *Pleurotus ostreatus*, para el cual, se multiplicó, en trigo pre cocido, una cepa de *P. ostreatus*, proveniente de la Universidad Nacional Agraria La Molina, para luego ser utilizado en la inoculación de los sustratos estudiados (aserrín de bolaina fresco, aserrín de bolaina descompuesto y las combinaciones de: aserrín de bolaina fresca 100 %; aserrín de bolaina fresca 70 % + cáscara de sachá inchi 30 %; aserrín de bolaina fresca 50 % + cáscara de sachá inchi 50 %; aserrín de bolaina fresca 30 % + cáscara de sachá inchi 70 %), para luego incubarlos en el Módulo de Producción de Hongos Comestibles. Se aplicó el diseño completamente al azar, y se utilizó la prueba de promedios de Tukey con un nivel de significancia del 95%, concluyéndose que, no se observaron diferencias significativas en cuanto a todos los parámetros de desarrollo y producción, sobre los sustratos, aserrín de bolaina fresco y descompuesto, denotándose un bajo porcentaje de eficiencia biológica y rendimiento. Asimismo, el sustrato con aserrín de bolaina fresca 100 %, mostró longitud de pie de carpóforo más corto en comparación con los sustratos con adición de cáscara de sachá inchi. No se observaron diferencias significativas en cuanto al diámetro de carpóforos, peso fresco y peso seco de carpóforos entre los sustratos, sin embargo, los sustratos con aserrín de bolaina fresca 30% + cáscara de sachá inchi 70% y el sustrato con aserrín de bolaina fresca 50% + cáscara de sachá inchi 50%, mostraron los mejores promedios de número de carpóforos,





porcentaje de eficiencia biológica y rendimiento, seguido del sustrato con aserrín de bolaina fresca 70% + de cáscara de sachá inchi 30% y finalmente el sustrato con aserrín de bolaina fresca 100%, el cual presentó los menores promedios de número de carpóforos, porcentaje de eficiencia biológica y rendimiento.

**Palabras clave:** Sustratos, *Pleurotus ostreatus*, aserrín de bolaina, cáscara de sachá inchi.

### Abstract

In the Microbiology and Phytopathology Laboratory and in the Edible Mushroom Production Module of the National University of Ucayali, located at Km. 6 of the Federico Basadre highway, District of Callería, Province of Coronel Portillo, Ucayali Region, Peru, the effect of fresh and decomposed bolaina sawdust (*Guazuma crinita*) and in combination with sachá inchi husk (*Plukenetia volubilis* L.) in the production of *Pleurotus ostreatus*, for which a strain of *Pleurotus ostreatus*, from the Universidad Nacional Agraria La Molina, was multiplied in pre-cooked wheat and then used in the inoculation of the substrates studied (fresh bolaina sawdust, decomposed bolaina sawdust and the combinations of: 100% fresh bolaina sawdust; 70% fresh bolaina sawdust + 30% sachá inchi husk; 50% fresh bolaina sawdust + 50% sachá inchi husk; 30% fresh bolaina sawdust + 70% sachá inchi husk), to then incubate them in the Edible Mushroom Production Module. The completely randomized design was applied, and the Tukey test of averages was used with a significance level of 95%, concluding that no significant differences were observed for all development and production parameters on the substrates, fresh and decomposed bolaina sawdust, showing a low percentage of biological efficiency and yield. Likewise, the substrate with 100% fresh bolaina sawdust showed a shorter carpophore foot length compared to the substrates with the addition of sachá inchi husk. No significant differences in carpophore diameter, fresh weight and carpophore dry weight were observed among the substrates, however, the substrates with fresh bolaina sawdust 30% + sachá inchi husk 70% and the substrate with fresh bolaina sawdust 50% + sachá inchi husk 50%, showed the best averages of carpophore number, The substrate with fresh bolaina sawdust 70% + sachá inchi husk 30% and finally the substrate with fresh bolaina sawdust 100%, which showed the lowest averages of number of carpophores, percentage of biological efficiency and yield.

**Keywords:** Substrates, *Pleurotus ostreatus*, bolaina sawdust, sachá inchi shell.

### Introducción

Desde la antigüedad, civilizaciones griegas, egipcias, romanas, chinas y mexicanas usaban a los hongos comestibles como alimento, y conocían las potencialidades medicinales, mientras que en el aspecto religioso representaban elementos importantes durante sus ceremonias. (Ulloa, 1998). Existen infinidad de escritos, especialmente en China y Japón, referido al uso de gran cantidad de especies utilizadas desde el año 100 de nuestra era, para tratar muchas enfermedades (Chang, 2005).

En países asiáticos y del hemisferio norte, el cultivo y recolección de hongos comestibles significa actividades económicas muy importantes, generando ganancias económicas y el requerimiento de mano de obra durante todo el año (Barahona, 2008).





De acuerdo a estimaciones, cada año son comercializadas más de 200 000 toneladas de hongos silvestres (Martínez et al., 2007). Las especies de mayor importancia en el mercado internacional son las trufas (*Tuber spp.*), matsutake (*Tricholoma spp.*) y boletos (*Boletus spp.*) los cuales tienen un impacto económico importante (Boa, 2005); mientras que, en nuestro país, la comercialización de hongos comestibles es una actividad relativamente nueva (Hernández y Moreno, 2010).

*Pleurotus spp.*, aglutina todo un conjunto de hongos saprofitos comestibles, que actualmente presentan metodologías para simular los ambientes ecológicos naturales (troncos de árboles secos, generalmente pobres en nutrientes, ramas muertas, hojarasca, etc.) y así poder cultivarlos en sustratos lignocelulósicos diversos. Este grupo de hongos está conformado por alrededor de 50 especies, muy conocidas en el mundo entero, diversos tanto por sus colores, (amarillo, blanco, gris, marrón oscuro e inclusive rosado) así como por sus formas, sabor o por sus exigencias técnicas (Sobal et al., 1997). La producción de hongos de este género, para consumo humano, ha experimentado un crecimiento extraordinario a nivel mundial, debido, básicamente, a las ventajas de su fácil cultivo, en comparación con el cultivo del champiñón (Martínez et al., 2000; Sánchez y Royse, 2002; Quimio, 2005).

Los hongos usualmente contienen entre 19 -35% de proteína, muy bajo contenido de colesterol, y excelentes contenidos de vitaminas. Los carpóforos de los *Pleurotus spp.*, son una excelente fuente de proteína, presentando todos los aminoácidos esenciales, especialmente ricos en lisina y leucina (Fierro, 2005). *Pleurotus ostreatus* contiene del 3 al 5% de lípidos en peso seco. (Breene, 1990; citado por Ramos, 2007). Todos los hongos suelen ser una buena fuente de tiamina (vitamina B<sub>1</sub>), riboflavina (vitamina B<sub>2</sub>), niacina, biotina y ácido ascórbico (vitamina C). En el caso de *Pleurotus ostreatus* el contenido de tiamina se encuentra entre 4,8 y 7,8 mg/100g, riboflavina 4,7 a 4,9 mg/100g y niacina 55 a 109 mg/100g, todo en peso seco. Los contenidos de ácido ascórbico (vitamina C) son muy altos, hasta de 36 a 58 mg/100g del peso seco, pudiendo utilizarse como fuente de antioxidantes y agentes reductores, para el tratamiento del escorbuto, la diabetes, hipoglucemia, cáncer, etc. (Mera, 2005). *Pleurotus spp.*, también muestra buenos contenidos de zinc, cobre, magnesio, hierro y manganeso (Breene, 1990; citado por Ramos, 2007).

Bajo condiciones naturales, las especies de *Pleurotus* se desarrollan sobre plantas vivas o muertas (Zadrazil 1978, citado por Nevárez Quiñones, 2012). Tanto el micelio como los cuerpos fructíferos pueden desarrollarse sobre residuos lignocelulósicos con relaciones de carbono: nitrógeno de 1:50, 1:100 y 1:500, tales como rastrojo de maíz, pajas, papel, aserrín, cáscaras de





cacahuete y residuos vegetales de la industria alimentaria, demostrándose la gran capacidad de presenta *Pleurotus* de metabolizar los desechos lignocelulósicos, de poco valor nutritivo, para generar alimentos ricos en proteínas (Pulido y Andrade 1990, citado por Nevárez Quiñones, 2012). Los sustratos frecuentemente utilizados como fuente de carbono, incluyen la paja de trigo, de avena, de centeno, de sorgo y de algodón, virutas de madera y de corteza, subproductos de algodón, heno, tallos de planta de maíz, plantas y desperdicios de café, tusa de mazorca, hoja de té, cáscara de maní, harina de soya, cáscaras de semillas de girasol, desperdicios de alcaucil, desperdicios de yuca, agave, residuos de la industria papelera (diarios, cartones), hojas de plátano, cactus, yuca, pulpa de cardamomo, fibra de coco, hojas de limón, tallas de pimienta, paja de arroz, bagazo de caña, entre otros (Miles y Chang, 1997; Stamets, 2002, citados por Nevárez Quiñones, 2012).

*Pleurotus ostreatus* es un complemento alimenticio, gracias a su valor nutricional, conteniendo entre 57% y 61% de carbohidratos, 26% de proteína, 11,9% de fibra y 0,9% a 1,8% de grasas con base a su peso seco, además posee vitaminas como niacina, tiamina (B1), vitamina B12, vitamina C, asimismo, posee minerales como potasio, fósforo y calcio (Barros et al., 2008; Guillamón et al., 2010).

El sustrato debe de contener todos los nutrientes necesarios para el crecimiento del hongo, destacándose la celulosa, las hemicelulosas y la lignina, que funcionan como fuentes principales de carbono y nitrógeno. Es recomendable, además, que el sustrato no contenga sustancias que puedan afectar el crecimiento del micelio, tales sustancias son los taninos, fenoles, ácidos, resinas, compuestos aromáticos etc. (Donoso, 1999, citado por Nevárez Quiñones, 2012).

La bolaina blanca es una especie pionera de rápido crecimiento y posee un alto poder de regeneración, habita naturalmente las playas inundables y las terrazas aluviales. (Baldoce et al., 1991). El aserrín de la bolaina blanca, presenta un contenido de celulosa de 40 – 61 %, hemicelulosa de 15 – 30%, lignina de 17 – 35%, extractivos de 1 – 20% y cenizas de 0,2 – 5,8% (Ara, 1999).

Benitez et al. (2015) analizaron la composición química de la cáscara de sachá inchi (*Plukenetia volubilis*), observándose que, la cáscara está formada, principalmente, por fibra (77,8 %) y una alta concentración de potasio (3736,2 mg/kg), calcio (2.668,2 mg/kg) y magnesio (684,7 mg/kg). También se analizó la solubilidad de las cenizas de la cáscara, a diferentes niveles de pH, estimando la disponibilidad de los micronutrientes contenidos en ella para su posible uso en la





producción agrícola. Asimismo, Taípe et al. (2022) determinaron la composición nutricional y contenido de antinutrientes (saponinas y taninos) de las tortas de *Plukenetia volubilis* y *Plukenetia huayllabambana*, así como la composición proximal de las semillas y de las cáscaras, demostrándose que, no existen diferencias estadísticas ( $p > 0,05$ ) en la composición nutricional en semilla, cáscara y torta de ambas especies de sachá inchi. La cáscara de *P. volubilis* presenta un menor contenido de fibra que *P. huayllabambana*.

Por este motivo, el presente trabajo de investigación busca evaluar el efecto del aserrín de bolaina (*Guazuma crinita*) fresco y descompuesto y en combinación con la cáscara de sachá inchi (*Plukenetia volubilis* L.) en la producción de *Pleurotus ostreatus*.

### **Materiales y métodos**

El trabajo de investigación se llevó a cabo en el Laboratorio de Microbiología y Fitopatología y en el Módulo de Producción de Hongos Comestibles de la Universidad Nacional, ubicado en la carretera Federico Basadre, km 6, en el Distrito de Callería, Provincia de Coronel Portillo, región Ucayali.

La cepa de *Pleurotus ostreatus* se adquirió en el Laboratorio de Fitopatología de la Universidad Nacional Agraria La Molina, el cual, fue multiplicado en placas petri con medio de cultivo Agar Sabouraud, e incubados a temperatura ambiente, por un espacio de 5 días. Luego de la formación de las colonias en el medio de cultivo, se realizó un segundo aislamiento en placas petri nuevas con el mismo medio de cultivo, hasta la purificar la cepa.

Para la preparación de “semilla”, se lavó 4,5 kilogramos de trigo con abundante agua, procediendo a realizar una pre cocción, para llenar con el trigo pre cocido, los frascos de vidrio de una capacidad de 250 ml, y cubrir la boca del frasco con papel aluminio. Los frascos preparados, fueron esterilizados en autoclave, a una temperatura de 121°C/ 1 atmósfera de presión/20 minutos para esterilizarlo. Los frascos con granos de trigo esterilizados, fueron colocados en la cámara de flujo laminar para ser inoculados con las cepas de *Pleurotus ostreatus* e incubados a temperatura ambiente en una incubadora, por un lapso de 15-20 días, tiempo en el cual el micelio cubrió por completo los granos de trigo.

Para la preparación de los sustratos en estudio, el aserrín fresco y descompuesto de bolaina blanca fue colocado en montículos por separado, al cual se les agregó agua, hasta obtener una humedad de 70%. La cáscara de sachá inchi fue remojado en agua durante cuatro horas y se dejó colgado





en un costal para que se escurra por un tiempo de 12 horas, hasta que adquiriera entre 70 – 75% de humedad. Los sustratos remojados fueron empleados para preparar diez bolsas por cada tratamiento, para lo cual, se emplearon bolsas de polipropileno de 10" x 15", y con la ayuda de una balanza de cinco kg, se pesó un kilo de sustrato, y luego se procedió a amarrar la bolsa con hilo pabilo, para luego ser esterilizados en una autoclave vertical de una capacidad con 35 kg, a una temperatura de 121°C y con una presión de una atmósfera por un tiempo de 20 minutos. Los sustratos esterilizados, fueron acondicionados en la mesa del laboratorio a para que se enfríen, por un espacio de 16 horas.

La inoculación se realizó dentro de una cámara de flujo laminar, y con la ayuda de una espátula flameada, se agregó 20 g (2%) de trigo colonizado por cada bolsa de 1 kg de sustrato.

Terminada la inoculación, las bolsas se acondicionaron en el ambiente de incubación, el cual estuvo constituido por una caseta de madera de 3m x 4m x 2,5 m de alto, con techo de calamina y las paredes fueron forradas con plástico transparente, y en el interior se acondicionaron tres estantes de 1,5 m de alto por 4 m de largo y 40 cm de ancho, con tres repisas cada una. Se esperó que el micelio se desarrolle y colonice el sustrato, lo cual se dio en un lapso de 13 a 25 días. Una vez invadido por completo el sustrato, se estimuló el desarrollo de los carpóforos, abriendo las bolsas con una navaja estéril.

Durante el desarrollo de los carpóforos, se mantuvo la humedad en un rango de 80 – 90% realizando dos riegos diarios al sustrato mediante aspersion, a razón de 50 ml de agua estéril/día/bolsa (Fernández, 2004).

La cosecha se realizó cortando la base del tallo con una navaja desinfectada, teniendo en cuenta que el hongo presente los basidiocarpos compactos y antes que sus orillas se enrollen hacia arriba.

El estudio realizó de acuerdo a un Diseño Completo al Azar, realizándose el análisis de varianza (ANOVA), y la prueba de promedios de Tukey, con un  $\alpha = 0,05$ .

## Resultados y discusiones

### A. *Aserrín de bolaina fresca y descompuesta*

La tabla 01, muestra los parámetros de desarrollo y producción de *P. ostreatus* sobre el aserrín de bolaina fresco y descompuesto, en los cuales, se demuestra que no existen diferencias significativas en cuanto a todos los parámetros de desarrollo y producción, denotándose un bajo porcentaje de eficiencia biológica y rendimiento (kg/ton). En tal sentido, se puede utilizar





indistintamente el aserrín de bolaina fresco o descompuesto, obteniéndose rendimientos de 18,65 a 20,92 kg de carpóforos/ tonelada de sustrato.

### Tabla 01

Parámetros de desarrollo y producción de *Pleurotus ostreatus* sobre el aserrín de bolaina fresco y descompuesto.

| Tratamientos                    | Longitud de pie (cm) | Diámetro de carpóforo (cm) | Numero de carpóforos | Peso fresco de carpóforos (g) | Peso seco de carpóforos (g) | Eficiencia biológica (%) | Rendimiento (kg/ton) |
|---------------------------------|----------------------|----------------------------|----------------------|-------------------------------|-----------------------------|--------------------------|----------------------|
| Aserrín de bolaina fresca       | 1,61 a               | 3,04 a                     | 8,6 a                | 3,11 a                        | 0,28 a                      | 3,39 a                   | 18,65 a              |
| Aserrín de bolaina descompuesta | 1,47 a               | 3,26 a                     | 8,4 a                | 2,22 a                        | 0,23 a                      | 4,18 a                   | 20,92 a              |

Letras iguales no presentan diferencias significativas. Tukey  $p \leq 0,05$

Al respecto, Vallejo et al. (2017) analizaron la calidad microbiológica, fisicoquímica, y organoléptica del hongo *P. ostreatus*, fresco y deshidratado, cultivado en tres residuos agrícolas (cáscara de gandul (*Cajanus cajan*), residuo de cáscara de fréjol (*Phaseolus vulgaris*) y Pseudotallo de plátano (*Musa paradisiaca*)), demostrándose que, la utilización de diferentes sustratos provoca una variación entre tratamientos en la composición nutricional, especialmente en el contenido de humedad, materia seca, ceniza y pH. El contenido de fibra y proteína del hongo deshidratado cultivado en sustratos de gandul y pseudotallo sobresalieron. El hongo fresco cultivado en cascara de gandul, presentó menor porcentaje de grasa 0,76%. Asimismo, Vargas et al. (2012) evaluaron la hojarasca de roble mezclada con bagazo de caña (T1: bagazo 100%, T2: roble 100%, T3: roble 75% y 25% de bagazo, T4: roble 50% y 50% bagazo y T5: roble 25% y 75% bagazo), como sustrato para el crecimiento del hongo *P. ostreatus*, logrando eficiencias biológicas de 221,1%, 44,35%, 52,78%, 90,30% y 109,12% respectivamente, observándose una relación inversa entre el contenido de hoja de roble y la eficiencia biológica, debido a la naturaleza coriácea y cerosa de la hoja. La mayoría de los carpóforos presentaron 5 a 12 cm de diámetro, lo cual, confirma el comportamiento del aserrín de bolaina fresca y descompuesta, en el sentido de que el contenido nutricional del sustrato afectará significativamente el comportamiento productivo de *P. ostreatus*, y al ser el aserrín de bolaina, un sustrato rico en celulosa, hemicelulosa y lignina (Ara, 1999), por consiguiente, no tiene los nutrientes suficientes para que *P. ostreatus* genere un buen porcentaje de eficiencia biológica y rendimiento adecuado.





### B. Aserrín de bolaina fresca en combinación con cáscara de sachá inchi

La tabla 02, muestra los parámetros de desarrollo y producción de *P. ostreatus* sobre el aserrín de bolaina fresca en combinación con cáscara de sachá inchi, en los cuales, se demuestra que, existen diferencias significativas en cuanto a la longitud del pie del carpóforo, en los cuales el sustrato aserrín de bolaina fresca mostró longitud de pie de carpóforo más corto en comparación con los sustratos con adición de cáscara de sachá inchi. Asimismo, no se observan diferencias significativas respecto al diámetro de carpóforos, peso fresco y peso seco de carpóforos, sin embargo, si se observan diferencias significativas en cuanto al número de carpóforos, porcentaje de eficiencia biológica y rendimiento, en los cuales, los sustratos con adición de 70% de cáscara de sachá inchi y 50% de cascara de sachá inchi, mostraron los mejores promedios de número de carpóforos, porcentaje de eficiencia biológica y rendimiento, luego el sustrato con adición de 30% de cascara de sachá inchi y finalmente el sustrato sin adición de cáscara de sachá inchi, el cual presento los menores promedios de número de carpóforos, porcentaje de eficiencia biológica y rendimiento.

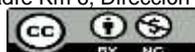
**Tabla 02**

*Parámetros de desarrollo y producción de Pleurotus ostreatus sobre el aserrín de bolaina fresca en combinación con cáscara de sachá inchi.*

| Tratamientos   | Longitud de pie (cm) | Diámetro de carpóforo (cm) | Número de carpóforo | Peso fresco de carpóforos (g) | Peso seco de carpóforos (g) | Eficiencia biológica (%) | Rendimiento (kg/ton) |
|--|----------------------|----------------------------|---------------------|-------------------------------|-----------------------------|--------------------------|----------------------|
| Aserrín de bolaina fresca 100 %                              | 1,61 b               | 3,04 a                     | 8,6 c               | 3,11 a                        | 0,28 a                      | 3,39 c                   | 18,65 c              |
| Aserrín de bolaina fresca 70 % + cáscara de sachá inchi 30 % | 2,79 a               | 3,70 a                     | 14,8 b              | 3,34 a                        | 0,32 a                      | 8,92 b                   | 45,53 b              |
| Aserrín de bolaina fresca 50 % + cascara de sachá inchi 50 % | 2,59 a               | 2,98 a                     | 25,4 a              | 2,29 a                        | 0,32 a                      | 11,79 a                  | 58,95 a              |
| Aserrín de bolaina fresca 30 % + cascara de sachá inchi 70 % | 2,72 a               | 3,68 a                     | 23,6 a              | 2,52 a                        | 0,42 a                      | 14,09 a                  | 63,42 a              |

Letras iguales no presentan diferencias significativas. Tukey  $p \leq 0,05$

Al respecto, Varnero et al. (2010) estudió el potencial de distintos residuos como astillas de álamo, astillas de eucalipto, mezcla de paja de trigo y eucalipto, y paja de trigo como testigo, como sustrato para el cultivo del hongo *P. ostreatus*, demostrándose que, todos los sustratos,





principalmente paja de trigo y mezcla paja de trigo más eucalipto son aptos para el cultivo de *P. ostreatus*, lo cual confirma el hecho de que los residuos lignocelulosicos enriquecidos con subproductos agrícolas, mejorar el comportamiento productivo de *P. ostreatus*, asimismo, Romero et al. (2010), evaluaron la producción de la cepa CP-50 de *P. ostreatus* en residuos de hoja de plátano deshidratada en contraste con la paja de trigo (*T. aestivum*), paja de cebada (*H. vulgare*), pajilla de frijol (*P. vulgaris*) y rastrojo de maíz (*Z. mays*), demostrándose que, la mayor eficiencia biológica (EB) se obtuvo en el sustrato paja de trigo, con  $129,34 \pm 9,1\%$ , la hoja de plátano deshidratada con  $123,30 \pm 0,7\%$ , y la pajilla de frijol obtuvo la EB más baja de  $82,91 \pm 0,4\%$ , asimismo, Ruilova y Hernández (2014) estudiaron la producción de *Pleurotus ostreatus* en residuos agrícolas como maíz, trigo, cebada, lenteja, bagazo de caña de azúcar y cascarilla de arroz, demostrándose que, los residuos de lenteja, bagazo de caña de azúcar y paja de cebada mostraron los mayores valores de eficiencia biológica (113,96 y 84 %, respectivamente), asimismo se demostró que la cascarilla de arroz como sustrato único no es adecuada para el cultivo del hongo, por su poca retención de humedad, sin embargo, es excelente para utilizarla en mezclas, ya que ayuda a mantener una buena aireación en el sustrato, seguidamente, Romero et al. (2018) suplementó con distintas proporciones de alfalfa deshidratada (*Medicago sativa* L.) los diferentes sustratos agrícolas más utilizados en la producción de *P. ostreatus*, demostrando que, la mejor combinación para la producción de setas fue el tratamiento con paja de trigo (3 kg) + alfalfa deshidratada (3 kg), con 17,94 kg, el tratamiento que obtuvo la producción más baja fue la alfalfa deshidratada sola, con 3,51 kg. La menor eficiencia biológica (EB) se observó en el residuo paja de frijol, con 46,84 %, además, el rastrojo de maíz, incrementó su EB de 64,30% a 120,91 % al ser suplementado con 3 kg de alfalfa y una tasa de biodegradación de 64 %, concluyéndose que la adición de la alfalfa deshidratada en los sustratos convencionales, aumenta la producción de *P. ostreatus*, lo cual demuestra que, los residuos agroindustriales utilizados para producir carpóforos de *P. ostreatus*, influyeron directamente, en la eficiencia biológica y en el rendimiento, lo cual corrobora los resultados obtenidos en las combinaciones de los sustratos con aserrín de bolaina fresco y cáscara de sachá inchi, el mismo que, a medida que se incremente la cáscara de sachá inchi y disminuye el aserrín de bolaina fresca en el sustrato, aumenta la eficiencia biológica y el rendimiento.

Según Magae et al. (1995), citado por Ramos (2007), el número de hongos producidos por bolsa no tiene tanta relevancia como su peso fresco, sin embargo, el número de carpóforos producidos debe estar en un rango de 58 a 65 unidades por bolsa de 1 kg de sustrato, para poder ser





considerado como un sustrato adecuado y rentable, sin embargo, el número de carpóforos obtenidos en todos los sustratos estudiaron, lo alcanzaron los rangos propuestos por Magae et al. (1995). Asimismo, Royse (2003), indica que, la producción de los hongos se valora en kilogramos de carpóforos por sustrato, dividiendo el peso fresco de los hongos cosechados entre el peso seco del sustrato empleado, lo que se denomina eficiencia biológica, afirmando también que, un porcentaje de eficiencia biológica adecuada debe ser como mínimo 40%, lo cual, tampoco se ha logrado, ya que la eficiencia biológica de los sustratos estudiados, estuvieron en el rango de 14,09 % a 3,38 %, siendo este porcentaje bajo respecto a lo propuesto por Royse (2003), esto se debe, al aporte nutricional de los mismos sustratos, teniendo en cuenta que el aserrín de bolaina fresca no presenta características nutritivas favorables (Ara, 1999), asimismo, la cáscara de sachá inchi está constituida principalmente, por fibra (77,8 %), según Benítez et al. (2015).

### Conclusiones

- No se observaron diferencias significativas en cuanto a todos los parámetros de desarrollo y producción, sobre el aserrín de bolaina fresco y descompuesto, denotándose un bajo porcentaje de eficiencia biológica y rendimiento, concluyéndose que, se puede utilizar indistintamente el aserrín de bolaina fresco o descompuesto, obteniéndose rendimientos de 18,65 a 20,92 kg de carpóforos/tonelada de sustrato.
- El sustrato con aserrín de bolaina fresca 100 %, mostró longitud de pie de carpóforo más corto en comparación con los sustratos con adición de cáscara de sachá inchi. Asimismo, no se observan diferencias significativas en cuanto al diámetro de carpóforos, peso fresco y peso seco de carpóforos entre los sustratos, sin embargo, si se observan diferencias significativas en cuanto al número de carpóforos, porcentaje de eficiencia biológica y rendimiento, en los cuales, los sustratos con aserrín de bolaina fresca 30% + cáscara de sachá inchi 70% y el sustrato con aserrín de bolaina fresca 50% + cáscara de sachá inchi 50%, mostraron los mejores promedios de número de carpóforos, porcentaje de eficiencia biológica y rendimiento, seguido del sustrato con aserrín de bolaina fresca 70% + de cáscara de sachá inchi 30% y finalmente el sustrato con aserrín de bolaina fresca 100 %, el cual presento los menores promedios de número de carpóforos, porcentaje de eficiencia biológica y rendimiento.

### Agradecimiento

En memoria de mi estimado amigo Blgo. William Xavier Rojas Isidoro.





A los señores Elías Benito Gil Illatopa y Jorge Wiese Macedo Saavedra, por el apoyo brindado en la ejecución de trabajo experimental.

### Referencias bibliográficas

- Ara, M. (1999). Vigor de establecimiento de bolaina (*Guazuma crinita*) en relación a la fertilidad del suelo en Pucallpa. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú* Vol. (10):1 12 p.
- Baldoceda, R., Pinedo, J., Castillo, A., Vidaurre, H. (1991). Silvicultura de la bolaina blanca. Temas forestales no. 10. INIA (Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias). Pucallpa, PE. 38 p.
- Barahona, S. (2008). Bechmarking del modelo Taiwanés en la producción y comercialización de hongos a mercados internacionales. Tesis de licenciatura. Universidad del Istmo Guatemala. 68 p.
- Barros, L., Cruz, T., Baptista, P., Estevinho, L.M. y Ferreira, I.C. (2008). Wild and commercial mushrooms as source of nutrients and nutraceuticals. *Food Chem. Toxicology*, 46 (8), 2742-2747.
- Benítez B., R.; Coronel T., C.; Hurtado Ordoñez, Z. A.; Martín F., J. (2015). Composición química de la cáscara de sachá inchi (*Plukenetia volubilis*) y alternativas para su aprovechamiento como subproducto agroindustrial. *El Hombre y la Máquina*, núm. 46, enero-junio, 2015, pp. 28-32 Universidad Autónoma de Occidente Cali, Colombia.
- Boa, E. (2005). Los hongos silvestres comestibles perspectiva global de su importancia para la población. FAO. 159 p. ISBN 92/5/305157/4. Disponible en: [http://books.google.com.mx/books?id=mHnNLVlgINMC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs\\_ge\\_summary\\_r&cad=0#v=onepage&q&f=false](http://books.google.com.mx/books?id=mHnNLVlgINMC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false).
- Chang, S.T. (2005). Mushroom biology the impact on mushroom production and mushroom products *En: 5th International Conference on Mushroom Biology and Mushroom Products*, Shanghai, RP China. 152 p.
- Fernández, F. (2004). Guía práctica de producción de setas (*Pleurotus* spp.). Fungitec Asesorías. Guadalajara, Jalisco. MX. 59 p.
- Fierro, A. (2005). Evaluación de 5 sustratos agrícolas en la preparación de Inóculos de *Pleurotus ostreatus* var. Florida para uso industrial. Tesis de Dra. En Bioquímica y Farmacia. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo; Facultad de Ciencias. Escuela de Bioquímica y Farmacia. Riobamba. 11 – 12 pp.
- Guillamón, E., García Lafuente, A., Lozano, M., D'Arrigo, M., Rostagno, M.A., Villares, A. y Martínez, J.A. (2010). Edible mushrooms: role in the prevention of cardiovascular diseases. *Fitoterapia*, 81(7), 715-723.
- Hernández, R., Moreno, F. (2010). Hongos comestibles del género *Amanita* en el mercado de Acaxochitlán, Hidalgo, MX. *Etnobiología* 8: 31-38.
- Martínez, C., Morales, P., Sobal, M., Bonilla, M., Martínez, W. (2007). México ante la globalización en el siglo XXI: El sistema de producción-consumo de los hongos comestibles. *El Cultivo de Setas Pleurotus spp. en México*. Capítulo 6.1, 20 p.





- Martínez Carrera, D., Larqué, A., Aliphath, M., Aguilar, A., Bonilla, M. & Martínez, W. (2000). La biotecnología de hongos comestibles en la seguridad y soberanía alimentaria de México. II Foro Nacional sobre Seguridad y Soberanía Alimentaria. Academia Mexicana de Ciencias-CONACYT, México, D. F. Pp. 193-207. ISBN 968-7428-11-2.
- Mera, J. (2005). Dosificación de ergosterol de *Pleurotus ostreatus* irradiado con luz Ultravioleta. Tesis para optar el grado de Doctor en Bioquímica y Farmacia. Riobamba. EC. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. p. 25 – 28.
- Nevárez Quiñones, D.M. (2012). Aprovechamiento de residuos agroforestales para el cultivo de hongos comestibles (*Pleurotus* sp.). Tesis Mag. Sc. en gestión ambiental. Victoria de Durango. DT. Instituto Politécnico Nacional. 199 p.
- Quimio, TC. (2005). Capítulo 1 Introducción a los hongos. En: Manual del cultivador de hongos 1. Cultivo del hongo ostra. Publicado por Mush Word, CK. p: 5-14.
- Ramos, G. (2007). *Pleurotus ostreatus* cultivado en residuos de palma aceitera como importante fuente proteica para la dieta humana. Tesis Ing. en Biotecnología Ambiental. EC. 44 p.
- Romero, O., Huerta, M., Damián, M.A., Macías, A., Tapia, A.M., Parraguire, J.F.C., Juárez, J. (2010). Evaluación de la capacidad productiva de *Pleurotus ostreatus* con el uso de hoja de plátano (*Musa paradisiaca* L., cv. Roatan) deshidratada, en relación con otros sustratos agrícolas. Agron. Costarricense vol.34 n.1 San Pedro de Montes de Oca. Disponible en: [https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?pid=S0377-94242010000100005&script=sci\\_arttext](https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?pid=S0377-94242010000100005&script=sci_arttext)
- Romero Arenas, O., Valencia De Ita, M.A., Rivera Tapia, J.A., Tello Salgado, I., Villarreal Espino Barros, O.A., Damián Huato, M.A. (2018). Capacidad productiva de *Pleurotus ostreatus* utilizando alfalfa deshidratada como suplemento en diferentes sustratos agrícolas. Agricultura, Sociedad y Desarrollo, Abril - Junio, 2018. Disponible en: <https://www.scielo.org.mx/pdf/asd/v15n2/1870-5472-asd-15-02-145.pdf>
- Royse, D.J. (2002). Cultivation of oyster mushrooms. The Penssylvania State University. 11 p.
- Ruilova Cueva, M.B., Hernández Monzón, A. (2014). Evaluación de residuos agrícolas para la producción del hongo *Pleurotus ostreatus*. ICIDCA. Sobre los Derivados de la Caña de Azúcar, vol. 48, núm. 1, enero-abril, 2014, pp. 54-59. La Habana, Cuba.
- Sánchez, J.E. & Royse, D.J. (2002). La biología y el cultivo de *Pleurotus* spp. pp 141-156. UTEHA – ECOSUR. México, DF ISBN 9-681-86357-7.
- Sobal, M., Morales, P., Martínez, W., Pegler, D. N. y Martínez-Carrera, D. (1997). Cultivation of *Lentinus levis* in Mexico. Micol. Neotrop. Apl. 10: 63-71.
- Taipe Cuadra, R., Fernández Curi, M., Villanueva Espinoza, M. E., & Gómez Bravo, C. (2022). Composición nutricional y digestibilidad de semilla, torta y cáscara de dos especies de sacha inchi (*Plukenetia volubilis* y *Plukenetia huayllabambana*). Ciencia y Tecnología Agropecuaria, 23(2), e2355. DOI [https://doi.org/10.21930/rcta.vol23\\_num2\\_art:2355](https://doi.org/10.21930/rcta.vol23_num2_art:2355)
- Ulloa, M. 1998. Imágenes y palabras. Una dualidad dinámica de la comunicación científica. MX. Revista Mexicana de Micología, (13):12-127.
- Vallejo Torres, C.A., Díaz Ocampo, R., Morales Rodríguez, W., Vera Chang, J., Tanya Maribel Cortéz Salazar, T.M. (2017). Calidad alimenticia del hongo *Pleurotus ostreatus*, fresco y deshidratado, cultivado en tres residuos agrícolas. Revista ESPAMCIENCIA vol 8, No





2. Disponible en:

[http://190.15.136.171/index.php/Revista\\_ESPAMCIENCIA/article/view/143/126](http://190.15.136.171/index.php/Revista_ESPAMCIENCIA/article/view/143/126)

Vargas, P.S., Hoyos, J.L., Mosquera, S.A. (2012). Uso de hojarasca de roble y bagazo de caña en la producción de *Pleurotus ostreatus*. Rev.Bio.Agro vol.10 no.1 Popayán Jan./June 2012.

Varnero, M.T., Quiroz, M.S., Álvarez, C.H. (2010). Utilización de residuos forestales lignocelulósicos para producción del hongo ostra (*Pleurotus ostreatus*). Información Tecnológica Vol. 21(2), 13-20 (2010) doi:10.1612/inf.tecnol.4154it.09

