

Rendimiento del hongo comestible *Pleurotus ostreatus* cultivado en diferentes sustratos a base de residuos agroindustriales

*Performance of edible mushroom *Pleurotus ostreatus* grown on different substrates from agro-industrial wastes*

Resumen

El objetivo de la presente investigación fue determinar el rendimiento del hongo comestible *Pleurotus ostreatus* cultivado sobre tres sustratos preparados a base de residuos agroindustriales en la ciudad de Tacna, Perú. En la experimentación se tuvo tratamientos con siete repeticiones con un total de 28 unidades experimentales distribuidas al azar. Los resultados obtenidos fueron: menor tiempo de corrida de micelio en el T2 (18 días) y mayor en el T4 (22 días); mayor número de hongos en el T1, T3 y T4 (control) con valores de 51, 50 y 46, respectivamente; tamaño de basidiocarpos en T1, T2, T3 y T4 de 5,8, 6,1, 5,9 y 5,9 cm, respectivamente, y mejor eficiencia biológica en el T1 (87,6%), T3 (76,5%) y T4 (70,1%). Los mejores rendimientos se obtuvieron en el T4 (26,9%), T3 (24,1%) y T1 (24,1%). El valor de proteínas más alto fue en el T4 (10,07%). Se concluye que el T1 formado por orujos de uva y coronta de maíz y el T3 formado por orujos de uva y orujos de aceituna fueron los más eficientes en rendimiento, eficiencia biológica y tasa de producción, por lo que no se presentaron diferencias significativas con el tratamiento control (T4).

Palabras clave: *Pleurotus ostreatus*, residuos agroindustriales, rendimiento, eficiencia biológica, hongo

Abstract

The objective of this research was to determine the yield of the edible mushroom *Pleurotus ostreatus* grown on three substrates prepared from agro-industrial waste in Tacna, Peru. In the experimentation, there were treatments with seven replications with a total of 28 experimental units randomly distributed. The results obtained were: lower mycelium run time in T2 (18 days) and higher in T4 (22 days); higher number of fungi in T1, T3 and T4 (control) with values of 51, 50 and 46, respectively; basidiocarps size in T1, T2, T3 and T4 of 5.8, 6.1, 5.9 and 5.9 cm, respectively, and better biological efficiency in T1 (87.6%), T3 (76.5%) and T4 (70.1%). The best yields were obtained in T4 (26.9%), T3 (24.1%) and T1 (24.1%). The highest protein value was in T4 (10.07%). It was concluded that T1, consisting of grape pomace and corncob, and T3, consisting of grape pomace and olive pomace, were the most efficient in terms of yield, biological efficiency and production rate, with no significant differences with the control treatment (T4).

Keywords: *Pleurotus ostreatus*, agroindustrial residues, yield, biological efficiency, fungi

Artículo Original

Anacelly Valera López¹
Daladier Castillo Cotrina²
Carlos Tito Vargas^{3,*}

¹Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann. Tacna, Perú.
<https://orcid.org/0000-0002-6667-3043>

²Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann. Tacna, Perú.
<https://orcid.org/0000-0003-0133-5921>

³Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann. Tacna, Perú.
<https://orcid.org/0000-0002-3005-809X>

Correspondencia:

*avaleral@unjbg.edu.pe

Recibido: 8/11/2023
Aceptado: 12/12/2023

Introducción

Cultivar hongos comestibles utilizando la biotecnología nos permite masificar su producción a gran escala, utilizando procedimientos y técnicas fáciles de implementar en espacios pequeños a bajo costo, con cosechas en cortos períodos y sobre todo porque la gran mayoría de estos hongos utilizan como sustratos para su cultivo residuos agroindustriales lignocelulósicos, convirtiéndose una industria fomentadora de empleo, con relevancia socioeconómica (Escobedo, 2012; Romero *et al.*, 2018).

Pleurotus ostreatus es el hongo comestible más cultivado y estudiado en la última década; su fácil cultivo y su alto valor nutricional con gran potencial económico hace que sea el segundo hongo más cultivado, representando el 19% de la producción mundial (Herrera y Ancona, 2006; Royse *et al.*, 2016). En la naturaleza crece sobre residuos leñosos o fibrosos como troncos, ramas y bagazos; de tal manera que, para su cultivo, se pueden emplear residuos forestales, agrícolas y agroindustriales, que frecuentemente, no son reutilizados, sino incinerados o arrojados a los basureros, mares y ríos sin ningún tratamiento previo, alterando las poblaciones de los ecosistemas (Hernández y López, 2008, Acevedo, 2017). Algunos estudios han demostrado que para elaborar sustrato de *Pleurotus* se pueden utilizar pajas de gramíneas como trigo, sorgo, cebada, maíz, sorgo, mijo, pulpa de café, pulpa de manzana, aguacate, desechos de piña, malta, bagazo de caña de azúcar, cascarilla de arroz, uvas, residuos forestales como troncos, ramas, hojas, virutas, aserrín y también desechos de papel y textiles (Grodzinskaya *et al.*, 2002; Camacho *et al.*, 2003; Vega y Caballero, 2005; Heredia *et al.*, 2016; Rodríguez *et al.*, 2018).

En la ciudad de Tacna no se han cultivado estos hongos comestibles y tampoco se ha valorado el potencial de muchos residuos agroindustriales en la región. La producción de estos hongos en la ciudad permitirá introducir un producto alimenticio de buena calidad nutritiva, utilizando residuos propios de los cultivos agroindustriales de la región. En este trabajo se propuso cultivar un alimento de alto valor nutricional utilizando, de una manera eficiente, residuos agroindustriales como sustratos en la producción del hongo comestible *Pleurotus ostreatus*, por lo que se planteó como objetivo determinar y evaluar su rendimiento de producción, utilizando tres sustratos basados en orujos de uva, orujos de olivo, coronta y paja de maíz, que son residuos lignocelulósicos agroindustriales abundantes en la ciudad de Tacna.

Material y métodos

Ubicación

Esta investigación se realizó en dos etapas, una *in vitro* y otra de producción, en el año 2018, en el Laboratorio de Biotecnología Vegetal ubicado en el Fundo Los Pichones de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, en Tacna, cuyas coordenadas fueron latitud sur 17° 59' 38'', longitud oeste 74° 14' 22'', con una altitud de 550 m s. n. m.

Tipo y diseño de la investigación

El estudio fue experimental comparativo; en el que se buscó encontrar el mejor residuo agroindustrial de la región para el cultivo de *Pleurotus ostreatus*, tomando en cuenta las variables de evaluación de rendimiento del hongo en estudio. En el experimento, se realizó un montaje de 3 tratamientos (sustratos) a base de tres residuos agroindustriales diferentes (orujo de uva, orujo de aceituna y coronta de maíz), con un tratamiento control utilizando la paja de maíz, que en total hizo que se tuviera 4 tratamientos con siete repeticiones y 28 unidades experimentales distribuidas completamente al azar. Cada tratamiento se mantuvo bajo condiciones ambientales controladas para garantizar que estuvieran libres de contaminación.

Población

La población estuvo formada por 28 unidades experimentales, cada unidad experimental consistió en una bolsa de polipropileno que contuvo 1,5 kg de sustrato húmedo que fueron inoculadas con el 5% de semilla por peso sustrato.

Muestra biológica

Cepa de *Pleurotus ostreatus*, obtenida de la empresa Perú Mushroom C y T SA.

Sustratos

Se trabajó con tres sustratos (tratamientos) diferentes y un sustrato control utilizando residuos agroindustriales para su preparación (tablas 1 y 2).

Tabla 1
Residuos agroindustriales utilizados en la preparación de los sustratos

Residuo agroindustrial	Procedencia
Orujos de uva	Bodegas vitivinícolas de Pocollay
Orujos de aceituna	Plantas de aceite de oliva de Magollo
Coronta de maíz	Pachía
Paja de maíz	Pachía

Tabla 2
Sustratos (tratamientos) preparados con residuos agroindustriales para el cultivo de *P. ostreatus*.

Tratamiento	Sustrato	Proporción
T1	1 kg orujo de uva + 0,5 kg coronta de maíz	2:1
T2	1 kg orujo de aceituna + 0,5 kg coronta de maíz	2:1
T3	0,75 kg orujo de uva + 0,75 kg orujo de aceituna	1:1
T4 (control)	Paja de maíz	1

Cultivo de *Pleurotus ostreatus*

En este cultivo se utilizó la técnica empleada por Chimey y Holgado (2010) y de Mendoza *et al.* (2019) y las etapas de reproducción del micelio, preparación de la semilla o spawn, preparación de los sustratos, inoculación de la semilla, incubación, inducción, fructificación y cosecha.

Los parámetros de evaluación que se tomaron en cuenta fueron los descritos por Chimey y Holgado (2010), Zarate (2015) y Borja (2016) en cada tratamiento, incluido las tres cosechas y sus siete repeticiones. Estos fueron tiempo de corrida del micelio, número de hongos producidos, tamaño del basidiocarpo (cm), eficiencia biológica (EB), tasa de producción (TP), rendimiento (R) y determinación de proteínas. Para la determinación de proteínas, se tomaron muestras de basidiocarpos de las tres cosechas de cada tratamiento, haciendo un total de cuatro muestras. La determinación de proteínas se realizó mediante el método de Kjeldahl, A. O. A. C. (Official Methods of Analysis 13th Edition, 1984) en el laboratorio de ensayo y control de calidad de la Universidad Católica de Santa María.

Procesamiento y análisis de datos

Se calculó el promedio y la media total de los datos obtenidos. Se utilizó el programa estadístico SPSS v25 para el análisis de varianza de un solo factor y comparación múltiple de medias (<0,05). Para el análisis de varianza, se utilizó el método de transformación raíz cuadrada (\sqrt{Y}), con el fin de estandarizar los datos. Los promedios de los datos obtenidos se utilizaron con la prueba de comparaciones múltiples.

Resultados

Tiempo de corrida de micelio

La colonización del sustrato, en todos los tratamientos, por el hongo *P. ostreatus* se evidenció cuando se cubrió de un color blanco y se compactó, bajo las condiciones ambientales de 19-24°C, 68-75% de humedad relativa y de oscuridad. El menor tiempo de corrida de micelio fue en el tratamiento T2, con una duración de 18 días; le siguieron los tratamientos T1 y T3, donde el tiempo de corrida del micelio fue de 20 días y, finalmente, el T4 (control), de 22 días. El resultado del análisis de varianza fue significativamente diferente. El coeficiente de variación fue de 4,61%. Los tratamientos T1 y T3 no presentaron diferencias significativas entre sí. El tratamiento T2 sí presentó diferencias significativas con los tratamientos T1, T3 y T4. El tratamiento T4 (control) también presentó diferencias significativas con los tratamientos T1, T2 y T3.

Número de hongos

Bajo condiciones ambientales de 18-22°C, con 75-85% de humedad relativa y de 700 a 1000 lux/hora de iluminación durante 12 horas al día; en el tratamiento T1 se obtuvo 51 hongos, valor más alto, en el T3 y T4 (control) 50 y 46, respectivamente, y en el T2, 27 hongos. El resultado del análisis de varianza fue significativamente diferente. El coeficiente de variación fue de 9,2%. Los tratamientos T1, T3 y T4 (control) no presentaron diferencias significativas entre sí. El número de hongos producidos en el tratamiento T2 presentó diferencias significativas con los tratamientos T1, T3 y T4.

Tamaño de basidiocarpos

Estos cuerpos fructíferos fueron agrupados según tamaño, en rangos de 2 cm con su porcentaje correspondiente. El mayor porcentaje en tamaño fue de 5 a 6 cm en T1, T2, T3 y T4 (control), con 45,9%, 42,7%, 48,3% y 44,3%, respectivamente; seguido de los del tamaño de 7 a 8 cm en T1, T2, T3 y T4, con valores de 36,4%, 39,2%, 34,1% y 32,5%. El siguiente tamaño fue de 3 a 12 cm en el T1 y de 3 a 14 cm en los T2, T3 y T4. El T4 (control) tuvo el mayor porcentaje de tamaño de 13 a 14 cm en comparación con los tratamientos T2 y T3 con 5,3%. Los resultados en promedio del tamaño de basidiocarpos en el tratamiento T2 fue de 6,1 cm, seguido de T3 y T4 (control) con valores de 5,9 cm en ambos tratamientos y en el T1 con 5,8 cm. Los resultados del análisis de varianza del tamaño de basidiocarpos de *P. ostreatus*, obtenidos en los cuatro sustratos (tratamientos), no fueron significativamente diferentes, es decir, estadísticamente fueron iguales. El coeficiente de variación fue de 5,04%.

Eficiencia biológica

El T4 (control) fue más eficiente que en los demás tratamientos, con un valor de 87,6%, seguido del T1 con 76,5%, el T3 con un 70,1% y, finalmente, el T2 con 48,8% de eficiencia biológica. Los resultados del análisis de varianza de la eficiencia biológica de *P. ostreatus* producidos en los cuatro sustratos (tratamientos) son significativamente diferentes. El coeficiente de variación fue de 9,2%. Las eficiencias biológicas obtenidas en los tratamientos T1, T3 y T4 no presentaron diferencias significativas entre sí. La eficiencia biológica obtenida en el T2 presentó diferencias significativas con los tratamientos T1, T3 y T4.

Tasa de Producción

El T4 (control) tuvo la mayor tasa de producción que los demás tratamientos con un valor de 1,6%, seguido del T1 con 1,4%, T3 con 1,2% y T2 con 0,8%. Los resultados del análisis de varianza de la tasa de producción de *P. ostreatus* obtenidos en los cuatro sustratos (tratamientos) son significativamente diferentes. El coeficiente de variación fue de 10,3%. Las tasas de producción en T1 y T3 no presentaron diferencias significativas entre sí, asimismo, entre T3 y T4. Los tratamientos T1 y T4 sí presentaron diferencias significativas entre sí. La tasa de producción en el T2 presentó diferencias significativas con T1, T3 y T4. La tasa de producción obtenida en el T4 presentó diferencias significativas con T1 y T2.

Rendimiento

En el T4 (control) se obtuvo el mayor rendimiento con 26,9%, seguido del T1 y T3, con el valor de 24,1% y el T2 con 18% de rendimiento. Los resultados del análisis de varianza del rendimiento de *P. ostreatus* producidos en los cuatro tratamientos son significativamente diferentes. El coeficiente de variación es de 9,28%. Los rendimientos obtenidos en los tratamientos T2, T1 y T3 no presentaron diferencias significativas entre sí. El rendimiento obtenido en el sustrato (tratamiento) T2 presentó diferencias significativas con el rendimiento obtenido en el T4.

Contenido de proteína total en porcentaje

En la tabla 3 se observan los porcentajes de proteínas totales de las tres cosechas en los cuatro tratamientos evaluados. Los resultados muestran que en el tratamiento T4 (control) se obtuvo el valor de proteínas más alto con 10,07%, el T3 con 5,67%, el T2 con 4,37% y T1 con 3,83%.

Tabla 3
Proteínas totales (%) en Pleurotus ostreatus producidos en los tratamientos evaluados

Tratamiento	Proteína total (%)
T1(orujo de uva + coronta de maíz)	3,83
T2 (orujo de aceituna + coronta de maíz)	4,37
T3 (orujo de uva + orujo de aceituna)	5,67
T4 (paja de maíz) (control)	10,07

En la tabla 4, se muestra el promedio de cada una de las variables evaluadas del cultivo de *P. ostreatus* en los cuatro tratamientos, con su comparación múltiple de medias a un nivel de significancia de 0,05%. La tabla muestra que los tratamientos T1 formado por orujos de uva y coronta de maíz y el tratamiento T3 formado por orujos de uva y orujos de aceituna fueron los más eficientes en eficiencia biológica, tasa de producción y rendimiento, no presentando diferencias significativas con el tratamiento control (T4).

Tabla 4
Variables del cultivo de *Pleurotus ostreatus* en los cuatros tratamientos evaluados

Variable	Tratamientos			
	T1 = orujo de uva + coronta de maíz	T2 = orujo de aceituna + coronta de maíz	T3 = orujo de uva + orujo de aceituna	T4 = paja de maíz (control)
Tiempo de corrida del micelio (días)	20	18	20	22
Número de hongos	51	28	50	46
Tamaño del basidiocarpio (cm)	5,8	6,1	5,9	5,9
Eficiencia biológica (%)	76,5	48,8	70,1	87,6
Tasa de producción (%)	1,4	0,8	1,2	1,6
Rendimiento (%)	24,1	18	24,1	26,9
Proteína cruda (%)	3,83	4,37	5,67	10,07

Discusión

Tiempo de corrida de micelio

La concentración de carbono y nitrógeno presentes en los sustratos (tratamientos) son los principales responsables del desarrollo de micelio, ya que el hongo utiliza el carbono como fuente de energía y el nitrógeno para formar componentes celulares y nuevas células, aumentando su población para la colonización del micelio, es decir, a mayor cantidad de carbono, el hongo se adapta con mayor facilidad para la degradación del sustrato y lo utiliza para su crecimiento y formación de biomasa (Hernández y López, 2008). Otro factor importante a considerar es el tamaño de la partícula de los sustratos, que afecta directamente en la velocidad de colonización del micelio en los tratamientos. Los tratamientos T1 y T2 estuvieron formados principalmente por orujo de uva y orujo de aceituna, respectivamente, cuyas características granulométricas no fueron modificadas, lo que hizo que los tamaños de sus partículas sean más homogéneos, mientras que el tratamiento T4 (control) formado por paja de maíz, se realizaron cortes manuales, donde los tamaños no fueron tan homogéneos, lo que dificultó su compactación. El tamaño de la partícula afecta al crecimiento, porque se relaciona con la disponibilidad a los nutrientes, al agua y al aire por parte del micelio del hongo, los tamaños de partícula muy pequeños dificultan la aireación y los tamaños de partículas muy grandes dificultan la compactación del sustrato y el acceso del hongo a los nutrientes (Sánchez y Royse, 2017). Esto sucedió con el tratamiento T4 (control) que, al tener la segunda mayor cantidad de carbono, tuvo el mayor tiempo de corrida de micelio. El tiempo de corrida de micelio de *P. ostreatus* para todos los tratamientos estuvo entre los 18 y 22 días, valores que están dentro de los rangos antes reportados como el de Tipan (2016).

Número de hongos

Los valores más altos se observaron en los tratamientos T1, T3 y T4 (control), mientras que el T2 mostró el valor más bajo. Estos resultados sugieren que las características físico-químicas de los sustratos, especialmente la presencia de lignina, celulosa y hemicelulosa, desempeñaron un papel crucial en la formación de los carpóforos. Los T1, T3 y T4 (control) consistieron en orujos de uva y coronta de maíz, orujos de uva y aceituna y paja de maíz, respectivamente, que poseen un mayor contenido lignocelulósico en comparación con el tratamiento T2, que incluía orujo de aceituna y coronta de maíz. De acuerdo con Donado (2014), la presencia de lignina favorece el crecimiento del hongo desde su brotación o primordio. Además, Sánchez y Royse (2017) indican que las principales materias primas utilizadas en la elaboración de sustratos para *Pleurotus* son las pajas de cereales, que son residuos ricos en lignocelulosa, esenciales para el desarrollo del hongo. Benavides (2013) menciona investigaciones previas sobre diferentes sustratos, como tusa de mazorca con un número de setas de 34,50/bolsa (López *et al.*, 2008), paja de trigo con 18,20/bolsa (Varnero, *et al.*, 2010), 88/bolsa (Ramos *et al.*, 2011), y capacho de uchuva con 65/bolsa (López, *et al.*, 2008); por esto, los resultados obtenidos se asemejan a los encontrados por investigadores mencionados anteriormente.

Tamaño de basidiocarpio

En cada uno de los cuatro tratamientos, se observó que el rango de tamaño de 5 a 6 cm representó el mayor porcentaje del total de carpóforos (42 a 45%). Estos resultados indican una producción equilibrada en cuanto al tamaño de los basidiocarpos en todos los tratamientos, incluyendo el control. Estos resultados coinciden con los informados por López *et al.* (2008), citado por López (2011), donde se observó que el tamaño de los sombreros de los carpóforos en todos los residuos evaluados era similar, con un promedio de 5 a 6 cm de diámetro, y no se encontraron diferencias significativas con respecto al sustrato de control. Tipan (2016) hace referencia a los estudios de Hernández y López (2008), quienes informaron un diámetro promedio de 5,53 cm para los carpóforos cultivados

en tusa de mazorca, datos que coinciden con los valores obtenidos en la presente investigación, por lo que se puede afirmar que el tamaño se mantuvo constante, independientemente de los diferentes tratamientos, lo que implica que los sustratos no ejercieron influencia en el diámetro de los basidiocarpos.

Eficiencia biológica

Sánchez y Royse (2017), así como Benavides (2013), sostienen que la calidad productiva de un sustrato se considera aceptable cuando se alcanzan eficiencias biológicas de al menos el 50%, un valor mínimo para que la producción sea económicamente rentable en el caso de *P. ostreatus*. Los resultados indican que los tratamientos T1 y T3 superaron el umbral del 50% en eficiencia biológica, y no se observaron diferencias significativas con la eficiencia biológica obtenida en el tratamiento T4 (control). Sin embargo, el tratamiento T2 no logró superar el 50% de eficiencia biológica. Las diferencias en las eficiencias biológicas entre los sustratos se atribuyen a la disponibilidad de nutrientes, lo que sugiere que ciertas combinaciones de sustratos ofrecen rendimientos superiores (Benavides, 2013).

Tasa de producción

La tasa de producción en el tratamiento T1 obtuvo el valor más alto con 1,6% y el T2 obtuvo el más bajo con 0,8% de tasa de producción y presentó diferencias significativas con los tratamientos T1, T3 y T4. Estos resultados indican que el tiempo del ciclo de cultivo fue menor en los T1 y T3. Zarate (2015) indica que, si la tasa de producción es alta, el periodo productivo puede ser más corto, desde la inoculación hasta la última cosecha, lo que representa mayor producción diaria y más periodos productivos al año. Los valores de tasa de producción obtenidos en esta investigación son similares a los reportados por Rodríguez *et al.* (2018), que cita una tasa de producción entre 0,63 y 1,13%, al inocular 19 cepas de *Pleurotus* spp., en viruta de pino y paja de cebada.

Rendimiento

Se considera que la calidad productiva de un sustrato es aceptable cuando se logran eficiencias biológicas del 50% (Carvajal, 2010) y un rendimiento superior al 10% (Bermúdez, García y Mourlot, 2007). Con base en esto, se afirma que los rendimientos obtenidos en los sustratos evaluados en esta investigación son económicamente rentables.

Determinación de proteína

La medición de la variable de proteína cruda en *P. ostreatus* puede variar según el tipo de sustrato de crecimiento, especialmente debido a su contenido de nitrógeno, que tiene un impacto directo en la cantidad y calidad de las proteínas fúngicas (Benavides, 2013). Los resultados indican que el tratamiento T4 (control) registró el valor más alto de proteínas, con un 10,07%, mientras que los tratamientos T1, T2 y T3 mostraron valores de 3,83%, 4,37% y 5,67%, respectivamente. Esto podría atribuirse al bajo nivel de nitrógeno presente en los sustratos utilizados en las mezclas. Es importante destacar que en esta investigación se emplearon residuos de la región sin ningún tipo de suplementación o enriquecimiento con otros compuestos.

Conclusiones

El hongo *Pleurotus ostreatus* completó su crecimiento micelial y productivo, en los cuatro sustratos evaluados preparados a base de residuos agroindustriales de orujo de uva, orujo de aceituna, coronta y paja de maíz, en la ciudad de Tacna. Además, produjo el mayor número de hongos en los tratamientos (sustratos) T1, T3 y T4 (control), sin diferencias significativas entre sí.

Los cuatro sustratos no influyeron en el tamaño de los basidiocarpos, siendo el T1 formado por orujos de uva y coronta de maíz y el T3 formado por orujos de uva y orujos de aceituna los más eficientes en eficiencia biológica, tasa de producción y rendimiento sin diferencias significativas con el T4.

El T4 proporcionó el valor de proteínas más alto, 10,07%, siendo en T1, T2 y T3 los valores de proteínas de 3,83%, 4,37% y 5,67%, que fueron tratamientos donde no hubo enriquecimiento o suplementación con fuentes nitrogenadas.

Referencias

- 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. *Revista Colombiana de Investigaciones Agroindustriales*, 4(1), 15-23.
- Alberto, E. y Gasoni, L. (2000). Producción de hongos comestibles en Argentina. *Revista INTA*. Argentina UNSAM (11), 70-76.

- Benavides, O. L. (2013). Aprovechamiento de residuos lignocelulosicos para el cultivo de Orellanas (*Pleurotus ostreatus*). (Tesis de maestría, Universidad de Nariño).
- Bermúdez Savon, R. C., García Oduardo, N., Mourlot López, A. (2007). Fermentación sólida para la producción de *Pleurotus* sp. Sobre mezclas de pulpa de café y viruta de cedro. *Tecnología Química*, XXVII(2), 55-62.
- Borja, L., Segura, W. (2016). *Evaluación de residuos agrícolas predominantes en la provincia Bolívar para la producción de hongos tipo ostra (Pleurotus ostreatus) por fermentación sólida* (Trabajo de grado), Ingeniería Agroindustrial, Universidad Estatal de Bolívar, Guaranda, Ecuador.
- Camacho, S., Macías, R., Núñez, J. & Ramos, S. (2003). Selección de sustratos para producir hongos setas (*Pleurotus ostreatus*). Universidad Nacional de México.
- Carvajal, G. (2010). *Evaluación de la producción del hongo Pleurotus ostreatus sobre cinco tipos de sustratos (tamo de trigo, tamo de cebada, tamo de vicia, tamo de avena y paja de páramo); enriquecidos con tuza molida, afrecho de cebada y carbonato de calcio* (Tesis de grado de título), Pontificia Universidad Católica del Ecuador.
- Chimey C. & Holgado M. (2010). *Los hongos comestibles Silvestres y Cultivados en Perú*. En: Martínez- Carrera D., Curvetto N., Sobal M., Morales P. & Mora V.M. Hacia un Desarrollo Sostenible del Sistema de Producción Consumo de los Hongos Comestibles y Medicinales en Latinoamérica: Avances y perspectivas en el siglo XXI. 381-395. Red Latinoamericana de Hongos Comestibles y Medicinales.
- Donado, T. V. (2014). *Evaluación de tres sustratos para la producción del hongo ostra (Pleurotus ostreatus), Moyuta, Jutiapa*. (Tesis de grado), Universidad Rafael Landívar.
- Escobedo, R. (2012). *Producción del hongo seta (Pleurotus ostreatus)*. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Puebla, México.
- Grodzinskaya, A., Infante, D. & Piven, N. (2002). Cultivo de hongos comestibles utilizando desechos agrícolas e industriales. *Agronomía Tropical*, 52(4), 427-447.
- Heredia, A., Esparza, E., Romero, L., Cabral, F., Echevarria, F., & Bañuelos, R. (2016). Evaluación de mezclas para sustrato y producción de *Pleurotus ostreatus* (Jacq.ex Fr.) P. Kumm. *Agroproductividad*. 9(6), 67-72.
- Herrera, J., & Ancona, M. A. (2006). *Proyecto de inversión de una unidad productora de setas en el Municipio de las Vigas* (Tesis de maestría), Universidad Veracruzana de México.
- Hernández, M. E. (2000). Valor nutricional de setas (*Pleurotus ostreatus*) cultivadas en paja de trigo y bagazo de agave (*Agave tequilaza weber*, var.azul) enriquecido con col (Tesis para Título), Universidad de Guanajuato.
- Hernández, R., & López, C. (2008). Evaluación del crecimiento y producción de *Pleurotus ostreatus* sobre diferentes residuos agroindustriales del departamento de Cundimarca. *Universitas Scientiarum*, 13(2), 128-137.
- López, C. A. (2011). *Manejo holístico en la producción de hongos comestibles (Pleurotus ostreatus) en el semidesierto* (Tesis de grado), Universidad Autónoma Agraria Antonio Navarro.
- Mendoza, H., Juscamaita, J., & Quipuzco, L. (2019). Análisis de la producción del hongo comestible *Pleurotus ostreatus* obtenida a partir de los subproductos de la etapa de despulpado del café. *Agroindustrial Science* 9(2), 179-187.
- Rodríguez, G., Martínez, D., Buglore, M., Filippi, M. & Agüero, M. (2018). Cultivo de *Pleurotus ostreatus* (Jacq.: Fr.) Kummer sobre orujo de pera: Evaluación de la productividad y composición química del sustrato biodegradado. *Anales de Biología*, (40), 21-30.
- Romero, O., Valencia, Ma., Rivera, J., Tello, I., Villarreal, O. & Damián, M. (2018). Capacidad productiva de *Pleurotus ostreatus* utilizando alfalfa deshidratada como suplemento en diferentes sustratos agrícolas. *Agricultura, sociedad y desarrollo*, 15(2), 145-160.
- Royse, J., Baars J., & Tan Q. (2016). *Current overview of mushroom production in the world*. In: Zied DC, editor. *Edible and medicinal mushrooms: technology and applications*. New York, Wiley.
- Sánchez, J., & Royse, D. (2017). *La biología, el cultivo y las propiedades nutricionales y medicinales de las setas Pleurotus spp.* (1ra ed.). Chiapas, México: El Colegio de la Frontera Sur.
- Tipan, C. V. (2016). *Evaluación del crecimiento del hongo Pleurotus ostreatus con el uso de un sustrato de rastrojo de maíz con composición variable de papel*. (Tesis de grado), Escuela Politécnica Nacional, Quito. Ecuador.
- Vega, A. & Caballero, R. E. (2005). Aporte del Dr. Gastón al desarrollo de la micología en Panamá. *Revista Mexicana de Micología*, (21), 11-13.
- Zarate, J. R. (2015). *Producción y desarrollo de cuatro aislamientos de Pleurotus ostreatus (Jacq.), cultivados en restos de cosecha* (Tesis de grado), Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima.