



Evaluación de diferentes sustratos agroresiduales para la producción de *pleurotus ostreatus*

María Guadalupe Vázquez-Vázquez¹, Luis Felipe Juárez-Santillán¹, Fidel Alejandro Aguilar-Aguilar¹, Georgina Martínez-Reséndiz¹, José de Jesús López-Ceballos¹, Juan Pablo Reyes-Gómez^{1*}

¹Univerisdad Tecnológica de Gutiérrez Zamora, área académica de Agrobiotecnología, Campus Gutiérrez Zamora. Carretera Gutiérrez Zamora-Boca de Lima Km 2.5 Gutiérrez Zamora 93556, Veracruz, México.

*Autor de correspondencia: juanpablo_d@utgz.edu.mx

Recibido 19 de mayo de 2020; aceptado 22 de junio de 2020

RESUMEN

Pleurotus ostreatus es una especie de hongo que ha tomado relevancia en la producción de setas comestibles, de ahí la importancia de generar un estudio que pueda ser replicado en las zonas rurales. *Pleurotus ostreatus* es una especie que contiene propiedades nutricionales y beneficios a la salud humana. El principal objetivo de este trabajo fue producir setas de *pleurotus ostreatus* en tres sustratos (paja de cebada, hoja de plátano y forraje de maíz) con la finalidad de determinar qué sustrato, o la mezcla de estos, puede ser el mejor. En el trabajo, se desarrollaron 10 tratamientos (3 con cada sustrato sin ajuste de pH, 3 con cada sustrato y ajustando el pH, 3 con mezcla 50:50 de cada sustrato ajustando el pH y 1 con una mezcla de 33:33:33 de cada sustrato ajustando el pH). Los principales resultados indican que el tratamiento con relación 33:33:33 presenta la mayor producción de setas, y concretamente el análisis de correlación de Pearson indica que la temperatura tiene una influencia con el número de primordios, etapa fundamental para el desarrollo del hongo. Bajo las condiciones en la que fue desarrollado el trabajo, éste tiene facilidad para ser replicado en cualquier zona que se quiera producir setas de este tipo y obtener un alimento con un alto

contenido nutrimental.

PALABRAS CLAVE: setas, *pleurotus ostreatus*, sustratos agroindustriales, factores extrínsecos, factores intrínsecos, correlación de Pearson.

ABSTRACT

Pleurotus ostreatus is a fungi specie that has gained importance in the production of edible fungi; therefore, it is relevant to develop a study to be replicated in rural zones. *Pleurotus ostreatus* is a specie that contains nutritional properties and benefits to human health. The main objective of this study is to produce *pleurotus ostreatus* mushrooms on three different substrates (barley straw, banana leaf and corn stover), to determine which of the substrates or mixtures is the best. For this study, were developed ten treatments (3 with each one of the substrates with no Ph adjustment, 3 with each one of the substrates with Ph adjustment, 3 with a 50:50 mixture of each substrate and Ph adjustment and 1 with a 33:33:33 mixture of each substrate with Ph adjustment. The main results show that 33:33:33 treatment presents a higher production of mushrooms; and specifically Pearson's correlation analysis indicates that the temperature influences the number of the primordium, a vital stage in the mushroom development. Due to the conditions under this investigation was developed, this work can be replicated easily in any zone that is looking to produce this kind of mushrooms and obtain food with high nutritional levels.

KEY WORDS: mushrooms, *pleurotus ostreatus*, agro-industrial substrates, extrinsic factors, intrinsic factors
Pearson's correlation.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, el cultivo de hongos comestibles se presenta como una alternativa ideal para la obtención de alimentos, sobre todo en países con economías emergentes. El desarrollo de este tipo de tecnologías requiere del aislamiento y evaluación del crecimiento micelial de las especies reportadas como comestibles para promover su cultivo bajo condiciones locales.

Pleurotus spp. es uno de los grupos más importantes de hongos comestibles cultivados comercialmente, posicionándose en el segundo lugar a nivel mundial.

El 99% de la producción de *pleurotus* spp. se concentra en el continente asiático, principalmente en China; mientras que, en Latinoamérica, la producción comercial se genera mayormente en Brasil, México, Colombia, Argentina y Guatemala (Aguilar et al., 2019).

Para la producción de setas a partir de *pleurotus ostreatus* se deben considerar y conocer los siguientes factores intrínsecos: composición del sustrato, fuente de nitrógeno, relación carbono/nitrógeno, pH, minerales, tamaño de partícula, uso de surfactantes; y extrínsecos como: temperatura ambiente, temperatura de cultivo, composición del aire (Eira, 2003; AMGA, 2004; (Ahmed et al., 2013 y Cogorni et al., 2014). El

buen control de los factores que afectan la producción de setas será muy importante para potenciar las propiedades en la salud humana de este hongo, de las cuales destacan: actividad antifúngica, antioxidante, anti genotóxico, anti hipertensión, reducción del estrés, así como las propiedades del mismo tales como bajo contenido de grasas saturadas, elevado contenido de fibra y proteína (Wang et al., 2005; Roupas et al., 2012; Zhou et al., 2013; Kim et al., 2015; Vaz et al., 2011; Han et al., 2011; Akata et al., 2012; Kim et al., 2011).

Este estudio se basó en probar diferentes sustratos (hoja de plátano, forraje de maíz y paja de avena) para determinar en cuál de ellos *pleurotus ostreatus* se desarrollaba mejor, y se hicieron mediciones de temperatura ambiente y humedad relativa; en el cultivo, se cuantificó el número de primordios, diámetro, contenido de humedad y cenizas con la finalidad de determinar en qué tratamiento se obtuvo el mejor rendimiento. Este trabajo servirá para promover el cultivo de *pleurotus ostreatus* en la región de Gutiérrez Zamora, Veracruz, y así mostrarle a la población un cultivo alternativo con valor alimenticio y sustentable.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para el diseño del experimento, se empleó la mezcla simplex de centroide. En la figura 1, se observa el diseño simplex centroide con $p = 3$, componente que consta de 7 puntos (Montgomery, 2004); mientras que en la tabla 1 se presenta la composición de cada tratamiento realizado: forraje de maíz (*zea mays*), hoja de plátano (*musa paradisiaca*) y paja de cebada (*hordeum vulgare*) para evaluar en qué agro-residuo tiene el mejor rendimiento el cultivo de *pleurotus ostreatus*, es decir, aquel que promueva su mayor crecimiento y producción.

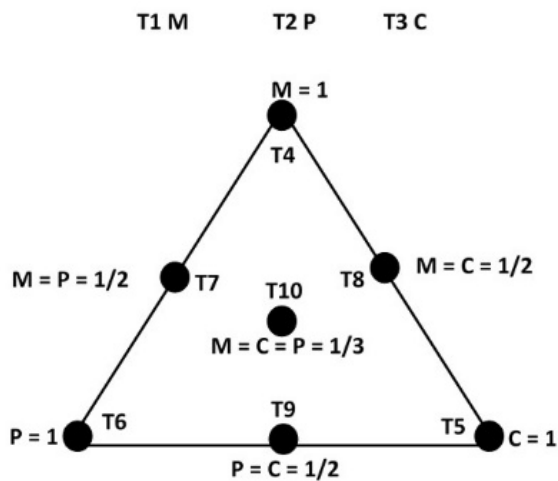


Figura 1. Diseño de experimento simplex de centroide
M = forraje de maíz; P = hoja de plátano; C = paja de
cebada

Tabla 1. Tratamientos

Tratamientos puros (sin ajuste de pH)	Tratamientos testigos	Combinaciones
T1 Maíz	T4 Maíz	T7 Maíz/paja
T2 Hoja de plátano	T5 Hoja de plátano	T8 Plátano/maíz
T3 Paja de cebada	T6 Paja de cebada	T9 Paja/plátano
		T10 Paja/maíz/plátano

Cada tratamiento se hizo por triplicado

El trabajo se desarrolló en la Universidad Tecnológica de Gutiérrez Zamora, en el área experimental del modelo educativo de Agrobiotecnología, en un cuarto cerrado que cuenta con los requisitos básicos para la producción del hongo (imagen 1). Las dimensiones del lugar son 28 m² de área por 3 m de altura; el cuarto fue cubierto totalmente con paredes echas de triplay, un repellado de barro y un encalado como método de desinfección.



Imagen 1. Cuarto cerrado para producción de setas comestibles

Inóculo

Como primera etapa del proceso, se obtuvo la cepa de *pleurotus ostreatus* por medio de un proveedor del municipio de Perote, Veracruz. El fabricante del micelio es la empresa HONCOP, mientras que la semilla utilizada para la inoculación de la cepa es de sorgo, la cual tiene una viabilidad de 3 meses aproximadamente y se recomienda mantenerla a una temperatura de 4° C.

Preparación de los sustratos

Se recolectaron 10 kg de cada sustrato a utilizar, los cuales se cortaron en segmentos de 5 a 10 cm, y de este modo se facilita la retención de humedad y la

colonización del micelio. Posteriormente, se realizaron de 2 a 3 lavados para eliminar restos de polvo e impurezas; la hidratación de sustratos fue por separado durante 24 horas en tanques de 250 litros de capacidad, agregándose agua hasta el límite y 80 gr de cal, mezclando de manera homogénea para ajustar el pH en un rango de 6.5 a 7, aproximadamente (Loss et. al., 2017). Cabe mencionar que la calidad del sustrato va a impactar en la productividad, por lo que es necesario que sea un sustrato de cosecha reciente, que no haya sido expuesto a la lluvia, humedad y además esté libre de impurezas y de hierbas ajenas.

Pasteurización

Cuando finalizó la etapa de hidratación, se escurrieron los sustratos y se introdujeron a un tanque metálico con capacidad de 250 litros (imagen 2), el cual ya estaba previamente acondicionado sobre un soporte de metal. También se agregaron los sustratos y se añadió agua, además de utilizar leña para aplicarle temperatura hasta llegar aproximadamente a 80° C, que es la temperatura indicada para la pasteurización, la cual fue monitoreada con un termómetro manual. Una vez llegada a la temperatura, se dejó reposar por 15 min. (Rivero et al., 2013).



Imagen 2. Tanque de pasteurización

Siembra

Antes de comenzar la siembra, se desinfectó el área lavando el piso con agua y cloro, luego las mesas de trabajo se limpiaron con una solución de alcohol de 96° diluida (70% alcohol y 30% agua) e hipoclorito de sodio al 15%.

Los sustratos se esparcieron sobre las mesas de trabajo, y se comenzó con la siembra cuando la temperatura fuera menor a 30°C, esto para asegurar la vida y efectividad del inóculo. Después, se le agregaron 50 gr de micelio en 2 kg de sustrato húmedo, esparciéndolo homogéneamente. Posteriormente, se añadió la mezcla a una bolsa de plástico transparente, se selló y se rotuló la muestra.

Incubación

Las muestras se colocaron en el área de siembra a una temperatura de 20-25 °C y sin luz (Vernero et al., 2010 y Romero et al., 2010). Al día siguiente de la siembra, se realizaron cortes alrededor de la bolsa con navajas nuevas y desinfectadas para facilitar la aeración.

Las bolsas eran revisadas diariamente hasta que se observó una colonización completa del micelio y probable emergencia de primordios. Cabe mencionar que se deben realizar revisiones periódicas para detectar posibles contaminaciones por bacterias y hongos.

Variables analizadas

Las variables analizadas fueron: número de primordios, temperatura ambiente, humedad relativa, sólidos totales, humedad del hongo, sólidos biodegradables, cenizas, producción y diámetro de la seta.

Análisis estadístico

El análisis de varianza (ANOVA) de un factor sirve para comparar varios grupos en una variable cuantitativa; en caso de que el valor de F indique que difieren significativamente, entonces se realiza una prueba de Tukey para ver la diferencia entre cada uno

de los tratamientos realizados, así como con las variables evaluadas (Atil et al., 2001 y Montgomery, 2004). También, se realizó una correlación de Pearson entre todas las variables analizadas, para lo cual se empleó el programa estadístico SPSS.

RESULTADOS

En la tabla 2 se presentan los datos de los parámetros y variables analizadas, y se puede observar que el parámetro que no presentó diferencia significativa

entre los tratamientos fue el número de primordios, a diferencia de los demás, los cuales todos variaron significativamente entre ellos. Los tratamientos que presentan la mayor producción fueron T10, T1 y T4 (461, 432 y 410 gr, respectivamente); en cuanto a humedad, sólo el tratamiento 4 se encuentra fuera del rango óptimo, que es entre 80% y 90%. Con base en estos resultados, se observa que entre todos presentaron diferencia significativa.

Tabla 2. Variables analizadas en *pleurotus ostreatus*

T	NP	P	ST	C	SB	H
		Gr			%	
T1	4.00 ± 1.00	432.00 ± 1.00	8.19 ± 0.01	3.18 ± 0.01	5.05 ± 0.04	91.80 ± 0.02
	a	a	a	a	a	a
T2						
T3	4.00 ± 1.00	272.00 ± 1.00	6.18 ± 0.03	2.24 ± 0.03	3.91 ± 0.01	93.67 ± 0.22
	a	b	b	b	b	b
T4	3.00 ± 1.00	410.00 ± 1.00	4.93 ± 0.03	22.86 ± 0.07	2.02 ± 0.02	74.68 ± 0.59
	a	c	c	c	c	c
T5	2.00 ± 1.00	150.00 ± 1.00	5.80 ± 0.01	0.50 ± 0.02	5.31 ± 0.02	94.14 ± 0.04
	a	d	d	d	d	d
T6	4.00 ± 1.00	182.00 ± 1.00	10.13 ± 0.04	0.34 ± 0.01	9.82 ± 0.02	89.76 ± 0.06

	a	e	e	e	e	c
T7	4,00 ± 1.00	187.00 ± 1.00	5.62 ± 0.02	0.65 ± 0.01	7.20 ± 0.02	94.32 ± 0.04
	a	f	f	f	f	c, f
T8	4.00 ± 1.00	255.00 ± 1.00	8.53 ± 0.03	5.20 ± 0.02	3.31 ± 0.03	91.49 ± 0.02
	a	g	g	g	g	e
T9						
T10	3.00 ± 1.00	461.00 ± 1.00	4.91 ± 0.03	0.36 ± 0.02	6.98 ± 0.05	94.85 ± 0.31
	a	h	h	e	h	f

T: tratamiento; NP: número de primordios; P: producción; ST: sólidos totales; C: cenizas; SB: sólidos biodegradables; H: humedad.

* Si hay mismas letras en una celda de una columna, es indicativo que no hay diferencia significativa entre los tratamientos.

T2 y T9: todos se contaminaron.

En la tabla 3 se observan los datos de tamaño de diámetro del hongo, indicando que inicialmente se tiene un crecimiento homogéneo y que conforme avanza el tiempo se empiezan a ver diferencias significativas entre los tratamientos, las cuales, al final, nuevamente se hacen un tanto homogéneos.

A pesar de que al final del trabajo los tamaños de diámetro de la mayoría de tratamientos no vario significativamente, esto no fue indicativo para que lo mismo ocurriera con las variables analizadas, las cuales sí muestran diferencia significativa en una de las fases más importantes que es la cosecha

Tabla 3. Tamaño de diámetro de *pleurotus ostreatus*.

	D1	D2	D3	D4	D5	D6
T	Cm					

T1	0.60 ± 0.10 a*	1.20 ± 0.10 a	2.50 ± 0.10 a	6.00 ± 0.10 a	7.20 ± 0.10 a	8.00 ± 0.10 a
T2						
T3	0.27 ± 0.06 b	2.40 ± 0.10 b	6.00 ± 0.10 b	7.10 ± 0.10 b, c	9.83 ± 0.10 b	11.80 ± 0.26 b
T4	0.57 ± 0.06 a	2.10 ± 0.10	4.90 ± 0.10 c, e	7.37 ± 0.10 c, d	7.70 ± 0.10 c	8.30 ± 0.10 a
T5	0.27 ± 0.06 b	2.10 ± 0.10	4.50 ± 0.10 d	7.07 ± 0.10 b	7.63 ± 0.10 d, c	8.37 ± 0.15 a
T6	0.23 ± 0.06 b	2.40 ± 0.10 6	5.00 ± 0.10 e	7.40 ± 0.10 d	9.00 ± 0.10 e	9.47 ± 0.15 c
T7	0.27 ± 0.06 b	1.73 ± 0.12	4.17 ± 0.10 f	6.07 ± 0.10 a, f	7.30 ± 0.10 a, d	8.10 ± 0.10 a
T8	0.27 ± 0.06 b	2.10 ± 0.10	4.13 ± 0.10 f	5.10 ± 0.10 e	6.37 ± 0.10 f	8.00 ± 0.10 a
T9						
T10	0.57 ± 0.06 a	2.50 ± 0.10 10	4.60 ± 0.10 c, d	6.33 ± 0.10 f	7.13 ± 0.15 a	8.10 ± 0.10 a

T: tratamiento, D: diámetro del hongo.

* Si hay mismas letras en una celda de una columna, es indicativo que no hay diferencia significativa entre los tratamientos.

Los números indican el consecutivo en días que se hizo la medición.

T2 y T9: todos se contaminaron.

Analizando los datos de producción y tamaño de seta, se observa que los tratamientos 1, 4 y 10 son los más prometedores para este cultivo; si nos basamos estrictamente a los que le interesarían a una persona que quiera trabajar con esto, podemos decir que el tratamiento 10 es el mejor debido a que fue el que presentó la mayor producción.

Correlación de Pearson

En la tabla 4 se presentan las correlaciones entre las variables analizadas, y se destaca la nula correlación que presenta la humedad relativa (HR) con todas las variables. La correlación negativa (-0.41), que presenta la temperatura ambiente con el número de primordios, es de destacarse ya que diferentes autores muestran que una temperatura entre 18 a 22 °C es la adecuada para la incubación y desarrollo de primordios; después de la aparición de estos, la temperatura se tiene que incrementar (López et al., 2008). Otra correlación importante (0.89) es la que presenta el diámetro del hongo en el día 1, el cual influye directamente en la producción; por lo tanto, la parte de la incubación para la aparición de primordios debe ser bien controlada. También resaltan las correlaciones que presentan los diámetros, que son

razonables porque el crecimiento es gradual. Los días cuatro y cinco influirán en la humedad que pueda absorber *pleurotus ostreatus*, debido a que el diámetro de estos días presenta una correlación positiva (0.58 y 0.49, respectivamente) con la humedad, indicativo que en estos días la seta adquiere su mayor madurez.

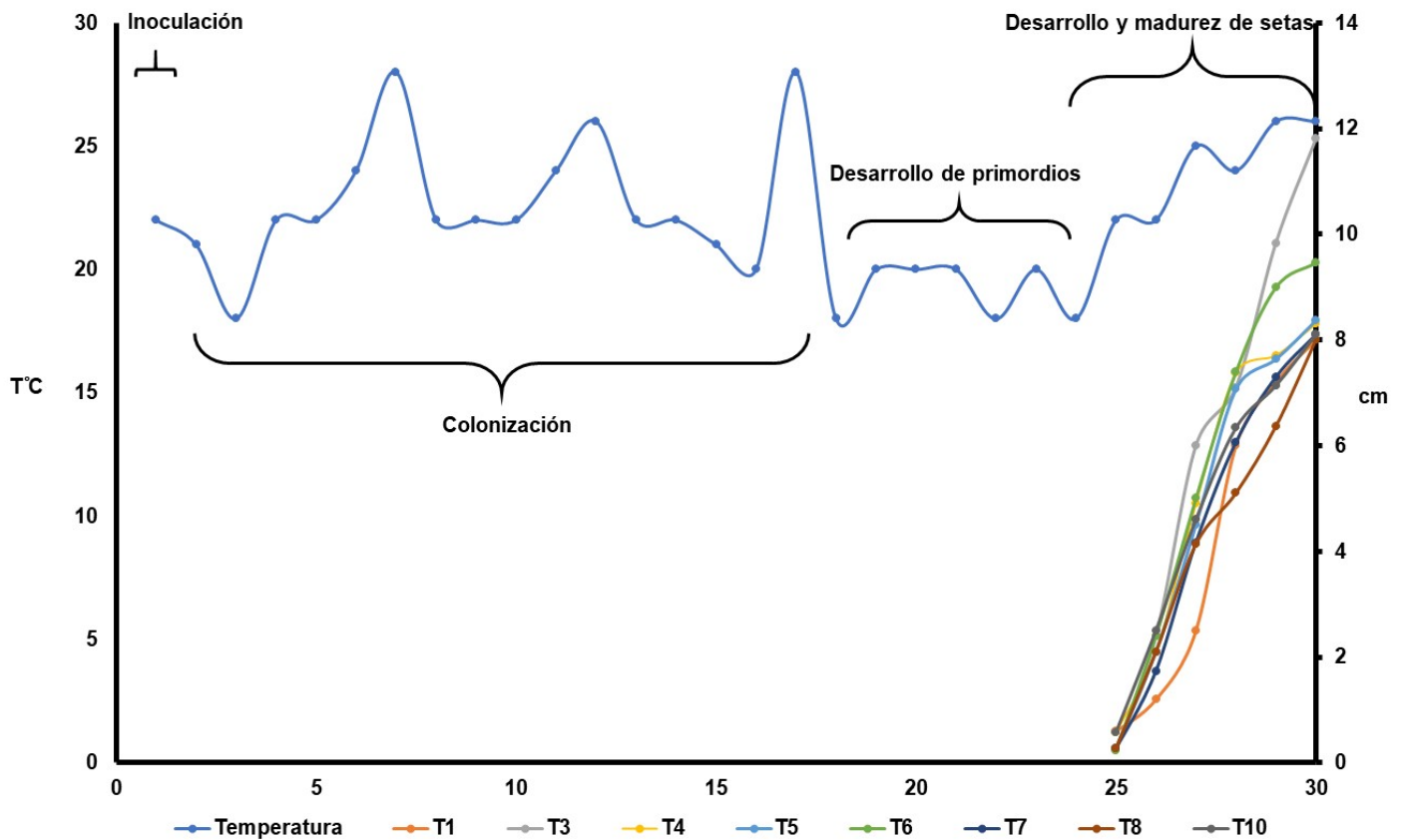
La correlación negativa (-0.44) entre la temperatura ambiente y los sólidos biodegradables se puede explicar indicando que el cultivo requiere temperaturas entre 21° C y 28 °C para poder generar sólidos, ya que al incrementar la temperatura estos podrían degradarse previo a la madurez.

Con base en las correlaciones, se puede decir que la humedad de la seta influye directamente en el aumento o disminución del contenido de los diferentes sólidos que puede tener el hongo *pleurotus ostreatus* después de ser sometido a secado. Las correlaciones negativas de la humedad con el contenido de sólidos totales y sólidos biodegradables indican que, a menor humedad, habrá una mayor fortificación en cuanto a contenido de sólidos.

En la gráfica 1 se muestra la temperatura ambiente, así como las diferentes etapas de desarrollo de las setas. La literatura recomienda tener una temperatura entre 18° C y 28 °C, y se puede observar que se mantuvo en

ese rango. Igual se recomienda que en la etapa de primordios se debe tener una temperatura entre 18° C a 22 °C, lo cual igual se cumplió, y finalmente, cuando los primordios emergen, se recomienda que la temperatura incremente de 25° C a 28°C para lograr el

desarrollo de la seta hasta su madurez (Montes de Oca et al., 2017). Como se puede observar a lo largo del trabajo, se cumplió con lo establecido en la literatura, lo cual igual refuerza los datos estadísticos.



Gráfica 1. Comparación de la variación de la temperatura con el crecimiento de la seta.

Tabla 4. Correlación de variables

	NP	P	ST	C	SB	H	TD1	TD2	TD3	TD4	TD5	TD6	TA	HR
NP	1.00													
P	0.01	1.00												
ST	0.15	-0.03	1.00											
C	-0.11	0.41*	0.34	1.00										
SB	0.19	-0.17	0.93**	-0.04	1.00									
H	-0.14	0.02	-1.00**	-0.33	-0.93**	1.00								
TD1	-0.04	0.89**	-0.14	0.43*	-0.30	0.14	1.00							
TD2	-0.18	-0.15	0.03	-0.04	0.05	-0.03	-0.27	1.00						
TD3	-0.03	-0.31	-0.11	0.09	-0.15	0.11	-0.42*	0.84**	1.00					
TD4	-0.27	-0.13	-0.58**	0.24	-0.72**	0.58**	-0.03	0.41*	0.58**	1.00				
TD5	0.12	-0.26	-0.49*	-0.11	-0.50*	0.49*	-0.32	0.42*	0.69**	0.75**	1.00			
TD6	0.20	-0.23	-0.27	-0.15	-0.24	0.27	-0.37	0.45*	0.73**	0.48*	0.91**	1		

TA	-0.41*	0.33	-0.36	0.16	-0.44*	0.36	0.29	0.44*	0.42*	0.48*	0.33	0.29	1	
HR	0.18	-0.04	0.17	0.18	0.10	-0.17	0.11	-0.10	-0.12	0.05	-0.11	-0.16	0.09	1

NP: número de primordios, P: producción, ST: sólidos totales, C: cenizas, SB: sólidos biodegradables, H: humedad de la seta, TD1: tamaño día 1, T2: tamaño día 2, TD3: tamaño día 3, TD4: tamaño día 4, TD5: tamaño día 5.

CONCLUSIONES

El análisis estadístico indica que la mayoría de variables analizadas presenta diferencias significativas entre cada experimento, demostrando con esto que la de mayor producción fue la de la mezcla de maíz, plátano y paja (T10).

Con base en la correlación de Pearson, la variable de mayor interés es la temperatura, ya que esta es fundamental para la aparición de primordios y la madurez de las setas.

También se demuestra que Gutiérrez Zamora, Veracruz, es una zona donde la humedad y la temperatura ambiental son un tanto difíciles de controlar; no obstante, la casa de producción demostró ser un espacio adecuado y eficiente para el cultivo de setas a partir de *pleurotus ostreatus*. En estudios posteriores se pretende hacer un sistema automatizado que permita el control de estas variables.

Es así que, para poder cuantificar el valor alimenticio del producto, se deberá evaluar el contenido de proteína cruda, así como el porcentaje de humedad, los carbohidratos y los minerales que pudiera aportar para su consumo.

Por todo lo anterior, se concluye que la producción de setas a partir de *pleurotus ostreatus* es un cultivo rentable y sustentable, sobre todo en una zona de marginación como lo es el municipio de Gutiérrez Zamora, Veracruz. Así, este estudio demostró que los sustratos de la región sirven para la producción de este cultivo; aunque fue a pequeña escala, se deberá trabajar a futuro en un análisis de ciclo de vida para conocer el comportamiento del cultivo en las diferentes estaciones del año.

BIBLIOGRAFÍA

- Ahmed, M., Abdullah, N., Ahmed, K.U. and Bhuyan, M.H.M.B., 2013. Yield and nutritional composition of oyster mushroom strains newly introduced in Bangladesh. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*. 2, 197–202.
- Aguilar-Pumahuilca., F., Huamán-Huamán., H.Y. and Holgado-Rojas, M., 2019. Characterization of isolated from Korimani native community, Kiteni-Echarate town center la convención, Cusco, Peru. *Ecología Aplicada*. 18(1), 45-50.
- AMGA, 2004. The Australian Mushroom Growers Association (AMGA), Locked Bag 3, 2 Forbes St., Windsor, NSW, 2756, Australia.

- Atil, H. and Unver, Y., 2001. Multiple Comparisons. *OnLine Journal of Biological Sciences* 1(8), 723-727.
- Cogorni, P.F.B.O., Schulz, J.G., Alves, E.P., Gern, R.M.M., Furlan, S.A. and Wisbeck, E., 2014. The production of *Pleurotus sajor-caju* in peach palm leaves (*Bactris gasipaes*) and evaluation of its use to enrich wheat flour. *Food Science Technology International*. 34, 267–274.
- Han, E.H., Hwang, Y.P., Kim, H.G., Choi, J.H. and Im Yang, J.H., 2011. Inhibitory effect of *Pleurotus eryngii* extracts on the activities of allergic mediators in antigen-stimulated mast cells. *Food Chemistry Toxicology*. 49, 1416–1425.
- Kim, K., Choi, B., Lee, I., Lee, H., Kwon, S., Oh, K. and Kim, A.Y., 2011. Bioproduction of mushroom mycelium of *Agaricus bisporus* by commercial submerged fermentation for the production of meat. *Journal Science Food Agriculture*. 91, 1561–1568.
- Kim, S.H., Jakhar, R. and Kang, S.C., 2015. Apoptotic properties of polysaccharide isolated from fruiting bodies of medicinal mushroom *Fomes fomentarius* in human lung carcinoma cell line. *Saudi Journal Biology Science*. 22, 484–490.
- López-Rodríguez, C., Hernández-Corredor, R., Suárez-Franco, Ch. y Borrero, M., 2008. Evaluación del crecimiento y producción de *Pleurotus ostreatus* sobre diferentes residuos agroindustriales del departamento de Cundinamarca. *UNIVERSITAS SCIENTIARUM*. 13 (2), 128-137.
- Loss, E., Royer, A. R., Barreto-Rodrigues, M. and Barana, A.C., 2009. Use of maize wastewater for the cultivation of the *Pleurotus* spp. mushroom and optimization of its biological efficiency. *Journal of Hazardous Materials*, 166(2–3), 1522–1525.
<https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2008.11.014>
- Montgomery, D.C., 2004. Diseño y análisis de experimentos. Tercera edición. Editorial Félix Varela. La Habana.
- Rivera-Omen, R.L., Martínez-Mamián, C.A. and Morales-Velasco, S., 2013. Evaluación de residuos agrícolas como sustrato para la producción de *Pleurotus ostreatus*. *Luna azul*. 37: 1909-2474.

- Romero-Omar, M.H., Damián, M.A., Macías, A., Tapia, A.M., Parraguirre, J.F. and Juárez, J., 2010. Evaluación de la capacidad productiva de *Pleurotus ostreatus* con el uso de hojas de plátano (*Musa paradisiaca* L., cv. roatan) deshidratada, en relación con otros sustratos agrícolas. *Agronomía costarricense* 53-63: 0377-9224.
- Roupas, P., Keogh, J., Noakes, M., Margetts, C. and Taylor, P., 2012. The role of edible mushrooms in health: evaluation of the evidence. *Journal of Functional Foods* 4, 687–709.
- Vaz, J.A., Barros, L., Martins, A., Santos-Buelga, C., Vasconcelos, M.H. and Ferreira, I.C.F.R., 2011. Chemical composition of wild edible mushrooms and antioxidant properties of their water soluble polysaccharidic and ethanolic fractions. *Food Chemistry*. 126, 610–616.
- Vernero, María, T., Quiroz, Madeline S. and Álvarez, Cristian, H., 2010. Utilización de Residuos Forestales Lignocelulósicos para Producción del Hongo Ostra (*Pleurotus ostreatus*). *Información Tecnológica*. Vol. - 21 N° 2. 13-20.
- Wang, J.C., Hu, S.H., Liang, Z.C. and Lee, M.Y., 2005. Antigenotoxicity of extracts from *Pleurotus citrinopileatus*. *Journal of Science of Food and Agriculture*. 85, 770–778.
- Eira, A.F., 2003. Cultivo do cogumelo medicinal. Editora Aprenda Fácil, Vicososa (in Portuguese).
- Akata, I., Ergonul, B. and Kalyoncu, F., 2012. Chemical compositions and antioxidant activities of 16 wild edible mushroom species grown in Anatolia. *International Journal of Pharmacology*. 8, 134–138.
- Zhou, J., Chen, Y., Xin, M., Luo, Q., Gu, J. and Zhao, M., 2013. Structure analysis and antimutagenic activity of a novel salt-soluble polysaccharide from *Auricularia polytricha*. *Journal of Science of Food and Agriculture*. 93, 3225–3230.
- Velioglu, Z. and Urek, R.O., 2015. Optimization of cultural conditions for biosurfactant production by *Pleurotus djamor* in solid state fermentation. *Journal of Bioscience Bioengineering* . 120, 526–531.
- Flores-Montes de Oca, A. y Contreras-Trujano, M., 2017. MANUAL DE CULTIVO DE HONGO SETA (*Pleurotus ostreatus*) DE FORMA ARTESANAL. UNAM, México. p 23.