

### Introducción

Guatemala es un país con una alta tasa de desnutrición infantil con 46.5% (MSPAS, 2017), que es alarmante y perjudicial en el desarrollo de la niñez, a pesar de los esfuerzos que realizan diversas organizaciones gubernamentales y no gubernamentales. Se reconoce que el fenómeno de desnutrición resulta por múltiples factores sociales y económicos. Uno de los factores que contribuye a la desnutrición es el incremento de los costos de insumos de la canasta básica y sus implicaciones sobre la disponibilidad y acceso a proteínas procedentes de animales. Aunado a lo anterior, la dieta de la población se basa principalmente en el consumo de maíz, según ICTA (2021), el consumo per cápita/año para Guatemala se estima en 114 kg (250 libras), sin embargo, este cultivo es uno de los más sensibles ante fenómenos meteorológico-climático. Por lo tanto, se vuelve imperativo la búsqueda de alternativas o fuentes para la obtención de proteínas de alto valor. A raíz de lo anterior, para en el 2022 se implementó el estudio enfocado a la identificación y evaluación de sustratos con potencial para ser utilizados en la producción de setas *Pleurotus ostreatus*, en contexto de zonas frías como Sololá. En el departamento de Sololá la producción de hongos comestibles se basa principalmente en el uso del material olote como residuo de la producción de maíz y dado el ciclo productivo de este grano se ve limitado su disponibilidad durante los meses de julio a noviembre. Esto limita consecuentemente en la producción de hongos comestibles.

El estudio se implementó en condiciones de la cabecera municipal de Nahualá, que son relativamente frías con temperaturas en el rango de 8 y 18°C, con altitud de 2,530 msnm, establecido en el interior de un hogar, el sustrato fue pasteurizado y con una duración 144 días de ciclo (desde siembra a cosecha). El objetivo fue identificar el potencial de cuatro sustratos en para la producción de hongos.

A través de esta investigación se identificó que el material con el mayor potencial para producción bajo las condiciones de Nahualá corresponde a la mezcla de olote de maíz + pulpa de café, seguido por sustrato de la paja de trigo con una eficiencia biológica de entre 20 a 24 % por cada kilogramo de sustrato en estudio.

### Objetivos:

#### Objetivo general:

Identificar la tecnología que permite una mayor eficiencia biológica a través de la producción *Pleurotus ostreatus* en gramos de setas por kilogramo de sustrato seco considerando los factores coloración de bolsa y tipos de sustrato.

#### Objetivos específicos

1. Identificar el efecto de coloración en el material plástico sobre el rendimiento en gramos de setas.
2. Determinar el sustrato que permita una mayor producción en gramos de setas.
3. Definir si existe interacción entre los factores en estudio sobre la eficiencia biológica.

### Metodología



Figura 1. Metodología empleada para el desarrollo de la investigación.

### Resultados

El presente estudio se desarrolló bajo un diseño bifactorial con arreglo combinatorio, donde los factores considerados fueron; A) la coloración del material plástico de almacenamiento de sustratos y B) el tipo de sustrato. La temperatura registrada fue en el rango de 6°C a 18°C. Imbaquingo (2012), sostiene que *Pleurotus ostreatus* se desarrolla en temperaturas de 15 a 21°C. Las condiciones del estudio fueron más frías y probablemente influenciaron sobre los resultados obtenidos y la eficiencia biológica, que son inferiores a lo que reporta dicho autor.

Los primordios se presentaron entre los primeros 25 a 41 días después de la siembra, muy cercano a los datos de Sosa, (2013) que afirmó un periodo de 25 a 30 días, en tanto Martínez (2014), reportó aparición de primordios a los 30 días. Los tratamientos de T2 y T4 iniciaron su producción (cosecha) a los 33 días después de siembra y considerando cortes de 6 a 13 setas por bolsa de sustrato. Debido a la heterogeneidad de densidad de los sustratos se procedió a la evaluación por eficiencia biológica, la cual se estimó con base a la producción obtenida en gramos dividido un kilogramo de sustrato.

Durante la fase de investigación se tuvo presencia de patógenos los cuales atentaron la producción, pero, el control provisto redujo la proliferación de estos, aunque, se puede evidenciar en la figura dos los daños provocados por patógenos competidores sobre el sustrato, fundamentalmente, sobre los tratamientos con paja de trigo en los bloques dos y cinco.

El comportamiento de la producción de cada una de las combinaciones o tratamientos (Figura 2), se observe que el tratamiento cuatro para los bloques uno y cuatro presentan producciones atípicas, altas, en comparación a los demás tratamientos en estudio. En cuanto a los tratamientos con las producciones más bajas, resaltan los tratamientos tres y dos para los bloques uno y cinco, cuya causa principal fue provocada por infecciones que lograron controlarse, sin embargo, los resultados demuestran el potencial de daño de un contaminante patógeno para la producción de setas de *Pleurotus ostreatus*.

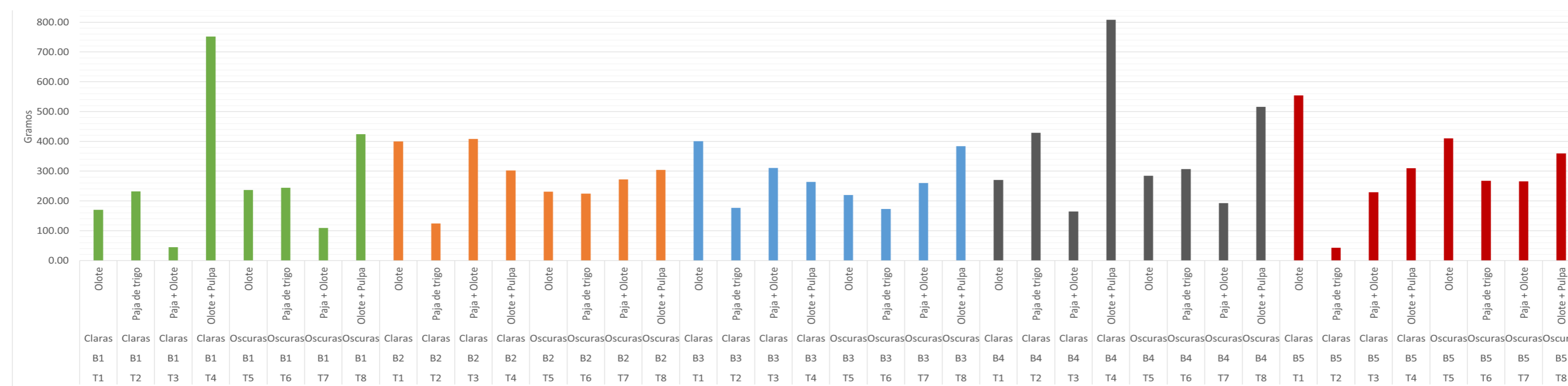


Figura 2. comportamiento de la producción por kilogramo de sustrato durante el periodo de esta investigación.

La producción promedio por kilogramo de sustrato para los factores en estudio se visualiza en la figura tres. Dónde se observa que el uso de la coloración del material plástico tiene ciertas implicaciones en dicha producción con los sustratos olote de maíz y olote de maíz + pulpa de café, sin embargo, en las mezclas paja de trigo + olote de maíz y paja de trigo no se identifica alguna diferencia notoria. En cuanto al sustrato aislado se observa una producción relativamente mayor en los sustratos olote de maíz y olote de maíz + pulpa de café con 359 gramos a 487 gramos. La eficiencia biológica alcanzada en esta investigación fue registrada en 20.1% a 48.7%, valores que se encuentran por debajo de la eficiencia reportada por Rojas, (2004) de 63.3%, es importante resaltar que las condiciones frías a las que fueron sometidos los sustratos (esta investigación), influyeron sobre los resultados. En cuanto al sustrato paja de trigo con o sin combinación presentó los valores más bajos de eficiencia (20.0%). Se efectuó el análisis de varianza para identificar los tratamientos con mayor potencial de producción. Los resultados demostraron que existe diferencia altamente significativa para el factor B (sustratos). Por lo que se procedió a la evaluación de medias para dicho factor (cuadro 2), en donde se concluye que no existe diferencia significativa entre los tratamientos olote de maíz + pulpa de café y olote de maíz, sin embargo, se destaca sobre los otros dos sustratos con base a paja de trigo. La prueba de Tukey reveló un segundo grupo de sustratos (cuadro 2, código B): olote de maíz, paja de trigo + olote de maíz y paja de trigo que no presentan diferencias significativas. Bajo condiciones ambientales similares de Nahualá podría utilizarse cualquiera de los sustratos ya mencionados para la producción de *Pleurotus* o.

En cuanto a la interacción del factor A y el factor B (sustratos), el análisis de varianza mostró que no existen efecto alguno en dicha combinación y que no es determinante la coloración del contenedor (bolsa plástica) y los sustratos evaluados.

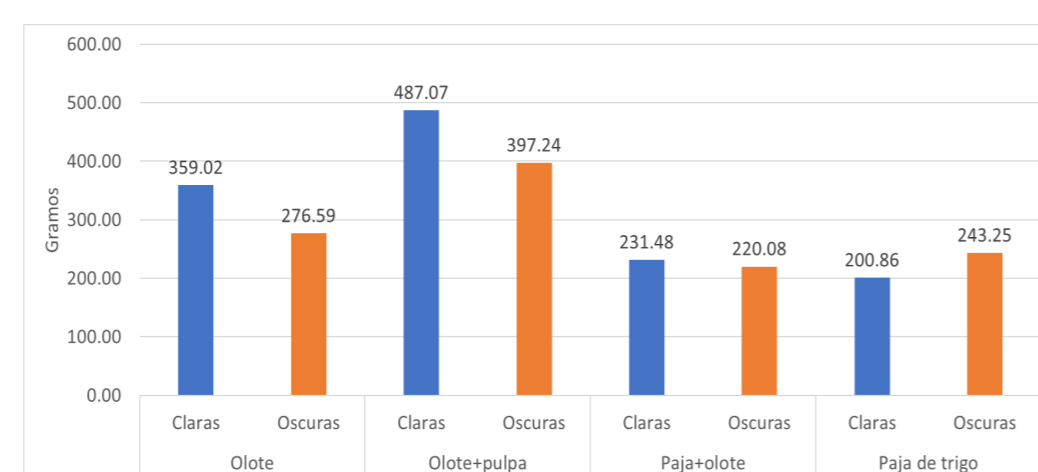


Figura 3. Producción promedio y la interacción entre factores

Cuadro 2. Análisis de varianza y prueba de media con el modelo de Tukey al

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	326.68	11	29.70	1.85	0.0932
Bloque	42.15	4	10.54	0.65	0.6284
Factor A	1.15	1	1.15	0.07	0.7909
Factor B	256.04	3	85.35	5.30	0.0051
Factor A*Factor B	27.34	3	9.11	0.57	0.6417
Error	450.54	28	16.09		
Total	777.22	39			

Prueba Tukey 0.05	
Factor B	Medias n E.E.
Olote + Pulpa	20.66 10 1.27 A
Olote	17.59 10 1.27 A B
Paja + Olote	14.62 10 1.27 B
Paja de trigo	14.49 10 1.27 B

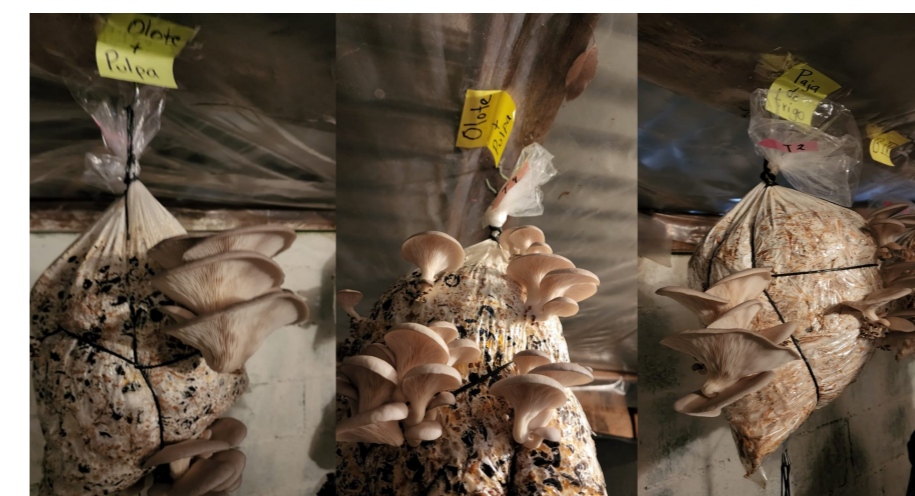


Figura 4. Área de investigación con *Pleurotus ostreatus* en producción

### Conclusiones

1. La eficiencia biológica más alta identificada corresponde a la combinación de sustratos de olote de maíz + pulpa de café con 48.7%. Por el otro lado, el sustrato con la menor eficiencia registrada corresponde a la combinación paja de trigo con un 20.0%.
2. El análisis de varianza reveló que no existe diferencia estadística entre la coloración del material plástico de almacenamiento (contenedor) de sustrato, factor A. Sin embargo, se encontraron diferencias altamente significativas (<0.001) para el factor B (sustratos evaluados).
3. La prueba de medias de Tukey demostró que el sustrato de combinación de olote de maíz + pulpa de café proporcionó la mayor producción de setas en gramos por kilogramo de sustrato hasta 487 gramos.
4. Bajo las condiciones de temperatura de Nahualá u otras localidades con condiciones similares los sustratos compuestos por olote de maíz, olote de maíz + paja de trigo o solamente paja de trigo, estadísticamente, brindarían los mismos resultados, por lo tanto, el uso de cada material dependerá de la disponibilidad y criterios del productor.

### Recomendaciones

1. En continuidad de la presente investigación se recomienda evaluar la cantidad y calidad del agua a aplicar, debido a que podría ser un medio de transporte para plagas y patógenos.
2. En esta investigación, se evidenció que las condiciones climáticas, si bien tiene efecto en el atraso o aceleración de procesos fisiológicos (producción de setas) no limita la producción y aprovechamiento de especies como la utilizada en esta investigación. Por lo tanto, la implementación esta especie (*P. ostreatus*) para el fortalecimiento alimentario puede ajustarse a contextos similares.
3. Las condiciones en las que el hongo *Pleurotus ostreatus* se desarrolla son relativamente templadas a cálidas, sin embargo, la necesidad de proporcionar proteína saludable a bajo costo para la población, se convierte en una necesidad continuar investigando potenciales sustratos locales. Por lo que se recomienda a investigadores actuales y futuros poder identificar sustratos y métodos que hagan eficiente la producción, especialmente, en zonas con temperaturas bajas o frías.
4. En condiciones templadas o frías, es conveniente evaluar el efecto de algún cobertor (plástico) que genere condiciones incremento de temperatura similar al efecto en un invernadero agrícola.

### Literatura citada

- ICTA, (2021). Programa maíz. <https://www.icta.gov.gt/maiz>
- Imbaquingo, Néida. 2012. Estudio de factibilidad para la implementación y comercialización de hongo *ostreatus* bajo condiciones artesanales en San Rafael la Independencia, Huehuetenango. Guatemala. 55 págs.
- Martínez, Daniel. 2014. Producción de tres especies de *Pleurotus* spp. Utilizando diferentes sustratos; Nuevo Progreso, San Marcos. 74 págs.
- Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social (MSPAS), Instituto Nacional de Estadística (INE), ICF International, 2017. Encuesta Nacional de Salud Materno Infantil 2014-2015. Informe Final. Guatemala, MSPAS/INE/ICF
- Sosa, Oscar. 2012. Evaluación de cuatro sustratos para la producción artesanal de hongo ostra (*Pleurotus ostreatus*), bajo condiciones controladas, en el municipio de La Unión Zacapa. Tesis Universidad Rafael Landívar, Zacapa. 40 págs
- Rojas, Edwin. 2004. Evaluación de paja de trigo, *Triticum sativum*; broza de encino, *Quercus* sp. Y rastrojo de maíz, *Zea mays*; para el cultivo de hongo comestible *Pleurotus* sp.