

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS
DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN**

Código:

NOMBRE DE LA INVESTIGACIÓN

Estrategias de adaptación en el desarrollo, rendimiento, calidad nutricional y sensorial del hongo comestible (*Pleurotus ostreatus*) y su cadena de valor en El Salvador

TÍTULO A OBTENER: MAESTRO EN CIENCIAS EN AGRICULTURA SOSTENIBLE

DATOS DEL ESTUDIANTE

Nombres, apellidos	Institución y dirección	Teléfono y E-mail	Firma
Ing. Agr. Oscar Alonso Rodríguez Gracias	Departamento de Fitotecnia, UES	7908-4904 oscar.gracias@ues.edu.sv	

DATOS DE LOS ASESORES

Nombres, apellidos	Institución y dirección	Teléfono y E-mail	Firma
Ing. Agr. M. Sc. Efraín Antonio Rodríguez Urrutia	Departamento de Desarrollo Rural, UES	7318-0554 efrain.rodriguez@ues.edu.sv	
Lic. M. Sc. Freddy Alexander Carranza Estrada	Departamento de Química Agrícola, UES	7860-3568 freddy.carranza@ues.edu.sv	
Ing. Agr. M. Sc. José Miguel Sermeño Chicas	Departamento de Protección Vegetal, UES	7071-0031 jose.sermeno@ues.edu.sv	

Visto bueno:

Coordinador General de Procesos de Graduación de la Escuela de Posgrado y Educación Continua

Ph.D Joaquín Castro Montoya

Firma _____

Director General de Procesos de Graduación de la Facultad de Ciencias Agronómicas

Ing. Agr. Enrique Alonso Alas García

Firma _____

Director de la Escuela de Posgrado y Educación Continua

Ing. M. Sc. Juan Francisco Alvarado Panameño Firma _____

Sello:

Lugar y fecha: Ciudad Universitaria, 04 de septiembre de 2023

Estrategias de adaptación en el desarrollo, rendimiento, calidad nutricional y sensorial del hongo comestible (*Pleurotus ostreatus*) y su cadena de valor en El Salvador

Rodríguez-Gracias, O.A¹; Rodríguez-Urrutia, E.A²; Carranza-Estrada, F.A³; Sermeño-Chicas, J.M⁴.

RESUMEN

La investigación se realizó de septiembre 2022 a marzo 2023 en la Estación Experimental y de Prácticas de la Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de El Salvador, con el objetivo de evaluar diferentes estrategias de adaptación en el desarrollo, rendimiento, calidad nutricional y sensorial del hongo comestible *Pleurotus ostreatus* cepa comercial 3015 y su cadena de valor en El Salvador. Se utilizaron los sustratos de olote de maíz, tusa de maíz, rastrojo de frijol y pasto pangola con dosis de inóculo para cada sustrato de 60 g, 70 g y 80 g. Se aplicó estadística descriptiva simple, análisis de correlación de Pearson (r) y arreglos factoriales combinatorios con diseño de Bloques Completos al Azar (P-valor = 0.05); haciendo uso de hojas de cálculo de Microsoft Excel® e Infostat® 2020. El rastrojo de frijol presentó los mejores resultados con 30 racimos o carpóforos, peso fresco de carpóforos de 559.44 g, mejor eficiencia biológica con 121.87% y una tasa de producción de 2.86%. En los carpóforos el tratamiento T9 (rastrojo de frijol + 80 g de inóculo) presentó el mayor contenido de proteína cruda base seca con 37.54 g/100 g, fósforo 7,444.66 mg/100 g, calcio 102.19 mg/100 g, y magnesio con 1,322.52 mg/100 g. En el análisis sensorial de la crema del hongo, el tratamiento T8 (salmuera con dos meses de almacenamiento) presentó la mayor puntuación y aceptabilidad del panel de catadores en olor, color, sabor y consistencia (textura). En relación al sondeo de mercado del hongo ostra en El Salvador, existe demanda de hongos comestibles como champiñón común, portobello y pleurotus; pero solo dos empresas se dedican a la producción y comercialización, Z'ETAS comercializa hongos frescos y deshidratados, y la empresa TUTALYU comercializa el hongo ostra a un precio promedio de USD 6.00/libra.

Palabras claves: Hongo ostra, cepa comercial, análisis nutricional, análisis sensorial, sondeo de mercado.

¹ Universidad de El Salvador, Facultad de Ciencias Agronómicas, Departamento de Fitotecnia, Estudiante tesista.
oscar.gracias@ues.edu.sv

² Universidad de El Salvador, Facultad de Ciencias Agronómicas, Departamento de Desarrollo Rural, Docente director.
efrain.rodriquez@ues.edu

³ Universidad de El Salvador, Facultad de Ciencias Agronómicas, Departamento de Química Agrícola, Docente director.
freddy.carranza@ues.edu

⁴ Universidad de El Salvador, Facultad de Ciencias Agronómicas, Departamento de Protección Vegetal, Docente director.
jose.sermeno@ues.edu.sv

Adaptation strategies in the development, yield, nutritional and sensory quality of the edible mushroom (*Pleurotus ostreatus*) and its value chain in El Salvador.

Rodríguez-Gracias, O.A¹; Rodríguez-Urrutia, E.A²; Carranza-Estrada, F.A³; Sermeño-Chicas, J.M⁴.

ABSTRACT

The research was carried out from September 2022 to March 2023 at the Experimental and Practice Station of the Faculty of Agronomic Sciences, University of El Salvador, with the objective of evaluating different adaptation strategies in the development, yield, nutritional and sensory quality of the fungus. Edible *Pleurotus ostreatus* commercial strain 3015 and its value chain in El Salvador. Substrates of corn cob, corn cob, bean stubble and pangola grass were used with inoculum doses for each substrate of 60 g, 70 g and 80 g. Simple descriptive statistics, Pearson's correlation analysis (r) and combinatorial factorial arrangements with a Random Complete Block design (P-value = 0.05) were applied; using spreadsheets from Microsoft Excel® and Infostat® 2020. The bean stubble presented the best results with 30 clusters or carpophores, fresh weight of carpophores of 559.44 g, better biological efficiency with 121.87% and a production rate of 2.86%. In the carpophores, the T9 treatment (bean stubble + 80 g of inoculum) presented the highest content of crude dry base protein with 37.54 g/100 g, phosphorus 7,444.66 mg/100 g, calcium 102.19 mg/100 g, and magnesium with 1,322.52 mg/100g. In the sensory analysis of the cream of the fungus, the T8 treatment (brine with two months of storage) presented the highest score and acceptability of the panel of tasters in smell, color, flavor and consistency (texture). In relation to the market survey of the oyster mushroom in El Salvador, there is a demand for edible mushrooms such as common mushroom, portobello and pleurotus; but only two companies are dedicated to the production and marketing, Z'ETAS markets fresh and dehydrated mushrooms, and the company TUTALYU markets oyster mushrooms at an average price of USD 6.00/pound.

Keywords: Oyster mushroom, commercial strain, nutritional analysis, sensory analysis, market survey.

¹ Universidad de El Salvador, Facultad de Ciencias Agronómicas, Departamento de Fitotecnia, Estudiante tesista.
oscar.gracias@ues.edu.sv

² Universidad de El Salvador, Facultad de Ciencias Agronómicas, Departamento de Desarrollo Rural, Docente director.
efrain.rodriquez@ues.edu

³ Universidad de El Salvador, Facultad de Ciencias Agronómicas, Departamento de Química Agrícola, Docente director.
freddy.carranza@ues.edu

⁴ Universidad de El Salvador, Facultad de Ciencias Agronómicas, Departamento de Protección Vegetal, Docente director.
jose.sermeno@ues.edu.sv

1. INTRODUCCIÓN

Pleurotus ostreatus es un hongo comestible que posee diferentes nombres comunes, por ejemplo, hongo ostra, orellanas o gírgolas; se puede cultivar en residuos de la actividad agrícola, forestal e industrial, siendo de excelente adaptabilidad y bioconversión ambiental (Cueva *et al.* 2014:55). Este cultivo está aumentando a nivel mundial, por sus múltiples beneficios alimenticios y nutricionales con una concentración promedio de proteína de 47.3 g/100 g en peso seco, alto contenido de agua (90 g/100 g) y bajo contenido en carbohidratos (5.4 g/100 g) y grasas (0.2 g/100 g) en muestra fresca, siendo recomendable incluirlo en la dieta diaria de los humanos (Nieto *et al.* 2021:1). Este hongo también es importante por poseer diversos usos culinarios con excelentes atributos organolépticos (color, olor, sabor y textura), siendo la materia prima de diversos platillos como crema de hongos, hongos al ajillo, setas empanizadas y ceviche de hongos (Fernel y Pérez 2014:16). Un factor clave para tener éxito en el cultivo del hongo ostra es la calidad y cantidad de inóculo la cual oscila entre 2 y 10 por ciento del peso húmedo del sustrato a utilizar, se requiere de un buen manejo del sustrato y micelio para no tener problemas de contaminación en la siguiente fase que corresponde a la incubación (Ardón 2007:30).

Otro factor importante que garantiza la rentabilidad del cultivo del hongo pleurotus es su manejo poscosecha debido a que es muy perecedero producto a su composición (elevado contenido de humedad), alta actividad de enzimas, su alta tasa respiratoria y rápida transpiración, induciendo a un veloz deterioro postcosecha; esto se logra evitar aplicando métodos de conservación como refrigeración, congelación y salmuera (De Michelis *et al.* 2009; Omarini *et al.* 2010; citados por Huamán y Mendoza 2015:41).

A finales de la década de los 80 se inició En El Salvador, un proyecto de producción de hongos del género *Pleurotus*, el cual alcanzó niveles adecuados de producción, sin embargo, cerró operaciones sin antes obtener la sistematización de resultados y evaluación financiera que diera mayor información al respecto (Calderón y Calles 2006:15).

En El Salvador, el cultivo del hongo pleurotus se puede realizar aprovechando los residuos de la actividad agrícola como olote de maíz, tusa de maíz, caña de sorgo, rastrojo de frijol, permitiendo incidir sistemáticamente en la mejora de la Seguridad Alimentaria y Nutricional (SAN), la igualdad entre los géneros, empoderando a los/as jóvenes y mujeres; favoreciendo el emprendimiento de la familia rural y la reducción de la migración en el ámbito nacional. Por lo anterior, el objetivo de la investigación consistió en evaluar diferentes estrategias de adaptación en el desarrollo, rendimiento, calidad nutricional y sensorial del hongo comestible *Pleurotus ostreatus* cepa comercial 3015 y su cadena de valor en El Salvador.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Ubicación de la investigación

La investigación se realizó durante los meses de septiembre de 2022 a marzo de 2023 en la Estación Experimental y de Prácticas de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador, ubicada en el cantón Tecualuya, municipio de San Luís Talpa, departamento de La Paz, a una elevación aproximada de 50 metros sobre el nivel del mar (msnm), con coordenadas geográficas 13°28'3" Latitud Norte y 89°05'8" Longitud Oeste; temperaturas que oscilan entre 24.6° C y 35° C, precipitación pluvial anual de 1,607 mm/año (Cañas 1991, citado por Martínez *et al.* 2005:54).

2.2. Metodología de campo

2.2.1. Producción del hongo

Sustratos agrícolas y semilla (inóculo) del hongo

En la investigación se utilizaron sustratos lignocelulósicos de las cosechas agrícolas del año 2022, como son: olote de maíz (*Zea mays*), tusa de maíz (*Zea mays*) y rastrojo de frijol (*Phaseolus vulgaris*), que se colectaron de agricultores del municipio de Mejicanos, departamento de San Salvador; el pasto pangola (*Digitaria eriantha*) fue proporcionado por la Estación Experimental y de Prácticas. El inóculo o semilla del hongo ostra se compró la cepa comercial 3015 a la empresa Hongos del Campo de Guatemala.

Construcción de módulo para producción del hongo

Previo al montaje del experimento se construyó un módulo polietápico de producción de hongos o setas comestibles para completar las fases de incubación o colonización, fructificación y cosecha; las dimensiones fueron 3.50 m de ancho, 6.50 m de largo y 3 m de altura.

Pasteurización de sustratos por inmersión en agua con cal hidratada

Esta fase inició con la inmersión de los sustratos de olote de maíz, tusa de maíz, rastrojo de frijol y pasto pangola en barriles de lámina industrial y de plástico de 55 galones de capacidad, conteniendo una solución de cal hidratada en una relación de un kilogramo de cal por 10 galones de agua, por un tiempo de 48 horas.

Ecurrimiento o semi-secado

Luego de pasteurizados los sustratos agrícolas, se colocaron a escurrimiento durante 48 horas bajo condiciones de sombra, hasta alcanzar una humedad de 70% para su manejo.

Inoculación o siembra

Este procedimiento inició con la limpieza y esterilización de los materiales y la mesa de trabajo con etanol 90%, el cual se aplicó con un rociador manual. La siembra de la semilla del hongo (micelio activo) se realizó utilizando bolsas de plástico de 12.5 libras, en las cuales se colocaron tres kilogramos de cada uno de los residuos agrícolas en estudio con su respectiva dosis de inóculo, dispuestos en capas en el borde de cada capa de sustrato.

Incubación o colonización

A los tres días después de la siembra las bolsas se perforaron cada cinco cm con una aguja de disección desinfectada, para facilitar la ruptura en la etapa de fructificación y favorecer el intercambio gaseoso en la bolsa. Dentro de los siguientes tres días las bolsas se monitorearon diariamente con la finalidad de detectar la recuperación del micelio; la incubación duró aproximadamente de tres a cuatro semanas.

Fructificación y cosecha

De acuerdo con Gaitán *et al.* (2006:20), esta fase inicia con el apareamiento de los primordios sobre los sustratos en estudio. Los primordios requieren en promedio una semana para llegar a ser hongos adultos y estar listos para cosecharse cuando el carpóforo se observa compacto, turgente, no flácido y antes de que sus orillas se enrollen hacia arriba. El indicador de cosecha consistió en cortar los racimos a los cuatro días después de haber emergido los primordios. Esta fase duró dos meses, manteniendo temperaturas entre 20° a 30° C y la humedad relativa en 70% a 80% (figura 1 y 2).



Figura 1. Fructificación y cosecha del hongo ostra: A: primordios a los 2 días de su formación; B: racimos o carpóforos.

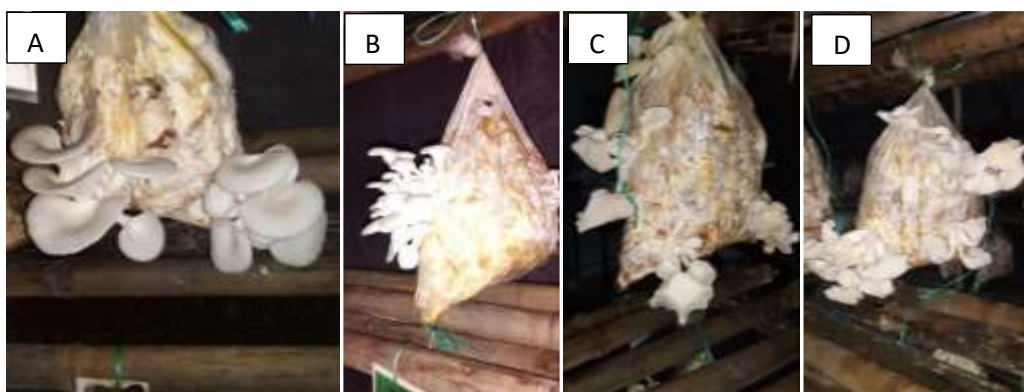


Figura 2. Fructificación del hongo ostra según los sustratos agrícolas. A: olote de maíz; B: tusa de maíz; C: rastrojo de frijol; D: pasto pangola.

Tratamientos

Producción del hongo *Pleurotus ostreatus*

Se evaluaron los sustratos agrícolas: olote de maíz, tusa de maíz, rastrojo de frijol y pasto pangola con dosis de inóculo de 60 g, 70 g y 80 g; cada dosis se aplicó a 3 kg de sustrato.

Caracterización sensorial de la crema del hongo *Pleurotus ostreatus*

Para el análisis sensorial de la crema del hongo *Pleurotus ostreatus* se evaluaron los métodos de procesamiento y conservación de refrigeración, congelado y salmuera en distintos periodos de catación (durante 1, 2 y 3 meses de almacenamiento o vida de anaquel).

Toma de datos

Se registraron parámetros morfológicos y fisiológicos, siendo los principales el número de racimos por bolsa, peso del racimo o cuerpo fructífero en fresco (g), la eficiencia biológica (EB) y tasa de producción (TP) aplicando las siguientes fórmulas (Barba y López 2017:30):

$$EB = \frac{\text{Peso de los cuerpos fructíferos frescos}}{\text{Peso seco del sustrato}} \times 100 \quad TP = \frac{EB}{\text{Tiempo en días (desde la inoculación a la cosecha)}}$$

2.2.2. Métodos de conservación del hongo *Pleurotus ostreatus* y análisis sensorial

Previo a evaluar los métodos de conservación del hongo comestible, se hicieron los siguientes pasos: recepción, selección, lavado, pesado y empacado de los carpóforos del hongo. Se aplicaron los métodos de conservación por refrigeración con temperatura de 15° C. La vida de anaquel del hongo ostra con este método fue de cuatro semanas (un mes); método por congelación con temperaturas de -18° C. La vida de anaquel del hongo ostra con este método fue de 12 semanas (tres meses) y el método por salmuera aplicando un escaldado del hongo ostra con agua al 7% de sal. La vida de anaquel del hongo ostra con este método fue de 12 semanas (tres meses).

2.2.3. Formulación de la crema del hongo *Pleurotus ostreatus*

Con muestras del hongo ostra de 1, 2 y 3 meses de almacenamiento, se elaboró una crema. Los ingredientes que se usaron para una libra (454 g) fueron: una cebolla picada, una cucharada de harina de trigo, sal y pimienta al gusto, una libra de hongo ostra, ¾ de taza de agua, 100 ml de crema, y una lata de leche evaporada.

2.2.4. Evaluación sensorial de la crema del hongo *Pleurotus ostreatus*

Se realizaron tres evaluaciones sensoriales a la formulación de la crema del hongo *Pleurotus ostreatus* al mes, dos meses y tres meses de almacenamiento o vida de anaquel, con los métodos de conservación refrigerado, congelado y en salmuera; contando con un panel de cinco catadores no entrenados que evaluaron los atributos color, olor, sabor y textura; se tomó en cuenta que no fueran alérgicos al hongo comestible y que consuman habitualmente este alimento o similares a otra especie de hongo.

2.2.5. Sondeo de mercado

Se realizó a través de visitas a los supermercados Walmart, Super Selectos y a las empresas Tutalyu ubicada en los Planes de Renderos y Z'ETAS ubicada en el municipio

de San Salvador, para hacer un diagnóstico de precios de los hongos comestibles que se comercializan en El Salvador y conocer la cadena de distribución del hongo *Pleurotus ostreatus* a nivel nacional.

2.3. Metodología estadística

2.3.1. Producción del hongo *Pleurotus ostreatus*

Los datos se analizaron mediante estadística descriptiva simple, análisis de correlación de Pearson (r), análisis de varianza para un arreglo factorial bajo un diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA), con una probabilidad estadística del 5% (P -valor = 0.05); las diferencias entre tratamientos se determinaron utilizando la prueba de comparación múltiple de medias de Tukey, haciendo uso de Microsoft Excel® e Infostat® 2020.

2.3.2. Análisis sensorial del hongo *Pleurotus ostreatus*

Se aplicó análisis de varianza para un arreglo factorial bajo un diseño Completamente al Azar (DCA), con una probabilidad estadística del 5% (P -valor = 0.05), haciendo uso de hojas de cálculo de Microsoft Excel® e Infostat® 2020.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Producción del hongo *Pleurotus ostreatus*

3.1.1. Número total de racimos o carpóforos

La dosis de inóculo de 70 g mostró el mayor número de racimos o carpóforos con una media de 21.5 racimos, seguido por la dosis de 80 g con 17.5 racimos; finalmente la dosis de 60 g con 17.13 racimos. Al aplicar el análisis de varianza se demostró estadísticamente con probabilidad (p -valor) mayor que la significancia estadística (α) de 0.05, que las dosis de inóculo de 60 g, 70 g y 80 g, no presentaron diferencias estadísticas significativas en el número de racimos del hongo *Pleurotus ostreatus* (cuadro 1).

Cuadro 1. Valores medios y análisis de la varianza del efecto de diferentes dosis de inóculo en el número de racimos del hongo comestible.

Factor A (dosis de inóculo)	Variable	Media	C.M.E	P-valor
D1: 60 gramos	Número total de racimos	13.75 ^a	180.25	0.1386 ^{ns}
D2: 70 gramos		21.5 ^a		
D3: 80 gramos		17.5 ^a		

*significancia al 0.05 (5%), ns: no significativo.

Cuadrado medio del error (C.M.E) y prueba de significación (p -valor).

De los sustratos evaluados el rastrojo de frijol mostró el mayor número de racimos con una media de 30 racimos, seguido por el pasto pangola con 23 racimos, la tusa de maíz con 10 racimos; finalmente el olote de maíz con 8 racimos. En los sustratos agrícolas se demostró con probabilidad (p -valor) menor a la significancia estadística (α) de 0.05, que el olote de maíz, pasto pangola, rastrojo de frijol y tusa de maíz, presentaron diferencias estadísticas significativas en el número de racimos del hongo (cuadro 2). Los resultados en el número

total de racimos superan lo reportado por Varnero *et al.* (2010:8), en una investigación en Santa Cruz, a 40 km de la ciudad de San Fernando, Chile, estudiaron el potencial de los residuos forestales astillas de álamo, astillas de eucalipto, mezcla de paja de trigo y eucalipto y paja de trigo (testigo), como sustrato para el cultivo del hongo *Pleurotus ostreatus*. La mezcla de paja de trigo y eucalipto presentó el mayor número de racimos con 6.8, seguido por la paja de trigo con 5.2 racimos, eucalipto con 4.6 racimos y las astillas de álamo con 2.8 racimos.

Cuadro 2. Valores medios y análisis de la varianza del efecto de diferentes sustratos en el número de racimos del hongo comestible.

FB (sustratos agrícolas)	Variable	Media	C.M.E	P-valor
S1: Olote de maíz	Número total de racimos	7.78 ^a	1014.25	0.0001*
S2: Pasto pangola		23.11 ^b		
S3: Rastrojo de frijol		29.78 ^b		
S4: Tusa de maíz		9.67 ^a		

*significancia al 0.05 (5%), ns: no significativo.

Cuadrado medio del error (C.M.E) y prueba de significación (p-valor).

Al analizar las interacciones del factor dosis de inóculo y sustratos agrícolas en el número total de racimos o carpóforos del hongo *Pleurotus ostreatus*, se logra apreciar que el tratamiento T8: rastrojo de frijol + 70 g, presentó el mayor número de racimos con 33 racimos; seguido por los tratamientos T7: rastrojo de frijol + 60 g y T9: rastrojo de frijol + 80 g con 28 racimos; luego el tratamiento T11: pasto pangola + 70 g con 27 racimos. Al analizar las interacciones se demostró con probabilidad (p-valor) de 0.9801 mayor que la significancia estadística (α) de 0.05, que las combinaciones de dosis de inóculo y sustratos agrícolas, no presentaron diferencias estadísticas significativas en el número de racimos del hongo (figura 3).

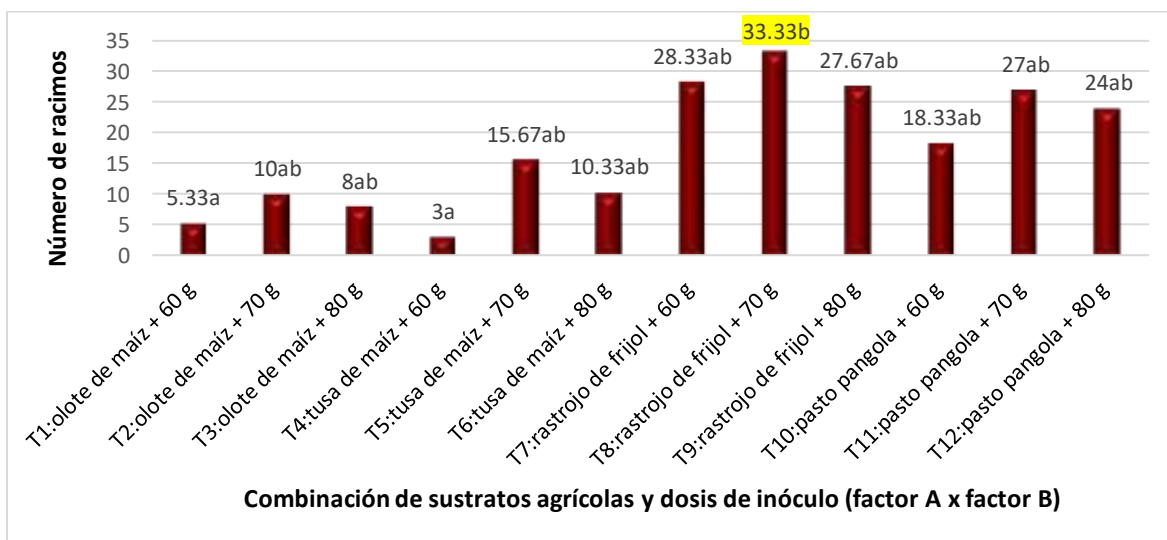


Figura 3. Efecto de la combinación de sustratos y dosis de inóculo en el número de racimos del hongo.

3.1.2. Peso de racimos o carpóforos

La dosis de inóculo de 70 g, generó el mayor peso fresco de carpóforos con una media de 409.42 g, seguido por la dosis de 80 g con 392.67 g; finalmente la dosis de 60 g con 298.5 g. Al aplicar el análisis de varianza se demostró estadísticamente con probabilidad (p-valor) mayor que la significancia estadística (α) de 0.05, que las dosis de inóculo de 60 g, 70 g y 80 g, no presentaron diferencias estadísticas significativas en el peso fresco de racimos o carpóforos del hongo *Pleurotus ostreatus* (cuadro 3).

Cuadro 3. Valores medios y análisis de la varianza del efecto de diferentes dosis de inóculo en el peso fresco de carpóforos del hongo comestible.

Factor A (dosis de inóculo)	Variable	Media	C.M.E	P-valor
D1: 60 gramos	Peso fresco total de carpóforos (g)	298.5 ^a	42900.86	0.364 ^{ns}
D2: 70 gramos		409.42 ^a		
D3: 80 gramos		392.67 ^a		

*significancia al 0.05 (5%), ns: no significativo.

Cuadrado medio del error (C.M.E) y prueba de significación (p-valor).

De los sustratos evaluados el rastrojo de frijol mostró el mayor peso fresco de carpóforos con una media de 559.44 g, seguido por el pasto pangola con 409.78 g, olote de maíz con 278.89 g; finalmente la tusa de maíz con 219.33 g. En los sustratos se demostró con probabilidad (p-valor) menor a la significancia estadística (α) de 0.05, que el olote de maíz, pasto pangola, rastrojo de frijol y tusa de maíz, presentaron diferencias estadísticas significativas en el peso fresco de carpóforos del hongo (cuadro 4). El peso fresco total de los carpóforos obtenidos en la investigación es concordante a los resultados de Garzón y Cuervo (2008:12), en Colombia cultivaron el hongo *Pleurotus ostreatus* en los siguientes sustratos: bagazo de caña de azúcar, tallo de maíz, aserrín y sobras de café de consumo humano. El rendimiento de los sustratos que tuvieron café y en mezclas varió entre 265 g a 409 g, y fueron significativamente más altos ($p < 0.05$) que los sustratos que no lo tenían en los cuales varió entre 1.5 g y 154 g de peso fresco de carpóforos.

Cuadro 4. Valores medios y análisis de la varianza del efecto de diferentes sustratos agrícolas en el peso fresco de carpóforos del hongo comestible.

FB (sustratos agrícolas)	Variable	Media	C.M.E	P-valor
S1: Olote de maíz	Peso fresco total de carpóforos (g)	278.89 ^a	205301.2	0.0081*
S2: Pasto pangola		409.78 ^{ab}		
S3: Rastrojo de frijol		559.44 ^b		
S4: Tusa de maíz		219.33 ^a		

*significancia al 0.05 (5%), ns: no significativo.

Cuadrado medio del error (C.M.E) y prueba de significación (p-valor).

Al analizar las interacciones del factor dosis de inóculo y sustratos agrícolas en el peso de racimos o carpóforos del hongo *Pleurotus ostreatus*, se logra apreciar que el tratamiento

T8: rastrojo de frijol + 70 g, obtuvo el mayor peso fresco de carpóforos con 587 g, seguido por el tratamiento T7: rastrojo de frijol + 60 g con 554 g; luego el tratamiento T9: rastrojo de frijol + 80 g con 538 g. Al analizar las interacciones, se demostró con probabilidad (p-valor) de 0.9824 mayor a la significancia estadística (α) de 0.05, que las combinaciones de dosis de inóculo y sustratos no presentaron diferencias estadísticas significativas en el peso fresco de los carpóforos del hongo (figura 4).

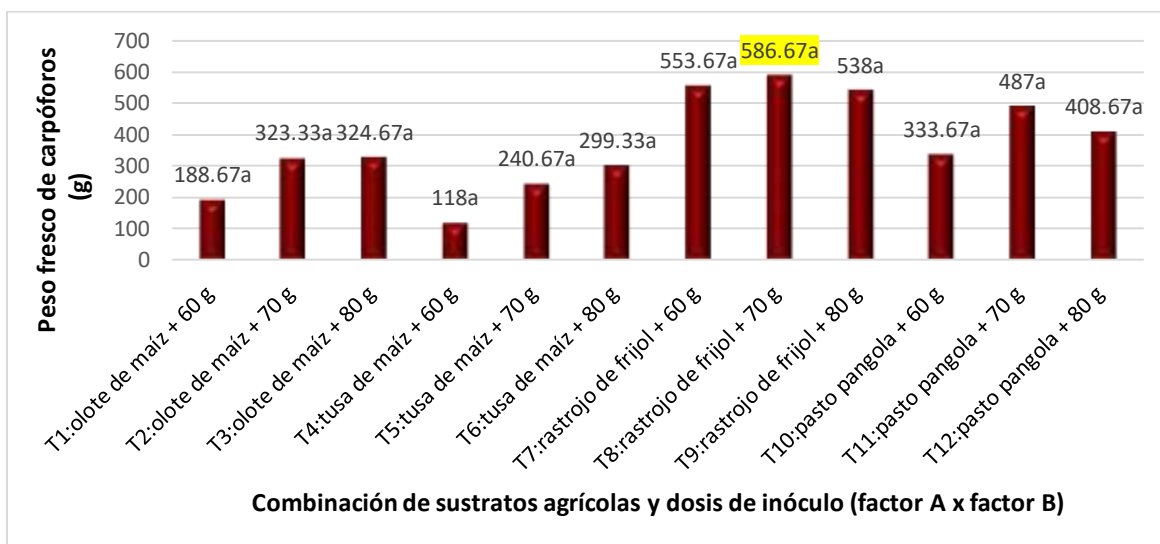


Figura 4. Efecto de la combinación de sustratos agrícolas y dosis de inóculo en el peso fresco de carpóforos del hongo.

3.1.3. Eficiencia biológica

Las dosis de inóculo de 70 g y 80 g, expresaron la mayor eficiencia biológica con medias de 78.98% y 71.88%, respectivamente; finalmente la dosis de 60 g con 40.41%. Al aplicar el análisis de varianza se demostró estadísticamente con probabilidad (p-valor) mayor que la significancia estadística (α) de 0.05, que las dosis de inóculo de 60 g, 70 g y 80 g, no presentaron diferencias estadísticas significativas en la eficiencia biológica del hongo (cuadro 5).

Cuadro 5. Valores medios y análisis de la varianza del efecto de diferentes dosis de inóculo en la eficiencia biológica del hongo.

Factor A (dosis de inóculo)	Variable	Media	C.M.E	P-valor
D1: 60 gramos	Eficiencia biológica (%)	40.41 ^a	5059.01	0.0524 ^{ns}
D2: 70 gramos		78.98 ^a		
D3: 80 gramos		71.88 ^a		

*significancia al 0.05 (5%), ns: no significativo.

Cuadrado medio del error (C.M.E) y prueba de significación (p-valor).

De los sustratos evaluados el sustrato rastrojo de frijol manifestó la mayor eficiencia biológica con una media de 121.87%, seguido por el pasto pangola con 75.56%, tusa de maíz con 41.06%; finalmente el olote de maíz con 16.54%. En el caso de los sustratos se demostró con probabilidad (p-valor) menor a la significancia estadística (α) de 0.05, que el olote de maíz, pasto pangola, rastrojo de frijol y tusa de maíz, presentaron diferencias estadísticas significativas en la eficiencia biológica del hongo (cuadro 6). Los resultados en la eficiencia biológica (EB) de esta investigación tienen similitud a lo encontrado por Vargas *et al.* (2012:7), donde evaluaron “el crecimiento del hongo *P. ostreatus* en hojarasca mezclada con bagazo de caña y 5 sustratos: 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, logrando eficiencias biológicas de 221.1%, 44.35%, 52.78%, 90.30% y 109.12%, respectivamente”.

Cuadro 6. Valores medios y análisis de la varianza del efecto de diferentes sustratos agrícolas en la eficiencia biológica del hongo.

FB (sustratos agrícolas)	Variable	Media	C.M.E	P-valor
S1: Olote de maíz	Eficiencia biológica (%)	16.54 ^a	18785.12	0.0001*
S2: Pasto pangola		75.56 ^b ^c		
S3: Rastrojo de frijol		121.87 ^c		
S4: Tusa de maíz		41.06 ^{ab}		

*significancia al 0.05 (5%), ns: no significativo.

Cuadrado medio del error (C.M.E) y prueba de significación (p-valor).

Al analizar las interacciones del factor dosis de inóculo y sustratos agrícolas en la eficiencia biológica del hongo *Pleurotus ostreatus*, se logra apreciar que, al analizar las interacciones, el tratamiento T8: rastrojo de frijol + 70 g, expresó la mayor eficiencia biológica con 161.4%; seguido del tratamiento T9: rastrojo de frijol + 80 g con 119.47%; luego el tratamiento T11: pasto pangola + 70 g con 97.28%. Al analizar las interacciones se demostró con probabilidad (p-valor) de 0.6866 mayor que la significancia estadística (α) de 0.05, que las dosis de inóculo y sustratos, no presentaron diferencias estadísticas significativas en la eficiencia biológica del hongo *Pleurotus ostreatus* (figura 5).

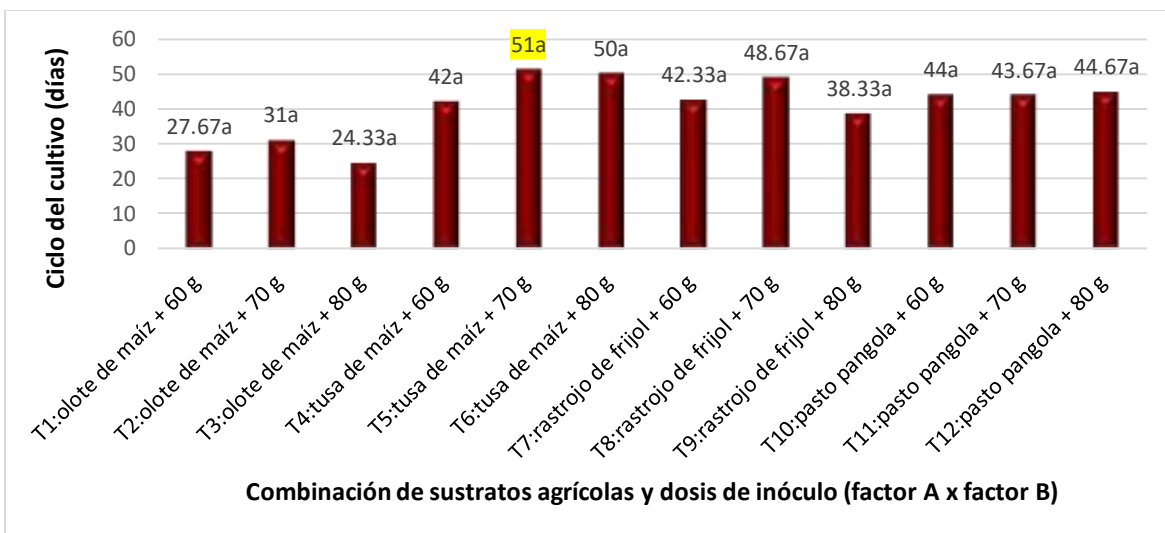


Figura 5. Efecto de la combinación de sustratos y dosis de inóculo en el ciclo de cultivo del hongo.

3.1.4. Tasa de producción

Las dosis de inóculo de 80 g y 70 g, expresaron la mayor tasa de producción del hongo con medias de 1.85% y 1.66%, respectivamente; finalmente la dosis de inóculo de 60 g con 1.01%. Al aplicar el análisis de varianza se demostró estadísticamente con probabilidad (p-valor) mayor que la significancia estadística (α) de 0.05, que las dosis de inóculo de 60 g, 70 g y 80 g, no presentaron diferencias estadísticas significativas en la tasa de producción del hongo (cuadro 7).

Cuadro 7. Valores medios y análisis de la varianza del efecto de diferentes dosis de inóculo en la tasa de producción del hongo.

Factor A (dosis de inóculo)	Variable	Media	C.M.E	P-valor
D1: 60 gramos	Tasa de producción (%)	1.01 ^a	2.31	0.0711 ^{ns}
D2: 70 gramos		1.66 ^a		
D3: 80 gramos		1.85 ^a		

*significancia al 0.05 (5%), ns: no significativo.

Cuadrado medio del error (C.M.E) y prueba de significación (p-valor).

De los sustratos evaluados, el rastrojo de frijol obtuvo la mayor tasa de producción con una media de 2.86%, seguido por el pasto pangola con 1.71%, tusa de maíz con 0.82%; finalmente el olote de maíz con 0.65%. En los sustratos se demostró con probabilidad (p-valor) menor a la significancia estadística (α) de 0.05, que el olote de maíz, pasto pangola, rastrojo de frijol y tusa de maíz, presentaron diferencias estadísticas significativas en la tasa de producción del hongo (cuadro 8). La mayoría de los sustratos agrícolas evaluados en esta investigación superaron los resultados obtenidos por Olivera *et al.* (s.f.:4), en Veracruz, México, quienes evaluaron sustratos de rastrojo de frijol y caña de azúcar, “encontrando significancia estadística en la tasa de producción del hongo *Pleurotus ostreatus*, siendo el rastrojo de frijol el que presentó los mejores resultados con 0.7%”.

Cuadro 8. Valores medios y análisis de la varianza del efecto de diferentes sustratos agrícolas en la tasa de producción del hongo.

FB (sustratos agrícolas)	Variable	Media	C.M.E	P-valor
S1: Olote de maíz	Tasa de producción (%)	0.65 ^a	9.3	0.0001*
S2: Pasto pangola		1.71 ^b		
S3: Rastrojo de frijol		2.86 ^b		
S4: Tusa de maíz		0.82 ^b		

*significancia al 0.05 (5%), ns: no significativo.

Cuadrado medio del error (C.M.E) y prueba de significación (p-valor).

Al analizar las interacciones del factor dosis de inóculo y sustratos agrícolas en la tasa de producción del hongo *Pleurotus ostreatus*, se logra apreciar que el tratamiento T8: rastrojo de frijol + 70 g, mostró la mayor tasa de producción con 3.36%; seguido del tratamiento T9: rastrojo de frijol + 80 g con 3.05%, luego el tratamiento T7: rastrojo de frijol + 60 g con 2.18%. Al analizar las interacciones, se demostró con probabilidad (p-valor) de 0.9534 mayor que la significancia estadística (α) de 0.05, que las dosis de inóculo y los sustratos no presentaron diferencias estadísticas significativas en la tasa de producción del hongo *Pleurotus ostreatus* (figura 6).

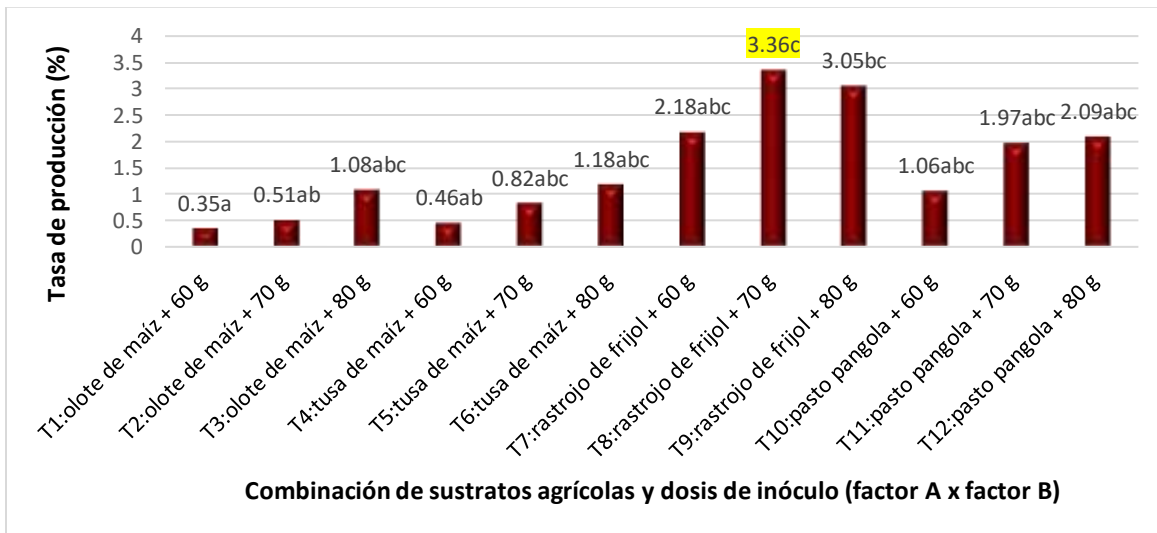


Figura 6. Efecto de la combinación de sustratos y dosis de inóculo en la tasa de producción del hongo.

3.2. Análisis bromatológico y contenido de minerales base seca de los carpóforos del hongo *Pleurotus ostreatus*

Al realizar el análisis bromatológico base seca de los carpóforos del hongo *Pleurotus ostreatus*, se logró evidenciar que el contenido promedio de proteína cruda (g/100g) base seca de los carpóforos o cuerpos fructíferos del hongo *Pleurotus ostreatus* fue de 29.71 g/100g; siendo el tratamiento T9: rastrojo de frijol + 80 g de inóculo, el que presentó el mayor contenido de proteína cruda base seca con un valor promedio de 37.54 g/100g; el mayor

contenido de fósforo con un valor de 7444.66 mg/100g; uno de los mejores en el contenido de calcio con 102.19 mg/100g; el mayor contenido de magnesio con valores de 1322.52 mg/100g. En cuanto al contenido de hierro, el tratamiento T11: pasto pangola + 70 g de inóculo presentó los mejores resultados con un valor promedio de 16.47 mg/100g (cuadro 9 y 10). Los resultados del análisis bromatológico del hongo *P. ostreatus* obtenidos en la investigación superaron lo encontrado por Bautista *et al.* (1999:1), quienes evaluaron “la calidad proteínica de los cuerpos fructíferos de tres cepas mexicanas de *Pleurotus ostreatus* (INIREB-8, CDBB-H-896 y CDBB-H-897), donde la concentración de proteína osciló entre 17.26 y 19.97 g/100 g en peso seco. Por su contenido de aminoácidos esenciales las proteínas de la cepa INIREB-8 se complementan con los cereales, por lo cual es recomendable incluirlas en la dieta diaria”.

Cuadro 9. Análisis bromatológico base seca de los carpóforos del hongo *Pleurotus ostreatus*.

Tratamientos	Humedad total (g/100 g)	Materia seca (g/100 g)	Ceniza (g/100 g)	Proteína cruda (g/100 g)	Extracto etéreo (g/100 g)	Fibra cruda (g/100 g)	Carbohidratos (g/100 g)
T1: olote de maíz + 60 g	95.17	4.83	9.39	30.74	1.14	14.51	44.22
T2: olote de maíz + 70 g	98.49	1.51	10.08	29.57	0.85	14.44	45.05
T3: olote de maíz + 80 g	84.09	15.91	9.59	31.51	0.95	13.31	44.64
T4: tusa de maíz + 60 g	79.64	20.36	8.72	29.71	1.67	9.94	49.95
T5: tusa de maíz + 70 g	94.66	5.34	8.19	29.51	0.73	10.74	50.83
T6: tusa de maíz + 80 g	95.85	4.15	7.58	29.85	0.91	11.44	50.22
T7: rastrojo de frijol + 60 g	88.72	11.28	7.37	26.01	7.37	22.75	36.50
T8: rastrojo de frijol + 70 g	97.50	2.50	7.44	27.46	7.44	22.90	34.75
T9: rastrojo de frijol + 80 g	88.12	11.88	7.83	37.54	0.92	12.71	41.00
T10: pasto pangola + 60 g	82.49	17.51	7.93	29.78	1.07	12.03	49.19
T11: pasto pangola + 70 g	97.05	2.95	7.61	24.00	7.61	22.69	38.09
T12: pasto pangola + 80 g	88.19	11.81	7.50	30.89	1.01	10.23	50.37
Media aritmética	90.83	9.17	8.27	29.71	2.64	14.81	44.57
Desviación estándar	6.46	6.46	0.94	3.28	2.92	5.03	5.81
Coefficiente de variación (%)	7.12	70.49	11.41	11.04	110.82	33.94	13.04

Cuadro 10. Contenido de minerales base seca de los carpóforos del hongo *Pleurotus ostreatus*.

Tratamientos	Fósforo (mg/100 g)	Calcio (mg/100 g)	Sodio (mg/100 g)	Hierro (mg/100 g)	Potasio (mg/100 g)	Zinc (mg/100 g)	Magnesio (mg/100 g)
T1: olote de maíz + 60 g	677.19	129.37	1.98	13.01	932.44	1.25	122.36
T2: olote de maíz + 70 g	722.44	77.80	2.78	14.44	2244.01	1.11	123.60
T3: olote de maíz + 80 g	670.90	27.55	2.77	14.32	1916.30	1.52	119.38
T4: tusa de maíz + 60 g	656.51	7.84	4.77	9.98	1936.72	0.74	117.24
T5: tusa de maíz + 70 g	630.88	55.38	27.70	8.59	3161.90	1.41	1234.21
T6: tusa de maíz + 80 g	595.51	30.32	26.53	8.36	2588.66	1.48	1197.24
T7: rastrojo de frijol + 60 g	1077.58	31.49	31.34	11.14	4172.31	2.31	20.74
T8: rastrojo de frijol + 70 g	1215.09	11.39	37.49	10.20	3972.22	2.52	20.66
T9: rastrojo de frijol + 80 g	7444.66	102.19	38.38	10.62	2638.28	2.00	1322.52
T10: pasto pangola + 60 g	834.51	77.83	44.72	7.14	3123.19	3.24	1293.62
T11: pasto pangola + 70 g	1327.49	4.65	66.22	16.47	3834.98	2.34	20.58
T12: pasto pangola + 80 g	848.31	4.98	49.27	7.69	3160.21	1.77	1255.08
Media aritmética	1391.76	46.73	27.83	11.00	2806.77	1.81	570.60
Desviación estándar	1921.39	41.62	21.09	2.97	957.60	0.70	611.02
Coefficiente de variación (%)	138.06	89.07	75.79	27.04	34.12	38.85	107.08

3.3. Evaluación sensorial de una crema del hongo *Pleurotus ostreatus* con diferentes tiempos de almacenamiento según métodos de conservación

El análisis sensorial de la crema del hongo *Pleurotus ostreatus* los tiempos de almacenamiento según métodos de conservación presentaron diferencias estadísticas significativas en las variables pH, grados brix (°Bx), olor, color, sabor, y consistencia (textura). El tratamiento T9: salmuera con 3 meses de almacenamiento presentó el mayor contenido del pH con un valor de 6.32; el T8: salmuera con dos meses de almacenamiento mostró la mayor concentración de los grados brix (°Bx), con un valor de 13.27 (figura 7 y 8).

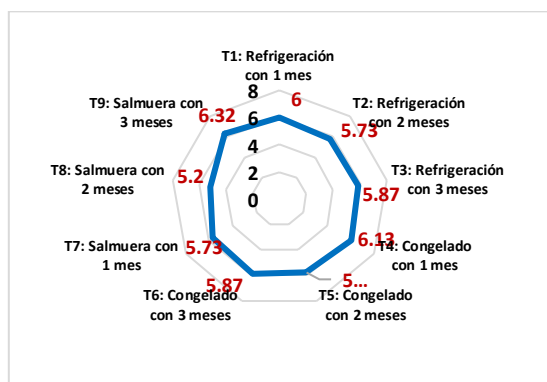


Figura 7. Contenido de pH de la crema del hongo Ostra.

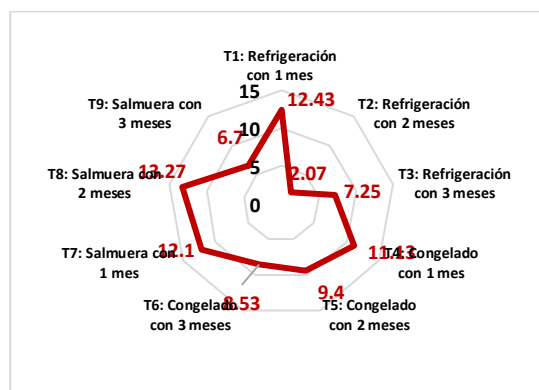


Figura 8. Contenido de grados brix de la crema del hongo Ostra.

En lo referente a los atributos sensoriales, el T8: salmuera con dos meses de almacenamiento presentó la mayor puntuación y aceptabilidad del panel de catadores en el olor, color, sabor, y consistencia (textura). Actualmente, no hay trabajos similares que reporten la combinación de diferentes tiempos de almacenamiento y métodos de conservación en una crema del hongo comestible *Pleurotus ostreatus*; sin embargo, el CONACYT (s.f.), establece en la Norma Salvadoreña NSO 67.01.09:95 sobre productos de imitación de la crema de leche que, como características sensoriales que el producto tendrá sabor y olor similar al de la crema de leche y estará libre de cualquier sabor u olor extraño o anormal, tener color blanco a ligeramente amarillento. Rodríguez *et al.* (2005), afirma que el hongo comestible *Pleurotus ostreatus* se caracteriza por sus propiedades organolépticas, reflejada en su aspecto, aroma agradable, utilización para la elaboración de numerosos platillos.

3.4. Sondeo de mercado del hongo *Pleurotus ostreatus*

Respecto al sondeo de mercado, de las empresas encuestadas Z'ETAS es la que tiene mayor tiempo con 17 años de experiencia en el mercado salvadoreño, seguida por la empresa TUTALYU con 7 años de producir y comercializar el hongo *Pleurotus ostreatus* en El Salvador. La empresa Z'ETAS comercializa las especies de hongos frescos: hongo Ostra con un precio promedio de USD 5.50/libra, champiñón USD 5.00/libra, portobello USD 7.50/libra, cremini USD 6.50/libra, tenkike USD 20.00/libra, anakate USD 15.50/libra. También comercializa las especies de hongos deshidratados shiitake USD 5.00/onza, porcini USD 5.50/onza, y champiñón USD 5.00/onza. La empresa TUTALYU, comercializa únicamente la especie de hongo Ostra a un precio promedio de USD 6.00/libra. En el caso de la empresa Z'ETAS, los principales clientes son los Callejas (Super Selectos), Walmart, y Restaurantes, entre otros, y la especie de mayor demanda por los salvadoreños es el hongo champiñón. Respecto a la empresa TUTALYU, sus clientes potenciales son adoptadores primarios, restaurantes vegetarianos, tiendas de comida saludable.

4. CONCLUSIONES

Con valores de probabilidad (p-valor) mayores a la significancia estadística (α) de 0.05, las dosis de inóculo 60 g, 70 g y 80 g de la cepa comercial 3015 del hongo comestible *Pleurotus ostreatus* presentaron similares efectos en los parámetros morfológicos y fisiológicos del hongo, quedando evidente que para el cultivo del hongo *P. ostreatus* se debe usar la dosis de 60 g, garantizando menor uso de inóculo y resultados similares.

Los sustratos agrícolas olote de maíz, pasto pangola, rastrojo de frijol y tusa de maíz, presentaron diferencias estadísticas significativas en la mayoría de parámetros morfológicos y fisiológicos del hongo comestible *Pleurotus ostreatus*, siendo el mejor sustrato según la prueba estadística de comparación múltiple de medias de Tukey el rastrojo de frijol con una producción promedio de 30 racimos o carpóforos, peso fresco total de carpóforos de 559.44 g, la mejor eficiencia biológica con 121.87% y una tasa de producción de 2.86%; el segundo mejor sustrato fue el pasto pangola con una producción de 23 racimos, peso fresco total de carpóforos de 409.78 g, eficiencia biológica de 75.56% y una tasa de producción de 1.71%.

Según los resultados nutricionales en base seca de los carpóforos del hongo *Pleurotus ostreatus*, obtenidos en esta investigación, este hongo es una excelente alternativa para la alimentación humana con un promedio de proteína cruda de 29.71 g/100; carbohidratos 44.57 g/100 g; fósforo 1,391.76 mg/100 g; calcio 46.73 mg/100 g; sodio 27.83 mg/100 g; hierro 11 mg/100 g; potasio 2,806.77 mg/100 g; zinc 1.81 mg/100 g y magnesio 570.60 mg/100 g.

Al evaluar la crema del hongo el tratamiento T8: hongo *Pleurotus ostreatus* en Salmuera con dos meses de almacenamiento, presentó la mayor puntuación y aceptabilidad del panel de catadores en el olor, color, sabor y consistencia (textura).

En El Salvador existe demanda de hongos comestibles como champiñón común, portobello y pleurotus; pero solo dos empresas se dedican a la producción y comercialización, Z'ETAS comercializa hongos frescos y deshidratados, y la empresa TUTALYU comercializa el hongo ostra a un precio promedio de USD 6.00/libra.

5. RECOMENDACIONES

En relación a las dosis de inóculo de 60 g, 70 g y 80 g, de la cepa comercial 3015 del hongo *Pleurotus ostreatus*, utilizar cualquiera de las dosis evaluadas en esta investigación producto que mostraron similar efecto en los parámetros morfológicos y fisiológicos evaluados en el hongo Ostra. Respecto a los sustratos agrícolas, utilizar el sustrato de rastrojo de frijol o de pasto pangola, porque presentaron los mejores resultados en la producción, eficiencia biológica y tasa de producción del hongo *Pleurotus ostreatus*.

Producto del alto contenido nutricional del hongo *Pleurotus ostreatus*, incluirlo como alternativa de alimentación en los centros escolares del país, fomentando la cultura del consumo de hongos comestibles y el conocimiento de las ventajas gastronómicas que presentan, al poseer alto contenido proteico aun mayor que los vegetales, además de contener aminoácidos esenciales importantes para una dieta balanceada, mejorando la nutrición de los estudiantes y su rendimiento académico.

En cuanto al análisis sensorial, con el propósito de alargar la vida de anaquel del hongo *Pleurotus ostreatus* y conservar sus propiedades organolépticas y nutricionales se recomienda aplicar el tratamiento T8: hongo *Pleurotus ostreatus* en salmuera con dos meses de almacenamiento por ser el de mejor puntuación y aceptabilidad del panel de catadores en el olor, color, sabor y consistencia (textura).

Respecto a la comercialización del hongo *Pleurotus ostreatus* se recomienda trabajar en la divulgación del cultivo, sus propiedades nutricionales, conservación y preparación culinaria en los medios de comunicación y redes sociales, por medio de talleres prácticos en la Estación Experimental y de Prácticas (EEP) de la Facultad de Ciencias Agronómicas, en centros escolares, y comunidades del país.

6. AGRADECIMIENTOS

A la Facultad de Ciencias Agronómicas y a la Universidad de El Salvador, por financiar la formación en la Maestría en Ciencias en Agricultura Sostenible.

A la Secretaría de Investigaciones Científicas de la Universidad de El Salvador, por el apoyo financiero para llevar a cabo esta investigación.

Al Banco de Desarrollo de El Salvador (BANDESAL), por el apoyo financiero con el análisis de laboratorio para llevar a cabo esta investigación.

7. BIBLIOGRAFÍA

- Barba Chávez, JM; López Cruz, JI. 2017. Guía práctica para el cultivo de Setas (en línea). México. Consultado 20 dic. 2021. Disponible en <http://publicacionescbs.izt.uam.mx/DOCS/csetas.pdf>
- Bautista, M; Guzmán, GA; González, E; Díaz, C; Martínez, G; Corona, EB. 1999. Calidad proteínica de tres cepas mexicanas de setas (*Pleurotus ostreatus*). (en línea). México. Consultado 22 dic. 2021. Disponible en <https://www.alanrevista.org/ediciones/1999/1/art-16/>
- Calderón, AC; Calles, CE. 2006. Estrategia de mercadeo para la comercialización del hongo ostra producido en El Salvador. Caso práctico: empresa Manix, S.A. de C.V. (en línea). Consultado 22 dic. 2021. Disponible en: <https://acortar.link/yRGt6F>
- CONACYT (Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, El Salvador). s.f. Norma Salvadoreña NSO 67.01.09:95 sobre Productos de imitación de la crema de leche (en línea). Consultado 12 feb. 2023. Disponible en: <https://goo.su/ukE2bnm>
- Cueva, MB; Hernández, A. 2014. Evaluación de residuos agrícolas para la producción del hongo *Pleurotus ostreatus*. Ciudad de La Habana, Cuba (en línea). Consultado 22 dic. 2021. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/2231/223131337008.pdf>
- Fernel, K; Pérez, R. 2014. Estudio de mercado para la producción y comercialización de hongo *Pleurotus ostreatus* L. En cuatro municipios del departamento de San Marcos. (en línea). Universidad de San Carlos, Guatemala. Consultado 20 mar. 2023. Disponible en: <http://investigacion.cusam.edu.gt/wp-content/uploads/2018/10/ESTUDIO-DE-MERCADO-PARA-LA-PRODUCCI%C3%93N-Y-COMERCIALIZACI%C3%93N.pdf>
- Gaitán, RG; Salmones, D; Pérez, R; Mata, G. 2006. Manual práctico del cultivo de setas: aislamiento, siembra y producción (en línea). Consultado 04 sep. 2023. Disponible en: http://www1.inecol.edu.mx/cv/CV_pdf/libros/Manual_PleurotusGaitan.pdf

- Garzón, JP; Cuervo, JL. 2008. Producción de *Pleurotus ostreatus* sobre residuos sólidos lignocelulósicos de diferente procedencia (en línea). Consultado 10 jul. 2023. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/316652826_Produccion_de_Pleurotus_ostreatus_sobre_residuos_solidos_lignocelulosicos_de_diferente_procedencia/link/5909fead458515ebb4a41763/download
- González, FU. 2016. Determinación de las características de cultivo in vitro y producción de inóculo de una cepa guatemalteca de *Pleurotus albidus* (Berk.) Pegler. (en línea). Consultado 02 sep. 2023. Disponible en: <https://biblioteca-farmacia.usac.edu.gt/tesis/QB1141.pdf>
- Huamán, M; Mendoza, K. 2015. Caracterización sensorial de salsa a base de *Pleurotus ostreatus*, cultivados en mazorcas de cacao (*Theobroma cacao* L.). Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Saltillo, Lima, Perú (en línea). Consultado 22 dic. 2021. Disponible en: <https://core.ac.uk/download/pdf/323342145.pdf>
- Martínez, A; Zelada, C; Herrera, M. 2005. Creación de un modelo de sistemas de información geográficos (SIG) para una finca, caso campo experimental y de prácticas de la Facultad de Ciencias Agronómicas (en línea). Consultado 02 sep. 2023. Disponible en: <https://ri.ues.edu.sv/id/eprint/9002/1/13100938.pdf>
- Nieto, J; Cuzcano, A; Reyes, W. 2021. Evaluación del hongo *Pleurotus ostreatus* y de su composición nutricional en borra de café (en línea). Consultado 19 ene. 2023. Disponible en: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S2309-04132021000200027&lng=es&nrm=iso
- Olivera, A; Aranda, E; Ortega, E; J Diaz, P; Mendoza, G. s.f. Producción de hongo *Pleurotus ostreatus* en residuos de maíz, frijol y caña de azúcar (en línea). Consultado 05 feb. 2023. Disponible en: <https://docplayer.es/106541067-Produccion-de-hongo-pleurotus-ostreatus-en-residuos-de-maiz-frijol-y-cana-de-azucar.html>
- Vargas, PS; Hoyos, JL; Mosquera, SA. 2012. Uso de hojarasca de roble y bagazo de caña en la producción de *Pleurotus ostreatus* (en línea). Consultado 25 ene. 2023. Disponible en <http://www.scielo.org.co/pdf/bsaa/v10n1/v10n1a16.pdf>
- Varnero, MT; Quiroz, MS; Álvarez, CH. 2010. Utilización de Residuos Forestales Lignocelulósicos para Producción del Hongo Ostra (*Pleurotus ostreatus*) (en línea). Consultado 25 ene. 2023. Disponible en <https://doi.org/10.4067/S0718-07642010000200003>