

CALIDAD ALIMENTICIA DEL HONGO *Pleurotus ostreatus*, FRESCO Y DESHIDRATADO, CULTIVADO EN TRES RESIDUOS AGRÍCOLAS

NUTRITIONAL QUALITY OF FRESH AND DEHYDRATED *Pleurotus ostreatus* FUNGUS, FARMED IN THREE TYPE AGRICULTURAL WASTE

Christian Amable Vallejo Torres^{1,2}, Raul Díaz Ocampo², Wiston Morales Rodríguez^{1,2}, Jaime Vera Chang², Tanya Maribel Cortéz Salazar²

¹Carrera de Ingeniería Agroindustrial. Facultad de Ciencias de la Ingeniería. Universidad Tecnológica Equinoccial (UTE) Campus Arturo Ruiz Mora, Km. 4 1/2 vía a Chone, Santo Domingo de los Tsáchilas-Ecuador.

²Carrera de Ingeniería en Alimentos, Facultad de Ciencias Pecuarias de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo-(UTEQ), Ubicada en el km 7 ½ vía Quevedo-El Empalme, entrada a Mocache Quevedo, los Ríos, Ecuador.

Contacto: cvallejo@uteq.edu.ec

RESUMEN

La investigación consistió en analizar la calidad microbiológica, fisicoquímica, y organoléptica del hongo *Pleurotus ostreatus*, fresco y deshidratado, cultivado en tres residuos agrícolas. Se aplicó un diseño experimental completamente al azar bifactorial 3 x 2 Factor A= Residuo de cáscara de gandul (*Cajanus cajan*), Residuo de cáscara de fréjol cuarentón (*Phaseolus vulgaris*) y Pseudotallo de plátano (*Musa paradisiaca*); factor B= estado del hongo fresco y deshidratado, con cuatro repeticiones. Para determinar diferencias entre tratamientos se utilizó Tukey ($p < 0,05$). Según las características fisicoquímicas del hongo *Pleurotus ostreatus* la utilización de diferentes sustratos provoca una variación entre tratamientos en la composición nutricional especialmente en el contenido de humedad, materia seca, ceniza y pH. El contenido de fibra y proteína del hongo deshidratado cultivado en sustratos de gandul (T4) y pseudotallo (T6) sobresalieron. El T1 (hongo fresco cultivado en cascara de gandul) presentó menor porcentaje de grasa 0,76%. Al emplear el método de deshidratación, en las muestras, se demostró que existe variación en la composición nutricional por el proceso industrial aplicado. En los análisis microbiológicos, los sustratos empleados y el método de deshidratación no influyen en la carga microbiológica (Mesófilos, *E. coli*, Mohos y levaduras) del hongo comestible, los valores reportados están dentro de los rangos establecidos por la Norma Sanitaria 007-98-SA y el Reglamento Técnico Centroamericano. Para la valoración organoléptica todos los tratamientos obtuvieron una aceptabilidad indiferente. Se demostró que el tipo de residuo agroindustrial utilizado no tuvo incidencia significativa en el color, aroma y sabor.

Palabras clave: *Pleurotus ostreatus*, deshidratación, sustratos, microbiológica, fisicoquímica y organoléptica.

ABSTRACT

The aim of this research was to analyze the microbiological, physicochemical and organoleptic quality of fresh and dehydrated mushroom (*Pleurotus ostreatus*), grown in three agricultural residues. A bifactorial experimental design was randomly applied, 3x2 (Factor A= Gandul husk residue (*Cajanus cajan*), husk residue from middle-aged bean, (*Phaseolus vulgaris*) and Banana Pseudotallo (*Musa paradisiaca*) factor B= Fresh and Dehydrated Mushrooms, with four repetitions. To determine differences between treatments, the Tukey multiple range test was used ($p < 0,05$), according to the physicochemical characteristics of the fungus *Pleurotus ostreatus*. The use of different substrates caused a variation between treatments in the nutritional composition especially in the moisture content, dry matter, ash and Ph, in terms of fiber and protein content, T4 and T6 were the ones that stood out, with T1 having the lowest percentage of fat 0.76%. When using the dehydration method, in the samples, it we demonstrated that there is variation in the nutritional composition, due to the applied industrial process. In the microbiological analysis, the substrates and the dehydration method do not influence the microbiological load (Mesophiles, *E. coli*, molds and yeasts) in the edible mushrooms. The reported values are within the allowed ranges established by the Sanitary Norm 007-98-SA and the Central American Technical Regulations. All the treatments obtained a different acceptability for the organoleptic assessment. It was demonstrated that the types of agroindustrial waste used did not have a significant incidence in color, aroma and flavor.

Keywords: *Pleurotus ostreatus*, dehydration, substrates, microbiological, physicochemical and organoleptic.



Recibido: 20 de junio de 2017

Aceptado: 30 de noviembre de 2017

ESPAMCIENCIA 8(2):75-83/2017

INTRODUCCIÓN

El cultivo de hongos comestibles (setas) es un sistema de bioconversión ecológica, debido a la transformación de los residuos agrícolas en alimentos energéticos y proteínicos realizada por los microorganismos. Las setas poseen un alto contenido de humedad, entre 87 y 93% según las condiciones de manejo al momento de la cosecha, la mayoría de los hongos frescos contienen de 2 a 4% de proteína en base húmeda, y de 10,5 a un 30,5% en base seca, contienen nueve aminoácidos esenciales como leucina y lisina, que están ausentes en la mayoría de los cereales (García *et al.*, 2014).

El alto valor nutricional que posee *P. ostreatus* le ha permitido ser catalogado como la carne vegetal, porque presenta el doble del contenido proteico que los vegetales tradicionales, además tiene un elevado contenido de vitaminas (tiamina (B1), riboflavina (B2), piridoxina (B6), cobalamina (B12), ácido ascórbico (C), ácido nicotínico, ácido fólico y tocoferol), y actúa como fuente importante de calcio y fósforo. Además, contiene ácidos grasos esenciales como el oleico, palmítico y linoléico (Magdaleno, 2013).

Los hongos del género *Pleurotus* son los más fáciles y menos costosos de producir, debido a la alta adaptabilidad, agresividad y productividad, además tienen la habilidad de crecer en diferentes residuos orgánicos. Presentan buen desarrollo en productos secundarios (viruta) de la industria maderera, residuos vegetales de los cereales, bagazo de la caña de azúcar, rastrojos de maíz, cáscaras de oleaginosas (soya, frejol gandul, maní, pseudotallo de plátano), etc. Los nutrientes necesarios para el crecimiento y desarrollo de los hongos comestibles son fundamentalmente carbohidratos (celulosa y hemicelulosa), compuestos nitrogenados (por adición de compuestos que poseen nitrógeno como los sulfatos de amonio, urea o gallinaza) y minerales (Vargas y Mosquera, 2012).

En el Ecuador el cultivo de *P. ostreatus* es un tanto desconocido, debido a la falta de información, difusión y promoción, mientras que en países europeos este cultivo ha llegado a constituir empresas enormes con avances tecnológicos, actualmente el consumidor se enfrenta a una oferta de 98% de hongos de importación y apenas a un 2% de hongos nacionales producidos (Loor, 2008).

El beneficio de cultivar esta especie de hongos es muy atractivo, por su bajo costo de producción debido a que puede ser cultivado en desechos agroindustriales lignocelulósicos. Estos materiales lignocelulósicos son poco aprovechados al tiempo que se producen de forma natural en cantidades enormes en la tierra, pues se estima sean producidas 1×10^{10} TM cada año (Pineda *et al.*, 2014).

Actualmente en Ecuador es deficiente el manejo y disposición final de los residuos generados en producciones agrícolas. Esto indica la existencia de un gran potencial contaminante y, al mismo tiempo, la posibilidad de su aprovechamiento con mejores fines (Pineda *et al.*, 2015).

Estudios realizados han demostrado que aproximadamente el 70% de los desechos agrícolas no están siendo utilizados en su totalidad. Los hongos al ser cultivados sobre este tipo de desechos, no solo pueden convertir toda esta biomasa lignocelulósica en alimento, sino que además, generan productos biomedicinales con notables beneficios a la salud. La bioconversión de dicho material lignocelulósico en alimento y otros productos contribuyen al manejo de desechos agrícolas e industriales; además, presenta uno de los procesos de reciclaje orgánico más económico (Arrúa y Quintanilla, 2007).

Las setas que produce el hongo son aptas para incluirlo en la dieta humana, contiene alto valor nutricional (Arrúa y Quintanilla, 2007). Posterior a la cosecha del hongo, el residuo (rastroy) presenta mejorías que podrían ser aprovechadas en la alimentación animal.

Con estos antecedentes se plantea evaluar las características físico-químicas, microbiológicas y organolépticas del hongo *P. ostreatus*, utilizando como medio de crecimiento residuos agrícolas en estado frescos y deshidratados. Proponiendo así una alternativa para el consumo del hongo comestible destinado a la alimentación humana y al mismo tiempo disminuir la contaminación ambiental generada por rastrojo de las cosechas.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se llevó a cabo en el Laboratorio de Rumiología y el Laboratorio de Bromatología de la Facultad de Ciencias Pecuarias de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, provincia de Los Ríos. Para la investigación se utilizó el diseño completamente al azar con un arreglo bifactorial 3×2 , con cuatro repeticiones.

La unidad experimental estuvo conformada por el hongo *P. ostreatus*. Los tratamientos evaluados fueron: T1= Cáscara de frejol gandul en estado fresco (CFGF), fresco; T2= Cáscara de frejol cuarentón en estado fresco (CFCF); T3= Pseudotallo de plátano en estado fresco (SPF); T4= Cáscara de frejol gandul en estado deshidratado (CFGD); T5= Cáscara de frejol cuarentón en estado deshidratado (CFCD); T6= Pseudotallo de plátano en estado deshidratado (SPD). Y para determinar diferencias entre tratamientos se utilizó la prueba de rangos múltiples de Tukey ($p \leq 0,05$), además los datos fueron analizados en

el programa estadístico Infostat versión 2011 (Di Rienzo, 2011).

Para la deshidratación del hongo *P. ostreatus* se utilizó una estufa eléctrica y se realizó en dos etapas: en la primera etapa el proceso fue suave, controlando que las temperaturas no sean superiores a los 40 a 45°C y con circulación de aire (1,5 a 2 m/s), para eliminar el agua libre del hongo, durante 5 a 6 horas; en la segunda etapa, la temperatura se eleva hasta los 60°C, por un lapso de 2 a 3 horas. Al término del proceso de deshidratado se estabiliza la temperatura dejando al hongo en el interior de la estufa hasta que tenga una temperatura, aproximadamente similar a la ambiental y se envasa inmediatamente para evitar el efecto de “pan caliente” (humedecimiento interior del envase por el producto que sigue evaporando humedad) (García, 2014).

Análisis fisicoquímicos, microbiológicos y organolépticos

Las muestras fueron cosechadas y empacadas para ser trasladadas al Laboratorio de Bromatología de la Universidad Técnica Equinoccial (UTE), para análisis, en presentación de estado fresco y deshidratado. Los análisis fisicoquímicos fueron: humedad (%), materia seca (%), ceniza (%), proteína (%), fibra (%), grasa (%) y pH.

Las variables microbiológicas: Mesófilos Totales con el protocolo, AOAC (900.12); *E. coli*, AOAC (991.14), Mohos y Levaduras AOAC (997.02), todos estos utilizando placas Petrifilm™ 3M reconocidos por la AOAC™ International como Métodos Oficiales de Análisis (OMA).

Para la determinación de las características organolépticas (color, aroma, sabor), se realizó la evaluación sensorial mediante la prueba de Kruskal Wallis descriptiva de características no estructurales.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A. Valoración físico-química

Se encontró diferencias estadísticas significativas (Cuadro 1), tanto en el factor A (residuos agroindustriales utilizados como sustratos) como en el factor B (estado fresco y deshidratado). Determinando que el T2 (hongo producido a partir de la cáscara de frejol cuarentón) presentó el mayor porcentaje de humedad 85,7%, mientras que el menor valor fue en el sustrato a base de pseudotallo del plátano. Posiblemente, esto se debe a la hidrólisis necesaria para el desdoblamiento de la celulosa (33,6%), lignina (36,78%) y holocelulosa (46,38%) presente en el pseudotallo de plátano y en menor cantidad en la cáscara de gandul y cuarentón. Lo cual coincide con lo manifestado por Manrique y Diego (2012).

Según Aguilar y Canizales (2004), esta variación, de la hidrólisis y humedad, depende de la composición química del sustrato. En el factor B existió diferencia, debido al proceso industrial aplicado (método de deshidratación) en donde se eliminó la mayor concentración posible de agua presente en el hongo empleando tiempo y temperatura controlada. De acuerdo con la norma Codex STAN 38-1981 citada por García *et al.* (2014), para hongos comestibles y sus productos, el porcentaje de humedad para hongos desecados debe ser máximo del 12% lo que indica que las muestras evaluadas cumplen con este requisito.

Materia seca (%)

La variable de materia seca presentó diferencias estadísticas significativas, tanto en el factor A (sustratos) como en el factor B (estado fresco y deshidratado). Determinando que el tratamiento 6 (hongo cosechado a partir de pseudotallo de plátano en estado deshidratado) presentó mayor porcentaje 97,86% de materia seca, y el de menor valor fue el tratamiento 2 (Hongo cosechado a partir de cáscaras de frejol cuarentón en estado fresco).

La variación presentada en el contenido de materia seca del hongo obtenido a partir del sustrato de pseudotallo de plátano en comparación a los demás sustratos (Cuadro 1) se debe a que los hongos comestibles producidos a partir de estos residuos contienen mayor cantidad de agua inicial por lo tanto el contenido de materia seca está íntimamente relacionado con la cantidad de agua presente en el *P. ostreatus*, ya que la metodología empleada está relacionada con De la Roza *et al.* (2011), quienes mencionan que: el método utilizado para determinar la materia seca es el de la eliminación del agua libre por medio del calor, seguida por la determinación del peso del residuo. En el factor B existe diferencia debido a que el hongo se sometió al proceso de deshidratación en donde se eliminó gran cantidad de agua presente en el mismo.

Ceniza (%)

En el porcentaje de ceniza del hongo comestible se presentó diferencias estadísticas significativas (Cuadro 1), tanto en el factor A como en el factor B, demostrando que el tratamiento 6 (Hongo cosechado a partir de pseudotallo de plátano en estado deshidratado), presentó el mayor porcentaje de ceniza 9,26% y el menor valor se dio en el tratamiento 1 (hongo cosechado a partir de cáscaras de frejol gandul en estado fresco) con un valor de 0,68%.

La diferencia presentada en el contenido de ceniza del hongo cultivado en los tres sustratos en estudio se

debe a que los residuos son ricos en fuentes de carbono, sobresaliendo el pseudotallo del plátano, mientras que las cáscaras de fréjol gandul y de fréjol cuarentón forman parte de la familia de las leguminosa y por tanto poseen menor cantidad de carbono, tal como lo expresa Nieto y Chegwin (2010). Los valores de ceniza alcanzado en esta investigación, se encuentran dentro de los rangos (1,00-7,03%) declarados por Fasidi y Ekuere (1993).

En el factor B, existe diferencia debido a que el hongo se sometió al proceso de deshidratación y el contenido de ceniza, de acuerdo al método empleado (NTE INEN-ISO 2171:2013) (INEN, 2013) , se relaciona con el peso inicial de la muestra.

Grasa (%)

La variable de grasa del hongo comestible (Cuadro 1) presentó diferencias estadísticas significativas, en el factor A y en el factor B. El tratamiento 4 (Hongo cosechado a partir de cáscara de frejol gandul en estado deshidratado) presentó el mayor porcentaje 4,06% y el menor valor fue el tratamiento 1 (hongo cosechado a partir de cáscara de frejol gandul en estado fresco).

Según Benavides *et al.* (2015), los hongos pueden presentar variación en la composición nutricional, especialmente en azúcares, ácidos grasos y tocoferoles debido a las propiedades fisicoquímicas de los sustratos de crecimiento o por influencia de otros factores, tales como la etapa de desarrollo, condiciones pre y post-cosecha y variabilidad intraespecífica. Las setas comestibles presentan bajo contenido de lípidos totales (2 al 6%) con prevalencia en ácidos grasos insaturados y ausencia de ácidos grasos trans (Kalac, 2009), valores que concuerdan con los datos obtenidos en la presente investigación.

En el factor B los datos varían, según el estado fresco y deshidratado; esta variación concuerda con lo expuesto por Mohamed y Farghaly (2014), en donde exponen que “si las muestras de hongos son analizadas en los estados antes mencionados, existirá diferencia en la composición de principios bioactivos del hongo comestible”.

Proteína (%)

El porcentaje de proteína del hongo comestible (Cuadro 1) no presentó diferencias significativas en el factor A, mientras que en el factor B sí existió diferencia. Se observó que el tratamiento 4 (Hongo cosechado a partir de cáscaras de fréjol gandul en estado deshidratado) y el tratamiento 6 (Hongo cosechado a partir de pseudotallo de plátano en estado deshidratado), tienen los mayores

porcentajes 7,57% y 7,18% respectivamente, sin embargo el menor valor obtenido fue el tratamiento 1 (Hongo cosechado a partir de cáscara de fréjol gandul en estado fresco) y tratamiento 3 (Hongo cosechado a partir de pseudotallo de plátano en estado fresco), cuyos valores fueron similares 1,13% .

En el factor A, los valores proteicos obtenidos concuerdan con Cardona (2001), citado por García *et al.* (2014), quienes expresan que la mayoría de los hongos frescos contienen entre 2 a 4% de proteína en base húmeda.

Probablemente, la variabilidad del contenido de proteína presentada en el factor B es ocasionada por las diferencias en el contenido de humedad, temperatura y la presencia de nutrientes en el sustrato lo cual guarda correspondencia con lo afirmado por Aguilar (2003) citado por García *et al.* (2014).

Fibra (%)

El porcentaje de fibra registrado en el hongo comestible no presentó diferencias significativas en el factor A; mientras que en el factor B si existió diferencia (Cuadro 1). Se determinó que el tratamiento 6 (Hongo cosechado a partir de pseudotallo de plátano en estado deshidratado) y el tratamiento 4 (Hongo cosechado a partir de cáscaras de fréjol gandul en estado deshidratado) presentaron los mayores porcentajes de fibra con 10,52 y 10,32% respectivamente; el menor valor fue para el tratamiento 3 (Hongo cosechado a partir de pseudotallo de plátano en estado fresco) con un valor de 1,99%, es decir no alcanza el valor mínimo de fibra, reportado por García *et al.* (2014) que varía entre el 3 y 32%. Estas diferencias se pueden atribuir a los sustratos de producción utilizados.

pH

Los cambios registrados en la variable de pH del hongo comestible (Cuadro 1) presentaron diferencias estadísticas en ambos factores en estudio. Determinando que el tratamiento 5 (Hongo cosechado a partir de cáscaras de fréjol cuarentón en estado deshidratado), presentó mayor valor de pH 6,98 y el de menor valor fue en el tratamiento 1 (Hongo cosechado a partir de cáscaras de fréjol gandul en estado fresco).

En el factor A, los valores obtenidos están dentro de los parámetros establecidos por Ríos *et al.* (2010), quienes indican que los hongos contienen un pH óptimo de 5 a 6,5%. En el factor B existe diferencia, debido al estado en el que se encuentran las setas. Los hongos son considerados alimentos con pH base (Quijano, 2015).

Cuadro 1. Variables físicas y químicas del hongo comestible *P. ostreatus* fresco y deshidratado cultivados en tres residuos de cosecha

Factor	Humedad (%)	Mate. Seca (%)	Ceniza (%)	Grasa (%)	Proteína (%)	Fibra (%)	pH
Factor A							
1 (Cáscara de Fréjol Gandul: G)	45.51 a	54.50 b	4.03 c	2.41 a	4.35 a	6.30 a	6,39 b
2 (Cáscara de Fréjol Cuarentón: C)	45.09 a	54.91 b	4.67 b	1.89 b	4.00 a	5.68 a	6,57 a
3 (Pseudotallo de Plátano: P)	40.01 b	59.99 a	5.47 a	2.45 a	4.16 a	6.26 a	6,60 a
Factor B							
1 (Fresco: F)	82.86 a	17.14 b	1.15 b	1.08 b	1.29 b	2.15 b	6,22 b
2 (Deshidratado: D)	4.21 b	95.79 a	8.29 a	3.41 a	7.05 a	10.01 a	6,82 a
Factor C							
1 (F.G)	85.02 a	14.99 e	0.68 f	0.76 e	1.13 c	2.28 c	6,09 e
2 (F.C)	85.70 a	14.30 e	1.09 e	0.83 e	1.61 c	2.18 c	6,17 e
3 (F.P)	77.87 b	22.13 d	1.67 d	1.66 d	1.13 c	1.99 c	6,40 d
4 (D.G)	6.01 c	94.00 c	7.38 c	4.06 a	7.57 a	10.32 ab	6,69 c
5 (D.C)	4.48 d	95.52 b	8.24 b	2.95 c	6.39 b	9.18 b	6,98 a
6 (D.P)	2.14 e	97.86 a	9.26 a	3.23 b	7.18 a	10.52 a	6,79 b
CV %	1.39	1.08	2.50	3.94	6.77	8.91	0,64

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

B. Valoración microbiológica

En el cuadro 2 se muestran los resultados observados en las valoraciones microbiológicas analizadas en los hongos comestibles *P. ostreatus* en estado fresco y deshidratado, cultivados en tres residuos de cosecha.

Mesófilos totales

La valoración de la carga de microorganismos del hongo comestible no registró presencia de mesófilos totales.

En el factor B existió carga microbiana, en el T4 registró un valor de 4.75×10^3 UFC, T5 presentó un valor de 13×10^3 y en el T6 un valor de 33×10^3 , estos resultados pueden darse debido a la manipulación durante el proceso de deshidratado o por contaminación cruzada que pudo existir al momento del transporte de las muestras al laboratorio, puesto que estos microorganismos se encuentran en el ambiente (Andino y Castillo, 2010).

Hay que tener en cuenta que un recuento bajo de mesófilos no implica o no asegura la ausencia de patógenos, igualmente, si se tiene un recuento elevado no significa presencia de flora patógena, sin embargo, no son recomendables recuentos elevados (Morales, 2007).

Escherichia coli

Según Huaraca (2011) existen microorganismos

patógenos que producen enfermedades y cuya presencia es por tanto indeseable y hace peligroso el consumo de alimentos; en la evaluación del crecimiento de *E. coli* en el hongo comestible *P. ostreatus* en estado fresco y deshidratado no se registró presencia. Salvador *et al.* (2009) destaca que en el Reglamento Técnico Centroamericano (2009) el rango máximo, permitido, es de 10^2 UFC.

La OMS (2013) expresa que, para prevenir la infección de este microorganismo, hay que aplicar medidas de control en todas las etapas de la cadena alimentaria, desde la producción agropecuaria hasta la elaboración, fabricación y preparación de los alimentos en las cocinas de establecimientos comerciales y hogares.

Estos resultados muestran que, este tipo de hongos tanto en estado fresco como deshidratado, son aptos para el consumo humano, manteniendo unas buenas prácticas de manufactura y unas adecuadas normas de higiene, especialmente en los manipuladores.

Mohos y levaduras

Con respecto a la presencia de mohos y levaduras en el hongo comestible el T1 registró un valor de 1×10^3 UFC, en el T2 presentó 1.75×10^3 y en el T3 se observó 0.75×10^3 , valores que están dentro de la Norma Sanitaria 007-98-SA (DIGESA), donde se establece que para frutas y

verduras, incluyendo hongos comestibles, el límite máximo permitido para presencia de estos microorganismos es de 10^3 UFC.

Los mohos y las levaduras se encuentran ampliamente distribuidos en el ambiente, pueden encontrarse como flora normal de un alimento, o como contaminantes en

equipos mal sanitizados (Camacho *et al.*, 2009).

En el factor B no se presentó crecimiento de estos microorganismos, evidenciando que el estado (deshidratado) de la muestra inhibe el crecimiento de los mohos y levaduras.

Cuadro 2. Valoración microbiológica de los hongos comestibles, evaluados en diferentes estados y sustratos

Tratamientos	Mesófilos	E.Coli	Mohos/Levaduras
	(UFCx10 ³)	(UFCx10 ³)	(UFCx10 ³)
	R.P (No Aplica)	R.P (10 ² UFC)	R.P (10 ³ UFC)
1 (F.G)	0	Ausencia	1
2 (F.C)	0	Ausencia	1,75
3 (F.P)	0	Ausencia	0,75
4 (DG)	4,75	Ausencia	0
5 (DC)	13	Ausencia	0
6 (DP)	33	Ausencia	0

C. Valoración organoléptica

Color blanco (C. Blanco)

La variable color blanco, presentó diferencias estadísticas en el factor A, el tratamientos T2 (2.5) obtuvo el mayor valor correspondiente a la escala 2 (algo), siendo el T3 (0.25) el que presentó el menor valor, que corresponde a la escala 0 (Nada). Así mismo en el factor B existió diferencia entre tratamientos, el T4 (1.75) mostró el mayor valor entre los tratamientos, valor que corresponde a la escala 1 (casi nada), mientras que el T6 (0,5), fue el que obtuvo menor valoración (Cuadro 3), que corresponde a la escala 0 (nada).

Color plomo (C. Plomo)

Las medias de la variable correspondiente a la característica de color plomo, en el factor A, no presentó diferencia estadística, los valores que registró esta variable corresponden a la escala 2 (algo). En el factor B, existió diferencia entre los tratamientos T4 (2,25) y T5 (2,5), T6 (2,75) registraron valores en las medias que corresponden a la escala 2 (algo).

Aroma fréjol (A. Fréjol)

La variable aroma fréjol, no presentó diferencia estadística en el factor A; los valores que registró esta variable fluctuaron entre 2,75 y 3,25 datos que corresponden a la escala 2 (algo). En el factor B existió diferencia significativa en los tratamientos, el T5 registró la mayor valoración, variable que corresponde a la escala 3 (Ligeramente) seguido del T4 (2,25) valor

correspondiente a la escala 2 (algo), mientras que el T6 (1) registró el menor valor.

Aroma plátano (A. Plátano)

Las medias de la variable correspondiente a la característica aroma a plátano no presentaron diferencias estadísticas en los tratamientos. Los valores que registraron los T3 (0,5) y T5 (0,75) presentaron las medias con menor valoración correspondientes a la escala 0 (nada) seguido de los tratamientos T1, T2 y T4 que corresponden a la escala 1 (casi nada), mientras que el T6 (2,5) registró el mayor valor.

Sabor fréjol (S. Fréjol)

La variable sabor a fréjol no presentó diferencia estadística en los tratamientos. Los valores que registraron los T1 (3) y T3 (3) presentaron las medias con mayor valoración correspondientes a la escala 3 (ligeramente) seguido de los tratamientos T2 (2), T4 (2,5) y T5 (2,75) que corresponden a la escala 2 (algo), el menor valor lo registró el T6 (1) variable correspondiente a la escala 1 (casi nada).

Sabor a plátano (S. Plátano)

Las medidas de la variable correspondiente a la característica sabor a plátano no presentaron diferencias estadísticas en los tratamientos. Los valores que registraron los T3 (0,5) y T5 (0,75) presentaron las medias con menor valoración correspondientes a la escala 0 (nada) seguido de los tratamientos T1, T2 y T4 que corresponden a la escala 1 (casi nada), mientras que el T6 (2,5) registró el mayor valor.

Cuadro 3. Variables Organolépticas del hongo *Pleurotus ostreatus* fresco y deshidratado, cultivados en tres residuos agrícolas

	C.Blanco	C.Plomo	A.Fréjol	A.plátano	S.Fréjol	S.Plátano	Aceptabilidad
Factor A							
1 (Cáscaras de fréjol gandul)	1.38 a	2.38 a	2.75 a	1.00 a	2.75 a	1.00 a	4.13 a
2 (Cáscaras de fréjol Cuarentón)	1.75 a	2.38 a	2.88 a	0.88 a	2.38 a	1.00 a	4.25 a
3 (Pseudotallo de Plátano)	0.38 b	2.63 a	1.88 a	1.50 a	2.00 a	1.50 a	4.50 a
Factor B							
1 (Fresco)	1.25 a	2.33 b	2.92 a	0.83 a	2.67 a	0.92 a	4.17 a
2 (Deshidratado)	1.08 b	2.58 a	2.08 b	1.42 a	2.08 a	1.42 a	4.42 a
Interacción A*B							
1 (F.G)	1.00 ba	2.50 a	3.25 a	1.00 b	3.00 a	1.00 b	4.00 a
2 (F.C)	2.50 a	2.00 a	2.75 a	1.00 b	2.00 ba	1.25 ba	4.00 a
3 (F.P)	0.25 b	2.50 a	2.75 a	0.50 b	3.00 a	0.50 b	4.50 a
4 (D.G)	1.75 a	2.25 a	2.25 ba	1.00 b	2.50 a	1.00 b	4.25 a
5 (D.C)	1.00 ba	2.75 a	3.00 a	0.75 b	2.75 a	0.75 b	4.50 a
6 (D.P)	0.50 b	2.75 a	1.00 b	2.50 a	1.00 b	2.50 a	4.50 a
H*	12.26	3.82	13.25	11.20	14.90	11.47	3.48

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Aceptabilidad

La variable aceptabilidad (figura 1) no presentó diferencia estadística en ninguno de los factores en

estudio. Demostrando que todos los tratamientos tienen una aceptación catalogada como indiferente con una escala promedio de 4.

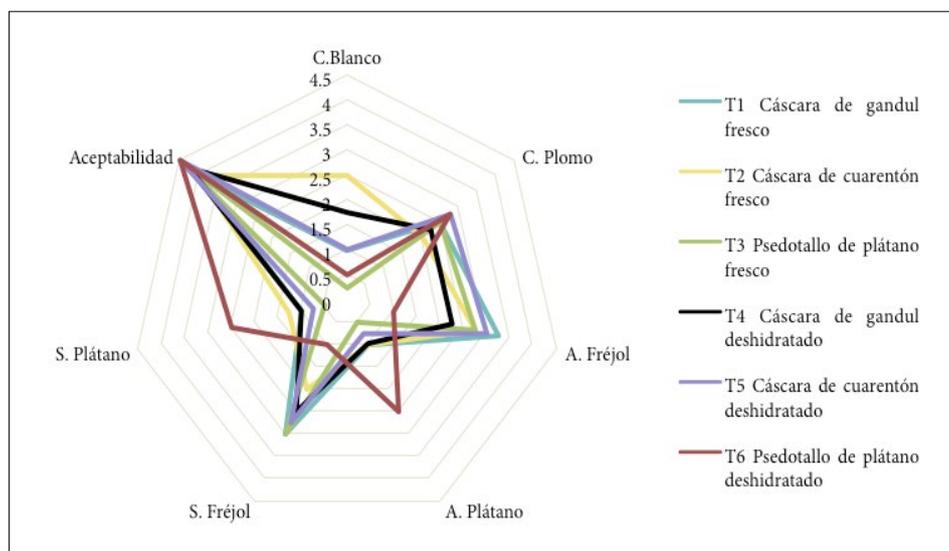


Figura 1. Perfil sensorial del hongo comestible *P. ostreatus* en estado fresco y deshidratado cultivados en diferentes sustratos

CONCLUSIONES

La utilización de diferentes sustratos para el cultivo del hongo *P. ostreatus*, provoca una variación entre tratamientos en la composición nutricional, especialmente en el contenido de humedad, materia seca, ceniza y pH. En cuanto al contenido de fibra y proteína el T4 y T6 fueron los que sobresalieron, siendo el T1 el que presentó menor porcentaje de grasa 0,76%. Al emplear el método de deshidratación, en las muestras, se demostró que existe variación en la composición nutricional, debido al proceso industrial aplicado.

Los sustratos empleados (cáscaras de fréjol gandul, cáscaras de fréjol cuarentón y pseudotallo de plátano) y el método de deshidratación no influyen en la carga microbiológica (Mesófilos, *E. coli*, Mohos y levaduras) del hongo comestible *P. ostreatus*, los valores reportados están dentro de los rangos permitidos por la Norma Sanitaria 007-98-SA y el Reglamento Técnico Centroamericano.

En la valoración organoléptica todos los tratamientos obtuvieron una intensidad de 4, es decir que a los panelistas les resultó similar las características sensoriales y con un olor y sabor neutro del hongo comestible.

LITERATURA CITADA

- Aguilar, N., y Canizales Leal, M. 2004. Cinética de la hidrólisis ácida de la cascarilla de cebada. Revista Mexicana de Ingeniería Química, 3.
- Aguilar, M., 2003. Aprovechamiento de cáscaras de pitahaya para el crecimiento de setas (*Pleurotus ostreatus*) en condiciones de laboratorio. 12-14. Mexico.
- Andino, F., y Castillo, Y. 2010. Microbiología de los alimentos, enfoque práctico para la inocuidad alimentaria. Consultado: el Jueves de Agosto de 2016, de <https://avdiaz.files.wordpress.com>.
- Arrúa, M., y Quintanilla, J. 2007. Producción del hongo ostra (*Pleurotus ostreatus*) a partir de las malezas *Paspalum fasciculatum* y *Rottboellia cochinchinensis*. Costa Rica.
- Benavides, O., Cabrera, É., Villota, A., y Perdomo, D. 2015. Ácidos grasos del hongo funcional *Pleurotus ostreatus* cultivado en residuos sólidos agroindustriales. Producción + Limpia. 10(1): 73-81.
- Camacho, A., Giles, M., Ortigón, A., Palao, M., Serrano, B., y Velázquez, O. 2009. Método para la cuenta de mohos y levaduras en alimentos. Segunda. Mexico.
- Cardona, L., 2001. Anotaciones acerca de la bromatología y el cultivo del hongo comestible *Pleurotus ostreatus*. Crónica forestal y del medio ambiente. 16: 99-119.
- Centroamericano, R. 2009. Criterios Microbiológicos para la Inocuidad de Alimentos.
- De la Roza, B., Martínez, A., y Argamentería Gutiérrez, A. 2011. Determinación de materia seca en pastos y forrajes a partir de la temperatura de secado para análisis. Pastos. 32(1): 91-104.
- Di Rienzo, J. 11 de Diciembre de 2011. InfoStat versión 2011. Obtenido de Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba: <http://www.infostat.com.ar>.
- Fasidi, I., y Ekuere, U., 1993. Studies on *Pleurotus tuber-regium* (Fries) Singer: cultivation, proximate composition and mineral contents of sclerotia. Food Chemistry, 48(3): 255-258.
- García, P., Rodríguez, W., Chalarca, E., y Andrade, A., 2014. Estudio microbiológico y fisicoquímico de hongos comestibles (*pleurotus ostreatus* y *pleurotus pulmonarius*) frescos y deshidratados. Universidad de la Amazonia, 7(1).

- Huaraca, A. 2011. Evaluación nutritiva y nutracéutica de la frutilla (*Fragaria vesca*) deshidratada por el método de liofilización y comparación con la obtenida por deshidratación en microondas. Riobamba, Ecuador.
- INEN (Servicio Ecuatoriano de Normalización). 2013. Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN-ISO 2171:2013. Recuperado el Agosto de 2016, de <http://www.normalizacion.gob.ec>.
- Kalac, P. 2009. Chemical composition and nutritional value of european species of wild growing mushrooms. Food Chemistry. 113: 9-16.
- Loor, B. 2008. Estudio de factibilidad para la industrialización de hongos comestibles en la provincia del Guayas.
- Magdaleno, C. 2013. Efecto de dos sustratos en la productividad y calidad nutricional del hongo *Pleurotus ostreatus*. 2. Saltillo-Mexico.
- Manrique, A., y Diego, R. 2012. Aprovechamiento de los residuos del pseudotallo del banano común (musa sp AAA) y del bocadillo (musa sp AA) para la extracción de fibras textiles.
- Mohamed, E., y Farghaly, F. 2014. Bioactive compounds of fresh and dried *Pleurotus ostreatus* mushroom. International journal of biotechnology for wellness industries. 3(1): 4-14.
- Morales C. 2007. Evaluación de cambios microbiológicos, pH, actividad de agua y color de tallarines instantáneos con vegetales y sabor a pollo bajo temperatura de deterioro acelerado. Honduras.
- Nieto, I., y Chegwin, C. 2010. Influencia del sustrato utilizado para el crecimiento de hongos comestibles sobre sus características nutraceúticas. Revista Colombiana de Biotecnología. 12(1): 169-178.
- OMS (Organización Mundial de la Salud). 2013. Prevención de la *E. Coli* en alimentos. *E.Coli*. Ginebra, Suiza; <http://www.fao.org>.
- Pineda, J., Ramos, L., y Claudia, S. 2014. Producción de *Pleurotus ostreatus* por fermentación en estado sólido. ICIDCA. 48(2).
- Pineda, J., Ramos, L., Soto, C., Freitas, A., y Pereira, L. 2015. Crecimiento de *Pleurotus ostreatus* en residuos agroindustriales no suplementados. Serviluz. 38(1).
- Rios, M., Hoyos, J., y Andrés, M. 2010. Evaluación de los parámetros productivos de la semilla de *Pleurotus ostreatus* propagada en diferentes medios de cultivo. Revista Biotecnológica . 8(2).
- Salvador, E., Nicaragua, P., Honduras, P., y Rica, C. 2009. Reglamento Técnico RTCA 67.04. 50: 08 Centroamericano.
- Vargas, P., José, H., y Mosquera, S. 2012. Uso de hoja rasca de roble y bagazo de caña en la producción de *Pleurotus ostreatus*. Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial. 10(1).