

Evaluación de la emulsión en una proteína vegetal a base de orellanas (*Pleurotus pulmonarius*) y lenteja (*Lens culinaris*).

Evaluation of emulsion in a vegetable protein based on orellanas (*Pleurotus pulmonarius*) and lentils (*Lens culinaris*).

doi:<http://doi.org/10.23850/23899573.2644>

Recibido: 6.11.2020 Aceptado: 09.05.2019

Luis Gilberto López Muñoz
Universidad de los Llanos
llopezm@unillanos.edu.co
Colombia

Angie Vanessa Osorio Pedraza
Universidad de los Llanos
angie.osorio.pedraza@unillanos.edu.co
Colombia

Nicolás David Vargas Trujillo
Universidad de los Llanos
nicolas.vargas@unillanos.edu.co
Colombia

Valeria Fuentes Valdés
Universidad de los Llanos
valeria.fuentes@unillanos.edu.co
Colombia

Juan David Pachón Gómez
Universidad de los Llanos
juan.pachon.gomez@unillanos.edu.co
Colombia

Yildier Fabián Bejarano Ruíz
Universidad de los Llanos
yildier.bejarano@unillanos.edu.co
Colombia

Cómo Citar:

López, L., Osorio, A., Vargas, N., Fuentes, V., Pachón, J., Bejarano, Y. (2020) Evaluación de la emulsión en una proteína vegetal a base de orellanas (*Pleurotus pulmonarius*) Y lenteja (*Lens culinaris*). Revista SENNOVA: Revista del Sistema de Ciencia, Tecnología e Innovación, 5 (1), 43-52. doi: <http://doi.org/10.23850/23899573.2644>

RESUMEN

La presente investigación tuvo por objeto analizar la estabilidad (pH, dureza, rendimiento de cocción, reducción de diámetro) de una emulsión de proteína vegetal a base de orellana (*Pleurotus pulmonarius*) y lenteja (*Lens culinaris*), buscando aprovechar el 40 % del contenido proteico (base seca) presente en la seta comestible y el 23,8 % que aporta la leguminosa.

Para el desarrollo del estudio, en primera medida, se procedió a realizar pruebas preliminares de la formulación para establecer los dos tratamientos de la proteína vegetal en presentación de hamburguesa; posteriormente, fueron sometidos a pruebas de laboratorio como, dureza, pH, rendimiento de cocción y reducción de diámetro. En esta investigación se muestra la comparación de las variables que determinan la estabilidad dentro de la emulsión entre dos tratamientos con diferente formulación. Los resultados obtenidos corresponden a un diseño experimental completamente aleatorizado elaborado en el programa estadístico Minitab 18, con un nivel de confianza de 95%. Los resultados evidenciaron diferencias significativas en las medias de pH y dureza, siendo el tratamiento 1 el que presenta la mayor dureza (1,36 N). El pH se encuentra en un rango neutro (6,5-6,7 pH) para ambos casos. Por otro lado, las pruebas de cocción y diámetro no presentaron diferencias entre sus medias; el rendimiento de cocción fue superior a 81% para los dos tratamientos y una reducción de diámetro entre 4-5 % para ambos casos. En conclusión, con el tratamiento 1 se obtiene una proteína vegetal con mayor consistencia, pH neutro, un rendimiento de cocción de 88,4 % y una reducción de diámetro del 5.1 %.

Palabras claves: estabilidad, lenteja, seta comestible, proteína.

ABSTRACT

The purpose of this research was to analyze the stability (pH, hardness, cooking performance, diameter reduction) of an emulsion of vegetable protein based on Orellana (*Pleurotus pulmonarius*) and lentil (*Lens culinaris*) seeking to take advantage of 40% of the protein content (dry base) present in the edible mushroom and 23,8 % provided by the legume. The purpose of this research was to analyze the stability (pH, hardness, cooking performance, diameter reduction) of an emulsion of vegetable protein based on Orellana and lentil seeking to take advantage of 40% of the protein content (dry base) present in the edible mushroom and 23,8 % provided by the legume. The results showed significant differences in the mean pH and hardness, with treatment 1 showing the highest hardness (1.36 N), the pH is in a neutral range (6.5-6.7 pH) for both cases, on the other hand, the cooking and diameter tests showed no differences between their

means; the cooking yield was greater than 81% for the 2 treatments and a diameter reduction between 4-5% for both cases. In conclusion, with treatment 1, a vegetable protein with greater consistency, neutral pH, a cooking yield of 88.4% and a diameter reduction of 5.1% is obtained.

Keywords: *stability, lentil, edible mushroom, protein.*

INTRODUCCIÓN

La seta (*Pleurotus pulmonarius*), comúnmente conocida como orellana, presenta un porcentaje de proteína de alrededor del 40% en seco además contiene ácido linoleico, fibra y vitaminas como niacina y riboflavina. De igual modo, contiene todos los aminoácidos esenciales (Romero, 2000). La lenteja (*Lens culinaris*) es una leguminosa que aporta 23% en proteína vegetal, siendo la segunda después de la soya. En cuanto a micronutrientes, posee calcio, hierro, magnesio, zinc, sodio, potasio, fósforo, selenio, vitaminas B1, B2, B6, C, A, folato, niacina y compuestos fenólicos (Moreiras, 2009). Respecto a lo anterior, estos ingredientes que hacen parte de la alimentación, no solo satisfacen la necesidad del alimento, sino también la del apetito, además de ser un determinante de la nutrición.

En la actualidad se ha estado desarrollando la idea de una buena alimentación que aporte todos los nutrientes esenciales y brinde la energía necesaria a cada persona para mantenerse sana. Para ello se han venido presentando nuevas tendencias de mercado que promueven disminuir el consumo de proteína animal, dando paso a la comida vegana, que tiene como principio la abstinencia de productos derivados de animales.

La proteína vegetal consiste en el aglutinamiento de diferentes componentes, por lo cual se conoce como una emulsión de líquidos inmiscibles. Se pueden distinguir varias clases: aceite en agua (O / W), agua en aceite (W / O) y aceite en aceite (O / O) (Tadros, 2016). Los componentes de una emulsión sufren afectaciones por diversos factores, como las emulsiones estabilizadas por proteínas, que se ven afectadas tanto por las propias características moleculares de la proteína como por factores intrínsecos, siendo estos el pH, la fuerza iónica, la temperatura, azúcares, el volumen de la fase oleosa, el tipo de proteína, el punto de fusión del aceite empleado, así como los factores extrínsecos, ya sea el tipo de equipo utilizado para formar la emulsión, velocidad de incorporación del aceite y el nivel de agitación (Badui, 2006). Es así como la estabilidad física de una emulsión está condicionada por el resultado de un balance complejo de fuerzas de atracción y repulsión entre las gotas de fase dispersa, condicionado por las variables fisicoquímicas del medio continuo (Muñoz, Alfaro y Zapata, 2007).

Este trabajo evaluó la estabilidad de una emulsión por medio de la formulación de una proteína vegetal a base de orellana y lenteja, determinando las variables que afectan la matriz del alimento, como son:

la firmeza del embutido, análisis de pH, pruebas de cocción referentes a la reducción de diámetro y rendimiento de cocción, que se relacionan con un producto de buena calidad y aceptación en el mercado.

MATERIALES Y MÉTODOS

• Selección de materia prima

Las orellanas utilizadas para la presente investigación (Figura 1) fueron cosechadas en la Universidad de los Llanos, ubicada en el km 12 vía Puerto López de la vereda Barcelona, ciudad de Villavicencio, departamento del Meta. Las orellanas frescas de cada tratamiento fueron lavadas con una solución de hipoclorito de sodio al 0,02 %, secadas mediante extrusión y acondicionadas retirando el tallo; posteriormente, fueron trituradas en un procesador de alimentos hasta que su textura formara una masa homogénea. La cantidad de setas que se utilizó en el tratamiento 1 fue de 297,66 g y en el tratamiento 2 fue de 201g.



Ilustración 2. Orellanas utilizadas como materia prima para la preparación de la emulsión.

Fuente: elaboración propia.

• Preparación de la proteína vegetal

Se optó por la elaboración de una proteína vegetal para ser usada en la hamburguesa tradicional, utilizando como ingredientes principales la lenteja y orellana. Los análisis bromatológicos de estos productos se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1.

Aporte nutricional de lenteja cruda.

Componente	Cantidad por 100 g
Energía	326 Kcal
Proteínas	24 g
Grasa	1,3 g
Hidratos de carbono	57,4 g

Fuente: Food and Agriculture Organization of the United Nations, s.f.

Tabla 2.

Aporte nutricional de la orellana

Sustancia	%
Agua	92,2
Materia seca	7,8
Ceniza	9,5
Grasa	1
Proteína bruta	39
Fibra	7,5
Fibra cruda	1,4
Nitrógeno total	2,4
Calcio	33mg/100g
Fosforo	1,34mg/100g
Potasio	3793mg/100g
Hierro	15,20mg/100g
Ácido ascórbico	90-144mg/100g
Tiamina	1,16-4,8mg/100g
Niacina	46-108,7mg/100g
Ácido fólico	65mg/100g

Fuente: Hernández y López, 2008.

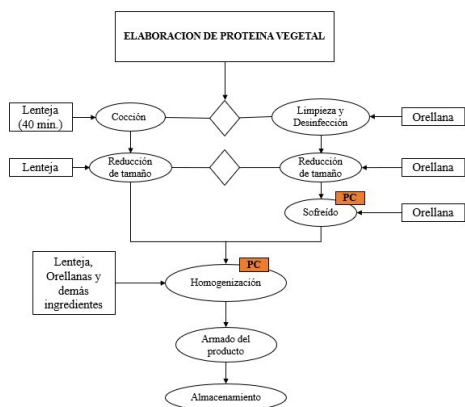


Ilustración 3. Diagrama de proceso para la elaboración de la proteína vegetal (tratamiento 1 y 2).

Fuente: elaboración propia.

Tabla 3.
Formulación tratamiento 1.

Ingrediente	Composición (%)
Lenteja	54,57
Orellana	36,42
Fécula de papa	6,37
Polifosfato	0,45
Ácido Ascórbico	0,04
Sorbato de potasio	0,04
Condimento	0,73
Cilantro	0,46
Aceite	0,91

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 4.
Formulación tratamiento 2.

Ingrediente	Composición (%)
Lenteja	51,78
Orellana	34,52
Fécula de papa	6,04
Polifosfato	0,43
Ácido Ascórbico	0,04

Ingrediente	Composición (%)
Sorbato de potasio	0,04
Condimento	0,69
Cilantro	0,43
Aceite	0,86
Linaza	5,15

Fuente: Elaboración propia.



Ilustración 3. Aspecto de la proteína vegetal elaborada. En la parte superior se observa el tratamiento 1 y en la parte inferior el tratamiento 2.

Fuente: elaboración propia.

• **Análisis de laboratorio**

Se aplicaron pruebas de cocción y fisicoquímicas en el laboratorio polifuncional de Ingeniería Agroindustrial en la Universidad de los Llanos, sede Barcelona de la ciudad de Villavicencio, Meta.



Ilustración 2. Pruebas de dureza, pH y cocción.

Fuente: elaboración propia.

• **Diseño y análisis estadístico**

Se utilizó un diseño experimental cuantitativo completamente aleatorizado de 2x3, ya que este es un diseño sin condiciones de aleatoriedad, lo que quiere decir que los tratamientos se asignan a las unidades experimentales sin formar subgrupos (Díaz, 2009), y además los diseños completamente aleatorizados pueden comparar cualquier número de tratamientos, de acuerdo con distintas formulaciones para cada tratamiento, por lo que hubo variables dependientes e independientes, siendo los tratamiento 1-2 y las pruebas estudiadas respectivamente a lo largo del proceso para el resultado de la investigación.

Las pruebas de laboratorio aplicadas fueron: rendimiento de cocción, reducción de diámetro, pruebas de dureza y pH. Para las pruebas de cocción (rendimiento y reducción de tamaño) se tomaron los valores de diámetro y masa inicial para cada una de las muestras, luego se sometieron a cocción; al finalizar la cocción se volvieron a registrar los valores de diámetro y masa finales. Posteriormente, para las pruebas de dureza (penetrometría) y pH, seleccionado como un monitoreo electro analítico para caracterizar el sistema químico que se da en la emulsión (Baeza, 2005), se tomó cada muestra para ser dispuesta a una leve punción con la punta cónica del penetrómetro hasta la marca y a una leve punción por el electrodo hasta que se estabilizara en un valor, respectivamente. Como primera instancia, se realizó la prueba de normalidad para saber si los datos se encontraban en distribución normal, lo que significa que los datos presentan poca dispersión entre ellos; seguidamente, se

realizó la prueba de igualdad de varianzas para poder realizar el Análisis de varianza (ANOVA) la cual examina la diferencia de las tendencias centrales de más de dos grupos cuando la variable dependiente se mide en una escala ordinal (Malhotra, 2007; Spieguel, Schiller y Srinivasan, 2007). Para el análisis de datos se utilizó el software estadístico Minitab 2018, con un nivel de confianza del 95%.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Analizando los datos obtenidos de la tabla 5, se evidencia una diferencia significativa entre las medias de la dureza de los dos tratamientos, con una media de 1.3667 N para el tratamiento 1. Visualmente tiene un aspecto compacto y sin exudados; el tratamiento 2, con una media de 0,2667 N, muestra una superficie árida, textura muy blanda, arenosa y con presencia de exudados.

Tabla 5.

Resultados del análisis de varianza para la dureza.

Factor	Lote 1	Lote 2
Media	1.366	0.266
Desviación estándar agrupada	0.135	
IC de 95%	(1.149, 1.583)	(0.049, 0.483)
Valor F	99.00	
Valor p	0.001	

Fuente: elaboración propia.

La diferencia en la textura y apariencia del tratamiento 2 se puede explicar de acuerdo al contenido de grasa presente en dicha formulación (figura 3), donde se adicionaron 30 g de linaza y 5 g de aceite de oliva. La linaza contiene un 37,4% de grasa (Jimenez, Masson y Quitral, 2013) (Jiménez, Masson, & Quitral, 2013) por lo tanto representa, junto con el aceite de oliva, 16,22 g de grasa en la mezcla, en comparación con el tratamiento 1, donde se obtuvo solo 7,44 g. De acuerdo con Rey y Gualdrón (2011), a medida que se modifique la fase oleosa de una emulsión cambiará la textura, como se puede evidenciar en este caso, donde a mayor concentración de grasa en la mezcla, menor dureza/textura en la emulsión.

Tabla 6.
Resultados del análisis de varianza para pH.

Factor	Lote 1	Lote 2
Media	6.573	6.736
Desviación estándar agrupada	0.022	
IC de 95%	(6.538, 6.608)	(6.701, 6.771)
Valor F	82.79	
Valor p	0.001	

Fuente: elaboración propia.

Los resultados del parámetro pH (Tabla 6) muestran diferencias significativas entre los tratamientos 1 y 2 con medias de 6.57 y 6.73, respectivamente; sin embargo, ambos tratamientos hacen parte del grupo de alimentos ácidos cercanos a neutro (Vásquez & Rojas, 2016), los cuales al tener una emulsión O/W, y según lo reportado por Mejía, Luna y Vargas (2018), el rango de pH

indicado para mantener estable el sistema debe ser alcalino (8-14). En este estudio, la mezcla contenía 4000 ppm de polifosfato con el propósito de estabilizar, secuestrar sabor y aumentar el pH de la emulsión; a pesar de eso, la proteína vegetal mantuvo un pH menor a 7 (ácido-neutro). Con el fin de mejorar el pH se podría adicionar NaCl en la etapa de homogenización y de esta manera reducir los polifosfatos a 2200 ppm como máximo, de acuerdo al Codex Alimentarius (1995), potenciar el sabor y otorgar alcalinidad a la emulsión.

Tabla 7.
Resultados del análisis de varianza para rendimiento de cocción.

Factor	Lote 1	Lote 2
Media	88.44*	81.00*
Desviación estándar agrupada	5.626	
IC de 95%	(79.42, 97.46)	(71.98, 90.02)
Valor F	2.62	
Valor p	0.181	

*Resultados expresados en %
Fuente: elaboración propia.

Respecto al porcentaje de rendimiento de cocción (Tabla 7), no se encuentra diferencia significativa entre las medias, teniendo valores de 88.44 y 81.00 % para el tratamiento 1 y 2 respectivamente. Lo que se evalúa en esta prueba es la capacidad de retención de agua (CRA) al sometimiento al calor. Este factor físico es el responsable de la rotura de la membrana celular y del cambio en la estructura de las proteínas (desnaturalización).

Por otra parte, Serna, Pabón, y Quintana (2019) enuncian que la capacidad de retención de agua de las legumbres secas se debe a propiedades tecnofuncionales y están estrechamente relacionadas al contenido proteico, es decir, a la interacción agua-proteína. Por lo tanto, la alteración de este sistema dará paso a la migración de agua al exterior de la emulsión.

Cabe resaltar que en este caso se tenían dos fuentes de proteína (lenteja y orellana), lo que favoreció a la emulsión para obtener un buen rendimiento de cocción mayor al 80% para los dos casos.

Un estudio realizado por Piñero y colaboradores (2006) presentó un 71% de rendimiento de cocción para una carne de hamburguesa baja en grasa con la adición de β -glucano. En este caso, la presencia de grasa fue menor al 2% en los tratamientos, por lo que se puede concluir que la alta presencia de proteína y baja de grasa favorece a un buen rendimiento de cocción.

Tabla 8.

Resultados del análisis de varianza para rendimiento de cocción.

Factor	Lote 1	Lote 2
Media	5.18*	4.146*
Desviación estándar agrupada	1.26860	
IC de 95%	(3.15, 7.22)	(2.113, 6.180)
Valor F	1.00	
Valor p	0.374	

*Resultados expresados en %
Fuente: elaboración propia.

Finalmente, para la prueba de reducción de diámetro, no hubo diferencias significativas entre las medias, siendo los valores de 5.18 y 4.156 % para los tratamientos 1 y 2 respectivamente (Tabla 8). De este análisis lo que se midió fue el encogimiento de la proteína al sometimiento al calor; en este caso la fécula de papa es un ingrediente utilizado en la industria alimenticia como aglutinante, espesante y estabilizante natural (Delité), lo cual le confirió dichas propiedades a los tratamientos realizados, permitiendo la cohesión adecuada de los ingredientes y aditivos, lo que atribuyó una mayor resistencia al encogimiento de la emulsión, obteniendo valores similares a los reportados García y cols (2009) que oscilan entre 2.18- 5.89% en una carne de hamburguesa de cachama blanca con adición de harina de soya texturizada. Finalmente, se infiere que el almidón permitió una baja reducción de diámetro, lo cual es favorable. Cabe resaltar que para otras carnes de hamburguesa se han notificado valores superiores al 20% en reducción de diámetro (Piñero *et al.*, 2006).

CONCLUSIONES

Según los resultados obtenidos para esta evaluación basada en el parámetro de dureza, se concluye que la formulación más adecuada es la del tratamiento 1, al contar con buena textura y ser compacta. Esto debido a que la composición en fase oleosa no modifica las condiciones interfaciales de la emulsión. Por otra parte, para el parámetro de pH, los valores obtenidos ácidos

cercanos al neutro indicó que es necesario el uso de NaCl dentro de las formulaciones para poder aumentar estos valores hasta el neutro o alcalino, puesto que van a favorecer para mantener la emulsión como un sistema estable.

Finalmente, para las pruebas de rendimiento de cocción y reducción de diámetro, no se obtuvieron diferencias significativas en sus medias, lo que indica que los tratamientos contaron con una buena retención de agua al estar sometida al calor, lo que no permitió la rotura ni desnaturalización de la proteína. Tampoco se presentó encogimiento de la proteína al contar con un porcentaje de grasa bajo, menor del 2%, que, en conjunto con los aditivos agregados, permitió una baja reducción en el diámetro.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a la Universidad de los Llanos por permitirnos formar como profesionales, por brindarnos los espacios para el desarrollo de esta investigación e inculcarnos el compromiso social. También agradecemos a los docentes Luis Gilberto López Muñoz y Jaime Ricardo Laguna Chacón por su acompañamiento y orientación, al laboratorio polifuncional de ingeniería agroindustrial por los servicios brindados y a los profesionales que trabajan en él.

REFERENCIAS

- Badui, S. (2006). *Química de Alimentos*. México: Pearson Education.
- Baeza, A. (2005). Química Analítica instrumental. Nota de clase1: Introduccion a la electroquímica analítica. Facultad de Química UNAM.
- CODEX ALIMENTARIUS . (1995). *CODEX STAN 192-1995-Norma general para los aditivos alimentarios*.
- Díaz, D. (2009). Conceptos Básicos de diseño experimental: Departamento de Estadística. *Universidas Nacional* , 12.
- García, O., Acevedo, I., Mora, J., Sánchez, A., & Rodríguez, H. (2009). Evaluación física y proximal de la carne para hamburguesas elaborada a partir de pulpa de cachama blanca (*Piaractus brachyomus*) con harina de soya texturizada. *Revista UDO Agrícola*
- Jiménez, P., Masson, L., & Quital, V. (2013). Composición química de las semillas de Chía, linaza y rosa mosqueta y su aporte en ácidos grasos omega-3. *Revista Chilena de Nutrición* , 155-160.
- Malhotra, N. (2007). *Investigacion de mercados*. México: Pearson Education
- Mejia, D., Luna, J., & Vargas, J. (2018). Efecto del pH del agua y el tamaño del agregado del asfalteno en la estabilidad de emulsiones W/O y la eficiencia de nanopartículas de sílice para inhibirlas. *Universidad Nacional* , 14.
- Moreiras O., Varela-Moreiras G. (2009). La alimentación española: Características

- nutricionales de los principales alimentos de nuestra dieta. Fundación Española de la Nutrición (FEN) y Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente; Madrid. España. Primera edición.
- Muñoz, J., Alfaro, M., & Zapata, I. (2007). Avances en la formulacion de emulsiones. *Departamento de Ingeniería Química, Sevilla*, 64.
- Piñero, M., Ferrer, M., Arena, L., Huerta, N., Parra, K., & Barbosa, J. (2006). Evaluación de las propiedades físicas de carne para hamburguesas de res “bajas en grasa” elaboradas con beta glucano. *Revista Científica*, vol. XIV, núm. 6, diciembre, 2004, p. 1-11. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=959/95914603>
- Rey, J., & Gualdron, L. (2011). Evaluación de la Sustitución de Grasa Animal por Grasa Vegetal Insaturada en la Elaboración de un Embutido de Carne de Búfalo (*Bubalus bubalis*). *Información Tecnológica*.
- Romero, J., Rodriguez, M., Pérez, R. (2000). *Pleurotus ostreatus*. Importancia y tecnología del cultivo. Grupo de Nutrición, Departamento de Física-Química, Facultad de Mecánica Universidad de Cienfuegos Carlos Rafael Rodríguez. Cuatro caminos. Ciudad de Cienfuegos. Cuba. 2000, 16.
- Serna-Cock, Liliana, Pabón-Rodríguez, Omar V., & Quintana-Moreno, Jesús D.. (2019). Efectos de la Fuerza Iónica y el Tiempo de Remojo de Legumbres Secas sobre sus Propiedades Tecnofuncionales. *Información tecnológica*, 30(2), 201-210. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642019000200201>
- Spiegel, M., Schiller, J., & Srinivasan, R. (2007). *Análisis de la varianza; Probabilidad y Estadística [Schaum's Outline of Theory and Problems of Probability and Statistics]*. México: McGrawHill.
- Tadros, T. F. (2016). Emulsions. Berlin, Boston: De Gruyter. doi: <https://doi.org/10.1515/9783110452242>
- Vásquez, E., & Rojas, T. (2016). *pH: Teoría y 232 problemas*. México: Universidad Autonoma Metropolitana.