

Elaboración de un yogurt griego alto en fibra y proteína a partir de la incorporación de harina de cascara de plátano (*musa paradisiaca*)

*Gutiérrez-Aguirre, Y., Gutiérrez-Vallejo, J. E., Venegas-Manjarrez, J. M., Victoria-Campos, M. y Mares-Mares, E.

Instituto Tecnológico Superior de Guanajuato del Tecnológico Nacional de México. Ingeniería en Industrias Alimentarias. Carr. Guanajuato-Puentecillas Km. 10.5. Col. Puentecillas. CP 36264. Guanajuato, Gto. México.
[*yaqueline808@gmail.com](mailto:yaqueline808@gmail.com)

RESUMEN

Este proyecto tiene como finalidad elaborar un yogurt griego de plátano utilizando la cáscara del mismo para proporcionar un mayor beneficio nutricional. La obtención de la cáscara se realizó aplicándole un tratamiento antioxidante para después ser secada por medio de un equipo de radiación infrarroja y pulverizada en partículas pequeñas. Se elaboró un yogurt griego añadiendo una base dulce de plátano (con el mismo tratamiento antioxidante aplicado a la cáscara). Para determinar la cantidad de harina a utilizar en el yogurt, se realizó un análisis sensorial con diferentes formulaciones (concentraciones de harina 3,5 y 7% con respecto a la cantidad total de yogurt) obteniendo así, una aceptación mayor en la formulación que contiene ~5% de fibra. Al identificar las principales proteínas de la cáscara de plátano y el yogurt griego se obtuvo la funcionalidad del producto, la cual se determinó mediante un análisis *in silico*. De igual manera, se determinó la calidad proteica, carga e índice glucémico del yogurt; calidad proteica de ~84%, un índice glucémico de ~45.75 y la carga glucémica teórica de ~19.99. Con datos bibliográficos se realizó el cálculo para el etiquetado del producto de acuerdo a la actualización de la NOM-051-SCFI/SSA1-2010 (NOM-051) Etiquetado de alimentos y bebidas no alcohólicas pre envasados publicada, la cual entró en vigor el 1 de octubre del 2020.

Palabras clave: Fibra, radiación-infrarroja, yogurt-griego

ABSTRACT

This project has as purpose make a banana greek yogurt using bananas peel to provide a biggest nutritional benefit. The getting of the peel has been obtained apply an antioxidant treatment, then it was dry with infrared radiation equipment and pulverized in small particles. It was made a greek yogurt with banana sweet base (with the same antioxidant treatment apply on the peel). To determinate the flour amount to use on the yogurt, it was make a sensory analysis whit differents formulations (different flour concentration 3, 5 and 7% in relation to the total yogurt amount) getting a best acceptance by the formulation with 5% of fiber in relation to the total yogurt weight. To identify the principal proteins of banana peel and greek yogurt, the product functionality was obtained through by an in silico analysis consulting differents bibliographic sources. At the same way, it has been getted the yogurt protein quality and glycemic index; protein quality ~84%, glycemic index ~45.75 and theoretical glycemic load~19.99. The calculate to the product labeling it has been done with bibliographic information according to the actualization of NOM-051-SCFI/SSA1-2010, General specifications of labeling from prepackaged food products and non-alcoholic beverages, published on March 27th, 2020, it was take effect on October 1th, 2020.

Área: Aprovechamiento y valoración de subproductos.

INTRODUCCIÓN

Entre los productos de leche fermentada el yogurt es el más popular, se obtiene de la fermentación de leche- pasteurizada o no, entera o parcialmente descremada- por medio de la acción de microorganismos *Streptococcus thermophilus* y *Lactobacillus delbruecki subespecies bulgaricus*, teniendo como resultado la reducción del pH. Dichos microorganismos deben mantenerse viables, activos y en una cantidad mínima de 10^7 UFC/g hasta la fecha de caducidad del producto. (Martínez & Romo, 2018)

En cuanto al yogurt tipo griego, el proceso tradicional para su obtención incluye la fermentación de la base hasta pH 4.6, seguido por presión del producto intermedio a través de un paño para queso a 4°C durante varias horas para el drenaje del suero; esto con la finalidad de incrementar los sólidos totales desde un 14% hasta el 21-23%. La compresión del yogurt aumenta el contenido proteico del mismo en un 6-7% (aproximadamente), y el de grasa en un 10%. (Miranda, et al. 2016).

El plátano y el banano son frutos originarios del Sureste Asiático y son una fuente de alimento para habitantes de las zonas tropicales húmedas. Se considera que ocupan el cuarto lugar como cultivos de importancia agronómica a nivel mundial. En frutas tropicales ocupan el primer lugar en consumo fresco. (Rivera *et al.*, 2018, p.41). La cáscara de plátano es rica en proteínas, fibra dietética, ácidos grasos, aminoácidos y potasio, además se considera que puede ser una gran fuente de sustancias antioxidantes como la galocatequina y las antimicrobianas, así como compuestos fotoquímicos contra la actividad de radicales libres. (Carvajal & Murgueitio, 2017)

Con el propósito de mejorar la alimentación por medio de productos alimentarios, que se encuentre al alcance de los consumidores, se realiza este estudio basado en un yogurt griego de plátano enriquecido con la fibra del mismo plátano trabajando su proceso de elaboración por medio de tecnologías emergentes, con el objetivo de que los consumidores disfruten de un producto agradable a su paladar y al mismo tiempo se beneficien con dichas cualidades nutrimentales y funcionales presentes en este producto. Por lo anterior, el objetivo del presente trabajo es elaborar y desarrollar la fórmula de un yogurt griego de plátano enriquecido con fibra de cáscara de plátano sometida a tratamiento antioxidante y deshidratada mediante radiación infrarroja.

MATERIALES Y MÉTODOS

1. **Obtención de fibra de cáscara de plátano:** La harina de cáscara de plátano se obtuvo mediante el flujo de operaciones para la obtención de harina de plátano modificado, descrito por Mazzeo *et al.*, (2010), con algunas modificaciones.
 - a) **Selección y lavado:** Se utilizaron plátanos (Con coloración 80% amarilla y 20% verde, posteriormente fueron lavados con solución de hipoclorito de sodio a 50 ppm por 10 minutos.
 - b) **Inmersión:** Las cáscaras fueron cortadas en tiras y sumergidas en una solución de ácido cítrico 0.25% (AC), ácido ascórbico 0.25%(AA) y metabisulfito de sodio 0.20% (MS) por 60 minutos.

- c) **Secado:** El secado de cascara se llevó a cabo en un equipo de radiación infrarroja a $65^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ durante 2hrs aproximadamente hasta lograr un producto con un contenido de humedad del $8,5 \pm 0,3\%$. Las condiciones de secado por infrarrojo se realizaron con una fuente de emisión infrarroja incandescente de 250 watts.
- d) **Molienda:** Se utilizó una licuadora marca Oster, por la cual se pasaron los trozos de cáscara seca hasta ser pulverizados y filtrados por un tamiz de malla No. 100 para obtener partículas finas.
2. **Elaboración del yogurt tipo griego.** Siguiendo el protocolo de ASELAC (2014), a partir de una formula estándar de yogurt natural tipo griego, se prepararon 3 formulas con diferentes proporciones de harina de cáscara de plátano (3, 5 y 7%) y se les adicionó una base concentrada de plátano (con tratamiento antioxidante), y mediante evaluación sensorial a prueba y error se determinó mayor aceptabilidad por aproximadamente un 5% de harina de plátano con respecto al total de yogurt. Para fines de propiedad intelectual se omiten las cantidades de la formulación de la base del yogurt.
3. **Predicción de la funcionalidad alimentaria *in silico*.** Basado en la revisión bibliográfica, previamente se identificó la principal proteína de la cáscara de plátano y del yogurt griego. Para ello, se realizó una búsqueda avanzada mediante el nombre científico del producto *Musa × paradisiaca* en NCBI (The National Center for Biotechnology Information) a través de su página web¹. Una vez identificada y seleccionada la secuencia de aminoácidos de la proteína en NCBI-Protein, ésta se sometió a una digestión gastrointestinal mediante enzimas hidrolíticas de cada fase de la digestión (Tripsina, quimiotripsina de alta y baja especificidad y pepsina pH 1) en la plataforma PeptideCutter de EXPASY². Una vez obtenidos los hidrolizados se evaluó su funcionalidad en la plataforma de BIOPEP-UWM³.
4. **Calidad proteínica, carga e índice glucémico.** Se evaluó la calidad proteica basado en la evaluación del puntaje químico corregido por la digestibilidad verdadera (PDCAAS) de acuerdo a Suarez-López *et al.*, (2006) y los patrones de la FAO (2003). Finalmente, se evaluó el índice glucémico según el protocolo reportado por Noriega (2004).
5. **Etiquetado nutrimental.** El etiquetado fue realizado de acuerdo con la NOM-051-SCFI/SSA1-2010 (NOM-051) Etiquetado de alimentos y bebidas no alcohólicas preenvasados publicada el 27 de marzo del 2020, la cual entrará en vigor el 1 de octubre del 2020. El etiquetado se realizó mediante el método teórico.

¹ <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/>

² https://web.expasy.org/peptide_cutter/

³ <http://www.uwm.edu.pl/biochemia/index.php/pl/biopep>

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

1. Obtención de harina con pretratamiento antioxidante. A partir de la cáscara deshidratada de 6 plátanos se obtuvo una cantidad aproximada de 25 g de harina. La harina presenta una coloración amarilla sin presentar oxidación a causa del pretratamiento con antioxidantes con ácido cítrico (AC), ácido ascórbico (AA) y metabisulfito de sodio (MS). Se pudo observar el efecto del ácido ascórbico en la obtención de una harina más brillante y de apariencia más agradable.

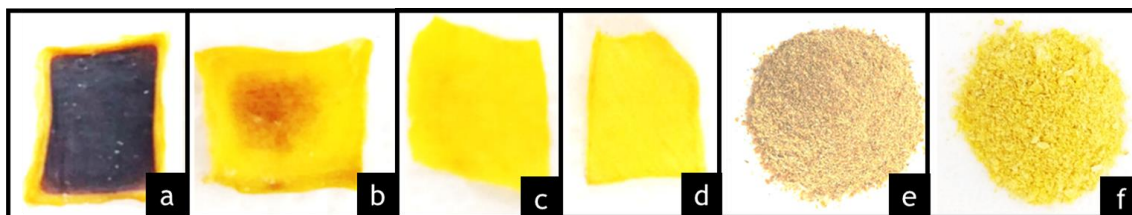


Ilustración 1 Cáscara deshidratada de plátano sometida a pretratamiento antioxidante. Donde a) Control sin antioxidantes, b) Tratamiento antioxidante sin AA, c y d) Tratamiento con AC, AA y MS, e) harina de cáscara sin AA y f) harina con tratamiento con AC, AS y MS

2. Formulación del yogurt. De acuerdo con las pruebas sensoriales realizadas (datos no presentados), la formulación que tuvo mayor aceptación por los panelistas fue la que contiene ~5% de cáscara de plátano respecto al peso total del yogurt, respetando los resultados de la evaluación sensorial se trabajará con esta formulación para la elaboración del producto.

3. Predicción de la funcionalidad por análisis computacional. Por medio de un estudio computacional digestivo gastrointestinal a que fueron sometidas las principales proteínas identificadas del plátano (*Musa x paradisiaca*) y el yogurt griego (*Bos taurus*) se obtuvo lo siguiente:

- *Musa x paradisiaca*: la proteína seleccionada para este análisis fue dehydrin con un total de 106 aminoácidos, de los cuales 27 son aminoácidos libres y 19 péptidos. Dichos péptidos cuentan con las siguientes funciones: ACE inhibidor; Antioxidante; inhibidor de alpha glucosidasa; Inhibidor de la dipeptidil peptidasa IV y III.
- *Bos taurus*: la proteína seleccionada para este análisis fue alpha lactoalbúmina la cual cuenta con un total de 121 aminoácidos, de los cuales 34 son aminoácidos libres, y cuenta con 26 péptidos, la función de estos péptidos son las siguientes: ACE inhibidor; Antioxidante, Antibacteriano, inhibidor de alpha glucosidasa, Inhibidor de la dipeptidil peptidasa IV y III.
- Mediante el estudio *in silico* realizado para determinar la calidad proteica, así como la carga e índice glucémico del yogurt se determinó que el valor proteico es de ~84%, lo cual indica que el yogurt cuenta con un buen nivel nutricional; la carga glucémica es de ~19.99 y el índice glucémico tiene un valor de ~45.75, lo que indica que el yogurt cuenta con una absorción lenta de glucosa.

4. Etiquetado nutrimental. De acuerdo con un análisis teórico y basándose en la NOM-051-SCFI/SSA1-2010 (NOM-051) Etiquetado de alimentos y bebidas no alcohólicas preenvasados, se determinó la información nutricional correspondiente al yogurt (Ilustración 2), los cuales se desglosan a continuación:

- 100 g de yogurt griego de plátano aportan: Proteína 11g; hidratos de carbono disponibles 30g (Azúcares 22g, Azúcares añadidos 8g); Fibra dietética 1g; Grasas totales 2g; Grasas trans 0g; Grasas Saturadas 2.5 g Contenido energético 196 Kcal (795 KJ). De acuerdo con el nuevo etiquetado el yogurt contará con el “exceso de azúcares”.

Declaración Nutrimental	
Declaración nutrimental	Por 100g
Contenido energético	196 kcal (795 kJ)
Proteína	11g
Grasas totales	2g
Grasas saturadas	2.5g
Grasas trans	0g
Hidratos de carbono disponibles	30g
Azúcares	22g
Azúcares añadidos	8g
Fibra Dietética	1g
Sodio	50mg



Etiquetado NOM-051-SSA/SCFI-2010 Actualización 2020

Ilustración 2 Información nutricional correspondiente al yogurt con fibra

CONCLUSIONES

Siguiendo la metodología anteriormente mencionada y de acuerdo con los resultados obtenidos, se puede concluir que, el tratamiento antioxidante y las temperaturas de secado aplicado a la cáscara, resultado efectivo para evitar la oxidación de esta. De igual manera, se demostró que al añadir la fibra de la cáscara de plátano al yogurt presenta una mayor parte de actividad funcional (antihipertensivo y antidiabético) de acuerdo a las dos proteínas analizadas dehydrin y alpha lactoalbúmina. Por consecuencia la fibra adicionada a este producto eleva su calidad funcional y nutricional, la cual beneficiará en diferentes aspectos al consumidor, logrando así una mejora en la alimentación del consumidor por medio de este producto.

BIBLIOGRAFÍA

- ASELAC (2014). Notas del curso de capacitación de Asesoría Láctea S.A de C.V. Taller de extendidos. Texcoco Edo. De México.
- Carvajal, M., & Murgueitio, F. (2017). *Caracterización de las proteínas de la cascara de plátano tipo Williams (Giant Cavendish)* (Tesis pregrado). Universidad de Guayaquil, Ecuador. Recuperado el 21 de Octubre de 2020 de <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/19183/1/TESIS%20CARACTERIZACION%20DE%20LAS%20PROTEINAS%20DE%20LA%20C%20C3%80SCARA%20DE%20PL%20C3%80TANO%20TIPO%20WILLIAMS.pdf>
- Mazzeo et al., 2010. Aprovechamiento industrial de residuos de cosecha y poscosecha del plátano en el departamento de Caldas. En: Educación en Ingeniería, 9, pp.128-139.
- Martínez, A, & Romo, M. (2018). *Desarrollo de una formulación para un snack nutritivo a base de yogurt* (tesis de pregrado). Universidad Nacional Autónoma de México, Cuautitlán Izcall, México. Recuperado el 21 Octubre de 20202 de <https://login.pbidi.unam.mx:2443/menu>
- Miranda et al., (2016). “Características físico-químicas y propiedades nutricionales del suero resultante del proceso de obtención del yogurt griego” En *Revista Cubana de Alimentación y Nutrición*, 26 (1), pp. 172-174. Recuperado el 21 Octubre de 2020 de <https://www.medigraphic.com/pdfs/revcubalnut/can-2016/can161m.pdf>
- Noriega (2004). “El índice glucémico” En *Cuadernos de Nutrición* ,27 (3), pp. 117-124.
- Rivera et al., (2018). “Componentes prebióticos del plátano: fibra dietética y almidón resistente” En *Revista Iberoamericana de Ciencias*,5 (3), pp. 40-50. Recuperado el 21 Octubre de 2020 de <http://www.reibci.org/publicados/2018/jun/2900103.pdf>
- Suárez et al., (2006). “Evaluación de la calidad de las proteínas en los alimentos calculando el escore de aminoácidos corregido por digestibilidad” En *Nutrición Hospitalaria*, 21 (1), pp. 47-51. Recuperado el 21 Octubre de 2020 de http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0212-16112006000100009