

## **DESARROLLO DE UNA MARGARINA CON MONOESTEARATO DE GLICERILO Y LECITINA DE SOYA**

*Yanires Castro\*, Marbelis Valdés, Cira Duarte y Danilo Bejerano-Salgado*

*Instituto de Investigaciones para la Industria Alimenticia. Carretera al Guatao km 3½, CP 19200, La Habana, Cuba.*

*E-mail: yaniresc@iiaa.edu.cu*

*Recibido: 19-12-2021 / Revisado: 25-12-2021 / Aceptado: 28-12-2021 / Publicado: 04-01-2022*

### **RESUMEN**

En este trabajo se experimentó definir la mejor mezcla de lecitina de soya y monoestearato de glicerilo para obtener una margarina comercial cubana. Se realizó un diseño de superficie de respuesta de mezcla I-Óptimo, los componentes de la mezcla de emulsificantes estuvieron distribuidos de 0 a 0,7 % m/m. Las variables de respuesta fueron los atributos sensoriales de textura (cuerpo, untabilidad, fusión en la boca, homogeneidad) y calidad global. Se caracterizó desde el punto de vista sensorial, microbiológico, fisicoquímico y reológico. La mejor fórmula se logró con 0,4 % m/m de monoestearato de glicerilo y 0,3 % m/m de lecitina de soya. El producto mostró buenas características fisicoquímicas, sensoriales y microbiológicas. Los parámetros reológicos que determinaron la viscoelasticidad fueron  $G' = 5,44 \cdot 10^5$ ;  $G'' = 4 \cdot 10^5$ ;  $\tan \delta < 1$  y la viscosidad compleja ( $|s^*|$ ) fue de 94 400 Pa·s. Demostrándose que la margarina desarrollada se clasifica como un fluido no newtoniano viscoelástico, con una tendencia elástica ( $G' > G''$ ).

**Palabras clave:** lecitina de soya, monoestearato de glicerilo, margarina.

### **ABSTRACT**

#### **Development of a margarine with glycerol monostearate and soybean lecithin**

In this work, it was experimented to define the best mixture of soy lecithin and glyceryl monostearate, to obtain a Cuban commercial margarine. For this, an I-Optimum mixture response surface design was carried out, the components of the emulsifier mixture were distributed from 0- 0.7% m/m. The response variables were the sensory attributes of texture (body, spreadability, melting in the mouth, homogeneity) and global quality. It was characterized from the sensory, microbiological, physicochemical and rheological point of view. The best formula was achieved by mixing 0.40% m/m of glycerol monostearate and 0.30% m/m of soy lecithin. The product showed good physicochemical, sensory and microbiological characteristics. The rheological parameters that determined the viscoelasticity were  $G' = 5.44 \cdot 10^5$ ;  $G'' = 4 \cdot 10^5$ ;  $\tan \delta < 1$  and the complex viscosity ( $|s^*|$ ) was 94400 Pa·s. Showing that the developed margarine is classified as a viscoelastic non-Newtonian fluid, with an elastic tendency ( $G' > G''$ ).

**Keywords:** soy lecithin, glyceryl monostearate, margarine.

### **INTRODUCCIÓN**

Las margarinas son emulsiones de gotas de agua en actúan como barreras físicas entre la fase oleosa y la fase acuosa, evitando así la penetración y difusión del oxidante, los más comunes son: monoglicéridos, lecitina de soya, entre otros, que reducen la tensión interfacial entre las dos fases inmiscibles (1).

---

*\*Yanires Castro-Velázquez: Graduada de Licenciatura en Ciencias Alimentarias (IFAL, 2014). Aspirante a Investigador del Instituto de Investigaciones para la Industria Alimenticia, con 23 años de experiencia en la tecnología de productos lácteos. Máster en Ciencias Alimentarias (IFAL, Universidad de La Habana, 2021).*

Uno de los emulsionantes por excelencia es la lecitina de soya, mezcla compleja de fosfátidos insolubles en acetona, que consiste principalmente en fosfatidilcolina, fosfatidiletanolamina, fosfatidilserina y fosfatidilinositol, y otros compuestos de menor contenido que se separan de la fuente de aceite vegetal crudo. Es considerada la lecitina vegetal más importante debido a su disponibilidad, bajo costo de producción y con propiedades beneficiosas para la salud por contribuir a, la síntesis de lípidos de alta densidad (HDL) o colesterol beneficioso y a reducir la hipercolesterolemia y la aterosclerosis coronaria (2).

La lecitina es un excelente surfactante para preparar nano y micro emulsiones para incorporar ingredientes activos en otros productos. Además, aporta excelentes propiedades a los productos, por lo que en la industria alimentaria se utilizan en la elaboración de margarinas, productos horneados, chocolate y helados (de 25 a 30 % m/m), en la elaboración de alimentos deshidratados y de alimentos instantáneos (0,05 a 0,3 % m/m). En el primero de los casos como agente de liberación en el secado, y ayuda a la rehidratación, mientras que en el segundo, aporta propiedades humectantes, dispersantes, emulsionantes y estabilizantes (3-5). Considerando lo antes planteado y la disponibilidad en Cuba de la lecitina de soya obtenida como subproducto en el proceso de refinación del aceite de soya y sus excelentes propiedades emulsificantes el objetivo de este trabajo fue definir la mejor combinación de lecitina de soya natural y monoestearato de glicerilo, para desarrollar una margarina comercial cubana que presente buenas características sensoriales, fisicoquímicas y reológicas.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Las materias primas fueron grasa vegetal (GV) LACTO 200 P (La Fabril, Ecuador), monoestearato de glicerilo (LASENOR S.L, España ) con contenido de humedad de 2 % m/m máximo, glicerina libre 7 % m/m máximo, valor ácido 6 % m/m máximo, soluble en agua, etanol y cloroformo. Agua potable (6) y lecitina de soya (Planta Procesadora de Santiago de Cuba, Cuba) con contenido de humedad: 1 % m/m máximo, insoluble en acetona: 62 % m/m mínimo, insoluble en hexano: 0,3 % m/m máximo, valor ácido: 32 máximo y límite de viscosidad a 25 °C: 12 Pa·s máximo.

Los experimentos fueron realizados a escala de laboratorio. Se hizo un diseño experimento de superficie de respuesta de mezcla I-Óptimo para ajustar a un modelo

cuadrático que permita caracterizar la margarina que se quiere obtener. Las variables independientes del experimento y seleccionadas para el ajuste de las proporciones de los componentes a variar durante el experimento fueron: componente A (lecitina de soya) y componente B (monoestearato de glicerilo), la mezcla de ambos componentes distribuidos entre 0 y 0,7 %, intervalo elegido según criterios de observación preliminar de muestras ensayadas y su conformidad con el concepto del producto (8), la experiencia de la autora en la elaboración de la margarina «Aurora» y la consulta bibliográfica sobre concentraciones de lecitina de soya a emplear en alimentos (5). Los porcentajes de sustitución de los emulsificantes que fueron considerados se exhiben en la Tabla 1.

Las variables de respuesta para la optimización y la selección de la mejor combinación fueron los atributos sensoriales de textura: cuerpo, untabilidad, fusión en la boca, homogeneidad, por considerarlos determinantes para emitir un juicio sobre la calidad sensorial de la margarina según lo informado (9). Además, se decidió agregar el atributo calidad global que permitiría emitir una calificación integral sobre la base de la intensidad de los atributos citados.

A las 13 corridas experimentales del diseño, incluyendo dos réplicas, se le valoraron los atributos de textura en una escala lineal de 10 cm de longitud, estructurada cada 2 cm con las categorías de intensidad, ausencia, muy ligera, ligera, moderada, marcada y marcada y su calidad global en una escala similar, pero con las categorías, pésima, insuficiente, aceptable, buena, muy buena y excelente (10).

Los datos de las evaluaciones fueron procesados estadísticamente para seleccionar la mejor combinación (monoestearato-lecitina) según el Programa Design Expert 11.1.0.1 (Stat-Ease Inc., Minneapolis, EE. UU.). Los resultados permitieron evaluar el efecto que causa la combinación de ambos emulsionantes sobre los atributos de textura, con la consiguiente selección de la mejor formulación que cumpla con los propósitos de una margarina, que es servir, de margarina de mesa y como ingrediente (3).

Una vez definida la formulación se efectuaron tres corridas a escala de planta piloto de 350 kg cada una, siguiendo la tecnología instalada de la línea de margarina como lo establece la norma de empresa (10). Para

**Tabla 1. Porcentajes de sustitución de los emulsificantes**

Corrida	Lecitina	Monoestearato de glicerilo
1	0,47	0,23
2	0,20	0,50
3	0,20	0,50
4	0,30	0,40
5	0,60	0,10
6	0,50	0,20
7	0,20	0,50
8	0,33	0,37
9	0,40	0,30
10	0,40	0,30
11	0,60	0,10
12	0,40	0,30
13	0,60	0,10

la evaluación de la calidad físicoquímica y microbiológica del producto se tomaron a las 24 h de elaborados cinco muestras representativas de cada corrida y se realizaron por duplicado las siguientes determinaciones: contenido de materia grasa y termoestabilidad (8), conteo de coliformes totales (CCT) (11), conteo de coliformes termotolerantes (CTT) (12), conteo de hongos filamentosos (CHF) y conteo de levaduras (CL) (13), conteo de *Staphylococcus* coagulasa positivo (Staph) (14). Las determinaciones microbiológicas se realizaron con frecuencia mensual.

Para la evaluación reológica de la margarina desarrollada se utilizó un reómetro Smart Pave 102 de la Firma Anton Para (Graz, Austria), equipado con una unidad de control de temperatura Peltier, platos paralelos 25 - 25 y el software RheoCompass 1.24 a 25 °C. Las condiciones de prueba fueron ajustadas después de determinar la región lineal viscoelástica y a partir de esta se midieron los parámetros siguientes: módulos de almacenamiento ( $G'$ ) y módulo de pérdida ( $G''$ ), tangente de pérdida y viscosidad compleja. La viscosidad compleja (*complex viscosity*) se determinó por la ecuación:

$$\eta' = \frac{G^*(\text{complex modulus})}{\omega(\text{angular frequency})}$$

$$G^* = G' + iG''$$

(15)

Donde:

$G'$ : módulo de almacenamiento o elástico (fase sólida del material)

$G''$ : pérdida o módulo viscoso (fase viscosa del material)

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los modelos codificados predictivos obtenidos del procesamiento estadístico de los resultados se muestran a continuación:

$$\text{Cuerpo} = 3,83 A + 8,74 B - 2,93 AB + 0,0177 AB (A-B) + 28,48 AB (A-B)^2 \quad R^2 = 0,98$$

$$\text{Untabilidad} = 8,29 A + 7,20 B - 16,50 AB - 4,99 AB (A-B) + 36,89 AB (A-B)^2 \quad R^2 = 0,91$$

$$\text{Fusión en la boca} = 2,75 A + 6,53 B - 0,5248 AB - 2,22 AB (A-B) + 9,06 AB (A-B)^2 \quad R^2 = 0,99$$

$$\text{Homogeneidad} = 3,40 A + 9,41 B \quad R^2 = 0,94$$

$$\text{Calidad global} = 3,99 A + 9,51 B - 6,23 AB - 0,1677 AB (A-B) + 50,61 AB (A-B)^2 \quad R^2 = 0,84$$

Donde A: lecitina de soya y B: monoestearato de glicerilo.

El procesamiento estadístico mostró la buena calidad del ajuste, por lo que fue posible ajustar modelos matemáticos que describen el comportamiento de las variables medidas para los atributos sensoriales: cuerpo, untabilidad, fusión en la boca, homogeneidad y calidad sensorial. El análisis de varianza de la regresión de los modelos resultó significativo ( $p \leq 0,05$ ). De acuerdo al coeficiente de determinación ( $R^2$ ), son capaces de explicar más del 90 % del comportamiento de los atributos con respecto a las combinaciones estudiadas. Por otra parte, el análisis de los residuos demostró que siguen la distribución normal y no se detectaron anomalías.

Los modelos para los atributos cuerpo, untabilidad, fusión en la boca y calidad global ajustaron para un modelo cúbico. En el caso del atributo cuerpo el efecto triple de la unión, la mezcla lineal y la interacción de ambos emulsificantes incidieron de forma significativa sobre dicho atributo. Esto se puede atribuir a las propiedades que tienen la lecitina de soya y monoestearato de glicerilo en el incremento de la estabilidad de las emulsiones (17).

Para la untabilidad, el efecto triple y simple de las interacciones de ambos emulsificantes influyó de forma significativa sobre el atributo (valor  $p \leq 0,05$ ). Por lo que se puede afirmar, que en la medida que incrementan estos factores en la mezcla, aumenta la extensibilidad o facilidad de untar de la margarina sobre el pan, vehículo empleado en este trabajo para evaluar la conformidad del atributo textural, untabilidad, que caracteriza a los productos grasos (12, 17).

En el caso de la fusión en la boca, el efecto triple de las interacciones al igual que la mezcla lineal de ambos emulsificantes son los que ejercen una influencia significativa sobre el atributo. Por lo que se puede afirmar, que cuando incrementan estos factores es mayor la velocidad con que la margarina funde en la boca. Se destaca que la fusión en la boca de este producto involucra también otras percepciones, como son: la manera suave o áspera en que se derrite a la temperatura de la boca, la calidad de la grasa, y la persistencia o recubrimiento que deja en la boca, característicos en los productos grasos (9) y que la lecitina por sus propiedades puede mejorar.

La homogeneidad ajustó para un modelo lineal donde resultó significativo el efecto lineal del monoestearato de glicerilo, debido a que en la medida que incrementa su concentración en la mezcla es mayor la homogeneidad de la margarina, lo que demuestra que la sustitución de dicho componente por lecitina de soya solo puede hacerse en una menor proporción. Se destaca que la homogeneidad es un atributo textural que puede ser percibido de forma visual y está relacionado con la estabilidad o separación de las fases en la emulsión, por lo que es un atributo a considerar para declarar la conformidad sensorial de la margarina (7).

En la calidad global, el efecto triple de las interacciones y la mezcla lineal del monoestearato de glicerilo inciden de manera significativa sobre el atributo, por lo que en la medida que incrementan estos factores es mayor la calidad global de la margarina. Se destaca que calidad global integra la valoración de todos los atributos texturales, cuerpo, untabilidad, homogeneidad y fusión en la boca, importantes para declarar la conformidad de la margarina.

Las Tablas 2 muestra los resultados fisicoquímicos y los resultados de la evaluación microbiológicos de la mejor formulación de margarina seleccionada fueron: CHF (ufc/g)  $4,0 \cdot 10$ , CL (ufc/g)  $< 10$ , CCT (ufc/g)  $< 10$ , CTT (ufc/g)  $< 10$ , Staph (ufc/g)  $< 10$  para  $n = 5$ . Los parámetros se mantuvieron dentro de lo establecido en la norma de especificaciones de calidad (10). Los indicadores microbiológicos resultaron en concordancia con las especificaciones informadas en la norma correspondiente (16), garantizando la buena calidad higiénica sanitaria del producto.

Los parámetros reológicos que determinaron la viscoelasticidad fueron  $G' = 5,44 \cdot 10^5$ ,  $G'' = 4 \cdot 10^5$ ,  $\tan \delta < 1$  y la viscosidad compleja ( $|s^*|$ ) fue de 94 400 Pa·s. Demostrándose que la margarina desarrollada se clasifica como un fluido no newtoniano viscoelástico, con una tendencia elástica ( $G' > G''$ ), por tanto se conserva la estructura sólida de la muestra denominándose material sólido viscoelástico. Los resultados alcanzados en el estudio reológico de la margarina con lecitina de soya y monoestearato de glicerilo fueron similar a otros estudios de margarinas con adición de lecitina (17, 18).

**Tabla 2. Resultados de la evaluación fisicoquímicos**

Indicador fisicoquímico	$\bar{X}$	S
Grasas (% m/m)	70	0,00
Índice de termoestabilidad (K)	0,85	0,12

n = 5.

## CONCLUSIONES

Se confirmó que con la combinación de lecitina de soya y monoestearato de glicerilo se logró desarrollar una margarina de buenas características sensoriales, fisicoquímicas, microbiológicas y reológicas. La mejor fórmula se logró mezclando 0,4 % m/m de monoestearato de glicerilo y 0,3 % m/m de lecitina de soya. El producto mostró buenas características fisicoquímicas, sensoriales y microbiológicas. Los parámetros reológicos que determinaron la viscoelasticidad fueron  $G' = 5,44 \cdot 10^5$ ;  $G'' = 4 \cdot 10^5$ ;  $\tan \delta < 1$  y la viscosidad compleja ( $|s^*|$ ) fue de 94 400 Pa·s. Se demostró que la margarina desarrollada se clasifica como un fluido no newtoniano viscoelástico, con una tendencia elástica ( $G' > G''$ ).

## REFERENCIAS

1. Chen B, Rao J, Ding, Y, McClements D, Decker E. Oxidación de lípidos en aceite de algas base y emulsión de aceite de agua en algas: Impacto de los antioxidantes y emulsionantes naturales. *Adeyi O Food Res Int* 2016; 85:162 - 9.
2. Robert C. Vegetable lecithins: a review of their compositional diversity, impact on lipid metabolism and potential in cardiometabolic disease prevention. *Biochimie* 2020; 169:121- 32.
3. Jiménez RD. Estudio del proceso industrial para la fabricación de margarina. (tesis diploma). Valladolid: Universidad de Valladolid; 2017.
4. Mehmood T A. Tween 80 and soya lecithin based food grade nanoemulsions for the effective delivery of vitamin D. *Langmuir* 2020; 36(11):2886 - 92.
5. Pino J. Lecitina: química, bioquímica y uso en la industria. *Cienc Tecnol Aliment* 2021; 31(1):68 - 77.
6. NC 827. Agua potable - requisitos sanitarios. Método de referencia. Cuba, 2012.
7. Camejo J. Industrialización de las margarinas. La Habana: Instituto de Investigaciones para la Industria Alimenticia; 2012.
8. PAES. Evaluación Sensorial Procedimiento Analítico General para productos de la Industria Láctea cubana. Instrucción S.C.C.2.13.01.01-1. Cuba; 2006.
9. Duarte C. Modelo de evaluación de la calidad sensorial para la industria alimentaria cubana. (tesis doctoral). La Habana: Universidad de La Habana, Instituto de Farmacia y Alimentos; 2017.
10. NEIAL 110-6737-96. Producto untable margarina especial Aurora. Control del Proceso Productivo. Cuba; 2012.
11. NC-ISO 4832. Microbiología de alimentos de consumo humano y animal-método horizontal para la enumeración de coliformes-técnica de conteo de colonias método de referencia. (ISO 4832:2006, IDT). Cuba; 2010.
12. NC 1096. Microbiología de alimentos de consumo humano y animal - método horizontal para la enumeración de coliformes termotolerantes - conteo de las colonias obtenidas a 44 °C- técnica de placa vertida. Cuba; 2015.
13. NC 1004. Microbiología de alimentos de consumo humano y animal. Guía general para la enumeración de levaduras y mohos. Técnica de placa vertida a 25 °C. Cuba, 2016.

14. NC ISO 6888-1. Microbiología de alimentos de consumo. Humano y animal. Método horizontal para la enumeración de *Staphylococcus coagulasa* positiva (*Staphylococcus aureus* y otras especies). Parte 1: técnica utilizando el medio Agar Baird Parker. Cuba; 2003.
15. Steffe J. Rheological Methods in Food Process Engineering. Second Edition. Michigan State University. USA: Michigan; 1996. pp. 294-348.
16. NC 585. Contaminantes microbiológicos en alimentos-Requisitos sanitarios microbiológica. Cuba; 2017.
17. Prichapan NM. Influence of rice bran stearin on stability, properties and encapsulation efficiency of polyglycerol polycinoleate (PGPR) - stabilized water- in rice bran oil emulsions. *Int Food Res J* 2017; 93:26-32.
18. Zou H, Zhao N, Li S, Sun S, Dong X, Yu C. Physicochemical and emulsifying properties of mussel water-soluble proteins as affected by lecithin concentration. *Int J Biol Macromol* 2020; 163:180-9.