

# Diseño y desarrollo de productos lácteos enriquecidos con grasas poliinsaturadas

## Design and development of dairy products enriched with polyunsaturated fats

Jorge Vargas<sup>1</sup>, Tarsila Tuesta<sup>2</sup>, Gilberto García<sup>2</sup>, Jonnatan Bañon<sup>2</sup>,  
Andres Chávez<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Laboratorio de Leche y Carnes, Facultad Zootecnia, Universidad Nacional Agraria, La Molina, Lima - Perú

<sup>2</sup>Facultad de Ingeniería Química y Textil, Universidad Nacional de Ingeniería, Lima - Perú

<sup>3</sup>Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima - Perú

Recibido : 27/06/2017 Aceptado: 29/09/2017

### RESUMEN

El objetivo de la presente investigación es diseñar y desarrollar queso fresco y yogurt enriquecidos con ácidos grasos poliinsaturados. Se utiliza como materia prima leche fresca y como aditivo fuente de ácidos grasos poliinsaturados al aceite de soya. El contenido de ácidos grasos poliinsaturados, que contiene el queso fresco elaborado con leche descremada y enriquecida con 2 a 4 % de aceite de soya se elevó de 5,01% a 54,83%; el contenido de ácidos grasos poliinsaturados del yogurt natural elaborado con leche descremada y enriquecida con 1 a 3 % de aceite de soya se elevó de 4,28% a 54,98%. Se concluye que es factible la producción de productos lácteos enriquecidos con ácidos grasos poliinsaturados y se recomienda su fabricación.

**Palabras claves:** Productos lácteos, Queso Fresco, Yogurt Natural, Aceite de Soya, Ácidos Grasos Poliinsaturados.

### ABSTRACT

The goal of this work has been to design and develop products such as fresh cheese and yogurt, enriched with polyunsaturated fatty acids. Fresh milk was used as raw material and soybean oil as source of polyunsaturated fatty acids. The content of polyunsaturated fatty acids in fresh cheese made from skim milk enriched with 2 to 4% soybean oil, increased from 5.01% to 54.83%. Similarly, the content of polyunsaturated fatty acids in natural yogurt made from skim milk enriched with 1 to 3% soybean oil, increased from 4.28% to 54.98%. We conclude that is feasible to produce dairy products enriched with polyunsaturated fatty acids and their manufacture is recommended.

**Key words:** dairy products, fresh cheese, natural yogurt, soybean oil, polyunsaturated fatty acids.

### 1. INTRODUCCIÓN

Las dietas con alto contenido de ácidos grasos saturados y bajo en ácidos grasos poliinsaturados, favorecen el origen de problemas cardiovasculares [1]. Estos problemas pueden ser prevenidos a través de dietas ricas en ácidos grasos poliinsaturados.

El consumo de ácidos grasos monoinsaturados y poliinsaturados es recomendado para una correcta alimentación frente a los ácidos grasos saturados [2], por lo que se aconseja el consumo de aceites vegetales.

En el Perú, la cantidad de alimentos consumidos como fuentes ricas en ácidos grasos poliinsaturados (huevos de codorniz, leches enriquecidas, yogur, etc.), es muy baja, lo cual responde a cuestiones de hábito alimentario, formas de preparación, poco conocimiento, así como la escasa comercialización de estos productos, que no están al alcance económico de las clases más necesitadas, por ejemplo: leche desnatada enriquecida con omega-3.

La mejor forma de aumentar el aporte de ácidos grasos poliinsaturados en la dieta del ser humano, para

\* Correspondencia:

E-mail: jvargasm@lamolina.edu.pe, tarsilat@uni.edu.pe

el caso del peruano medio, es consumiendo pescados y mariscos. También pueden consumirse alimentos enriquecidos con aceites de pescado, pero su consumo está limitado ya que ofrecen olores poco agradables.

Otra alternativa de alimentación con fuente de ácidos grasos poliinsaturados puede ser a través de aceites y semillas ricas en ácidos alfa linoléico y linoleico denominados ácidos grasos esenciales, tales como el aceite de soya, canola y de linaza; en el caso de estos dos últimos su importación es limitado por sus altos precios [3].

El objetivo de la presente investigación es elaborar yogur natural bebible y queso fresco enriquecido con aceite de soya, que tenga aceptabilidad sensorial.

## 2. ASPECTOS GENERALES

La leche es un líquido secretado por las glándulas mamarias de las hembras de los mamíferos tras el nacimiento de la cría, de composición compleja, blanca y opaca, de sabor dulce y reacción iónica, pH próximo a la neutralidad, como emulsión en fase dispersa está constituida por la materia grasa de forma globular, y como fase continua un líquido que muestra analogías con el plasma sanguíneo. Este líquido es asimismo una emulsión de materias proteicas en un suero constituido por una solución neutra que contiene principalmente, lactosa y sales minerales.

La leche tiene cuatro tipos de componentes importantes:

- Los lípidos, componentes esenciales de las grasas ordinarias; triglicéridos.
- Las proteínas; caseínas, albúminas y globulinas.
- Los glúcidos, esencialmente la lactosa.
- Las sales.

A ellos se añaden otros numerosos componentes, presentes en cantidades mínimas: lecitinas, vitaminas, enzimas, nucleótidos, gases disueltos, etc., algunos de los cuales tienen una gran importancia debido a su actividad biológica.

### 2.1 Queso

Conserva obtenida por coagulación de la leche, generalmente bajo la acción del cuajo. El coágulo se separa del suero y forma el queso, luego del desuerado y su maduración; contiene esencialmente la caseína y la grasa de la leche.

El queso es el producto sin madurar, obtenido por separación del suero después de la coagulación de la leche cruda o reconstituida, pasteurizada, entera o parcialmente descremada, o una mezcla de alguno de estos productos que cumpla con los requisitos especificados en la NTP 202.195:2004. El contenido acuoso oscila entre el 50 a 80% [4].

### 2.2 Yogurt

El yogurt es un alimento obtenido mediante fermentación de la leche por cultivos lácticos, permitiendo que la lactosa se transforme en ácido láctico y tenga una textura más espesa y un sabor más ácido y concentrado. El yogurt aporta naturalmente nutrientes como proteínas de alta calidad y calcio, el cual contribuye al mantenimiento de los huesos.

### 2.3 Aceite de soya

El aceite de soya, rico en ácidos grasos esenciales, figura entre los aceites más recomendados para la nutrición humana [5]. Contiene 15% de grasas saturadas, 23% de grasas monoinsaturadas, 55 % de ácido linoleico  $\omega - 6$  y 7 % de ácido linoléico  $\omega - 3$ .

### 2.4 Ácidos grasos insaturados

Ácidos carboxílicos de cadena larga y lineal que contiene al menos un doble enlace a lo largo de la cadena. Ejemplo el ácido oleico.

### 2.5 Clasificación de ácidos grasos insaturados

**Monoinsaturados.-** Ácidos grasos que sólo presentan un doble enlace en su estructura. El ácido oleico, constituye las 3/4 partes de los ácidos grasos de esta categoría.

**Poliinsaturados.-** Ácidos grasos que tienen varios dobles enlaces en su estructura. Esta clasificación contiene a los ácidos grasos esenciales.

### Ácidos grasos esenciales

Son aquellos ácidos que en su forma aislada, el organismo no los pueden sintetizar y es necesario ingerirlos con la dieta; también se les conoce como vitamina F.

Existen dos variedades de ácidos grasos esenciales: Linoléico y linoleico que son los precursores de  $\omega - 3$  y  $\omega - 6$  respectivamente.

## 3. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

La materia prima utilizada en la presente investigación para elaborar el yogurt bebible y el queso fresco es leche proveniente de vacas del establo de la Universidad Nacional Agraria La Molina.

Aditivos para el yogurt bebible:

- Aceite de soya.
- Azúcar blanca.
- Gelatina incolora.
- Paquete "YoFlex 811"

Aditivos para el queso fresco:

- Aceite de soya.
- Sal yodada al 100 %.
- Cloruro de calcio: Grado USP.
- Coagulante: CHY-MAX™ POWDER Extra, CHR HANSEN, 1 a 3g por 100L de leche.

### 3.1 Elaboración del yogurt bebible enriquecido:

Se descrema la leche a 50 °C, luego se agrega el aceite de soya con el azúcar y la gelatina (2g/Kg), se agita y se pasteuriza a 85 °C por 10 min, se enfría a 43 °C para la inoculación de bacterias lácticas, se realiza la incubación a 42 °C por 5 h (pH: 5,4 y acidez: 70 °D), se enfría hasta 10 °C, se realiza el batido, envasado y finalmente se almacena a 4 °C.

### 3.2 Elaboración del queso fresco enriquecido:

Se descrema la leche hasta aproximadamente 0,1% de grasa, luego se pasteuriza a 65 °C por 10 min, se agrega luego el aceite de soya, se mezcla y se enfría hasta 50 °C, a esta temperatura se agrega el cloruro de calcio, la mezcla se enfría hasta aproximadamente 37 - 47 °C para la coagulación por 45 min, luego se realiza el corte de la cuajada (2 × 2 cm), el desuerado, el salado por 10 min, el moldeado y volteado por 45 min, y finalmente se lleva a refrigeración por 24 h para luego desmoldar los quesos.

Para efectos del presente estudio se recopilan datos para comparar las mediciones de un grupo control (queso y yogurt elaborado sin aceite de soya), con las mediciones de un grupo experimental (queso y yogurt elaborado con aceite de soya), para el tratamiento de los datos se hace uso de un software estadístico.

Para los ensayos de elaboración del yogurt bebible enriquecido con aceite de soya, se considera como variables independientes la concentración de azúcar y la concentración de aceite de soya, se utilizan tres niveles como factores de estudio: bajo, medio y alto (Tabla 1).

**Tabla 1. Niveles de Concentración para el yogurt**

Nivel	Azúcar (g/L)	Aceite (%)
Bajo	8	1
Medio	9	2
Alto	10	3

Se plantea 9 formulaciones diferentes para el enriquecimiento del yogurt (Tabla 2).

**Tabla 2. Diseño del yogurt enriquecido**

Formulación	Azúcar (g/L)	% Aceite
1	10,0	2,0
2	9,0	1,0
3	10,0	3,0
4	10,0	1,0
5	9,0	3,0
6	8,0	2,0
7	9,0	2,0
8	8,0	3,0
9	8,0	1,0

La aceptabilidad sensorial del yogurt se expresa a través de los siguientes atributos como variables dependientes:

- Gusto de sal.
- Textura.
- Apariencia general.

Para los ensayos de elaboración del queso fresco enriquecido con aceite de soya, se considera la concentración de sal y la concentración de aceite de soya como variables independientes, se utilizan tres niveles como factores de estudio: bajo, medio y alto (Tabla 3).

**Tabla 3. Niveles de concentración para el queso**

Nivel	Sal (g/L)	Aceite (%)
Bajo	14	2
Medio	16	3
Alto	18	4

Se plantean 9 formulaciones diferentes para el enriquecimiento del queso (Tabla 4).

**Tabla 4. Diseño del queso enriquecido**

Formulación	Sal (g/L)	% Aceite
1	18,0	2,0
2	18,0	4,0
3	16,0	3,0
4	14,0	4,0
5	18,0	3,0
6	16,0	4,0
7	16,0	2,0
8	14,0	3,0
9	14,0	2,0

La aceptabilidad sensorial del queso se expresa a través de los siguientes atributos como variables dependientes:

- Acides.
- Dulzor.
- Viscosidad.

#### 4. RESULTADOS

En la tabla 5 se muestra los resultados del análisis de la leche descremada.

**Tabla 5. Análisis de la leche descremada**

$\rho$ (g/mL)(20 °C)	1.0334
Sólidos Totales (S.T.)	9.053
% Grasa (g, 65 °C)	0.1
Acidez °Dornic	16.5
pH (16.7 °C)	6.68
° Brix	10.0

Laboratorio de leche del Departamento de Producción Animal, Facultad de Zootecnia-UNALM (22/08/2011).

En la tabla 6 se muestra los resultados del análisis de la leche entera.

**Tabla 6. Análisis de la leche entera**

$\rho$ (g/mL)(20 °C)	1.0312
Sólidos Totales (S.T.)	10.762
% Grasa (g, 65 °C)	2.0
Acidez °Dornic	17.5
pH (16.7 °C)	6.56
° Brix	10.0

Laboratorio de Leche del Departamento de Producción Animal, Facultad de Zootecnia-UNALM (22/08/2011).

Se analiza la composición de grasas del aceite de soja comercial (Tabla 7).

**Tabla 7. Composición del aceite de soja comercial**

Descripción	Resultado (%)
Grasa	100
Ácidos grasos saturados	15.42
Ácidos grasos monoinsaturados	21.34
Ácidos grasos poliinsaturados	59.71
Ácidos grasos no identificados	3.53

Fuente: Laboratorio INASSA - 02/09/2011

##### 4.1 Evaluación sensorial y análisis físico-químico del yogurt enriquecido con aceite de soja

Para la evaluación sensorial participaron 70 personas, degustando 30mL de yogurt por juez. Los cuales califican los indicadores (acidez, dulzor y viscosidad) de cada formulación, para ello se usa una escala hedónica.

En las figuras 1,2 y 3 se grafican mediante diagrama de Pareto los efectos estimados de cada uno de los factores e interacciones en orden decreciente de importancia.

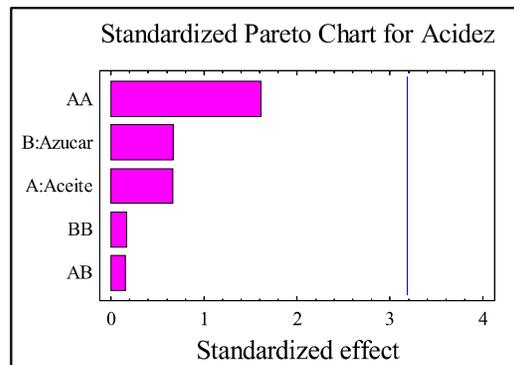


Figura 1. Diagrama de Pareto para el atributo de acidez.

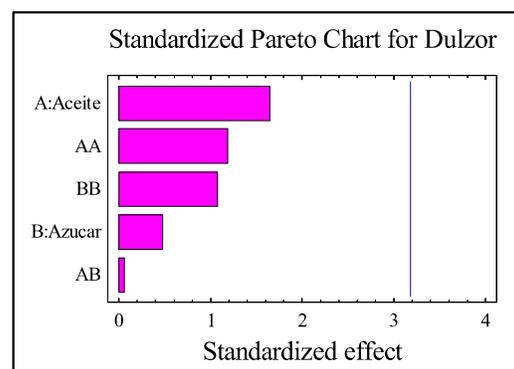


Figura 2. Diagrama de Pareto para el atributo de dulzor

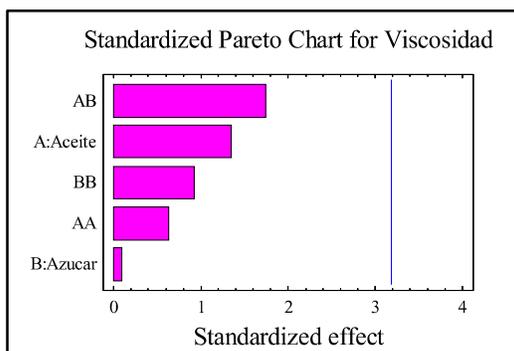


Figura 3. Diagrama de Pareto para el atributo de viscosidad.

El efecto estandarizado en las figuras 1,2 y 3 muestra el nivel de significancia de 3,2; el cual indica que ninguno de los factores o interacciones son significativas en la apreciación de la acidez, el dulzor y la viscosidad.

Se estudia la superficie de respuesta que muestra la concentración en porcentaje de azúcar y aceite para determinar la máxima aceptabilidad en cada atributo.

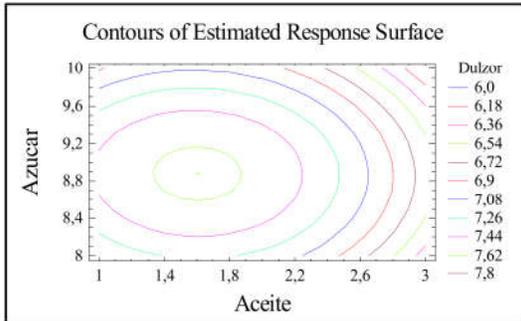


Figura 4. Contornos de la superficie de respuesta estimada del atributo dulzor

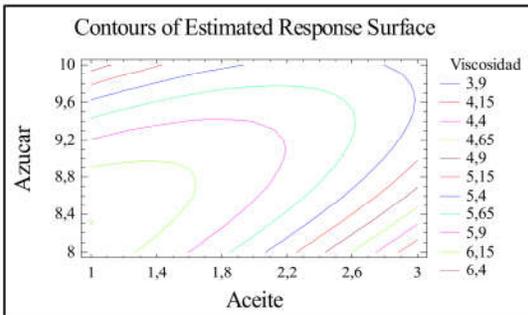


Figura 5. Contornos de la superficie de respuesta estimada del atributo viscosidad.

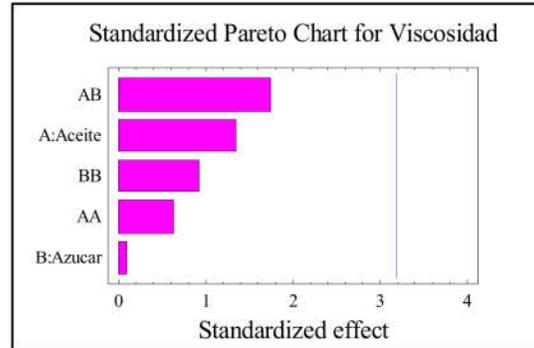


Figura 6. Contornos de la superficie de respuesta estimada del atributo acidez

En la elaboración del yogurt se evalúa los factores y atributos óptimos reportados por el software (Tabla 8).

Tabla 8. Niveles óptimos de los factores para el yogurt enriquecido

Factores	Bajo	Medio	Alto	Óptimo
Azúcar (g/L)	8.0	9.0	10.0	8.73747
Aceite (%)	1.0	2.0	3.0	1.66116

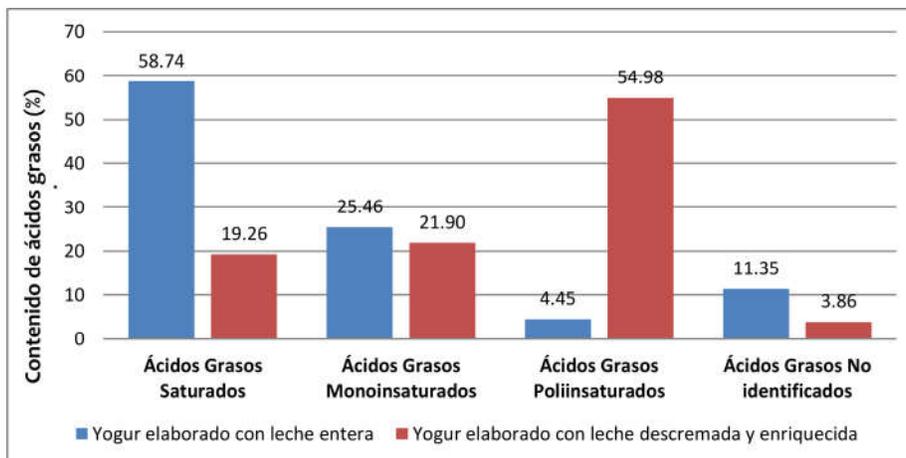


Figura 7. Composición porcentual de la grasa contenida en el yogur.

El contenido de ácidos grasos poliinsaturados en el yogurt elaborado con leche entera es de 4,45 % y luego del descremado de la leche y enriquecimiento con aceite de soya se incrementa hasta 54,98 % (Figura 7).

**Tabla 9. Valoración de atributos del yogurt óptimo**

Respuesta	Óptimo*
Acidez	7.50483
Dulzor	7.64852
Viscosidad	6.14417

\*De un total de 10 unidades.

Luego de analizar los datos con software estadístico se obtienen los valores óptimos para los niveles (Tabla 8), y los valores óptimos para los atributos del yogurt enriquecido (Tabla 9).

Se realiza finalmente análisis fisicoquímico al yogurt óptimo elaborado (Tabla 10).

**Tabla 10. Análisis Fisicoquímico del yogurt enriquecido óptimo**

Composición	Azúcar (g/L): 8.3 Aceite (%): 1.0
pH	4.30 (25,0 °C)
Acidez °Dornic	47.0
Viscosidad cP	6900 - 7500 (10 °C)

#### 4.2 Evaluación sensorial y análisis fisicoquímico del queso fresco enriquecido con aceite de soya

Para la evaluación sensorial del queso participaron 100 personas, degustando 30 g de queso por juez. Los cuales califican los indicadores (Gusto de sal, textura y apariencia general) de cada formulación, para ello se usa una escala hedónica.

En los gráficos 8, 9 y 10 se plotea los efectos estimados de cada uno de los factores e interacciones en orden decreciente de importancia.

El efecto estandarizado en las figuras 8 y 9 muestra el nivel de significancia de 3,2 para las interacciones, el cual indica que ninguno de los factores o interacciones son significativas en la apreciación del gusto de sal y textura.

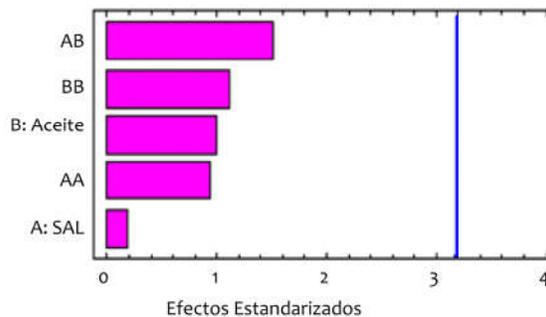


Figura 8. Diagrama de Pareto para el gusto de sal

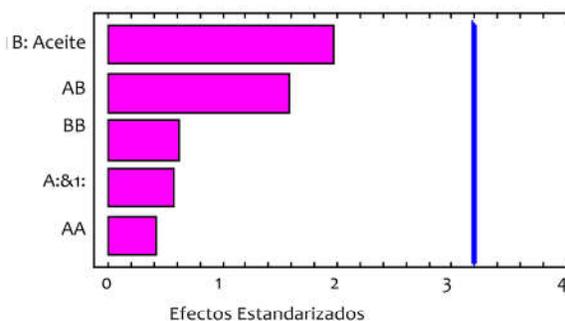


Figura 9. Diagrama de Pareto para el atributo textura

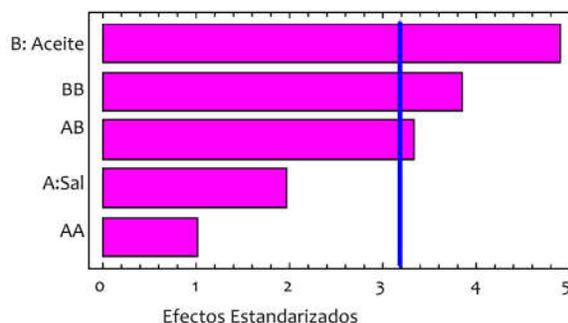


Figura 10. Diagrama de Pareto para el atributo apariencia.

El efecto estandarizado en la figura 10 muestra el nivel de significancia 3,2 e indica que el efecto del factor aceite (B) y la interacción aceite - aceite (BB) y aceite-sal (AB) es significativo en la apreciación del atributo apariencia

Se estudia la superficie de respuesta que muestra la concentración en porcentaje de sal y aceite para determinar la máxima aceptabilidad en cada atributo.

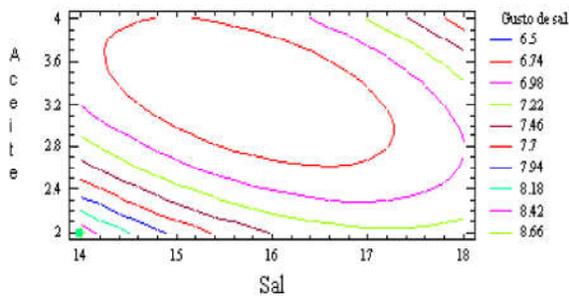


Figura 11. Contornos de la Superficie de Respuesta Estimada del atributo gusto de sal

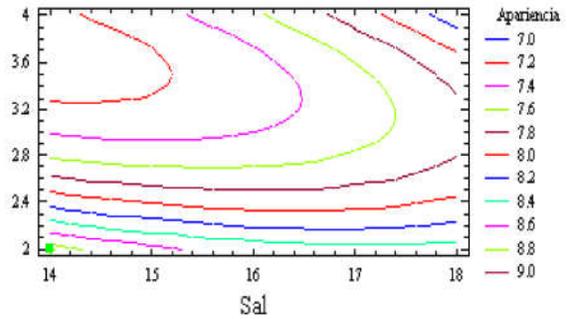


Figura 13. Contornos de la Superficie de Respuesta Estimada del atributo apariencia

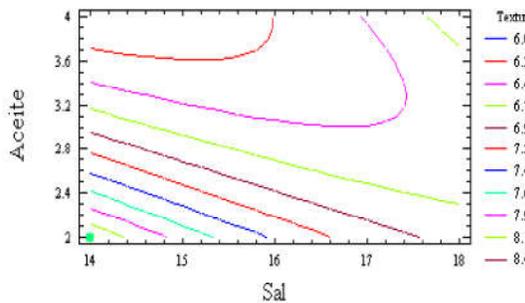


Figura 12. Contornos de la Superficie de Respuesta Estimada del atributo textura

En la elaboración del queso enriquecido con aceite de soya se evalúa los factores y atributos óptimos reportados por el software estadístico (Tabla 11).

Tabla 11. Niveles óptimos de los factores para el queso enriquecido

Factores	Bajo	Medio	Alto	Óptim
Sal (g/L)	14	16	18	14
Aceite (%)	2.0	3.0	4.0	2.0

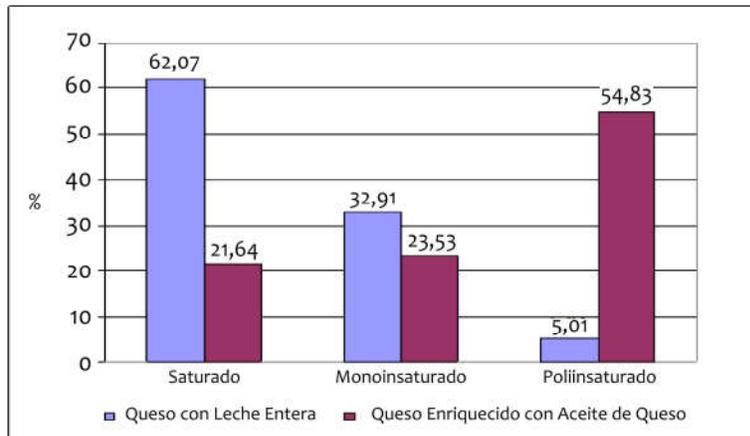


Figura 14. Composición porcentual de grasas en el queso

El contenido de ácidos grasos poliinsaturados en el queso elaborado con leche entera es de 5,01 % y luego del descremado de la leche y enriquecimiento con aceite de soya se incrementa hasta 54,83 % (Figura 14).

Luego del analizar los datos con software estadístico se obtienen los valores óptimos para los niveles (Tabla 11), y los valores óptimos para los atributos del queso enriquecido (Tabla 12).

Tabla 12. Valoración de atributos del queso óptimo

Respuesta	Óptimo*
Gusto de sal	8.543
Textura	8.361
Apariencia	8.877

\*De un total de 10 unidades.

## 5. CONCLUSIONES

Las concentraciones óptima de aceite de soya y azúcar sensorialmente aceptados para la elaboración de yogurt enriquecido son 1.66% y 8.74% respectivamente. Y las concentraciones óptimas de aceite de soya y sal sensorialmente aceptadas para la elaboración de queso fresco enriquecido son 2 % y 14 % respectivamente.

Se determina que el contenido de ácidos grasos poliinsaturados que contiene el queso fresco elaborado con leche entera es de 5,01 %, y se incrementa a 54,83 % para el queso fresco elaborado con leche descremada y enriquecido con aceite de soya. Para el yogurt, el contenido de ácidos grasos poliinsaturados que contiene el yogurt elaborado con leche entera es de 4,45 %, y se incrementa a 54,98 % para el yogurt elaborado con leche descremada y enriquecido con aceite de soya.

Se evalúa las propiedades sensoriales del queso fresco enriquecido correspondientes a la formulación, sal 14 g/L y aceite 2,0 %; el resultado es: sabor 8,54; textura 8,36 y apariencia 8,88 de un total de 10,0 unidades lo que demuestra su aceptabilidad sensorial.

Se evalúa también las propiedades sensoriales del yogurt bebible enriquecido correspondientes a la formulación, azúcar 8,3 g/L y aceite 1,0 %; el resultado es: acidez 7,50; dulzor 7,65 y viscosidad 6,14 de un total de 10,0 unidades lo que demuestra su aceptabilidad sensorial.

Sí es posible producir yogurt bebible y queso fresco enriquecido con ácidos grasos poliinsaturados de aceite de soya que sea aceptado sensorialmente.

## REFERENCIAS

- [1] F. Leighton, "Dietas mediterraneas 6," Boletín ciencia, vino y salud, vol. 1, pp. 1 - 20, 2002.
- [2] C. Alais, Ciencia de la leche, España: Reverte S.A., 1985.
- [3] MINAG, "Estadística Agraria Mensual," Oficina de Información Agraria, Perú, 2011.
- [4] J. Dubach, El ABC para la quesería rural de los andes, Ecuador: ABC, 1988.
- [5] B. Blanco, C. Alvarado y U. Ortiz, Alimentos Bromatología, Perú: Talleres Gráficos de Mercado Abierto S.A.C., 2003.
- [6] A. Aigster, C. Sims, R. Staples, R. Schmidt y S. O'Keef, "Comparison of cheeses made from milk having normal and high oleic fatty acid compositions," J. Food Sci., vol. 5, pp. 920 - 924, 2000.
- [7] D. Badui, Química de los alimentos, México: Alhambra, 1996.
- [8] R. Early, Tecnología de los productos, Zaragoza: Acriba S.A., 1998.
- [9] O. Fennema, Química de los alimentos, España: Acriba, 2000.
- [10] M. Ureña, M. D'Arrigo y O. Girón, Evaluación sensorial de los alimentos, Lima: Editorial agraria, 1999.
- [11] INDECOPI, Leche y productos lácteos. Queso fresco. Requisitos. Norma Técnica Peruana: NTP 202.195 2da edición, Lima - Perú, 2004.