

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
ANTONIO NARRO**

**DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL**

**PROGRAMA DOCENTE DE INGENIERÍA EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE  
ALIMENTOS**



**COMPARACIÓN ENTRE OCHO MARCAS DE YOGUR NATURAL COMERCIAL  
PARA EVALUAR LOS PRINCIPALES COMPONENTES NUTRICIONALES**

**POR:**

**VALERIA SEGUNDO LARA**

**TESIS**

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:  
INGENIERÍA EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS**

**Buenavista Saltillo, Coahuila de Zaragoza, México.**

**Diciembre 2014**

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO  
DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL  
PROGRAMA DOCENTE DE INGENIERÍA EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE  
ALIMENTOS  
COMPARACIÓN ENTRE OCHO MARCAS DE YOGUR NATURAL COMERCIAL  
PARA EVALUAR LOS PRINCIPALES COMPONENTES NUTRICIONALES

POR:

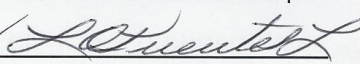
VALERIA SEGUNDO LARA

TESIS

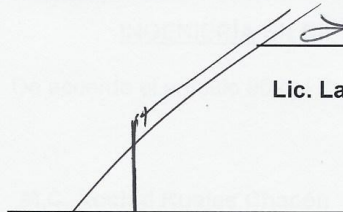
Que ha sido aprobada como requisito para obtener el título de:

INGENIERÍA EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS

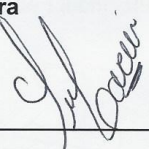
El presente trabajo ha sido asesorado y aceptado de acuerdo al artículo 89 del  
Reglamento Académico para Alumnos de Licenciatura por el siguiente Comité:

  
Lic. Laura Olivia Fuentes Lara

Asesor principal

  
Dr. Adalberto Benavides Mendoza

Asesor

  
Q.F.B. María del Carmen Julia García

Asesor

  
Dr. Ramiro López Trujillo

Coordinador de la División de Ciencia Animal

Buenavista, Saltillo Coahuila, México.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO  
DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL  
PROGRAMA DOCENTE DE INGENIERÍA EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE  
ALIMENTOS

COMPARACIÓN ENTRE OCHO MARCAS DE YOGUR NATURAL COMERCIAL  
PARA EVALUAR LOS PRINCIPALES COMPONENTES NUTRICIONALES

POR:

VALERIA SEGUNDO LARA

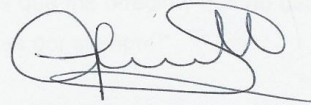
TESIS

Que se somete a consideración del H. Jurado Examinador como Requisito Parcial  
para obtener el Título de:

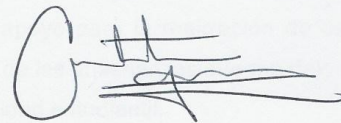
INGENIERÍA EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS

De acuerdo al artículo 90 del Reglamento para Alumnos de Licenciatura:

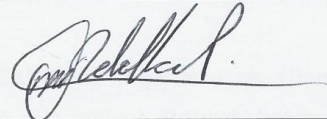
M.C. Xochitl Ruelas Chacón  
Presidente



Dr. Antonio Aguilera Carbó  
Vocal



M.C. Oscar Noé Reboloso Padilla  
Vocal.



## AGRADECIMIENTOS

A mi **DIOS**, que me ha permitido llegar a este punto de mi existir, que día a día me acompaña y me permite salir triunfante de mis victorias pero sobre todo de mis derrotas porque es ahí de donde más aprendo; gracias por las pruebas que pones en mi camino, ahora sé que puedo con esto y mucho más.

A **MIS PADRES y HERMANA** por apoyarme a lo largo de esta travesía, por estar siempre conmigo y por quererme incondicionalmente tal y como soy. A ustedes les agradezco porque sé que seguirán conmigo en el inicio de mi nueva vida como profesionista.

A **GALY** por impulsarme en los inicios de mi licenciatura, sin tu apoyo hoy no podría ser una orgullosa ingeniero de la Narro.

A mi **ALMA TERRA MATER**, por refugiarme entre sus aulas y formarme como profesionista, por todas esas oportunidades que me ofreció y que no deje ir. “De ti me alejo pero presiento que volveré...Buitres por siempre!”

A la **Lic. Laura Olivia Fuentes Lara**, por su apoyo para la realización de este trabajo, por su paciencia y comprensión; además de las enseñanzas que me dejó en sus clases y el apoyo brindado durante mi movilidad estudiantil.

A mis compañeros de la **GENERACIÓN CXVIII de Ingeniero en Ciencia y Tecnología de Alimentos**. Especialmente a mis amigos **Robert, Fredy, Ade, Tony, Yajaira y Vivi** quienes me apoyaron a lo largo de estos años, que supieron escucharme y hacer más amena mi estancia en la Narro. Nunca los olvidaré!

A mis compañeras de cuarto del internado Matamoros (**Fran, Jehie, Julie y Ángeles**), gracias por soportar mi hiperactividad, por reír conmigo, pero sobre todo por compartirme de su tiempo, las quiero mis niñas.

A todos los profesores que a lo largo de la licenciatura contribuyeron a mi formación como profesionista, me llevo sus enseñanzas y lo único que puedo dejarles es mi profundo agradecimiento.

Al **T.L.Q. Carlos Alberto Arévalo Sanmiguel** por su apoyo para la realización de la parte experimental de este trabajo.

## DEDICATORIAS

*A mis papás y hermana que son el motor de mi vida.*

*Los amo.*

*A ti Dany, que aunque no estás conmigo,*

*Sé que donde sea que te encuentres*

*Me cuidas y estarías feliz de compartir esto conmigo.*

## ÍNDICE GENERAL

<b>AGRADECIMIENTOS</b> .....	i
<b>DEDICATORIAS</b> .....	iii
<b>RESUMEN</b> .....	viii
<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	1
<b>2. ANTECEDENTES</b> .....	2
<b>3. REVISIÓN DE LITERATURA</b> .....	4
<b>3.1. El yogur</b> .....	4
<b>3.1.1. Yogur griego</b> .....	6
<b>3.2. Proteína</b> .....	6
<b>3.3. Grasa</b> .....	9
<b>3.4. Minerales</b> .....	12
<b>3.4.1. Calcio</b> .....	13
<b>3.4.2. Potasio</b> .....	14
<b>3.5. NOM-181-SCFI-2010</b> .....	15
<b>3.6. Yogur y otros lácteos fermentados</b> .....	17
<b>3.6.1. Sugerencias de compra y consumo</b> .....	19
<b>3.7. Importancia del consumo de productos lácteos</b> .....	20
<b>4. JUSTIFICACIÓN</b> .....	21
<b>5. OBJETIVOS</b> .....	21
<b>5.1. Objetivo general</b> .....	21
<b>5.2. Objetivos específicos</b> .....	22
<b>6. MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	22
<b>6.1. Localización del sitio experimental</b> .....	22
<b>6.2. Pretratamiento de la muestra</b> .....	23
<b>6.3. Extracto etéreo (%)</b> .....	23
<b>6.4. Contenido de proteína (%)</b> .....	24
<b>6.5. Determinación de minerales (calcio y potasio)</b> .....	26
<b>7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> .....	27
<b>7.1. Proteína</b> .....	28

7.2. Grasa.....	29
7.3. Calcio.....	30
7.4. Potasio.....	32
8. CONCLUSIONES.....	33
9. RECOMENDACIONES.....	35
10. REFERENCIAS.....	36
10.1. Páginas web:.....	38



## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Cantidad diaria de proteínas recomendada para cubrir las necesidades de la población con la dieta mista latinoamericana. ....	7
Cuadro 2. Comparación del contenido de un yogur bajo en grasa y unos de leche entera. ....	10
Cuadro 3. Composición y porcentajes de ácidos grasos de la leche y yogur. ....	11
Cuadro 4. Micronutrientes presentes en la leche y sus derivados, se describe brevemente la función que estos cumplen en nuestro organismo y la ingesta diaria recomendada para el adulto. ....	13
Cuadro 5. Especificaciones fisicoquímicas del yogur .....	16
Cuadro 6. Yogur batido analizado por la PROFECO. ....	18
Cuadro 7. Marcas comerciales de yogur analizadas. ....	22
Cuadro 8. Comparación de medias de cada una de las variables de estudio de acuerdo a los contenidos del yogur. ....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Comparación de medias del porcentaje de proteína en cada una de las marcas de yogur natural analizadas. ....	28
Figura 2. Comparación de medias del porcentaje de grasa obtenido en cada una de las marcas de yogur. ....	29
Figura 3. Comparación de medias del contenido de calcio en cada una de las marcas de yogur. ....	31
Figura 4. Comparación de medias del contenido de potasio en cada una de las marcas de yogur. ....	33

## **RESUMEN**

En México la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial tiene una Norma Oficial Mexicana (NOM-181-SFCI-2010) que hace referencia al Yogurt en sus denominaciones, especificaciones fisicoquímicas y microbiológicas, junto a su información comercial y métodos de prueba; aplicada para todos los yogures comercializados en el territorio mexicano. A su vez en México existe la Procuraduría Federal del Consumidor (PROFECO), organismo que se encarga de verificar que todos los productos cumplan con lo que ofrecen.

En el presente trabajo se caracterizó la composición nutrimental de yogures de diferentes marcas comerciales vendidas en México, para poder determinar si estas cumplen con los requerimientos de grasa y proteína exigidos por la NOM-181-SFCI-2010 para poder ser denominados como yogurt; también se hizo una comparación entre lo declarado en la etiqueta nutrimental y lo que se cuantificó para establecer si estas cumplen o no con ello. Por último también se cuantificó el contenido de los minerales presentes en el yogurt en mayor cantidad comparándolo con lo reportado en la literatura, el contenido de calcio también se comparó con lo reportado en la etiqueta.

**Palabras clave:** yogurt, proteína, grasa, calcio, potasio.

## 1. INTRODUCCIÓN

El Codex Alimentarius define al yogur como un producto de la leche coagulada, obtenido por fermentación láctica mediante la acción de *Lactobacillus bulgaricus* y *Streptococcus thermophilus* a partir de la leche (pasteurizada o concentrada o descremada, entre otras) y con o sin las adiciones facultativas (de leche en polvo, leche descremada, proteínas de suero, cultivos de bacterias adecuadas productoras de ácido láctico, entre otros). Los microorganismos del producto final deben ser viables y abundantes en cantidad mínima de  $1 \times 10^7$  UFC/ml (Codex Stan a-11-1974).

Para conocer la composición del yogur, se tiene que hacer referencia a la leche, ya que es la principal materia prima de partida. Así, tanto el contenido lipídico de la leche utilizada, como la adición o enriquecimiento con leche desnatada o en polvo desengrasada, que aumenta el contenido en proteína, lactosa, vitaminas y minerales durante la fabricación del producto.

De un tiempo a esta fecha, el yogur y los lácteos fermentados se presentan al público como productos especialmente saludables. Muchas marcas atribuyen esta característica a lo natural del producto, a la acción de las bacterias lácticas y los probióticos.

Comercialmente existe una gran variedad de marcas de yogur natural y saborizado que se distribuyen a lo largo de la República Mexicana, debido a que popularmente el consumo de yogurt está ligado al mantenimiento de una buena salud, siendo la tendencia actual más importante, el consumir alimentos bajos en grasa, además de la ingesta de proteínas completas y minerales, con propiedades funcionales, por lo que se considera de suma importancia determinar si los principales yogures naturales (ya que son la base para los saborizados) de diferentes marcas comercializadas en México cumplen con el porcentaje de grasa, proteína y algunos minerales de acuerdo a lo establecido con la NOM-181-SFCI-2010 que hace referencia al Yogurt en sus denominaciones, especificaciones

fisicoquímicas y microbiológicas, junto a su información comercial y métodos de prueba.

## 2. ANTECEDENTES

En la NOM-181 se entiende por yogurt al producto obtenido de la fermentación de la leche, estandarizada o no, por medio de acción de microorganismos *Streptococcus thermophilus* y *Lactobacillus delbrueckii* subespecie *bulgaricus*, teniendo como resultado la reducción del pH.

El yogurt tiene presencia mundial desde hace muchos años. Al parecer se originó en Asia y se introdujo a Europa a través de Turquía y Bulgaria. Quién más contribuyó a dar a conocer este producto al mundo occidental fue Ilya Metchnikoff, premio Nobel de medicina en 1908. Metchnikoff estaba convencido de que el consumo de grandes cantidades de este tipo de leche fermentada era responsable de la longevidad de los búlgaros.

La composición nutricional intrínseca de la leche y sus derivados, así como la adición de vitaminas, hacen de estos alimentos una fuente importante de proteínas de alta calidad y de micronutrientes como el calcio y fósforo.

La leche de vaca tiene un contenido alto de grasa total (30 g por litro como mínimo), de la cual el 65 % corresponde a los ácidos grasos saturados (Villalpando, *et.al.*, 2007). De acuerdo con un estudio derivado de la Ensanut 2006, la leche y sus derivados son la tercera fuente de ácidos grasos saturados de la dieta mexicana.

La composición inicial de la leche de partida, se ve modificada por la fermentación. Durante este proceso, los fermentos lácticos hidrolizan una parte de la lactosa, consumiendo la glucosa que se forma en este proceso y produciendo ácido láctico como metabolito (Condon, *et.al.*, 1988).

La fermentación provoca una hidrólisis parcial de la fracción proteica. En esta proteólisis se distingue dos fases: a) En una primer fase el *Lactobacillus bulgaricus*

hidroliza las proteínas de la leche, preferentemente las  $\beta$ -caseínas y, b) En segunda fase, el *Streptococcus thermophilus* junto al *L. bulgaricus* utilizan los péptidos resultantes de esta hidrólisis para su crecimiento, gracias a dipeptidasas y aminopeptidasas que poseen.

La fracción nitrogenada no proteica (aminoácidos libres y péptidos) aumenta en detrimento de la fracción proteica. Esta proteólisis, paralela a la acidificación del medio, tiene gran importancia en la coagulación de las caseínas que lo hacen en forma de finas partículas y de este modo son digeridas más fácil y rápidamente. De todo ella se deriva que el valor biológico de la fracción nitrogenada del yogurt es mayor que el de la leche de partida.

En cuanto a la acción de los microorganismos sobre la fracción lipídica (lipólisis), se observa un ligero aumento del contenido en ácidos grasos libres, aunque el perfil de los ácidos grasos totales de yogurt es similar al obtenido por los ácidos grasos de la leche de partida.

Debido a la acidez del medio, se encuentran elementos que pueden formar sales que bajo esta forma son parcialmente solubles. Los iones calcio, fosfato y magnesio, se solubilizan ya que se forman sales con péptidos, aminoácidos o ácidos orgánicos del propio yogurt. De esta manera se facilita la asimilación de estos elementos minerales por parte del organismo humano. La fracción vitamínica se ve más modificada en el sentido que tanto *Streptococcus thermophilus* como *Lactobacillus bulgaricus*, favorecen la síntesis de vitaminas del grupo B, mientras que utilizan otras para su propio desarrollo. En conjunto, podríamos decir que su acción disminuye el contenido global vitamínico, aunque debemos señalar que el contenido vitamínico final está relacionado con el tratamiento tecnológico a que se haya sometido la leche de partida y, por lo tanto, el contenido vitamínico del yogurt no difiere grandemente del contenido en la leche.

El yogurt es más fácil de digerir que la leche porque:

- Las proteínas han coagulado durante el proceso fermentativo y se disgregan mejor en el estómago; puede decirse que hay una predigestión proteica realizada por las bacterias del yogurt.
- El ácido láctico tiene un efecto digestivo, facilita la motilidad digestiva y estimula la secreción intestinal. Un efecto importante del ácido láctico es el de aumentar la absorción de calcio.
- El yogurt favorece la digestión de la lactosa debido a la actividad lactásica propia de los microorganismos o bacterias lácticas vivas presentes en él. Este beneficio lo aprecian todos aquellos consumidores que son intolerantes a la lactosa.

En México, los resultados de la Encuesta Nacional de Nutrición (ENN) de 1999 y la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición (Ensanut) 2006 muestran que la leche entera es una de las bebidas que más contribuye a la ingestión energética, representa el 5 % de las kilocalorías diarias consumidas por adolescentes y adultos (Barquera, *et.al.*, 2008), sin embargo no se han realizado análisis para el resto de los lácteos.

### **3. REVISIÓN DE LITERATURA**

#### **3.1. El yogur**

El yogur, es uno de los tantos productos derivados de la fermentación de la leche. Se puede elaborar a partir de leche entera, descremada o semidescremada, su elaboración requiere la adición de bacterias lácticas como *Streptococcus thermophilus* y *Lactobacillus bulgaricus* para fermentar la leche, así mismo se aumenta la concentración de proteínas, carbohidratos, edulcorantes y otros aditivos para dar lugar a sus características particulares de texturas y sabor.

Durante la fermentación, la lactosa se transforma en ácido láctico, y esto permite que el yogur sea un lácteo más tolerable en el tracto digestivo o fácil de digerir. Algunas de las vitaminas encontradas en la leche se pierden o disminuyen su concentración debido a los procesos a los que es sometida, más el calcio se conserva gracias a la presencia de ácido láctico.

En los últimos años el yogur ha tomado relevancia como alimento funcional debido a los probióticos que contiene, puesto que contiene concentraciones elevadas de microorganismos que resultan benéficas en la digestión y la mejora de la flora intestinal. Gracias al efecto de ciertas bacterias sobre la degradación de las proteínas y la lactosa, las leches fermentadas se pueden digerir con mayor facilidad que al consumir leche fresca. Además de facilitar este proceso, la elaboración de este tipo de productos ayuda a conservar este alimento por más tiempo y a mejorar su seguridad microbiológica (Vázquez, 2012).

Desde el punto de vista nutricional el yogur y otras leches fermentadas son alimentos muy valiosos en la dieta, ya que son ricos en proteínas de alto valor biológico, calcio de fácil asimilación, vitaminas del grupo B (especialmente B2 o riboflavina) y vitaminas liposolubles A y D, en base al contenido en grasa (si no ha sido eliminada en el proceso de elaboración).

En general, la composición nutricional del yogur es muy similar a la de la leche, de la cual procede. Si bien existe una diferencia importante en cuanto al contenido en lactosa, ya que este azúcar está presente en el yogur en cantidades menores que en la leche, debido a que durante la fermentación parte se transforma en ácido láctico. Además, los microorganismos presentes en el yogur producen lactasa (la enzima necesaria para metabolizar la lactasa); esto es de gran importancia para las personas que padezcan intolerancia a la lactosa, ya que gracias al bajo contenido de ésta en los yogures y al aumento en la actividad lactásica suelen tolerar perfectamente el consumo de estos productos.

El yogur presenta una composición un poco diferente al de la leche, tiene cantidades de agua en un 87.8, proteínas en un 3.8 y carbohidratos en 3.8 g/100g. El yogur está compuesto en un 4.6 % de ácidos grasos.



### **3.1.1. Yogur griego**

Yogur concentrado o estilo griego se produce mediante la eliminación de una parte de suero por medio de la filtración hasta un contenido de 9 a 11 % de sólidos grasos y 21 a 23 % de sólidos no grasos. Además presentan un color entre blanco y crema, textura suave y un sabor ácido característico entre crema y queso cottage, además de una capacidad de dispersarse bastante buena con poca producción de sinéresis (Tamime y Robinson 1999; Nsabimana *et.al.* 2005).

La Comisión del Codex Alimentarius para la Agricultura y la Alimentación (FAO) y la Organización Mundial de la Salud (OMS), establecen que el yogur concentrado es la leche fermentada mediante la acción de las bacterias ácido-lácticas *Lactobacillus bulgaricus* y *Streptococcus thermophilus*, para posteriormente ser concentrado para aumentar el contenido de proteína a un mínimo de 5.6 % y al menos 0.6 % acidez titulable (Codex Alimentarius, 2011).

En los últimos años el consumo de yogur griego o estilo griego ha aumentado debido a las propiedades nutricionales superiores que posee frente a un yogur regular, debido a que tiene un mayor contenido de proteína (mínimo 2.5 más) y 1.5 mayor concentración de minerales presentes que en la leche. De igual manera contiene un número mayor de bacterias ácido lácticas benéficas, menor contenido de lactosa. Lo anterior, es muy beneficioso para las personas que son intolerantes a la lactosa y el contenido de grasa puede variar de acuerdo a la demandas del mercado (Salji 1992; Mahdian y Tehrani 2007).

### **3.2. Proteína**

Las proteínas son sustancias nutritivas o nutrientes presentes en los alimentos, que tienen funciones esenciales para la vida, por lo que deben estar presentes en la dieta. Éstas constituyen la base para:

- Construir los tejidos del cuerpo, especialmente en los períodos de crecimiento.
- Reparar los tejidos del cuerpo durante toda la vida.
- Formar defensas contra enfermedades.
- Asegurar el buen funcionamiento del organismo
- Proporcionar energía (1g de proteínas aporta 4 kcal)

Los alimentos de origen animal que contienen proteínas son: pescado, carne, leche, yogur, queso y huevo. Aunque las proteínas de origen animal pueden cubrir más fácilmente los requerimientos del ser humano, hay alimentos de origen vegetal que aportan importantes cantidades de proteínas, como legumbres y semillas.

Cuadro 1. Cantidad diaria de proteínas recomendada para cubrir las necesidades de la población con la dieta mista latinoamericana.

	Edad	Ingesta recomendada g/kg/día
<b>Niños</b>	4-6 meses	2.5
	7-9 meses	2.2
	10-12 meses	2.0
	1-2 años	1.6
	2-3 años	1.55
	3-5 años	1.5
	5-12 años	1.35
	<b>Hombres</b>	12-14 años
14-16 años		1.3
16-18 años		1.2
18 < años		1.0
<b>Mujeres</b>	12-14 años	1.3
	14-16 años	1.2

16-18 años	1.1
18 < años	1.0
<b>Cantidad adicional por día (g)</b>	
Embarazo	8
Lactancia primeros 6 meses	23
Lactancia después de 6 meses	16

Calculado en base a recomendaciones de FAO/OMS/ONU 1985.

Las proteínas son constituyentes fundamentales del cuerpo y participan en todos los procesos vitales. Después del agua, las proteínas representan la mayor proporción de los tejidos corporales.

Las proteínas son grandes moléculas constituidas por aminoácidos que contienen nitrógeno, unidas entre sí por cadenas de aminas. Las grasas y los carbohidratos no pueden sustituir a las proteínas porque no contienen nitrógeno.

El cuerpo humano utiliza 22 aminoácidos distintos. Gran parte de ellos pueden ser producidos por el organismo a partir de hidratos de carbono y de otros aminoácidos. Sin embargo, hay nueve aminoácidos que no pueden ser producidos por el cuerpo y que deben estar presentes en los alimentos que comemos. Son los llamados “aminoácidos esenciales”. Cuando la alimentación no incluye alguno de estos aminoácidos esenciales en cantidad suficiente, el organismo no puede utilizar eficazmente todas las proteínas aportadas por los alimentos.

Los aminoácidos esenciales son: leucina, lisina, isoleucina, metionina, fenilalanina, treonina, triptófano, valina e histidina.

Las proteínas de origen animal contienen todos los aminoácidos esenciales en la cantidad que nuestro organismo requiere.

Señalados los requerimientos proteicos en cuanto a cantidad, debemos insistir en la calidad de este nutriente, la cual va a quedar definida por su digestibilidad, es decir la cantidad absorbida respecto del total ingerido y sobre todo,

por el valor biológico de la misma, parámetro donde entran en juego tanto la digestibilidad como la composición en aminoácidos de la proteína.

Por lo que a la digestibilidad verdadera se refiera, las proteínas de origen animal presentan valores en torno al 95 %, mientras que las de naturaleza vegetal comúnmente incluidas en nuestra dieta, son netamente inferiores (WHO, 1985).

La fracción de proteínas de la leche está integrada principalmente por caseínas en sus diferentes conformaciones, esto casi en un 80 % mientras que el 20 % restante son proteínas de suero.

### **3.3. Grasa**

La grasa es uno de los tres nutrientes que le proporciona calorías al cuerpo. Las grasas proporcionan 9 calorías, más del doble de las que proporcionan los carbohidratos o las proteínas.

La función principal de la grasa de la dieta es aportar ácidos grasos esenciales, ácidos poliinsaturados que no pueden ser sintetizados por los mamíferos, al carecer de sistemas enzimáticos capaces de formarlos a partir de otros ácidos grasos, aminoácidos o glúcidos.

Los cuerpos grasos o lípidos son mezclas de ésteres resultantes de la combinación de glicerina con los ácidos grasos superiores, principalmente el palmítico, oleico y esteárico. Son pocos los cuerpos grasos en cuya composición intervienen, en cantidad considerable, los ácidos grasos inferiores (mantequilla, por ejemplo). Se disuelven bien en disolventes no polares, tales como el éter sulfúrico, sulfuro de carbono, benceno, cloroformo y en los derivados líquidos del petróleo.

Normalmente, la grasa (o lípido) constituye desde el 3.5 hasta el 6 % de la leche, variando entre razas de vacas y su alimentación. La grasa se encuentra presente en pequeños glóbulos suspendidos en agua. Cada glóbulo se encuentra rodeado de una capa de fosfolípidos, que evitan que los glóbulos se aglutinen entre

sí repeliendo otros glóbulos de grasa y atrayendo agua. Siempre que esta estructura se encuentre intacta, la leche permanece como una emulsión. La mayoría de los glóbulos de grasa se encuentran en la forma de triglicéridos formados por la unión de glicerol con ácidos grasos. Las proporciones de ácidos grasos de diferente largo determinan el punto de función. La grasa de la leche contiene principalmente ácidos grasos de cadena corta (cadenas de menos de ocho átomos de carbono) producidos de unidades de ácido acético derivadas de la fermentación ruminal. Esta es una característica única de la grasa de la leche comparada con otras clases de grasas animales y vegetales. Los ácidos grasos de cadena larga en la leche son principalmente los insaturados (deficientes en hidrógeno), siendo los predominantes el oleico (cadena de 18 carbonos), y los poliinsaturados linoleico u omega 6 y linolénico u omega 3.

Una de las principales preocupaciones acerca de los lípidos contenidos en leche, es el efecto que estos puedan tener sobre la salud, en especial la posibilidad de incrementar los niveles de colesterol en sangre. Si bien, el consumo de únicamente crema, o la fracción lipídica también llamada grasa de la leche, puede resultar en un incremento en el nivel de colesterol. Por el contrario, la grasa de la leche es útil para el transporte de diversas vitaminas liposolubles como la A y E, así como colesterciferol.

Cuadro 2. Comparación del contenido de un yogur bajo en grasa y unos de leche entera.

Nutriente	Yogur bajo en grasa	Yogur de leche entera
<b>Agua</b>	85	88
<b>Contenido energético (kcal)</b>	144	139
<b>Proteína (g)</b>	12	8
<b>Grasas totales (g)</b>	4	7
<b>Colesterol (mg)</b>	14	29
<b>Carbohidratos (g)</b>	16	11
<b>Calcio (mg)</b>	415	274

<b>Hierro (mg)</b>	0.2	0.1
<b>Potasio (mg)</b>	531	351
<b>Sodio (mg)</b>	159	105
<b>Vitamina A (IU)</b>	150	279
<b>Tiamina (mg)</b>	0.1	0.07
<b>Riboflavina (mg)</b>	0.49	0.32
<b>Ácido ascórbico</b>	2	1

Fuente: Vázquez (2012)

La presencia de los alimentos de origen animal en la dieta tienden a aumentar en los países desarrollados, y con ello el contenido de grasa, hasta el punto que la FAO (1980), señalaba que en dichos países la ingesta en grasas y aceites era de 126 g/día de los cuales 86 g, es decir, el 70 % era de origen animal. Por el contrario en los países en vía de desarrollo este consumo es mucho menor, solo 35 g/día y de ellos 14 g equivalentes al 40 % son de origen animal. La proporción de la energía de la dieta derivada de la grasa, en los primeros países supone del 33 a más del 40 % en los de mayor desarrollo de América del Norte.

En el caso del yogur, también es posible la transferencia de los ácidos grasos a partir de la leche, es decir, si se procesa la leche y esta contiene altas cantidades de alguno de ellos, existe la posibilidad de que el yogur pueda contener dicho ácido. Esto se probó en el estudio de Boylston en 2002, en donde se demostró que el ácido linoleico conjugado se pasa al yogur. Existen estudios que se demuestran que después del procesado de la leche por medio de microorganismos y tratamiento con calor, no se pierden los ácidos grasos, siendo el yogurt el que tiene mayor concentración de éstos.

Cuadro 3. Composición y porcentajes de ácidos grasos de la leche y yogur.

Ácido graso	Nomenclatura	Leche	Yogur
<b>Butanóico</b>	C4:0	----	3.56 %
<b>Hexanóico</b>	C6:0	----	2.37 %
<b>Octanóico</b>	C8:0	2 %	1.48 %

<b>Decanoico</b>	C10:0	2 %	3.26 %
<b>Dodecanoico</b>	C12:0	3 %	4.15 %
<b>Tetradecanoico</b>	C14:0	11 %	11.86 %
<b>Hexadecanoico</b>	C16:0	30 %	31.75 %
<b>Octadecanoico</b>	C18:0	12 %	10.68 %
<b>Miristoléico</b>	C14:1	----	1.48 %
<b>Palmitoléico</b>	C16:1	2 %	2.37 %
<b>Oléico</b>	C18:1	23 %	23.73 %
<b>Linoléico</b>	C18:2	2 %	2.37 %
<b>A-Linolénico</b>	C18:3	0.50 %	0.86 %

Fuente: Vázquez, (2012)

### 3.4. Minerales

En cuanto a los minerales, la leche tiene un alto contenido de calcio, cuya absorción se favorece gracias a la presencia de lactosa, colecalciferol (vitamina D) y una óptima proporción de calcio/fosforo, lo que facilita su biodisponibilidad. En general, la leche y los productos lácteos pueden aportar hasta un 75 % de calcio total que se debe consumir en la dieta. La digestibilidad del calcio es alta también gracias a la presencia de caseína, por lo que este favorece el crecimiento de huesos y el mantenimiento de una buena integridad ósea en adultos. La leche también aporta otros minerales en cantidades importantes como potasio, fósforo, magnesio, zinc.

En el cuadro 4, se puede encontrar información detallada de los micronutrientes presentes en la leche y la función que cumplen cada uno en nuestro organismo.

Cuadro 4. Micronutrientes presentes en la leche y sus derivados, se describe brevemente la función que estos cumplen en nuestro organismo y la ingesta diaria recomendada para el adulto.

Mineral	Función	IDR*
<b>Calcio</b>	Componente del esqueleto, importante en la función muscular, actividad enzimática, hormonal y transporte de oxígeno.	400-500 mg
<b>Hierro</b>	Transportador de oxígeno a varios tejidos del cuerpo.	18 mg
<b>Sodio</b>	Regula la presión osmótica y equilibrio electrolítico, es necesario para la absorción de glucosa, tiene un papel importante en la contracción muscular.	<2400 mg
<b>Fósforo</b>	Forma, combinado con el calcio, la hidroxapatita en dientes y huesos. Presente en fosfolípidos, ácidos nucleicos y ATP.	1200 mg
<b>Zinc</b>	Interviene en sistemas enzimáticos, en la síntesis de ADN y ARN y del colágeno.	15 mg
<b>Potasio</b>	Participa en la regulación osmótica. Es el principal catión encontrado en el espacio intracelular.	<3500 mg
<b>Magnesio</b>	Importante para la integración de la membrana mitocondrial. Participa en vías metabólicas. Es componente de los huesos.	100 mg
<b>Selenio</b>	Antioxidante que participa en el metabolismo de T3 y T4.	20 µg

Fuente: Vázquez, (2012).

### 3.4.1. Calcio

El calcio, esencial para la integridad funcional de los sistemas óseo, muscular y nervioso, coagulación sanguínea, transporte a través de membrana y activador enzimático, se halla principalmente en la leche y productos derivados, existiendo en



menor proporción en huevo, carne, pescado, cacao, levaduras, frutos secos, frutas y verduras. El calcio de verduras suele estar en forma de oxalatos y fosfatos, difícilmente solubles y absorbibles y, es más los alimentos de origen vegetal que contienen filatos y fibra comprometen la absorción de calcio por la formación de complejos de baja solubilidad (Lonnerdal y col., 1989). Por el contrario, el calcio que contienen los alimentos de origen animal suele estar unido a proteínas; en el caso de la leche se halla como citrato en un 25 % y el resto como fosfato de calcio coloidal, manteniéndose en suspensión en micelas con caseína (Alpers y col., 1983), siendo muy disponible e interviniendo en su transporte, metabolismo y excreción la vitamina D o sus metabolitos.

La lactosa, de acuerdo con Armbrecht (1987), aumenta la absorción intestinal del calcio, lo cual puede ser muy importante en ancianos ya que tienen disminuida la capacidad de sintetizar y responder a la 1.25 dihidroxivitamina D. El tipo de proteína también afecta a la absorción del calcio, señalando Niiyama y Sakamoto (1983) que se absorbe menos si la proteína procede de la soja a que si es de caseína. En este sentido, Kochhar y col. (1987) pusieron de manifiesto que la adición de leche a dietas basadas en cereales y legumbres incrementa significativamente la absorción de calcio, efecto protector que también tendría sobre la precipitación mineral ejercida por los filatos contenidos en dichos alimentos (Platt y col., 1987).

### **3.4.2. Potasio**

El potasio es un mineral también conocido como *kalium*, nombre del cual proviene el símbolo K, es un ion positivo.

El potasio se encuentra en la mayoría de los alimentos. Los plátanos, los cítricos, las verduras frescas, carne, pescado, la leche y sus derivados son alimentos particularmente ricos en potasio.

Los lácteos pueden proporcionar cantidades apreciables de potasio, especialmente la leche y los yogures, ya que se encuentran principalmente en la fase acuosa.

Como electrolito principal de las células del organismo, el potasio trabaja junto con el sodio y el cloro para mantener el nivel correcto de líquidos corporales y para generar impulsos eléctricos en los nervios y los músculos, incluido el corazón. El potasio también desempeña un importante papel en los procesos energéticos de los músculos, ya que ayuda a transportar la glucosa al interior de las células musculares y participa en el proceso de almacenamiento del glucógeno y en la producción de compuestos de alta energía.

El aporte diario recomendado de potasio en Europa es del orden de 3.1 a 3.5 g/día para adultos.

En los EE.UU., el nivel de ingesta adecuada de potasio se ha establecido en 4.7 g/día para adultos, de acuerdo con los niveles que, según se ha descubierto, bajan la presión arterial, reducen la sensibilidad a la sal y minimizan el riesgo de cálculos renales.

### **3.5. NOM-181-SCFI-2010**

La *NOM-181-SCFI-2010, Yogur-Denominación, especificaciones fisicoquímicas y microbiológicas, información comercial y métodos de prueba* fue aprobada en Septiembre de 2010 por el Comité Consultivo Nacional de Normalización de seguridad al Usuario, Información Comercial y Prácticas de Comercio; y publicada en Noviembre del mismo año en el Diario Oficial de la Federación.

Su objetivo y campo de aplicación es el de establecer las especificaciones fisicoquímicas, microbiológicas y la información comercial que debe cumplir el producto denominado yogur, así como los métodos de prueba que deben aplicarse

para comprobar dichas especificaciones. Esta norma es aplicable al yogur que se comercializa dentro del territorio de los Estados Unidos Mexicanos.

En dicha NOM, denominan comercialmente al yogur como el producto obtenido de la fermentación de leche, estandarizada o no, por medio de la acción de microorganismos *Streptococcus thermophilus* y *Lactobacillus delbrueckii* subespecie *bulgaricus*, y teniendo como resultado la reducción del pH.

Cuando en esta NOM se utiliza la palabra yogurt, se entiende como yogur, yogurt, yogurt, yoghurth o yogurth. Así mismo se clasificara de esta forma, siempre y cuando cumpla con las especificaciones establecidas en el cuadro 5.

Cuadro 5. Especificaciones fisicoquímicas del yogur

	<b>Contenido</b>	<b>Método de Prueba</b>
<b>Proteína Láctea (%m/m)</b>	Mínimo 2.9 %	Determinación de Proteína por Micro-Kjedhal conforme a la NOM-155-SCFI-2003, numeral 8.5
<b>Grasa Butírica (% m/m)</b>	Máximo 15.0 %	Método de caracterización de ácidos grasos conforme a la NMX-F-490-NORMEX-1999, Método para grasa butírica conforme a la NOM-086-SSA1-1994 Apéndice normativo C inciso 1.2 Hidrólisis alcalina.
<b>Acidez titulable expresada como porcentaje de Ácido Láctico (% m/m)</b>	Mínimo 0.5 %	Método de prueba de bacterias que fermentan los productos, del numeral 8 de la NMX-703-COFOCALEC-2003 o NOM-185-SSA1-2002 Apéndice normativo A inciso 1
<b>Sólidos Lácteos no grasos</b>	Mínimo 8.25 %	Determinación de Sólidos no grasos conforme a la NOM155-SCFI-2003, numeral 8.4
<b>Microorganismos viables</b>	Mínimo $10^7$ UFC/g	Método de prueba de bacterias que fermentan los productos, dl numeral de la NMX-703-COFOCALEC-2004.

FUENTE: NOM-181-SCFI-2010.

Las especificaciones del Cuadro 5 deben cumplirse aunque el producto sea modificado en su composición.

El yogur podrá clasificarse por sus componentes en simple o natural y en saborizado o con fruta, independientemente de su presentación.

El yogur saborizado o con fruta podrá contener hasta 50% (m/m) de ingredientes no lácteos, a saber: edulcorantes, frutas, frutos secos, preparados entre otros alimentos aromatizantes naturales e inocuos y/o sabores. Los ingredientes no lácteos pueden ser añadidos antes o después de la fermentación.

La parte de yogur antes de agregar los ingredientes no lácteos deberá cumplir con las especificaciones establecidas en el Cuadro 5.

### **3.6. Yogur y otros lácteos fermentados**

#### **Estudio realizado por la PROFECO en 2006.**

La PROFECO (Procuraduría Federal del Consumidor) realizó un estudio en el 2006 donde analizó 90 productos; 65 de ellos con la denominación de yogur y 25 correspondientes a otros lácteos fermentados. En todos los casos se estudiaron muestras de lotes diferentes adquiridos en diversos puntos de venta, previa verificación de que estuvieran en refrigeración, dentro de la fecha de caducidad y en empaques cerrados que no presentaran deterioro. Para la evaluación se eligieron los productos naturales y con fresa –o sabor a fresa-, excepto con las marcas que no comercializan estos sabores.

Cada producto se sometió a las pruebas siguientes:

Información al consumidor: se verificó que la etiqueta de los productos informara sobre su contenido neto y los contenidos de grasa, proteína y calcio. Debían declarar también la marca, lote y fecha de caducidad. Se revisó que la información fuera veraz y no confundiera al consumidor.

Composición: se determinaron contenidos de grasa y proteína para verificar que cumplieran con lo exigido por la normatividad y con lo mencionado en la etiqueta. Para evaluar que el producto se trataba de un lácteo fermentado, se verificó la acidez y contenido de calcio, una baja acidez es un indicativo de insuficiencia de bacterias lácticas para la fermentación; por otro lado, la leche fermentada debe tener los contenidos de calcio similares a los de la leche; valores menores indican una posible adulteración del producto.

Cuadro 6. Yogur batido analizado por la PROFECO.

<b>Denominación / Marca / Contenido neto / País de origen</b>	<b>% Proteína</b>	<b>% Grasa</b>	<b>Evaluación de la Profeco</b>
Yogur natural / Alpura / 160 g / México	3.9	4.3	E
Yogur con fresas / Alpura / 150 g / México	3.0	3.1	E
Yogur con fresa / Lala / 150 g / México	3.9	2.3	E
Yogur natural 0% grasa sin azúcar / Lala light / 150 g / México	4.3	0.2	E
Yogur Natural / Santa Clara / 150 g / México	4.0	2.1	E
Yogur Natural / Yoplait / 150 g / México	4.0	2.7	MB
Yogur natural sin grasa 0 % / Vitalinea Danone / 150 g / México	4.5	0.0	MB
Yogur light 0 % grasa natural / D'Calidad Chedraui / 150 g / México	2.9	0.3	MB
Yogurt con fruta natural / Productos Palmalac / 4 kg / México	3.2	3.3	B

Yogur natural cremoso / Chilchota / 4 kg / México	4.4	4.6	R
Yogur natural / Chelsy / 920 g / México	2.9	2.2	R

E= Excelente, MB= Muy bien, B= Bien, R= Regular.

Fuente: PROFECO (2006)

Con respecto a la proteína, el yogur simple (o natural) debe contener por lo menos el mínimo de proteínas que contiene la leche, es decir, 3 % (calculado masa/masa); si es edulcorado debe contener al menos el 2.5 %; y si se le agregan cereales, frutas o vegetales, el mínimo es de 2.2 %.

Un problema importante detectado en este estudio en muchos de los productos que cumplen con los demás requisitos para usar la denominación de yogur, fue que agregan más almidón del permitido. Cabe hacer notar que además de que el exceso de almidón se da a costa de los sólidos de leche, aumenta el contenido de carbohidratos, y por lo tanto el aporte calórico en un producto que muchas consumidoras esperan sea bajo en calorías.

Con este estudio se mostró que 17 de los 65 productos analizados que se ostentan como yogur sin serlo ya que presentaron fallas en su formulación.

### **3.6.1. Sugerencias de compra y consumo**

Existe evidencia de que los beneficios que ofrecen estos productos se deben en parte a la presencia de bacterias benéficas vivas, especialmente los probióticos. Cuando el producto no se refrigera adecuadamente, las bacterias mueren. Siempre que se adquieran estos productos hay que observar que estén refrigerados y conservarlos así hasta consumirlos.

Leer la etiqueta e identificar el producto que se prefiere; recordando que los hay con diversos contenidos de grasa, proteína y azúcar; algunos tienen

edulcorante sintéticos como el aspartame y acelsufame k, entre ellos varios de los que se comercializan como light.

Dado que la fermentación, producida por las bacterias lácticas convierte la mayoría de la lactosa en ácido láctico, muchas personas que padecen de intolerancia a la lactosa pueden incluir sin problemas estos productos en su dieta diaria.

### **3.7. Importancia del consumo de productos lácteos**

Gracias a las características de los nutrimentos de la leche, organismos internacionales como la FAO y la UNESCO, la han recomendado como alimento indispensable para la nutrición humana, principalmente para los niños.

La leche y sus derivados son alimentos de gran valor nutricional por lo que no puede ser fácilmente desplazados ni sustituidos por otros productos en la alimentación diaria.

Son especialmente ricos en proteínas y calcio de fácil asimilación, nutrimentos muy importantes en las etapas de crecimiento y desarrollo, así como para el mantenimiento de la masa ósea y muscular y tienen un impacto muy importante en la promoción de la salud.

Son diversos los beneficios de consumir lácteos, entre las principales están:

- Excelente aporte de proteínas.
- Fuente natural de calcio, ayudando a formar y mantener huesos y dientes sanos.
- Contienen fosforo que ayuda al calcio a la formación y mantenimiento de los huesos junto con la vitamina D.
- Magnesio el cual ayuda a mantener los huesos sanos y a la regulación sanguínea.
- Potasio que ayuda a regular el balance de líquidos en el organismo.
- Vitamina A, esencial para la vista, salud de la piel y el sistema inmune.

Son aliados en la nutrición de las personas de todas las edades ya que forman parte de una dieta equilibrada al estar incluidos dentro del grupo de las leguminosas y alimentos de origen animal del plato del bien comer (NOM-043-SSA-2005-2 Servicios básicos de salud. Promoción y educación para la salud en materia alimentaria. Criterios para brindar orientación).

#### **4. JUSTIFICACIÓN**

En la actualidad, el yogurt está a disponibilidad de todo el público, puede adquirirse en numerosas tiendas y supermercados, en diversas marcas, presentaciones y consistencias; los hay naturales o con fruta; todo esto para ofrecer al consumidor un alimento nutritivo más a su dieta; por lo que se considera importante determinar si este producto comercial en sus diferentes marcas, cumplen con el contenido de grasa, proteína y minerales como el calcio y potasio especificado en su etiqueta y si estos cumplen con la normatividad vigente en México.

#### **5. OBJETIVOS**

##### **5.1. Objetivo general**

Caracterización de la composición nutrimental de yogures de diferentes marcas comerciales.



## 5.2. Objetivos específicos

- Determinar si las muestras de yogur analizadas cumplen con el porcentaje de grasa, proteína y calcio establecido en la etiqueta de los mismos.
- Establecer si las diferentes marcas de yogur cumplen con los requerimientos de grasa y proteína establecidos en la NOM-181-SCFI-2010.
- Evaluar el contenido de los principales minerales que se encuentran en mayor cantidad según la literatura.

## 6. MATERIALES Y MÉTODOS

### 6.1. Localización del sitio experimental

El presente estudio fue realizado en las instalaciones del laboratorio de Nutrición Animal, al interior de las instalaciones de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, la cual está ubicada en Buenavista Saltillo, Coahuila de Zaragoza, México. Las muestras de yogur que se analizaron fueron adquiridas en supermercados como Soriana y H.E.B.

Cuadro 7. Marcas comerciales de yogur analizadas.

Marca de yogur	Presentación
Yoplait	Estilo griego natural 145 g
Oikos	Estilo griego natural 150 g
Alpura	Natural 150 g
Yoplait	Natural 125 g

Santa Clara	Natural 150 g
Lala	Natural 125 g
Fage	Estilo griego natural 170 g, 0 % grasa
Vitalinea	Natural 125 g, 0 % grasa

## 6.2. Pretratamiento de la muestra

Debido a que el agua impide una extracción completa y eficiente de la grasa si se emplean éter etílico o éter de petróleo como disolventes, es necesario hacer un pretratamiento de la muestra para eliminar el agua que contiene el yogurt, el secado ayuda a separar la grasa de las células de los tejidos; al secar la muestra, las emulsiones pueden romperse parcialmente de forma que la grasa es más accesible y más fácil de extraer.

Se eliminó el agua de las diferentes muestras empleando una estufa convencional a aproximadamente 55°C por 24 horas de acuerdo al método oficial 934.01 de la A.O.A.C, 2000.

## 6.3. Extracto etéreo (%)

### Método 31.4.02 (A.O.A.C, 2000)

La cuantificación de estos se hizo por el método tradicional de Soxhlet la cual se fundamenta en una extracción semicontinua con un disolvente orgánico. En este método el disolvente se calienta, se volatiliza y condensa goteando sobre la muestra la cual queda sumergida en el disolvente. Posteriormente éste es sifoneado al matraz de calentamiento para empezar de nuevo el proceso. El contenido de grasa

se cuantifica por diferencia de peso entre el matraz conteniendo el extracto lipídico y el matraz a peso constante (Nielsen, 2003).

A los matraces para extracción se les agregan perlas de vidrio y se introducen en la estufa hasta obtener peso constante a una temperatura aproximada de 100°C.

Se pesa en papel filtro 5 g de muestra, se colocan en un dedal de celulosa limpio e identificado se tapa con algodón, posteriormente se coloca el dedal con la muestra en el sifón y se fija bajo el condensador del aparato de extracción (refrigerante).

Al matraz de extracción se le agregan 200 ml de solvente (éter de petróleo) se coloca bajo el sifón y sobre la manta de calentamiento asegurándose de que quede bien fijo. Abrir la llave de agua que enfría los refrigerantes y prender las mantas de calentamiento. La extracción es de 8 horas, el goteo adecuado debe de ser de 2 - 3 gotas por segundo.

Después de completar la extracción se apagaron las mantas, se sacaron los dedos del sifón, para recuperar el solvente hasta sequedad. Después se pusieron los matraces en la estufa a 100°C por toda la noche, pasado este tiempo se colocaron los matraces en el desecador y se dejaron enfriar por 20 minutos, se pesaron para obtener el contenido de extracto etéreo.

Cálculos

$$\% \text{ extracto etéreo} = \frac{(\text{Peso cte. de matraz} + \text{extracto etéreo}) - (\text{Peso cte. de matraz solo})}{\text{g muestra seca}} * 100$$

#### **6.4. Contenido de proteína (%)**

En el trabajo de rutina se determina mucho más frecuentemente la proteína total que las proteínas o aminoácidos individuales. En general, el procedimiento de

referencia Kjeldahl determina la materia nitrogenada total, que incluye tanto las no proteínas como las proteínas verdaderas (Aurand *et.al.*, 1987).

El método se basa en la determinación de la cantidad de Nitrógeno orgánico contenido en productos alimentarios, comprende dos pasos consecutivos:

- I. Descomposición de la materia orgánica bajo calentamiento en presencia de ácido sulfúrico concentrado.
- II. Registro de la cantidad de amoníaco obtenida de la muestra.

Durante el proceso de descomposición ocurre la deshidratación y carbonización de la materia orgánica combinada con la oxidación de carbono a dióxido de carbono. El nitrógeno orgánico es transformado a amoníaco que se retiene en la disolución como sulfato de amonio. La recuperación del nitrógeno y velocidad del proceso pueden ser incrementados adicionando sales que abaten la temperatura de descomposición o por la adición de oxidantes y por la adición de un catalizador (Nollet, 1996).

**Digestión;** Se pesó un gramo de muestra seca, se colocó en un matraz Kjeldahl y se añadió una cucharada de mezcla reactiva de selenio, se añadieron 30 ml de ácido sulfúrico concentrado por las paredes del matraz al que se agregaron tres perlas de vidrio, posteriormente se colocó en el aparato digestor Kjeldahl. Terminada la digestión, muestra el color del líquido claro, apagar las parrillas, dejar enfriar y antes de la solidificación de la sal agregar 300 ml de agua destilada.

**Destilación:** Se prepararon matraces Erlenmeyer de 500 ml, a los cuales se añadieron 50 ml de ácido bórico al 4%, se agregó colorante mixto (5 gotas). Se colocaron los matraces bajo los condensadores introduciendo los tubos dentro de los mismos para recibir el destilado y coleccionar 250 o 300 ml de volumen.

Las muestras en los matraces Kjeldahl se digirieron y se añadió 100 ml de una solución de NaOH al 45% y tres granallas de Zinc (catalizador), se conectaron al destilador rápidamente, una vez ajustado el tapón del condensador, se mezcló el

contenido del matraz rotándolo suavemente, se encendieron las perillas y se efectuó la destilación.

**Titulación:** Se cuantificó el amonio recogido con ácido sulfúrico estandarizado (0.1051N) hasta que desapareció el color verde tomando en cuenta el primer cambio de color.

$$\% \text{ Nitrógeno} = \frac{(\text{Vol gasto } H_2SO_4)(N \text{ ácido}) - (\text{Vol gasto blanco})(N \text{ blanco}) * 0.014}{g \text{ muestra}} * 100$$

Factor de proteína =% 6.25 (para alimentos procesados)

## 6.5. Determinación de minerales (calcio y potasio)

### Método 33.7.08 (A.O.A.C., 2000)

La determinación del calcio y potasio en el yogurt fue determinado mediante un equipo de espectrofotometría de absorción atómica (Varían AA-1275).

Se basa en la destrucción de la materia orgánica por vía seca hasta lograr la digestión del alimento para posteriormente solvatar los residuos con una mezcla de ácido perclórico y ácido nítrico en una relación de 1:3 para la posterior determinación de los analitos por Espectrofotometría de Absorción Atómica con llama.

Se pesó un gramo de muestra seca de yogur en un crisol para llevarlo a pre-incineración, para después colocarlo en una mufla a 600°C por 2 horas. De las cenizas obtenidas, las cuales se digirieron con HClO<sub>4</sub> y HNO<sub>3</sub> en una relación 1:3 respectivamente sobre una plancha de calentamiento a 250°C dentro de una campana de extracción; posteriormente se filtró con papel Whatman No. 40 sin cenizas y se aforó a 100 mL con agua desionizada. Consecutivamente, se realizó una dilución, tomando un mililitro para aforarlo a 100 mL.

La determinación de calcio se realizó mediante una flama de óxido nitroso y acetileno, utilizando una longitud de onda de 422.7 nm y un paso de banda de 0.5

nm; para potasio se realizó con una flama de acetileno y aire, con una longitud de onda de 766.5 nm y un paso de banda de 1.0 nm.

Con los estándares se obtuvo un patrón de calibración de acuerdo a las diluciones realizadas y con las lecturas proporcionadas por el equipo se obtuvieron los resultados de mg de calcio y potasio en la muestra.

## 7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos de la etapa experimental se sometieron a un análisis de varianza (ANVA) y prueba de medias de Fisher ( $\alpha \leq 0.05$ ) donde se determinó los resultados de las variables de estudio: proteína (%), grasa (%), calcio y potasio (mg/100g) de las diferentes marcas de yogur natural comerciales.

El paquete estadístico utilizado para el análisis fue el Statistica for Windows v.6.1 (StatSoft, inc.). Los resultados obtenidos se muestran en los siguientes cuadros y figuras.

Cuadro 8. Comparación de medias de cada una de las variables de estudio de acuerdo a los contenidos del yogur.

Marca	Proteína (%)	Grasa (%)	Calcio (mg/100g)	Potasio (mg/100g)
Yoplait Griego	7.1 <sup>b*</sup>	1.62 <sup>a</sup>	198.3 <sup>a</sup>	256.5 <sup>a</sup>
Oikos Griego	4.7 <sup>cd</sup>	0.71 <sup>b</sup>	85.3 <sup>b</sup>	127.9 <sup>d</sup>
Alpura	3.6 <sup>e</sup>	0.72 <sup>b</sup>	80.7 <sup>b</sup>	131.1 <sup>d</sup>
Yoplait	2.7 <sup>f</sup>	0.48 <sup>c</sup>	79.5 <sup>b</sup>	134.1 <sup>cd</sup>
Santa Clara	4.5 <sup>d</sup>	1.76 <sup>a</sup>	87.2 <sup>b</sup>	193.2 <sup>b</sup>
Lala	3.8 <sup>e</sup>	0.45 <sup>c</sup>	73.9 <sup>b</sup>	147.9 <sup>bcd</sup>
Fage	9.7 <sup>a</sup>	0.04 <sup>d</sup>	80 <sup>b</sup>	149.5 <sup>bcd</sup>
Vitalinea	4.8 <sup>c</sup>	0.11 <sup>d</sup>	100.6 <sup>b</sup>	180.4 <sup>bc</sup>

\*Los promedios seguidos por la misma literal son estadísticamente iguales, según Fisher ( $\alpha \leq 0.05$ ).

## 7.1. Proteína

De acuerdo con el análisis de los resultados obtenidos del contenido de proteína en yogur de las diferentes marcas comerciales mostrado en la figura 1, se muestra que la marca que obtuvo mayor porcentaje de proteína fue Fage con 9.7 % y la de menor contenido fue Yoplait natural con apenas 2.7 %.

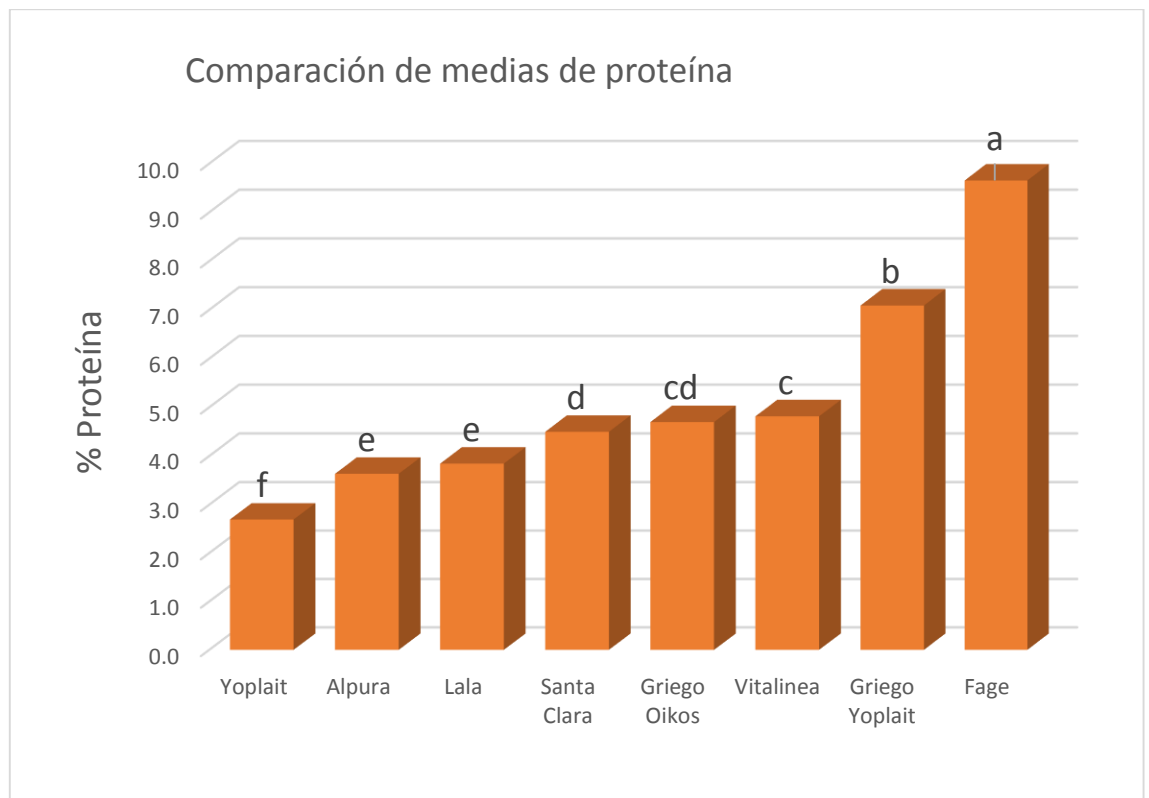


Figura 1. Comparación de medias del porcentaje de proteína en cada una de las marcas de yogur natural analizadas.

Considerando que el yogur de la marca Fage es estilo griego y que debe contener por lo menos 2.5 veces más de proteína, podemos determinar que este cumple con los requerimientos de la NOM-181-SCFI-2010, ya que en esta norma marca que el mínimo de proteína en un yogur natural para poder ser denominado

como tal es de 2.9 % (m/m). Por el contrario, con referencia a lo que declara Fage en su etiqueta (10.5 %) encontramos 8.3 % menos de proteína.

De los otros dos yogures estilo griego, encontramos que solo Griego Yoplait, con el 7.1 %, cumple con los requerimientos de proteína para denominarse griego.

El resto de los yogures, con excepción de Yoplait natural, cumplen con el requerimiento de proteína establecido por la Norma Oficial Mexicana.

## 7.2. Grasa

De acuerdo con los estudios realizados, los resultados obtenidos del contenido de grasa (Figura 2), se muestra que las marcas que obtuvieron la mayor cantidad de grasa fue Santa Clara que presenta 1.76 % y Yoplait Griego con 1.62 % de grasa en base seca, según Fisher, ambas son estadísticamente iguales.

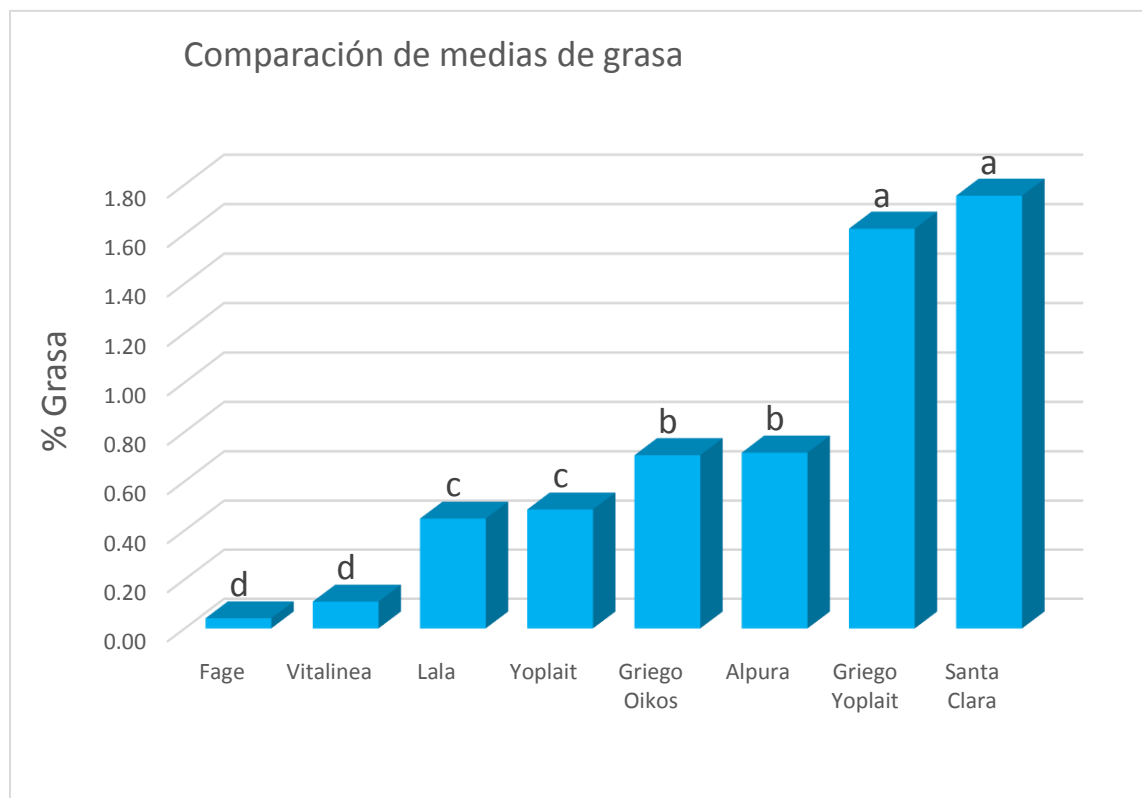


Figura 2. Comparación de medias del porcentaje de grasa obtenido en cada una de las marcas de yogur.



Dos de las ocho marcas analizadas (Fage y Vitalinea) se promocionan con un 0 % de grasa contenida. Ambas tanto en base seca como en base húmeda mostraron un porcentaje menor de 0.8 %, por lo que podemos decir que si cumplen con esa característica.

La NOM-181-SCFI-2010 dentro de sus especificaciones fisicoquímicas en el apartado 6, indica que un yogur natural debe cumplir con un máximo de 15 % de grasa para poder ser denominado de tal forma.

Considerando que normalmente, la grasa (o lípido) constituye desde el 3.5 hasta el 6 % de la leche que es la principal materia prima del yogur de donde se toma referencia para su valor nutricional; y que de acuerdo con Vázquez (2012) un yogur bajo en grasa contiene 4 % y uno de leche entera 7 %, los resultados obtenidos están fuera de especificación, y no cumplen con lo establecido por la Norma Oficial Mexicana y lo citado en la literatura. Esto lo podemos atribuir a la variación que puede haber entre los métodos de experimentación, ya que en la NOM-181-SCFI-2010 el método de referencia es la de Hidrólisis ácida y en el presente estudio se utilizó el de Soxhlet.

### **7.3. Calcio**

En la Figura 3 podemos observar la comparación de medias de Fisher de los resultados obtenidos de la determinación del contenido de calcio en las diferentes muestras de yogur.

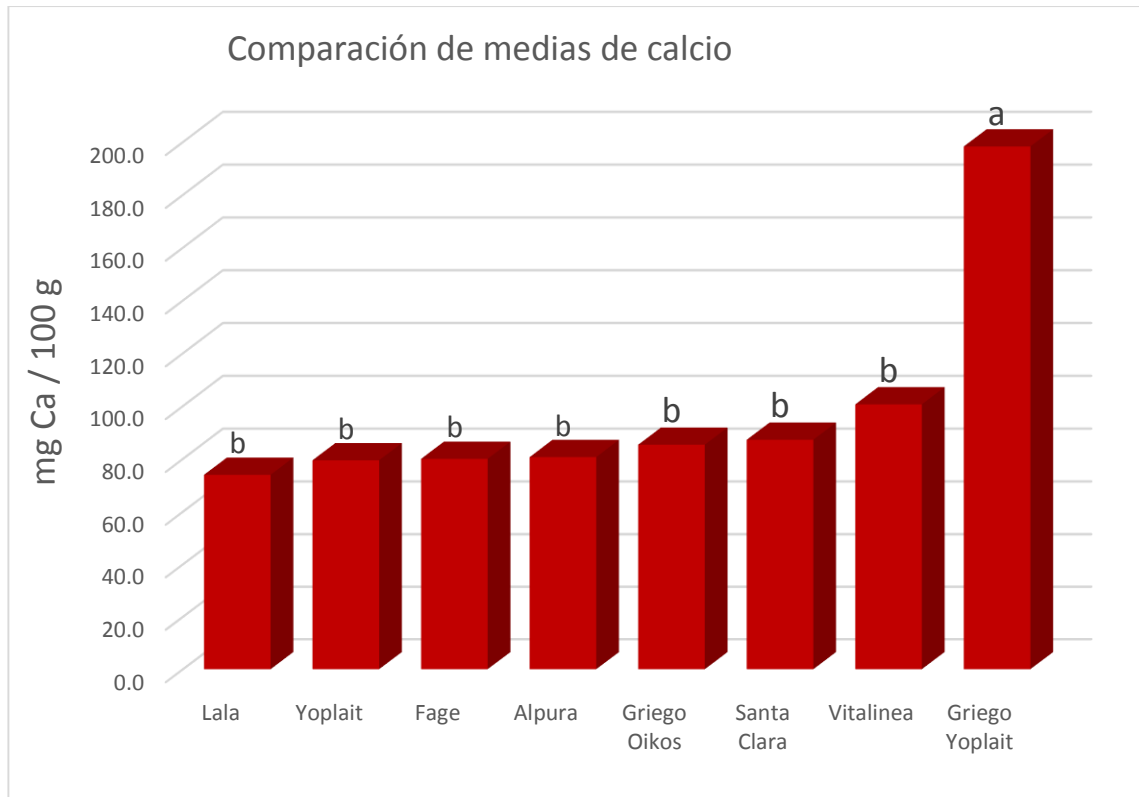


Figura 3. Comparación de medias del contenido de calcio en cada una de las marcas de yogur.

En la comparación de medias del contenido de calcio podemos observar que todas las marcas son estadísticamente iguales, excepto Griego Yoplait la cuál es la que obtuvo el mayor contenido de Calcio con un 198.3 mg / 100 g.

Según la FESNAD (Federación Española de Sociedades de Nutrición, Alimentación y Dietética) un yogur natural proveniente de leche entera debe contener 142 mg / 100 g y 140 mg / 100 g de un yogur proveniente de leche desnatada. Por el contrario Vázquez (2012) marca que un yogur bajo en grasa debe contener 415 mg y uno de leche entera 274 mg. Ambas referencias coinciden en que el contenido de calcio debe ser mayor en un yogur bajo en grasa.

Con lo anterior se puede decir que solo el yogur Griego Yoplait cumple con lo especificado por la FESNAD, y a su vez también cumple con lo que declara en su etiqueta, ya que reporta 278 mg/145 g. El resto de los yogures no cumplen con lo declarado en su etiqueta.

En México, la recomendación diaria de calcio es de 800 mg, por día, de acuerdo a la Norma Oficial Mexicana NOM-051-SCFI-1994 (Especificaciones generales de etiquetado para alimentos y bebidas no alcohólicas pre envasadas). Dicha cantidad puede ser cubierta incluyendo en la dieta alimentos ricos en calcio como lo son el yogur y otros lácteos.

#### **7.4. Potasio**

En las *Tablas de composición de alimentos* de Sandoz Nutrición (1977), se reporta que el yogur natural contiene 140 mg/100 g, todos los yogur analizados tiene valores cercanos a este.

Como en la etiqueta de ninguno de los yogures etiquetados declara el contenido de potasio, no podemos hacer una comparación entre lo que debería contener y lo que en verdad contiene. Solo podemos hacer una observación en la Figura 4 del contenido de potasio entre las marcas.

Como podemos observar en la comparación de medias del contenido de Potasio, el yogur Griego Yoplait, es el que tiene mayor cantidad de potasio con 256 mg/100 g, seguido de Santa Clara en el que se encontraron 193.2 mg/100 g. Con la menor cantidad de potasio encontramos dos marcas que estadísticamente son iguales en su contenido de este mineral, Alpura y Oikos Griego con 131.1 y 128 mg/100 g respectivamente.

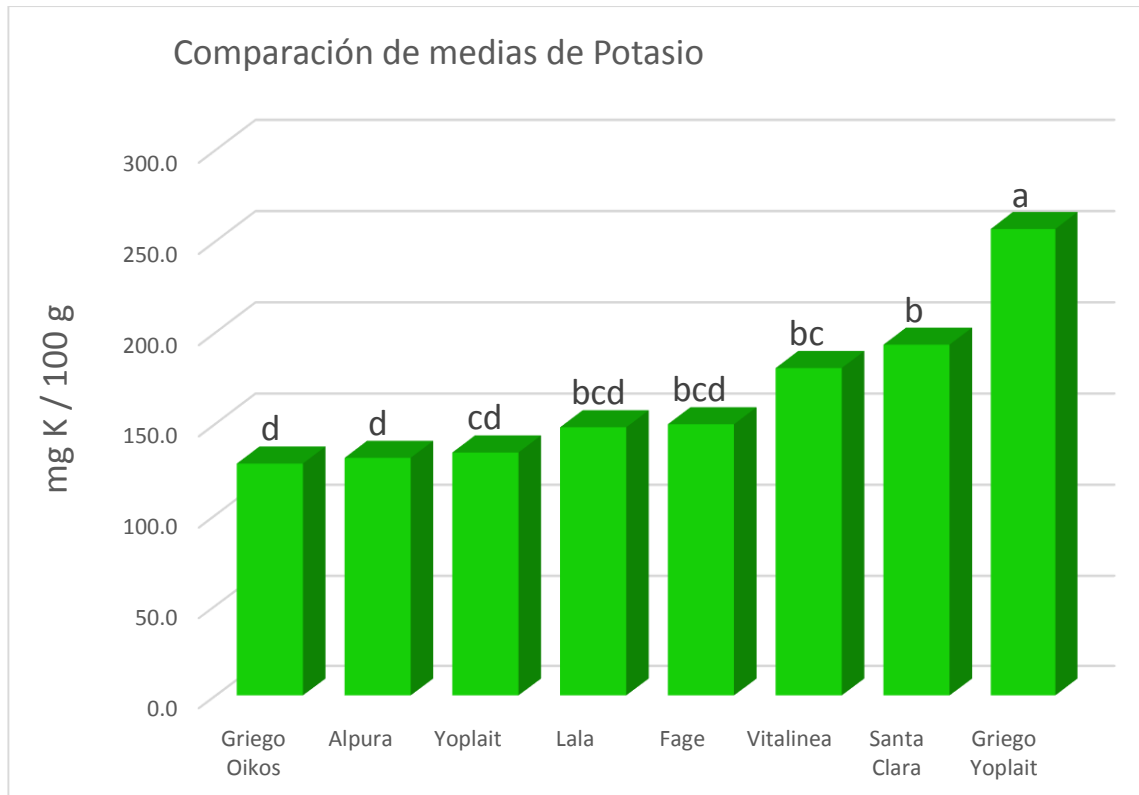


Figura 4. Comparación de medias del contenido de potasio en cada una de las marcas de yogur.

## 8. CONCLUSIONES

Se caracterizó la composición nutricional de 8 marcas comerciales de yogur natural diferentes, cuantificando el contenido de proteína, grasa, calcio y potasio; encontrando que entre todas las marca analizadas entre cada parámetro analizado hay diferencia significativa de acuerdo a la comparación de medias de Fisher ( $\alpha \leq 0.05$ ), exceptuando al contenido de calcio, donde solo una difirió al resto.

Se determinó si las muestras de yogur analizadas cumplen con el porcentaje de proteína, grasa y calcio declarados en su etiquetado, encontrándose que dos de las ocho marcas analizadas (Yoplait natural y Fage) no concuerdan con los valores de proteína promedio reportados en la etiqueta; con respecto a los resultados obtenidos de grasa, los dos yogur promocionados con 0 % grasa cumplen con esta

característica, el resto de los yogures no cumplen con lo declarado. Es importante hacer énfasis que no se usó el método convencional para determinar grasa en lácteos, por lo que podemos concluir que es necesario hacer una comparación de resultados con otros métodos.

Con respecto al contenido de calcio solo uno cumplió con lo declarado en su etiqueta, habiendo algunas muestras que solo contenían la mitad de lo que declaran. Y según la PROFECO un contenido bajo de este mineral puede representar una adulteración de este derivado lácteo. El contenido de potasio encontrado no puede ser comparado con lo que debería contener ya que la etiqueta no declara el contenido de este.

Se establecieron si las diferentes marcas de yogur analizadas cumplen con los requerimientos de la NOM-181-SCFI-2010 para poder ser denominados con tal, encontrando que con respecto a proteína solo Yoplait no cumple con esta especificación fisicoquímica; de grasa, todas cumplen ya que contienen menos del 15 % que es el límite superior de contenido establecido por esta Norma Oficial.

Se evaluó el contenido de los principales minerales presentes en el yogur (calcio y potasio), encontrando que hay más cantidad de potasio que de calcio, sin embargo se le da más importancia al calcio ya que los derivados lácteos son la principal fuente donde podemos encontrar este mineral. Estadísticamente siete de las marcas analizadas son iguales en el contenido de calcio, solo destaca el yogur Griego de Yoplait que es la que presenta más miligramos de calcio.

Para concluir podemos destacar que el yogur Griego de Yoplait fue el único que coincidió con los requerimientos de la NOM y con lo declarado con su etiqueta, por lo que se puede decir que es un yogur confiable.

## **9. RECOMENDACIONES**

El mercado de yogur ha ido aumentando con el pasar del tiempo debido a las nuevas exigencias del mercado en obtener alimentos con propiedades funcionales por lo que fundamental y de suma importancia que la NOM-181-SCFI-2010 sea sometida a una revisión, para poder incluir al menos los límites del contenido de calcio que debería estar presente en dicho derivado lácteo.

Además de que se recomienda que la Procuraduría Federal del Consumidor (PROFECO) realice con más frecuencia las radiografías de esta leche fermentada, ya que la última fue realizada en el año 2006, incluyendo más marcas en sus diversas presentaciones; para dar a conocer al consumidor las mejores opciones de consumo según las necesidades de cada uno.

## 10. REFERENCIAS

1. Alper, D.H., Cluse, R.E. y Stensow, W.F. Manual of nutritional therapeutics. Little Brown. Boston 1983.
2. Arenas, S.C., Zapata, F.R. y Gutierrez, C.C. Evaluación de la fermentación láctica de leche con adición de quinua (*Chenopodium quinoa*). Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal. Colombia 2012.
3. Armbrecht, H.J. Dye and the effects of lactose on calcium and phosphorus uptakes by the rat small intestine. 1987.
4. Barquera S, Hernández-Barrera L, Tolentino ML, Espinosa J, Ng SW, Rivera J, Popkin BM. Energy Intake from beverages is increasing among Mexican adolescents and adults. Journal of Nutrition 2008.
5. Boza, J.J., Jiménez, J., Espinoza, C., y Boza, J. Importancia de los alimentos de origen animal en la dieta humana. RACVAO. España, 1992.
6. Codex Alimentarius. Leches y productos lácteos. 2da Ed. Viale delle Terme di Caracalla, Roma Italia. 2011.
7. Condony R, Mariné A, Rafecas M. Yogurt: Elaboración y valor nutritivo. Fundación Española de la Nutrición. Madrid 1988.
8. Federación Española de Sociedades de Nutrición, Alimentación y Dietética. Evidencia Científica sobre el papel del yogur y otras leches fermentadas en la alimentación saludable de la población española. Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal. España 2013.
9. Iturbide, Aida. Análisis de Alimentos (Manual). Revisado 17 Noviembre 2014.
10. Kochhar, A., Hira, C.K. y Bajaj, S. Utilization of calcium from cereal-legume-potatoe diets supplement with milk. Indian 1987.
11. Lonnerdal, V., Sandberg, A., Sanastrom, B. y Kunz, C. Inhibitory effects of phytic acid and other inositol phosphates on zinc and cadmium absorption in suckling rat. Journal Nutrition. 1989.
12. Mahdian, E y Tehrani M.M. Evaluation the effect of milk total solids on the relationship between growth and activity of starter cultures and quality of

- concentrated yogurt. American-Eurasian Journal of Africultura & Environmental Science. 2007.
13. Moreno, C.V.J. Efecto de tres concentraciones de grasa y dos niveles de acidez en un yogur estilo griego. Escuela Agrícola Panamericana. Honduras 2013.
  14. Wattleux, M.A. Composición de la leche y valor nutritivo. Instituto Babcock.
  15. Niiyama, Y. y Sakamoto, S. Calcium utilization in pregnant rats fed soy protein isolate. Nutritional Sci. 1983.
  16. NOM-155-SCFI-2033, Leche, formula láctea y producto lácteo combinado-Denominaciones, especificaciones fisicoquímicas, información comercial y métodos de prueba.
  17. NOM-181-SCFI-2010, Yogur-Denominación, especificaciones fisicoquímicas y microbiológicas, información comercial y métodos de prueba.
  18. Narcía, R.Y. Comparación de la composición química en diez marcas de queso panela. UAAAN. México 2011.
  19. Nsabimana, C., Jiang, B. y Kossah, R. Manufacturing, properties and shelf life of labneh: a review. International Journal of Dairy Technology. 2005
  20. Platt, S.R., Nadeau, A.B., Giffora, S.R y Clyaesdale, F.F. Protective effect of milk or mineral precipitation by Na phytate. Journal Food Sciencie. 1987.
  21. PROFECO. Yogur y otros lácteos fermentados. 2006.
  22. Rivera, D.J., López, O.N., Aburto, S.T., Pedraza, Z.L. y Sánchez, P.T. Consumo de productos lácteos en población mexicana: Resultados de la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2012. Instituto Nacional de Salud Pública. México 2014.
  23. Rosselló, Ma. José. Lo importante de comer sano y saludable.
  24. Salji, J.P. Concentrated yogurt: a challenge to our food industry. Food Science and Technology Today. 1991.
  25. Tamime, A.Y. y Robinson R.K. Yoghurt Science and Technology. 2nd ed. Boca Raton, Florida, United States, CRC Press.
  26. Vázquez, F.S. La leche como alimento completo naturalmente saludable. ITESM-SPBL-SAGARPA. México 2012.



27. Villalpando S, Ramírez I, Bernal D, De la Cruz V. Grasa, dieta y salud. Tablas de composición de ácidos grasos de alimentos frecuentes en la dieta mexicana. Cuernavaca, México: Instituto Nacional de Salud Pública, 2007.
28. Williams, M.H. Nutrición: Para la salud, la condición física y el deporte. 5ª edición. McGraw-Hill. Barcelona 2002.

#### **10.1. Páginas web:**

1. [http://babcock.wisc.edu/sites/default/files/de/es/de\\_19.es.pdf](http://babcock.wisc.edu/sites/default/files/de/es/de_19.es.pdf)
2. <http://elpoderdelconsumidor.org/analisisdeproductos/radiografia-de-yogurt-griego-2x-yoplait-seleccion-de-moras-145-g/>
3. [http://www.ispch.cl/sites/default/files/documento\\_tecnico/2010/03/PRT-711.02-012%20V1%20%20Determinacion%20Na-K%20y%20Ca.pdf](http://www.ispch.cl/sites/default/files/documento_tecnico/2010/03/PRT-711.02-012%20V1%20%20Determinacion%20Na-K%20y%20Ca.pdf)
4. [http://depa.fquim.unam.mx/amyd/archivero/Lipidos-extraccion\\_23024.pdf](http://depa.fquim.unam.mx/amyd/archivero/Lipidos-extraccion_23024.pdf)
5. <http://www.infolactea.com/descargas/biblioteca/715.pdf>
6. <http://www.fao.org/docrep/014/am401s/am401s03.pdf>