UNIVERSIDAD JUÁREZ DEL ESTADO DE DURANGO
FACULTAD DE MEDICINA Y NUTRICIÓN

“YOGUR ADICIONADO CON PREBIÓTICOS, OMEGA 3, OMEGA 6 Y OMEGA 9”

T E S I S

PARA OBTENER EL TÍTULO DE

LICENCIADO EN NUTRICIÓN

P R E S E N T A:
NAHOMI GALLARDO VAZQUEZ

DIRECTORA DE TESIS:
DRA. EN C. SUSUKY MAR ALDANA

VICTORIA DE DURANGO, DGO., 01 DE JULIO DE 2026

UNIVERSIDAD JUÁREZ DEL ESTADO DE DURANGO
FACULTAD DE MEDICINA Y NUTRICIÓN

“YOGUR ADICIONADO CON PREBIÓTICOS, OMEGA 3, OMEGA 6 Y OMEGA 9”

T E S I S

PARA OBTENER EL TÍTULO DE LICENCIADO EN NUTRICIÓN

P R E S E N T A:
NAHOMI GALLARDO VAZQUEZ

DIRECTORA DE TESIS:
DRA. EN C. SUSUKY MAR ALDANA

CODIRECTORA DE TESIS:
DRA. EN C. KARLA MASSIEL QUIÑONES MARTÍNEZ

ASESORAS:
DRA. EN C. CLAUDIA ISELA AVITIA DOMINGUEZ
DRA. EN C. LETICIA PESQUEIRA LEAL

VICTORIA DE DURANGO, DGO., 01 DE JULIO DE 2026

DRA. MA. DEL CARMEN ROJAS GARCÍA
DIRECTORA DE LA FACULTAD DE MEDICINA Y NUTRICIÓN
UNIVERSIDAD JUÁREZ DEL ESTADO DE DURANGO
P R E S E N T E.

Por medio del presente nos dirigimos a Usted de la manera más atenta con la finalidad de informarle que hemos revisado y aprobado el documento de Tesis titulado **"YOGUR ADICIONADO CON PREBIÓTICOS, OMEGA 3, OMEGA 6 Y OMEGA 9"** que para obtener el grado de Licenciada en Nutrición presenta la estudiante **NAHOMI GALLARDO VAZQUEZ**, por lo cual los abajo firmantes autorizamos que el interesado inicie sus trámites de titulación.

Sin más por el momento, nos despedimos de Usted, no sin antes agradecerle todas las atenciones recibidas.

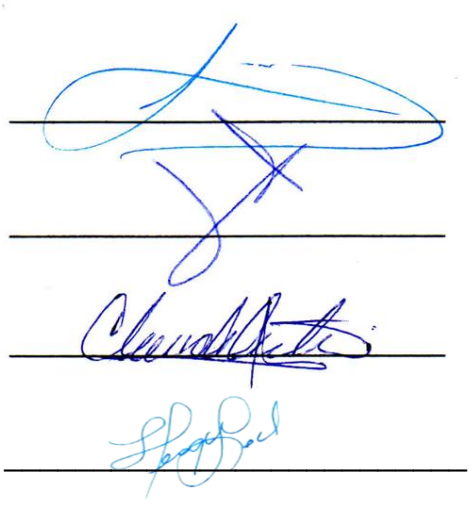
A T E N T A M E N T E
Victoria de Durango, Dgo., a 01 de junio de 2026

Dra. en C. Susuky Mar Aldana
Directora de tesis

Dra. en C. Karla Massiel Quiñones Martínez
Codirectora de tesis

Dra. en C. Claudia Isela Avitia Domínguez
Asesora de tesis

Dra. en C. Leticia Pesqueira Leal
Asesora de tesis



DRA. MA. DEL CARMEN ROJAS GARCÍA
DIRECTORA DE LA FACULTAD DE MEDICINA Y NUTRICIÓN
UNIVERSIDAD JUÁREZ DEL ESTADO DE DURANGO
P R E S E N T E.

At´n. M.C. Jehan Calvo Cervantes
Jefa de Carrera de la Licenciatura en Nutrición

Por medio del presente nos dirigimos a Usted de la manera más atenta con la finalidad de informarle que hemos revisado y aprobado el documento de Tesis titulado **"YOGUR ADICIONADO CON PREBIÓTICOS, OMEGA 3, OMEGA 6 Y OMEGA 9"** que para obtener el grado de Licenciada en Nutrición presenta la estudiante **NAHOMI GALLARDO VAZQUEZ**, por lo cual los abajo firmantes autorizamos que el interesado inicie sus trámites de titulación.

Sin más por el momento, nos despedimos de Usted, no sin antes agradecerle todas las atenciones recibidas.

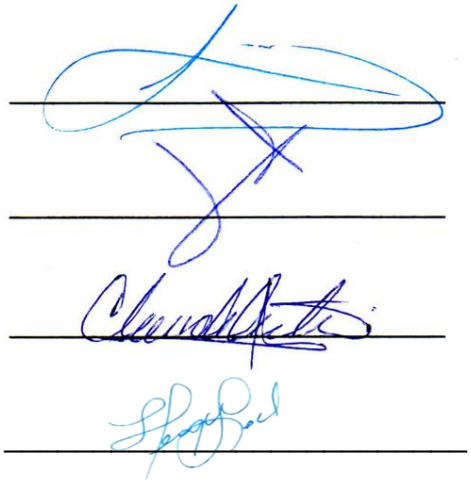
A T E N T A M E N T E
Victoria de Durango, Dgo., a 01 de junio de 2026

Dra. en C. Susuky Mar Aldana
Directora de tesis

Dra. en C. Karla Massiel Quiñones Martínez
Codirectora de tesis

Dra. en C. Claudia Isela Avitia Domínguez
Asesora de tesis

Dra. en C. Leticia Pesqueira Leal
Asesora de tesis



DRA. MA. DEL CARMEN ROJAS GARCÍA
DIRECTORA DE LA FACULTAD DE MEDICINA Y NUTRICIÓN
UNIVERSIDAD JUÁREZ DEL ESTADO DE DURANGO
P R E S E N T E.

At´n. Dra. Karla Massiel Quiñones Martínez
Secretaria Académica
Facultad de Medicina y Nutrición

Me es grato comunicarle que después de revisar cuidadosamente y de discutir mis sugerencias y correcciones al documento de tesis titulado **"YOGUR ADICIONADO CON PREBIÓTICOS, OMEGA 3, OMEGA 6 Y OMEGA 9"** que para obtener el grado de Licenciada en Nutrición presenta la alumna **NAHOMI GALLARDO VAZQUEZ**, considero que la Tesis reúne los requisitos establecidos y por ello emito mi **VOTO APROBATORIO** para que se proceda a la impresión oficial del documento y se realice la réplica oral.

Agradezco de antemano la atención que se sirva prestar a la presente.

A T E N T A M E N T E
Victoria de Durango, Dgo., a 01 de junio de 2026

DRA. EN C. CLAUDIA ISELA AVITIA DOMINGUEZ
ASESORA DE TESIS

c.c.p. Dra. en C. Susuky Mar Aldana. Directora de Tesis
c.c.p. Interesado
c.c.p. Archivo

DRA. MA. DEL CARMEN ROJAS GARCÍA
DIRECTORA DE LA FACULTAD DE MEDICINA Y NUTRICIÓN
UNIVERSIDAD JUÁREZ DEL ESTADO DE DURANGO
P R E S E N T E.

At´n. Dra. Karla Massiel Quiñones Martínez
Secretaria Académica
Facultad de Medicina y Nutrición

Me es grato comunicarle que después de revisar cuidadosamente y de discutir mis sugerencias y correcciones al documento de tesis titulado **"YOGUR ADICIONADO CON PREBIÓTICOS, OMEGA 3, OMEGA 6 Y OMEGA 9"** que para obtener el grado de Licenciada en Nutrición presenta la alumna **NAHOMI GALLARDO VAZQUEZ,** considero que la Tesis reúne los requisitos establecidos y por ello emito mi **VOTO APROBATORIO** para que se proceda a la impresión oficial del documento y se realice la réplica oral.

Agradezco de antemano la atención que se sirva prestar a la presente.

A T E N T A M E N T E
Victoria de Durango, Dgo., a 01 de junio de 2026

DRA. EN C. LETICIA PESQUEIRA LEAL
ASESORA DE TESIS

c.c.p. Dra. en C. Susuky Mar Aldana. Directora de Tesis
c.c.p. Interesado
c.c.p. Archivo

DRA. MA. DEL CARMEN ROJAS GARCÍA
DIRECTORA DE LA FACULTAD DE MEDICINA Y NUTRICIÓN
UNIVERSIDAD JUÁREZ DEL ESTADO DE DURANGO
P R E S E N T E.

At´n. M.C. Jehan Calvo Cervantes
Jefa de Carrera de la Licenciatura en Nutrición

Me es grato comunicarle que después de revisar cuidadosamente y de discutir mis sugerencias y correcciones al documento de tesis titulado **"YOGUR ADICIONADO CON PREBIÓTICOS, OMEGA 3, OMEGA 6 Y OMEGA 9"** que para obtener el grado de Licenciada en Nutrición presenta la alumna **NAHOMI GALLARDO VAZQUEZ,** considero que la Tesis reúne los requisitos establecidos y por ello emito mi **VOTO APROBATORIO** para que se proceda a la impresión oficial del documento y se realice la réplica oral.

Agradezco de antemano la atención que se sirva prestar a la presente.

A T E N T A M E N T E
Victoria de Durango, Dgo., a 01 de junio de 2026

DRA. EN C. CLAUDIA ISELA AVITIA DOMINGUEZ
ASESORA DE TESIS

c.c.p. Dra. en C. Susuky Mar Aldana. Directora de Tesis
c.c.p. Interesada
c.c.p. Archivo

DRA. MA. DEL CARMEN ROJAS GARCÍA
DIRECTORA DE LA FACULTAD DE MEDICINA Y NUTRICIÓN
UNIVERSIDAD JUÁREZ DEL ESTADO DE DURANGO
P R E S E N T E.

At´n. M.C. Jehan Calvo Cervantes
Jefa de Carrera de la Licenciatura en Nutrición

Me es grato comunicarle que después de revisar cuidadosamente y de discutir mis sugerencias y correcciones al documento de tesis titulado **"YOGUR ADICIONADO CON PREBIÓTICOS, OMEGA 3, OMEGA 6 Y OMEGA 9"** que para obtener el grado de Licenciada en Nutrición presenta la alumna **NAHOMI GALLARDO VAZQUEZ,** considero que la Tesis reúne los requisitos establecidos y por ello emito mi **VOTO APROBATORIO** para que se proceda a la impresión oficial del documento y se realice la réplica oral.

Agradezco de antemano la atención que se sirva prestar a la presente.

A T E N T A M E N T E
Victoria de Durango, Dgo., a 01 de junio de 2026

DRA. EN C. LETICIA PESQUEIRA LEAL
ASESORA DE TESIS

c.c.p. Dra. en C. Susuky Mar Aldana. Directora de Tesis
c.c.p. Interesada
c.c.p. Archivo

ÍNDICE

ABREVIATURAS 1

I. RESUMEN 3

II. ABSTRACT 5

III. INTRODUCCIÓN 7

IV. ANTECEDENTES 8

4.1. Leche 8

4.1.1. Composición y características fisicoquímicas de la leche 8

4.1.2. Clasificación y tipos de leche 9

4.1.3. Productos lácteos fermentados 10

4.2. Yogur 11

4.2.1. Tipos de yogur 11

4.2.2. Procedimiento de elaboración del yogur 11

4.2.3. Composición nutricional del yogur 12

4.2.4. Industria y consumo de yogur 14

4.2.5. Propiedades organolépticas del yogur 14

4.2.6. Propiedades fisicoquímicas del yogur 15

4.2.7. Propiedades microbiológicas del yogur 16

4.5. Alimentos funcionales 18

4.5.1. Conceptos de alimentos funcionales y su relación con la salud 19

4.5.1.1. Fitoquímicos 19

4.5.1.2. Sinbióticos 19

4.5.1.3. Nutracéuticos 19

4.5.1.4. Compuestos bioactivos 19

4.6. Lípidos 19

4.6.1 Ácidos grasos esenciales y su biodisponibilidad 20

4.6.1.1. Omega 3 (ácido alfa-linolénico ALN) 20

4.6.1.2. Omega 6 (ácido linoleico y ácido araquidónico) 21

4.6.1.3. Omega 9 (ácido oleico) 21

4.6.2. Ingesta de ácidos grasos esenciales en diferentes etapas de la vida 21

4.6.3. Principales efectos del consumo de ácidos grasos esenciales 23

4.6.4. Fuentes dietéticas de ácidos grasos esenciales 25

V. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA 27

VI. JUSTIFICACIÓN 28

VII. OBJETIVOS 29

7.1. Objetivo general 29

7.2. Objetivos específicos 29

VIII. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN 30

IX. HIPÓTESIS 31

9.1. Hipótesis alterna (H_1) 31

9.2. Hipótesis nula (H_0) 31

X. MATERIALES Y MÉTODOS 32

10.1. Diseño de estudio 32

10.2. Tiempo de estudio 32

10.3. Tamaño de muestra 32

10.4. Variables de estudio 32

10.5. Procedimiento 33

10.6. Costo de producción 35

10.7. Análisis de aceptabilidad 36

10.8. Análisis proximal 36
10.9. Análisis de la información nutrimental 37
10.10. Análisis microbiológicos 37
10.11. Normatividad 38
XI. CONSIDERACIONES ÉTICAS 40
XII. RESULTADOS 41
12.1. Resultados del análisis organoléptico 41
12.2. Resultados del costo de producción 41
12.3. Resultados del análisis de aceptabilidad 42
12.4. Resultados del análisis proximal 44
12.5. Resultados del análisis de la información nutrimental 45
12.6. Resultados del análisis microbiológico 46
XIII. DISCUSIONES 48
XIV. CONCLUSIONES 53
XV. REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA 55
XVI. GLOSARIO 59
XVII. ANEXOS 61
17.1. Anexo 1. Carta de consentimiento informado. 61
17.2. Anexo 2. Análisis proximal elaborado en la FMVZ. 62
17.3. Anexo 3. Cultivos del análisis microbiológico. 63
17.4. Anexo 4. Suplementos alimenticios. 65
17.5. Anexo 5. Información nutrimental de yogures comerciales. 67
17.6. Anexo 6. Instrumento de medición. 68
17.7. Anexo 8. Producto terminado y envasado. 72
XVIII. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES 73

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Constantes físicas de la leche. 9
Tabla 2. Temperaturas y tiempos de tratamiento térmico de la leche, formula láctea o producto combinado. 10
Tabla 3. Información nutrimental de un yogur griego natural marca comercial. 13
Tabla 4. Recomendación de consumo de EPA y DHA para diferentes rangos etarios 22
Tabla 5. Variables de estudio. 32
Tabla 6. Formulación del yogur adicionado con prebióticos, omega 3, omega 6 y omega 9. 34
Tabla 7. Escala de 5 puntos para la aceptación del yogur adicionado con prebióticos, omega 3, omega 6 y omega 9. 36
Tabla 8. Características organolépticas del yogur adicionado con prebióticos, omega 3, omega 6 y omega 9. 41
Tabla 9. Costos de producción del yogur adicionado con prebióticos, omega 3, omega 6 y omega 9. 41
Tabla 10. Costos aproximados de yogures comerciales. 42
Tabla 11. Evaluación organoléptica del yogur adicionado con prebióticos, omega 3, omega 6 y omega 9. 43
Tabla 12. Mediciones de pH y cambios durante 15 días. 44
Tabla 13. Análisis proximal del yogur adicionado con prebióticos, omega 3, omega 6 y omega 9. 45
Tabla 14. Información nutrimental de yogur adicionado con prebióticos, omega 3, omega 6 y omega 9 por 100 gr. 46
Tabla 15. Cálculo de energía del yogur adicionado con prebióticos y omega 3, omega 6 y omega 9. 46
Tabla 16. Comparación de la información nutrimental. 47

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Procedimiento de elaboración para el yogur adicionado con prebióticos, omega 3, omega 6 y omega 9. 33
Figura 2. Yogur adicionado con prebióticos, omega 3, omega 6 y omega 9. 35
Figura 3. Evaluación organoléptica del yogur adicionado con prebióticos, omega 3, omega 6 y omega 9. 43
Figura 4. Calificación del "Yogur adicionado con prebióticos, omega 3, omega 6 y omega 9" en general. 44
Figura 5. Resultados del análisis proximal elaborados en la FMVZ. 62
Figura 6. Cultivo de agar nutritivo de soya tripticaseina (TSA). 63
Figura 7. Cultivo EMB para coliformes totales en placa. 63
Figura 8. Cultivo papa peptona para mohos y levaduras. 64
Figura 9. Suplemento alimenticio marca comercial. Omega 3-6-9 a base de aceite puro de salmón, aceite de linaza, aceite de olivo y vitamina E. 65
Figura 10. Información nutrimental del suplemento alimenticio marca comercial. Omega 3-6-9 a base de aceite puro de salmón, aceite de linaza, aceite de olivo y vitamina E. 65
Figura 11. Prebióticos marca comercial. 66
Figura 12. Información nutrimental de prebióticos. 66
Figura 13. Declaración nutrimental de yogur natural endulzado. 67
Figura 14. Declaración nutrimental de yogur griego natural. 67
Figura 15. Datos generales. 68
Figura 16. Hábitos y frecuencia de alimentos. Primera parte. 69
Figura 17. Hábitos y frecuencia de alimentos. Segunda parte. 70
Figura 18. Evaluación organoléptica del yogur. 71
Figura 19. Yogur adicionado con prebióticos, omega 3, omega 6 y omega 9. 72

ABREVIATURAS

AG	Ácido graso
AGCC	Ácido grasos de cadena corta
AGI	Ácido graso insaturado
AGL	Ácido graso linoleico
AGM	Ácido graso monoinsaturado
AGP	Ácido graso poliinsaturado
AGS	Ácido graso saturado
ALA	Ácido alfa-linolénico
Cditas	Cucharaditas
Cm	Centímetro
DHA	Ácido docosahexaenoico
EPA	Ácido eicosapentaenoico
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura
FDA	Administración de Alimentos y Medicamentos de los Estados Unidos
°C	Grado Centígrado
Gr	Gramos
HDL	Lipoproteína de alta densidad
IDR	Ingesta Diaria Recomendada
IDS	Ingesta Diaria Sugerida
ILSI	Instituto Internacional de Ciencias de la Vida

Kcal	Kilocaloría
kJ	Kilojulio
L	Litro
LDL	Lipoproteína de baja densidad
m/m	Masa a masa
mg/d	Miligramos al día
Min	Minutos
mg	Miligramo
ml	Mililitro
MXN	Peso mexicano
NA	No aplica
NOM	Norma Oficial Mexicana
OMS	Organización Mundial de la Salud
pH	Potencial de hidrógeno
Seg	Segundos
SMAE	Sistema Mexicano de Equivalentes
UFC	Unidades formadoras de colonias
UFC/gr	Unidad formadora de colonias por gramo
UFC/ml	Unidad formadora de colonias por mililitro
UFC/unidad	Unidad formadora de colonias por unidad
VLDL	Lipoproteína de muy baja densidad

I. RESUMEN

Introducción. El yogur es un producto lácteo fermentado reconocido como un alimento funcional. Contiene probióticos, microorganismos vivos que benefician la salud gastrointestinal. Los prebióticos, por su parte, son ingredientes alimentarios no digeribles fermentados por la microbiota intestinal, favoreciendo su desarrollo. Además, los ácidos grasos omega 3, 6 y 9 son nutrientes esenciales a los que se les atribuyen efectos antiinflamatorios y promueven la salud cardiovascular.

Objetivo. Desarrollar un yogur adicionado con prebióticos, omega 3, omega 6 y omega 9.

Metodología. Este trabajo de investigación es de tipo comparativo y experimental. Se formuló un yogur empleando ingredientes prebióticos como fibras solubles, oligosacáridos y fructanos de achicoria. Así mismo, se adicionó con un suplemento alimenticio compuesto por aceite de salmón (omega 3), aceite de semillas de linaza (omega 6) y aceite de olivo (omega 9). El producto final se caracterizó mediante análisis organoléptico, proximal y microbiológico.

Resultados. El yogur desarrollado fue sometido a una prueba para determinar el grado de aceptación de las características organolépticas, con 40 participantes: 21 participantes (53.12%) respondió “me gusta”, 13 participantes (33.75%) “me gusta mucho”, 5 participantes (10.13%) “No me gusta ni me disgusta” y solo 1 participante (3%) “Me disgusta”. El análisis proximal reveló, por cada 100 gr de producto, un contenido de 21.79% de proteínas, 22.5% de grasas y 49.33% de carbohidratos. En el análisis microbiológico no se detectó crecimiento de coliformes, mohos ni levaduras.

Conclusiones. El yogur adicionado con prebióticos, omega 3, omega 6 y omega 9 obtuvo una respuesta favorable y cumplió con los estándares de sabor, textura, aroma y apariencia. La adición de prebióticos y ácidos grasos omega 3, 6 y 9 no alteró las características organolépticas, pero si influyó significativamente en el perfil nutricional, triplicando el aporte energético en comparación con yogures comerciales.

Referencias. Baró Rodríguez L, Lara Villoslada F, & Plaza Díaz J. Leche y derivados. En: Gil A. Artacho. Tratado de Nutrición. 3ª ed. Tomo III. Madrid: Medica Panamericana.

Palabras clave. Ácidos grasos, Omega 3, Omega 6, Omega 9, Prebióticos, Probióticos, Yogur.

II. ABSTRACT

Introduction. Yogurt is a fermented dairy product recognized as a functional food. It contains probiotics, live microorganisms that benefit gastrointestinal health. Prebiotics, on the other hand, are indigestible food ingredients fermented by the gut microbiota, favoring its development. Furthermore, omega 3, 6, and 9 fatty acids are essential nutrients attributed with anti-inflammatory effects and promoting cardiovascular health.

Objective. To develop a yogurt enriched with prebiotics, omega 3, omega 6, and omega 9.

Methodology. This research work is of a comparative and experimental type. A yogurt was formulated using prebiotic ingredients such as soluble fibers, oligosaccharides, and chicory fructans. Additionally, it was supplemented with a dietary supplement composed of salmon oil (omega 3), flaxseed oil (omega 6), and olive oil (omega 9). The final product was characterized through organoleptic, proximate, and microbiological analysis.

Results. The developed yogurt was subjected to a test to determine the degree of acceptance of its organoleptic characteristics, with 40 participants: 21 participants (53.12%) responded "I like it," 13 participants (33.75%) "I like it a lot," 5 participants (10.13%) "I neither like nor dislike it," and only 1 participant (3%) "I dislike it." Proximal analysis revealed, for every 100 grams of the product, a content of 21.79% protein, 22.5% fat, and 49.33% carbohydrates. In the microbiological analysis, no growth of coliforms, molds, or yeasts was detected.

Conclusions. The yogurt enriched with prebiotics, omega 3, omega 6, and omega 9 received a favorable response and met the standards for taste, texture, aroma, and appearance. The addition of prebiotics and omega 3, 6, and 9 fatty acids did not alter the organoleptic characteristics, but it significantly influenced the nutritional profile, tripling the energy contribution compared to commercial yogurts.

According to References. Baró Rodríguez L, Lara Villoslada F, & Plaza Díaz J. Milk and derivatives. In: Gil A. Artacho. Treatise on Nutrition. 3rd ed. Volume III. Madrid: Medica Panamericana.

Keywords. Fatty acids, Omega 3, Omega 6, Omega 9, Prebiotics, Probiotics, Yogurt.

III. INTRODUCCIÓN

El yogur es un alimento natural que destaca de los productos lácteos fermentados, ya que, es ampliamente reconocido en la industria alimentaria por sus características como alimento funcional, que además de aportar nutrientes ofrece otras propiedades que impactan positivamente en la salud. Sin embargo, lo anterior solo se cumple cuando existe el balance adecuado entre el tipo y la cantidad de alimentos que se consumen (1).

Los probióticos, son microorganismos vivos que le confieren características biológicas específicas al yogur, principalmente bacterias ácido-lácticas que se encuentran entre las poblaciones que residen naturalmente en el colon. Poseen propiedades antiinflamatorias y antioxidantes que contribuyen a reforzar el sistema gastrointestinal de los seres humanos (2).

Los prebióticos, mismos que estimulan el crecimiento y/o la actividad de los probióticos y son fermentados por la microbiota del intestino grueso, son ingredientes alimentarios no digeribles que modulan considerablemente la colonización intestinal, cambiando así su composición y que ejercen efectos beneficiosos demostrados en el metabolismo de los lípidos (3).

Los ácidos grasos omega 3 y omega 6 son nutrientes esenciales que no se producen en el organismo por lo que deben obtenerse a través de la dieta, mediante distintas fuentes como el pescado, aceites vegetales como el aceite de oliva, aceite de linaza o aceite de aguacate, frutos secos y semillas como cacahuates, almendras, nueces y semillas de chía (4).

Mientras que, el ácido graso omega 9 no se clasifica como ácido graso esencial. Esto se debe a que puede ser sintetizado de forma endógena por el cuerpo humano, aunque no cubre por completo todos los requerimientos, es un importante ácido graso que contribuye a la reducción de colesterol LDL y el aumento del colesterol HDL (5).

IV. ANTECEDENTES

4.1. Leche

La leche se puede definir desde el punto de vista biológico, cómo la secreción natural de las hembras de los mamíferos, cuyo objetivo es satisfacer los requerimientos nutricionales del recién nacido en sus primeros meses de vida (1).

4.1.1. Composición y características fisicoquímicas de la leche

La composición principal de la leche de vaca es agua (90%). La leche se caracteriza por ser una mezcla muy compleja de diferentes sustancias esenciales en la alimentación humana, desde proteínas, enzimas, vitaminas A, del grupo B y D (1).

Así mismo, la leche contiene alrededor de 1% de sustancias minerales. Los principales componentes salinos de la leche son: calcio, magnesio, fosfatos y citratos (1).

Dentro de las proteínas de la leche compuestas por aminoácidos y conformadas por caseínas y proteínas del lacto suero: La caseína constituye el 80% de las proteínas totales de la leche de vaca.

Las proteínas del lacto suero: Suponen el 20% del total de las proteínas y presentan una gran afinidad por el agua, estando solubilizadas en ella.

Por otra parte, posee un alto contenido en ácidos grasos saturados, palmítico y esteárico, pero poco contenido en ácidos grasos poliinsaturados, linoleico y alfa – linolénico. En cambio, el único ácido graso insaturado presente en cantidades importantes es el ácido oleico (4).

A continuación, en la tabla 1 se describen las constantes físicas de la leche.

Tabla 1. Constantes físicas de la leche.

Constantes	Valores usuales
pH (20°C)	4.5 – 6.8
Acidez valorable (°D)*	16 – 18
Densidad	1,028 – 1,036
Punto de congelación	0.54 a - 0.59
Índice de refracción	1,3440 – 1,3685

Fuente: Tratado de Nutrición. Composición y calidad nutritiva de los alimentos. Ángel Gil. 4ª edición. 2017.

*Grado Dornic (°D)

4.1.2. Clasificación y tipos de leche

A continuación, se muestra la clasificación y los tipos de leche.

4.1.2.1. Leche pasteurizada

Se obtiene mediante un proceso en el que la leche se somete a una temperatura elevada durante un breve período de tiempo (al menos, 72 °C durante 15 segundos). La leche pasteurizada es la leche que comúnmente se comercializa y necesita ser conservada a menos de 4°C durante toda la vida útil del producto (1).

4.1.2.2. Leche ultra pasteurizada o esterilizada

Es la leche natural, entera, descremada o semidescremada, sometida a un proceso de calentamiento en condiciones específicas de temperatura y tiempo que asegure la destrucción de microorganismos y la inactividad de sus formas de resistencia. Por lo tanto, a diferencia de la anterior, está se somete a un proceso de esterilización como se muestra en la Tabla 2.

4.1.2.3. Leches conservadas total o parcialmente deshidratadas

Establece tres tipos de productos. La primera es la leche evaporada, un producto obtenido mediante la eliminación parcial del agua de la leche por calor, que permita obtener un producto con la misma composición y características de la leche sin

modificación en las proteínas de la leche. La segunda es la leche condensada, esta se obtiene mediante la evaporación del agua de la leche a través de presión reducida, se le agrega sacarosa y/o dextrosa u otro edulcorante natural, hasta alcanzar una determinada concentración de grasa butírica y sólidos totales. Por último, la leche en polvo que es la leche deshidratada (6).

Tabla 2. Temperaturas y tiempos de tratamiento térmico de la leche, formula láctea o producto combinado.

Tratamiento	Temperatura y tiempo
Pasteurización	Lenta 63°C / 30 min
	Rápida 72 °C / 15 seg
Ultra pasteurización o esterilización	135 °C a 149°C / 2 a 8 seg

Fuente: NOM-243-SSA1-2010

4.1.3. Productos lácteos fermentados

La fermentación es uno de los métodos más antiguos practicado por el hombre para la transformación de la leche en productos de mayor vida útil. Su producción se inició cuando el estilo de vida del ser humano pasó de ser recolector a productor de alimentos (1).

Los productos lácteos fermentados como el yogur, el queso y el kéfir, se obtienen a partir de leche como materia prima, por medio de la adición de un cultivo de microorganismos que se desarrollan en condiciones ambientales específicas y que son responsables de las transformaciones metabólicas que caracterizan al producto final (5).

Otros parámetros que se deben tomar en cuenta ya que influencian directamente en la fermentación son: el cultivo iniciador, incubación, la temperatura, las condiciones de procesamiento, las propiedades de la leche y la exclusión del aire (1).

4.2. Yogur

El yogur es un producto lácteo obtenido mediante la fermentación de la leche. La acción de bacterias de los géneros *Lactobacillus bulgaricus y Streptococcus thermophilus*, transforman la lactosa de la leche en ácido láctico, teniendo como resultado la reducción del pH y la desnaturalización de las proteínas, lo que le confieren las características y parte de su sabor al producto terminado (1).

4.2.1. Tipos de yogur

El yogur puede clasificarse por sus componentes en simple o natural y en saborizado o con fruta, independientemente de su presentación (6).

- De acuerdo con el contenido de grasa en: Yogur entero, descremado o semidescremado.
- De acuerdo con la consistencia en: Yogur líquido, batido o griego.
- De acuerdo con el sabor del producto en: Yogur natural, endulzado, saborizado o con fruta, zumos y/u otros alimentos.

4.2.2. Procedimiento de elaboración del yogur

A continuación, se describe el procedimiento de elaboración del yogur.

1. Homogenización: Primero, la leche se homogeniza para impedir la separación de la nata durante el proceso de fermentación y para que en el producto final la grasa esté distribuida uniformemente. Además, contribuye a la textura final del producto.

2. Tratamiento térmico previo a la fermentación: Con el fin de mejorar las propiedades de la leche como sustrato de las bacterias específicas del yogur. Pueden emplearse, por ejemplo, temperaturas de 90 a 95 °C durante 5 – 10 minutos. Posteriormente hay que enfriar la leche hasta la temperatura de incubación (42 – 45 °C).

3. Inoculación del fermento: Consiste en la introducción controlada de microorganismos específicos, fundamentalmente Streptococcus y Lactobacillus, en un sustrato lácteo pretratado. Actualmente suelen utilizarse cultivos disponibles del yogur como cultivo iniciador.

4. Incubación o fermentación: Mediante tiempos y temperaturas variables dependiendo del tipo de fermentado, hasta la obtención del pH óptimo (4.0 – 4.6). En general, la fermentación se realiza a 40 – 45 °C durante 2 a 3 horas.

5. Enfriamiento posterior a la fermentación: Hasta alcanzar temperaturas de alrededor de 15 – 20 °C, con el fin de detener rápidamente el crecimiento posterior. Después, el enfriamiento final a temperaturas menores a 6 °C, y por último el almacenamiento en refrigerador (7).

4.2.3. Composición nutricional del yogur

La composición nutricional de los yogures está determinada por su composición y puede variar en función del tipo de leche, de la cantidad de leche en polvo añadida, de los cultivos lácticos y las condiciones de la fermentación, los cuales pueden mejorar la digestibilidad y la biodisponibilidad de los nutrientes. (8)

A continuación, se describen diferentes nutrientes aportados por el yogur como son:

- Proteínas: Contiene aminoácidos esenciales como histidina, isoleucina, leucina, lisina, metionina, fenilalanina, treonina, triptófano y valina, en una cantidad superior. También contiene aminoácidos no esenciales. (8)
- Cultivo láctico: La población de células microbianas inocuas utilizadas para la fermentación (6).
- Lactosa: Es un hidrato de carbono que sólo se encuentra en la leche. La lactosa es la menos soluble y la más dulce de los disacáridos; solo tiene 15% de la capacidad edulcorante de la sacarosa. Puede ser fermentada por determinadas bacterias para producir ácido láctico, proceso base para la obtención del yogur (7).
- Lípidos: Son la grasa de la leche o grasa butírica, estos lípidos contribuyen a la textura y, más en general, a las propiedades sensoriales y nutricionales del yogur (7).
- Minerales: Calcio, magnesio, fosforo, potasio, zinc, yodo.
- Vitaminas: Vitamina B1, B2, B6, B12, ácido pantoténico y vitamina D. (8)

4.2.3.1. Información nutrimental del yogur

La NOM-051-SCFI/SSA1-2010 especifica que la información contenida en las etiquetas de los alimentos y bebidas no alcohólicas preenvasados deben describirse y presentarse de forma tal que induzca al consumidor con respecto a la naturaleza y características del producto, como son:

a) Contenido energético.
b) Cantidad de proteínas.
c) Cantidad de hidratos de carbono o carbohidratos disponibles, indicando la cantidad correspondiente a azúcares.
d) Cantidad de grasa o lípidos, especificando la cantidad que corresponde a grasa saturada.
e) Cantidad de fibra dietética.
f) Cantidad de sodio.
g) Así como la cantidad de cualquier otro nutrimento que se considere importante, regulado por los ordenamientos jurídicos aplicables.

En la tabla 3 se muestra un ejemplo de la información nutrimental de un yogur griego natural de marca comercial.

Tabla 3. Información nutrimental de un yogur griego natural marca comercial.

INFORMACIÓN NUTRIMENTAL		
Contenido energético por envase, kcal		176
kJ		739
Contenido energético, kcal 147		
kJ 618		
	Por 100 gr	**Por porción de 120 gr**
Proteínas, gr	5,3	6,3
Grasas totales, gr	7	8,4
Grasas saturadas, gr	4,3	5,2
Grasas trans, mg	0	0

Hidratos de carbono disponibles, gr	15,8	18,9
Azúcares, gr	15,3	18,3
Azúcares añadidos, gr	11,4	13,7
Fibra dietética, gr	0	0
Sodio, mg	76	91
Calcio, mg	184,7	25% VNR*

Valor Nutrimental de Referencia*

4.2.4. Industria y consumo de yogur

El yogur es el producto más consumido entre los productos lácteos fermentados, es conocido en casi todo el mundo y en los últimos años ha mostrado una creciente demanda. El consumo regular de yogur se relaciona con efectos positivos sobre la salud por lo que merece una atención especial (8).

Las guías alimentarias para la población mexicana, en general, recomiendan el consumo de dos o tres porciones de lácteos al día, donde una porción de lácteos equivale a una taza de leche de 200 mL o a una 1 taza de yogur de 200 gr (11).

Una porción, es la cantidad de producto que se sugiere consumir o generalmente se consume en una ingestión, expresada en unidades según el Sistema Mexicano de Alimentos Equivalentes (SMAE) (12).

4.2.5. Propiedades organolépticas del yogur

La evaluación sensorial es una disciplina científica mediante la cual se evalúan las propiedades organolépticas a través de uno o más de los sentidos humanos. El color y el sentido de la vista, el sabor y sentido del gusto, el olor y el sentido del olfato y la textura (9).

Entre las propiedades organolépticas del yogur son:

a) Sabor: El sabor del yogur es ácido y ligeramente dulce, debido a la producción de ácido láctico durante la fermentación. La intensidad de la acidez puede variar según el tipo de yogur y el tiempo de fermentación.
b) Aroma: El aroma del yogur es fresco y lácteo, con notas ácidas. El aroma se debe a la presencia de compuestos volátiles producidos por la fermentación.
c) Textura: La textura del yogur puede variar desde líquida hasta espesa y cremosa. La textura depende del tipo de yogur, el contenido de grasa y el proceso de elaboración.
d) Color: El color del yogur es generalmente blanco o crema.
e) Apariencia: La apariencia del yogur debe ser homogénea, sin presencia de grumos.

4.2.6. Propiedades fisicoquímicas del yogur

El yogur deberá cumplir con las especificaciones fisicoquímicas siguientes (6):

- pH: El pH en el yogur es ligeramente ácido y es una de las propiedades más importantes, debido a que en su elaboración se busca disminuir el pH de la leche que es de 6.5 – 6.8 y llegar al pH del yogur que se encuentra entre 4 y 4.5.
- Grasa butírica (% m/m): Máximo 15,0%
- Proteína láctea (% m/m): Contenido mínimo 2,9%
- Acidez titulable, expresada como porcentaje de ácido láctico (% m/m): Mínimo 0,5%
- Sólidos lácteos no grasos: Mínimo 8,25%
- Densidad: 1.03 a 1.05 g/mL a 20 °C. La densidad hace referencia a su peso específico. Las sustancias que más afectan al peso específico son la lactosa, las sales minerales disueltas y las proteínas (1).

4.2.7. Propiedades microbiológicas del yogur

La leche y sus derivados lácteos pueden ser vehículos de microorganismos patógenos cuando no se manejan adecuadamente, derivando de ellos enfermedades como la gastroenteritis, provocada por bacterias como *Salmonella, E. coli y Listeria*.

Estos microorganismos se desarrollan en ambientes donde las prácticas de higiene y control de calidad son deficientes, lo que facilita su proliferación. La ingestión de productos contaminados por estas bacterias puede desencadenar síntomas severos en los consumidores incluyendo diarrea, vómitos y fiebre (9).

El yogur cuenta con otro tipo de microorganismos que ofrecen beneficios nutricionales, las bacterias lácticas más comunes presentes son:

Bifidobacterium bifidum, Bifidobacterium longum, Bifidobacterium breve, Bifidobacterium animalis, Streptococcuss salivarius spp thermophilus, Lactobacillus helveticus, Lactobacillus helveticus spp.jugurti, Lactobacillus casei, Lactobacillus casei spp.paracasei, Lactobacillus casei Shirota, Lactobacillus lactis, Lactobacillus rhamnosus, Lactobacillus plantarum, Lactobacillus johnsonii, Lactobacillus defensis. Lactobacillus acidophilus, Lactobacillus reuteri (6).

4.3. Probióticos

La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) y la Organización Mundial de la Salud (OMS) define a los probióticos como “microorganismos vivos que, cuando se administran en cantidades adecuadas, promueven beneficios en la salud del organismo”.

La mayoría de los probióticos pertenecen al grupo de las bacterias productoras de ácido láctico, como algunas del género *Lactobacillus* y *Streptoccoccus*, pero también se consideran probióticos determinadas especies de bifidobacterias (5).

Los probióticos deben ser capaces no solo de sobrevivir el paso por el sistema digestivo, sino también de proliferar en el intestino después de atravesar el aparato digestivo (1).

A continuación, se muestran describen los dos grupos de probióticos más comunes, *Lactobacillus bulgaricus* y *Streptococcus thermophilus.*

4.3.1. Lactobacillus bulgaricus

Es una bacteria láctica que se produce a temperaturas entre 37 y 42 °C y se encarga del aroma característico del yogur (13).

4.3.2. Streptococcus thermophilus

Es una bacteria láctica que se desarrolla en forma óptima entre 42 y 50 °C y proporciona la acidez característica del yogur (13).

4.4. Prebióticos

El término prebiótico fue introducido por Glen Gibson y Marcel Roberfroid en 1995, estos investigadores definieron a los prebióticos como ingredientes alimentarios no digeribles que estimulan selectivamente el crecimiento y/o la actividad de una o un limitado grupo de bacterias en el intestino (5).

Actualmente, se definen como los sustratos utilizados selectivamente por los microorganismos del huésped, que confieren un beneficio para la salud (5).

Los prebióticos son generalmente hidratos de carbono de cadena corta, que pueden ser fermentados a lo largo del tubo gastrointestinal y estimular el crecimiento de bifidobacterias u otras bacterias potencialmente beneficiosas como los probióticos e inhibir la proliferación de bacterias patógenas (13).

Entre los prebióticos más utilizados se pueden mencionar los extraídos de fibras de plantas, frutas y vegetales, los oligosacáridos, también llamados fructooligosacáridos y galactooligosacáridos, como la inulina y la oligofructosa, entre otros (13).

4.4.1. Beneficios del consumo de prebióticos y probióticos

Se han descrito numerosos beneficios asociados al consumo de yogur y de leche fermentada, por su alto contenido de probióticos, estos pueden mejorar el

metabolismo y la absorción de ciertos nutrientes y minerales, como el calcio y el hierro, así como contar con una actividad antioxidante, antimicrobiana, antifúngica, antiinflamatoria, antidiabética y anti ateroesclerótica.

Estos microorganismos destacan un beneficio en la respuesta inmunitaria, en la salud intestinal, la salud cardio vascular y la diabetes, así como para el cáncer y la salud ósea. También se asocia con una protección frente a la enfermedad inflamatoria intestinal, la intolerancia a la lactosa, la diarrea por antibióticos, el cáncer de colon, las alergias, la infección por *Helicobacter pylori*, el estreñimiento y la diarrea (8).

Desde el punto de vista nutricional, consumir prebióticos promueve la producción de ácidos grasos de cadena corta (AGCC), estos son resultado de una fermentación que sucede en el colón en condiciones anaeróbicas, los AGCC reducen el pH intestinal provocando una actividad antimicrobiana, lo que limita el crecimiento de bacterias patógenas (14).

4.5. Alimentos funcionales

La definición del Instituto Internacional de Ciencias de la Vida (ILSI, por sus siglas en inglés), establece que un alimento puede ser considerado funcional si se ha demostrado satisfactoriamente que ejerce un efecto benéfico sobre una o varias funciones específicas en el organismo, más allá de los efectos nutricionales habituales, de tal modo que resulte apropiado para la mejorar la salud y el bienestar y/o la reducción del riesgo de padecer alguna enfermedad, o ambas cosas (3).

Según la ILSI, un alimento funcional puede ser un alimento natural no modificado, un alimento al que se ha incrementado uno de los componentes gracias a condiciones especiales de cultivo o de crianza, un alimento al que se le ha añadido un componente, un alimento al que se ha eliminado un componente por procedimientos tecnológicos o biotecnológicos, de forma que el alimento adquiera propiedades beneficiosas y/o un alimento en el cual la biodisponibilidad de uno o más de sus componentes han sido modificados (3).

4.5.1. Conceptos de alimentos funcionales y su relación con la salud

En general, los alimentos funcionales están formados por distintos componentes de manera natural o por adición, los cuales pueden dividirse en cuatro categorías que se muestran a continuación:

4.5.1.1. Fitoquímicos

Son elementos químicos que se encuentran en los alimentos de origen vegetal. Incluyen terpenos, ácidos fenólicos, lignanos y flavonoides, compuestos de las plantas con efectos positivos en la salud humana (17).

4.5.1.2. Simbióticos

Estipulan una mezcla de microorganismos vivos y sustratos que son utilizados selectivamente por microorganismos del huésped, que ejercen en efecto benéfico cuando se administran en cantidades adecuadas (14).

4.5.1.3. Nutracéuticos

Los nutracéuticos son compuestos químicos constituyentes naturales de los alimentos y que resultan beneficiosos para prevenir o tratar una o más enfermedades o para mejorar el estado general de salud (18).

4.5.1.4. Compuestos bioactivos

Los compuestos bioactivos son sustancias químicas presentes en pequeñas cantidades en alimentos y plantas que, sin ser nutrientes, pueden tener efectos beneficiosos en el organismo. Se distinguen porque su ausencia no causa deficiencia nutricional.

4.6. Lípidos

Desde el punto de vista nutricional, los lípidos, realizan importantes funciones metabólicas. Aportan ácidos grasos que no se sintetizan en el organismo humano. Conforman las membranas celulares, cumplen funciones de reserva de energía en el cuerpo y forman parte de la estructura básica de algunas hormonas y de las sales biliares (4).

Representan el nutriente energético por excelencia, al tener mayor capacidad calórica, 1 gramo de grasa aporta 9 kcal, en cambio, 1 gramo de hidratos de carbono o proteínas, 4 kcal (15).

Así mismo, son vehículo de transporte y absorción de las vitaminas liposolubles A, D, E y K e intervienen en la concentración plasmática de los lípidos y las lipoproteínas (15).

4.6.1 Ácidos grasos esenciales y su biodisponibilidad

Los ácidos grasos son nutrientes bioactivos de los alimentos que cumplen varias funciones dentro del organismo. Existen básicamente, tres series o grupos de ácidos grasos, que se originan desde la posición de los dobles enlaces en la estructura hidrocarbonada, de los cuales destacan los siguientes:

4.6.1.1. Omega 3 (ácido alfa-linolénico ALN)

Es un ácido graso esencial de la serie omega 3. El ácido graso más importante de esta familia en el alfa-linolénico (ALN) (16).

El organismo puede convertir algo del ácido linolénico en ácido eicosapentaenoico (EPA – C20:5) y luego en ácido docosahexaenoico (DHA - C22:6), pero solo en cantidades muy pequeñas (4).

A estos ácidos se les atribuyen efectos hipotrigliceridemicos, hipocolesterolemicos, antitrombóticos, antiinflamatorios, reguladores y protectores ante el desarrollo de enfermedades neurodegenerativas, entre otros (4).

4.6.1.1.1. Ácido eicosapentaenoico (EPA)

Es un ácido graso de 20 carbonos y 5 dobles enlaces posicionados a partir del carbono número tres desde su extremo carboxilo. Importante nutriente involucrado en la respuesta inmune del organismo mediante la producción de eicosanoides antiinflamatorios (31).

4.6.1.1.2. Ácido docosahexaenoico (DHA)

Es un ácido graso de 22 carbonos y 6 dobles enlaces posicionados a partir del carbono número tres desde su extremo carboxilo. Es considerado el ácido graso más importante para el sistema nervioso. Interviene tanto en la salud del cerebro funcionando como neuro protector, así como determinante en procesos inflamatorios (31).

4.6.1.2. Omega 6 (ácido linoleico y ácido araquidónico)

Es un ácido graso poliinsaturado de la serie omega 6. Está compuesto principalmente por ácido gamma-linoleico. La transformación del ácido linoleico en ácido araquidónico ocurre para ser incorporado a los fosfolípidos y a los triglicéridos que forman las lipoproteínas de muy baja densidad (VLDL) (16).

Mientras que los ácidos grasos omega 3 poseen propiedades antiinflamatorias, el omega 6 no.

Para que el omega 3 tengan efecto en el organismo es necesario un equilibrio con el omega 6, ya que un exceso de este último bloquearía las funciones del primero. Por lo que ha de haber una correlación entre estos dos grupos de ácidos grasos para que la respuesta inflamatoria o antiinflamatoria sea la correcta (15).

4.6.1.3. Omega 9 (ácido oleico)

Es uno de los principales ácidos grasos monoinsaturados (AGM). Se identifica como perteneciente a la serie o grupo omega 9 y su principal componente es el ácido oleico (18:1 omega 9). El ácido oleico es el más abundante, se encuentra en los adipocitos, las membranas celulares y el plasma (16).

4.6.2. Ingesta de ácidos grasos esenciales en diferentes etapas de la vida

La cantidad diaria recomendada de EPA y DHA depende de la edad, el sexo y las condiciones de salud (4).

En la tabla 4 se muestran las recomendaciones de consumo de EPA y DHA para diferentes rangos etarios.

Tabla 4. Recomendación de consumo de EPA y DHA para diferentes rangos etarios.

Población	OMS (2003)	FAO/FINUT (2008)	EFSA (2010)	EFSA (2013)	EFSA (2017)
Lactantes de 0 – 6 meses	1-2 % de energía diaria	DHA 0.1 – 0.18% energía diaria	DHA 100 mg/d	DHA 100 mg/d	DHA 20-50 mg/100 kcal en preparados para lactantes y preparados de continuación sin necesidad de ARA y con EPA >DHA
Lactantes de 6 – 12 meses	1-2 % de energía diaria	DHA 10-12 mg/d/kg peso	DHA 100 mg/d	DHA 100 mg/d	DHA 20-50 mg/100 kcal en preparados para lactantes y preparados de continuación sin necesidad de ARA y con EPA >DHA
Niños de 2 – 4 años	1-2 % de energía diaria	EPA + DHA 100 – 150 mg/d	EPA + DHA 250 mg/d	DHA 100 mg/d gasta los 2 años	NA
Niños de 4 – 6 años	1-2 % de energía diaria	EPA + DHA 150 – 200 mg/d	EPA + DHA 250 mg/d	NA	NA
Niños de 6 – 10 años	1-2 % de energía diaria	EPA + DHA 250 mg/d	EPA + DHA 250 mg/d	NA	NA
Niños de 10 – 18 años	1-2 % de energía diaria	EPA + DHA 250 mg/d	EPA + DHA 250 mg/d	NA	NA

Adultos	1-2 % de energía diaria	EPA + DHA 250 mg/d	EPA + DHA 250 mg/d	NA	NA
Embarazo y lactancia	1-2 % de energía diaria	EPA + DHA 300 mg/d de los que DHA > 200mg/d	DHA adicional 100 – 200 mg/d	NA	NA

Fuente: Díaz, G.; Ambrosi, V.; Guidi, S; & Nanni, M. Yogurt como vehículo de ácidos grasos de cadena larga. Tecnología Láctea Latinoamericana 112: 50-53 (2021-05).

La OMS recomienda para adultos consumir entre 0,3 – 0,5 gr de omega 3 diariamente, con un mínimo de 250 mg de EPA y 500 mg de DHA al día. En niños, el mínimo que se propone es de 100 mg/día de EPA y DHA, mientras que, en algunos grupos de personas como embarazadas o lactantes, pueden necesitar una mayor ingesta (4).

4.6.3. Principales efectos del consumo de ácidos grasos esenciales

La prevención asociada a la ingesta de ácidos grasos esenciales se debe a sus propiedades beneficiosas sobre varios factores de riesgo, entre los cuales destacan:

4.6.3.1. Inflamación crónica

Las enfermedades de tipo intestinal e inflamación crónica son la base de las enfermedades crónico-degenerativas como lo son la diabetes, obesidad, enfermedades cardiovasculares y autoinmunes.

Estas enfermedades se acompañan de una inflamación infecciosa y no infecciosa, que ocasiona un impacto negativo en el estado nutricional secundario a una reducción en la ingesta de alimentos, malabsorción de nutrientes y aumento en el requerimiento energético (3).

4.6.3.2. Diabetes mellitus tipo 2

La diabetes mellitus tipo 2 afecta la actividad de la enzima ∆6-desaturasa, por lo cual la formación de los metabolitos derivados del ácido linoleico y el ALN es afectada en los pacientes diabéticos. La administración de ácidos grasos esenciales ha demostrado ser efectiva para prevenir, o al menos aminorar, el progreso de las neuropatías. El DHA, contribuye a disminuir la resistencia a la insulina que caracteriza a la diabetes tipo 2 (3).

4.6.3.3. Enfermedad cardiovascular

El consumo excesivo de ácidos grasos saturados puede aumentar las lipoproteínas de baja densidad (LDL) en la sangre. El EPA inhibe la secreción de VLDL por parte del hígado y su posterior transformación en LDL, lo cual se traduce en una disminución del colesterol-unido a las LDL. Los ácidos grasos insaturados pueden aumentar los niveles de las lipoproteínas de alta densidad (HDL) en la sangre (18).

La evidencia epidemiológica y clínica ha demostrado que el consumo de ácidos grasos omega 3 marinos ejerce un efecto antihipertensivo. El EPA produce efectos hipotrigliceridemicos, hipocolesterolemicos, vasodilatadores y antitrombóticos, por lo cual su consumo se ha relacionado primariamente con la protección de las enfermedades cardiovasculares (19).

4.6.3.4. Desarrollo neurológico y funciones cognitivas

Durante el desarrollo fetal y neonatal, el DHA es un componente importante de las membranas neurales y de la retina, que se acumula rápidamente durante la gestación y el período posnatal. Como consecuencia los AGPI de cadena larga se encuentran en gran cantidad en la leche materna (3).

Un adecuado manejo nutricional y farmacológico de los pacientes con AGE y/o sus derivados metabólicos favorece un retraso en la aparición de los síntomas de enfermedades neurodegenerativas. La suplementación con DHA también debería ser extensiva a todos los individuos de la tercera edad como una medida de

precaución para el desarrollo de invalidantes enfermedades del sistema nervioso (3).

4.6.4. Fuentes dietéticas de ácidos grasos esenciales

Las principales fuentes de ácidos grasos esenciales se encuentran en:

4.6.4.1. Alimentos de origen animal

Pescados y mariscos, en especial, pescados grasos de agua fría, como el salmón, el atún y las sardinas. Así como, alimentos fortificados con ácidos grasos omega 3, como ciertas marcas de huevos, yogur, jugos, leche, bebidas de soja y fórmulas infantiles (17).

4.6.4.2. Frutos secos y semillas

Los frutos secos son alimentos naturales que proporcionan predominantemente ácidos grasos insaturados: más del 75% de la grasa es ácido oleico y linoleico. Como cacahuates, almendras, nueces y semillas de chía (3).

Sin embargo, los frutos secos son alimentos complejos que también contienen compuestos bioactivos con propiedades potencialmente saludables: macronutrientes, como proteínas vegetales y fibra; micronutrientes, como potasio, calcio, magnesio y tocoferoles, vitamina E y fitoquímicos, fitoesteroles y compuestos fenólicos (3).

4.6.4.3. Aceites vegetales extraídos de semillas

El aceite vegetal se caracteriza por proporcionar en la dieta ácidos grasos como el linoleico y el linolénico en cantidades de 9% y 1% respectivamente, cantidades suficientes para cubrir los requerimientos nutricios del organismo (16).

Los ácidos grasos especialmente los insaturados se encuentran en alimentos de origen vegetal, como los aceites vegetales, por ejemplo; el aceite de oliva, aceite de canola y aceite de girasol. En tanto a los aceites extraídos de semillas de linaza, soya y ajonjolí, aportan cantidades mayores de ácido linoleico que de ALN (16).

Algunos aceites aportan ácido palmítico (16:0) y ácidos grasos saturados de menor tamaño de cadena (12:0 y 14:0). Más aun, en el proceso de hidrogenación, introducido industrialmente, produce, además, isómeros trans, cuyos efectos en la salud son muy negativos (16).

V. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Actualmente, existe una amplia variedad de productos lácteos, por ser alimentos fáciles de consumir y de digerir. Los encontramos con diferentes sabores, texturas y presentaciones, formulados con más proteína, bajos en grasa, adicionados con fibra, vitaminas, entre otros. Que difieren significativamente en su composición nutricional.

Sin embargo, ninguno de ellos cuenta con un aporte significativo de omega 3, omega 6 y omega 9 ni de prebióticos. Por lo general, la dieta moderna occidental presenta un déficit de estos, por lo que constantemente se busca satisfacer los requerimientos diarios de este tipo de nutrientes por medio de la dieta o la suplementación (2).

De igual manera, es conocido que consumir una cantidad inadecuada de microorganismos prebióticos y probióticos en la dieta contribuye a efectos negativos en la salud como; elevar el colesterol en sangre, la poca o nula absorción de ciertos nutrientes, sufrir infecciones intestinales e incluso el riesgo de padecer cáncer de colon (14).

Además, el estilo de vida y sedentarismo en la población han generado cambios importantes en los hábitos alimenticios a nivel mundial, lo que significa un aumento considerable de enfermedades crónicas no transmisibles como diabetes, obesidad, hipertensión arterial y dislipidemias (20).

Por lo que, durante los últimos años, las ciencias médico-biológicas se enfocan en estudiar la correlación que existe entre la salud y la alimentación, debido a esto se busca investigar más acerca de los alimentos funcionales o alimentos modificados en su composición, ya sea por disminución, eliminación o adición de ciertos nutrimentos, con la finalidad de evitar deficiencias y prevenir excesos perjudiciales para la salud (30).

VI. JUSTIFICACIÓN

La presente investigación consiste en desarrollar un yogur adicionado que contenga en su formulación componentes funcionales tales como prebióticos y ácidos grasos omega 3, omega 6 y omega 9, como una propuesta más saludable y segura, para integrar a una dieta equilibrada, que destaque de otros productos lácteos fermentados por su perfil nutricional y sensorial.

Es bien conocido que los nutrientes que aporta el yogur son de una elevada calidad nutricional, por lo que, le permiten satisfacer los requerimientos de vitaminas y minerales como, por ejemplo: calcio, potasio, fosforo, magnesio, vitamina B12 y vitamina D. Es importante recordar que el organismo requiere una cantidad óptima de cada uno de estos nutrimentos para evitar que ocurra una deficiencia (4).

Se ha demostrado que los ácidos grasos omega 3, en general, el DHA y el EPA, junto con el ácido oleico (omega 6), pueden ayudar a prevenir enfermedades metabólicas, además de contribuir al control de estas (3). Mientras que el omega 9, es un importante ácido graso que contribuye a la reducción de colesterol LDL y el aumento del colesterol HDL (3).

Los probióticos ayudan a equilibrar la microbiota intestinal, promoviendo una mejor digestión y reduciendo problemas como el estreñimiento, la diarrea y el síndrome de intestino irritable. Además de los beneficios nutricionales, también cumple con ser un producto económico, asegurando su accesibilidad (8).

Adicionalmente, un prebiótico y un probiótico, administrados en conjunto pueden intervenir de forma independiente sin necesariamente establecer una simbiosis, es decir, que pueden complementarse sin crear una combinación entre ellos (3).

VII. OBJETIVOS

7.1. Objetivo general

Desarrollar un yogur adicionado con prebióticos, omega 3, omega 6 y omega 9.

7.2. Objetivos específicos

- Emplear prebióticos vegetales provenientes de una mezcla de fibras solubles, oligosacáridos y fructanos de achicoria.
- Emplear un suplemento alimenticio a base de aceite puro de salmón, aceite de semillas de lino y aceite de olivo como fuente de ácidos grasos omega 3, omega 6 y omega 9.
- Comparar el efecto de la adición de prebióticos, omega 3, omega 6 y omega 9 sobre las características organolépticas del yogur.
- Comparar el costo del yogur adicionado con prebióticos, omega 3, omega 6 y omega 9 con el de yogures de marcas comerciales sin adiciones de estos nutrimentos.
- Evaluar la aceptación del yogur adicionado con prebióticos, omega 3, omega 6 y omega 9 a través de pruebas de sabor, aroma, textura y apariencia.
- Analizar el pH, porcentaje de humedad, materia seca, ceniza, grasa, proteína, fibra cruda, extracto libre de nitrógeno y ceniza por medio de un análisis proximal.
- Analizar la calidad microbiológica del yogur adicionado con prebióticos, omega 3, omega 6 y omega 9.
- Calcular la información nutrimental del yogur adicionado con prebióticos, omega 3, omega 6 y omega 9 con respecto a la normativa.

VIII. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿El yogur desarrollado y adicionado con prebióticos, omega 3, omega 6 y omega 9 aporta una mayor cantidad de nutrientes en comparación con yogures comerciales?

IX. HIPÓTESIS

9.1. Hipótesis alterna (H_1)

El yogur desarrollado y adicionado con prebióticos, omega 3, omega 6 y omega 9, si aporta una mayor cantidad de nutrientes en comparación con yogures comerciales.

9.2. Hipótesis nula (H_0)

El yogur desarrollado y adicionado con prebióticos, omega 3, omega 6 y omega 9, no aporta una mayor cantidad de nutrientes en comparación con yogures comerciales.

X. MATERIALES Y MÉTODOS

10.1. Diseño de estudio

Comparativo experimental.

10.2. Tiempo de estudio

El tiempo comprendido del 1 de agosto del 2024 al 31 de julio del 2025.

10.3. Tamaño de muestra

Por conveniencia.

10.4. Variables de estudio

En la Tabla 5 se muestran las variables de estudio del yogur adicionado con prebióticos, omega 3, omega 6 y omega 9.

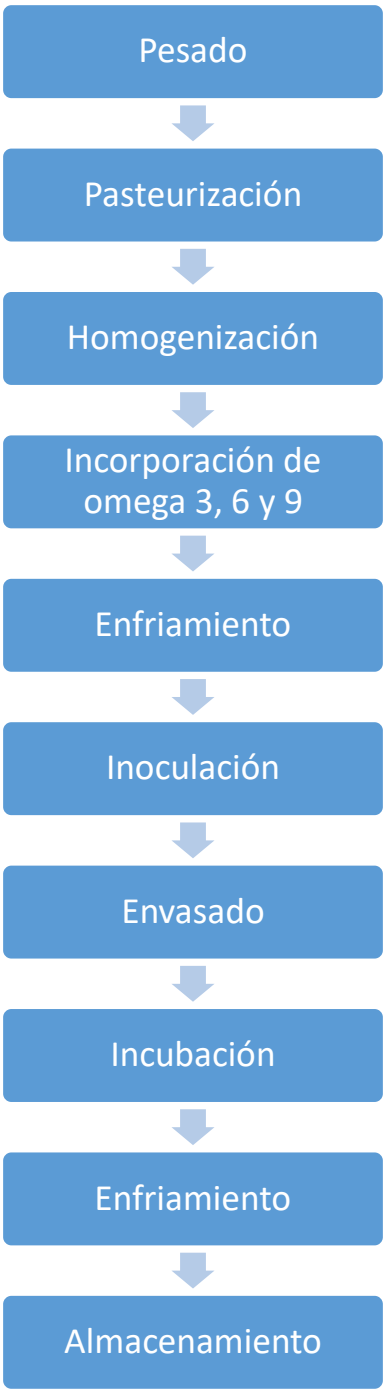
Tabla 5. Variables de estudio.

Variable	Tipo	Escala de variación
Leche entera pasteurizada	Independiente	Mililitros
Leche en polvo	Independiente	Gramos
Yogur natural	Independiente	Gramos
Aceite puro de salmón, aceite de linaza y aceite de olivo	Independiente	Gramos
Cultivos lácticos	Independiente	Miligramos
Prebióticos	Independiente	Miligramos
Fermentación	Dependiente	Unidades
Temperatura	Dependiente	Grados Centígrados
Tiempo	Dependiente	Horas y minutos

10.5. Procedimiento

En la Figura 1 se desarrolló el diagrama de flujo para describir el procedimiento para elaborar el “Yogur adicionado con prebióticos y omega 3, omega 6 y omega 9”.

Figura 1. Procedimiento de elaboración para el yogur adicionado con prebióticos, omega 3, omega 6 y omega 9.



10.5.1. Formulación

Para la formulación del yogur adicionado con prebióticos y ácidos grasos omega 3, omega 6 y omega 9 se seleccionó la mejor combinación de ingredientes utilizando la siguiente formulación base, presente en la Tabla 6.

Tabla 6. Formulación del yogur adicionado con prebióticos, omega 3, omega 6 y omega 9.

Ingredientes	Porcentaje (%)	Cantidades
Leche entera	86.5 %	1000 mL
Leche en polvo	1.5%	15 gr
Yogur natural	10 %	100 gr
Aceite puro de salmón, aceite de semillas de lino y aceite de olivo	1 %	4 cápsulas (1.060 mg)
Prebióticos	1 %	2 cditas (10 mL)

Pesado: Se inició con 1000 mililitros (mL) de leche entera, se pesaron 15 gramos (gr) de leche en polvo y 100 gramos de yogur griego, para integrarlos posteriormente.

Pasteurización: Se prepararon 1000 mL de leche entera para pasteurización a aproximadamente 90 °C, la cual se midió con un termómetro. Duración: 20 minutos.

Homogenización: Se retiró del fuego y se disolvieron 15 gr de leche en polvo y se homogenizo con agitación constante por 2 minutos hasta que la mezcla quedó totalmente uniforme.

Incorporación de omega 3, 6 y 9: Se añadió el contenido de 4 cápsulas del suplemento alimenticio con aceite puro de salmón, aceite de semillas de lino y aceite de olivo, y se integró con agitación constante.

Enfriamiento: Cuando la leche bajó a una temperatura de 45 °C se agregaron 2 cucharaditas (cditas) de prebióticos provenientes de una mezcla de fibras solubles, oligosacáridos y fructanos de achicoria.

Inoculación: Se agregó 100 gr de yogur griego como cultivo iniciador a la leche tibia con una temperatura de 42°C y se mezcló lentamente sin dejar de mover.

Envasado: Se contó con un envase de vidrio previamente esterilizado con tapa hermética donde se colocó el yogur.

Incubación: Se incubó de 6 a 8 horas a una temperatura de 40 °C.

Enfriamiento: Posteriormente se colocó el envase a una temperatura de 2 a 4 °C.

Almacenamiento: El producto terminado se almacenó a una temperatura de 4 °C en refrigeración listo para su consumo, como se muestra en la Figura 2.

Figura 2. Yogur adicionado con prebióticos, omega 3, omega 6 y omega 9.



10.6. Costo de producción

Se realizó el cálculo para el costo de producción del “Yogur adicionado con prebióticos, omega 3, omega 6 y omega 9”, con el objetivo de compararlo con el de marcas comerciales de yogur.

Estos cálculos incluyeron todos los ingredientes utilizados en la formulación según las cantidades empleadas. También se tomaron en cuenta los costos variables de

producción, como lo son el gas, la electricidad y el agua, para obtener el costo unitario y el costo total.

10.7. Recolección de datos

En las instalaciones de la Facultad de Medicina y Nutrición de la Universidad Juárez del Estado de Durango se aplicó un instrumento de medición a 40 personas (100%), para evaluar la aceptabilidad de las características organolépticas del "Yogur adicionado con prebióticos, omega 3, omega 6 y omega 9".

La evaluación fue realizada de manera individual por cada participante, calificando la apariencia, el aroma, el sabor y la textura por medio de una escala hedónica que va del 1 al 5, donde 1 es "me disgusta mucho" y 5 es "me gusta mucho", como se detallan en la Tabla 7.

El instrumento se aplicó en formato Google Forms, el cual se encuentra disponible en el siguiente enlace: https://forms.gle/quzaaGbJFcuNBEca9

Tabla 7. Escala de 5 puntos para la aceptación del yogur adicionado con prebióticos, omega 3, omega 6 y omega 9.

Escala	Nivel de aceptabilidad
1	Me disgusta mucho
2	Me disgusta
3	No me gusta ni me disgusta
4	Me gusta
5	Me gusta mucho

10.8. Análisis proximal

Los análisis fisicoquímicos y bromatológicos se desarrollaron en la Unidad de Laboratorios del Área de Posgrado de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia en colaboración con la Facultad de Medicina y Nutrición de la Universidad Juárez del Estado de Durango, de acuerdo con las metodologías establecidas.

Al yogur adicionado con prebióticos, omega 3, omega 6 y omega 9 se le realizaron los procedimientos que se describen a continuación:

Para el pH se utilizó un potenciómetro marca Corning Pinnacle modelo 542, para proteína el método de Kjeldahl, se determinó el contenido de grasa por extracción con solvente orgánico, determinación de humedad, determinación de materia seca, determinación de extracto libre de nitrógeno, determinación de ceniza y determinación de fibra cruda.

La determinación de carbohidratos se obtuvo empleando la siguiente ecuación.

% Carbohidratos = 100% - (% Humedad + % Proteína + % Grasa + % Fibra cruda + % Ceniza)

10.9. Análisis de la información nutrimental

Con los resultados obtenidos del análisis proximal se realizó el cálculo de energía del yogur adicionado con prebióticos, omega 3, omega 6 y omega 9. A partir de estos datos se desarrolló la tabla nutrimental de acuerdo con la normativa NOM-051-SCFI/SSA1-2010.

10.10. Análisis microbiológicos

Los análisis microbiológicos fueron desarrollados en el Laboratorio de Microbiología de la Facultad de Medicina y Nutrición de la Universidad Juárez del Estado de Durango, de acuerdo con las metodologías establecidas en la NOM-181-SCFI-2010.

Esta norma establece que: El yogur debe contener como mínimo 107 UFC/g de la suma
de *Streptococcus thermophilus* y *Lactobacillus delbrueckii* subespecie *bulgaricus* viables. Los microorganismos deben permanecer viables, activos y abundantes hasta la fecha de caducidad del producto (6).

10.10.1. Método para la cuenta de mohos y levaduras en alimentos

La NOM-111-SSA1-1994 establece el método general para determinar el número de mohos y levaduras viables presentes en productos destinados al consumo humano por medio de la cuenta en placa a 25 ± 1 °C (25).

Se preparó una porción representativa del yogur, se sembró de muestra diluida en cajas petri con un medio de cultivo selectivo llamado agar papa peptona, acidificado a un pH de 3.5 para inhibir el crecimiento bacteriano. Se realizó la siembra por duplicado. Las cajas inoculadas se incubaron invertidas a una temperatura de 25 ± 1 °C durante 5 días. Después, se contaron las colonias características de mohos y levaduras que crecieron en la placa. Los resultados se expresaron como UFC/mL.

10.10.2. Determinaciones bacterias coliformes totales en placa.

La NOM-113-SSA1-1994 utiliza un método de cuenta en placa con medio selectivo y diferencial para la determinación de microorganismos coliformes totales. Este grupo es el más utilizado en microbiología, ya que la presencia de coliformes totales en un número elevado puede indicar contaminación fecal y/o prácticas higiénicas inadecuadas (26).

Se preparó una porción representativa de la muestra, se inocularon las diluciones preparadas en cajas petri estériles. Se depositó un volumen pequeño de la dilución sobre la superficie de un medio de cultivo selectivo de Eosina y Azul de Metileno (EMB). Las cajas petri inoculadas se incubaron invertidas a una temperatura de 35 ± 1 °C durante 24 ± 2 horas. Después del período de incubación, se contaron las colonias de color rojo violeta, que son características de los coliformes totales en el agar. Los resultados se calcularon según el número de Unidades Formadoras de Colonias (UFC) de coliformes totales por gramo (UFC/g), mililitro (UFC/mL) o unidad de muestra (UFC/unidad).

10.11. Normatividad

- Norma Oficial Mexicana NOM-181-SCFI/SAGARPA-2018 Yogurt Denominación, especificaciones fisicoquímicas y microbiológicas, información comercial y métodos de prueba.

- Norma Oficial Mexicana NOM-243-SSA1-2010, Productos y servicios. Leche, fórmula láctea, producto lácteo combinado y derivados lácteos. Disposiciones y especificaciones sanitarias. Métodos de prueba.
- Norma Oficial Mexicana NOM-185-SSA1-2002 Productos y servicios. Mantequilla, cremas, producto lácteo condensado azucarado, productos lácteos fermentados y acidificados, dulces a base de leche. Especificaciones sanitarias.
- Norma Oficial Mexicana NOM-110-SSA1-1994 Bienes y servicios. Preparación y dilución de muestras de alimentos para su análisis microbiológico.
- Norma Oficial Mexicana NOM-111-SSA1-1994 Bienes y servicios. Método para la cuenta de mohos y levaduras en alimentos.
- Norma Oficial Mexicana NOM-113-SSA1-1994 Bienes y servicios. Método para la cuenta de microorganismos coliformes totales en placa.
- Norma Oficial Mexicana NOM-051-SCFI/SSA1-2010 Especificaciones generales de etiquetado para alimentos y bebidas no alcohólicas preenvasados. Información comercial y sanitaria.
- Norma Oficial Mexicana NOM-086-SSA1-1994 Bienes y servicios. Alimentos y bebidas no alcohólicas con modificaciones en su composición. Especificaciones nutrimentales.

XI. CONSIDERACIONES ÉTICAS

Declaración de Helsinki

En el presente estudio se seguirán los lineamientos oficiales de la Declaración de Helsinki del año 2013, se aplicará el principio de beneficencia que consistente en el derecho de no ser dañado física ni psicológicamente.

Se explicarán los objetivos del estudio y se explicara que se conservara la confidencialidad. La participación será voluntaria e informada para las personas que se incluyen, además deberán firmar el consentimiento informado al aceptar participar en este estudio.

Se aclarará que no existirá retribución alguna en dinero o especie. Se informará que podrán retirarse voluntariamente del estudio sin existir situaciones que lo afecten.

De acuerdo a la Ley General de Salud vigente, en su artículo 16 y 17, Apartado II, el estudio es clasificado de riesgo mínimo.

Este estudio se someterá a la aprobación del comité de investigación de la Facultad de Medicina de la Universidad Juárez del Estado de Durango para su revisión.

XII. RESULTADOS

A continuación, se presentan los resultados obtenidos del desarrollo de un yogur adicionado con prebióticos, omega 3, omega 6 y omega 9.

12.1. Resultados del análisis organoléptico

En la Tabla 8 se muestran las observaciones de las características organolépticas del yogur adicionado con prebióticos, omega 3, omega 6 y omega 9 formulado.

Tabla 8. Características organolépticas del yogur adicionado con prebióticos, omega 3, omega 6 y omega 9.

Aspecto	Consistencia	Sabor	Olor	Color
Homogéneo, cremoso.	Viscosa.	Dulce, ligeramente ácido.	Característico.	Blanquecino.

12.2. Resultados del costo de producción

A continuación, en la Tabla 9 se encuentran los costos de producción del yogur adicionado con prebióticos, omega 3, omega 6 y omega 9.

Tabla 9. Costos de producción del yogur adicionado con prebióticos, omega 3, omega 6 y omega 9.

Ingrediente	Cantidad	Costo Unitario ($)
Leche entera	1000 mL	$34.00 MXN
Leche en polvo	15 gr	$5.00 MXN
Yogur natural	100 gr	$19.00 MXN
Aceite puro de salmón, aceite de linaza y aceite de olivo	4 cápsulas (1.060 mg)	$13.30 MXN
Prebióticos	2 cditas (10 mL)	$8.30 MXN
Costos Variables		
Gas	Por lote	$0.0 MXN
Electricidad	Por lote	$0.0 MXN

Agua	Por lote	$0.0 MXN
Costo Total		$79.60 MXN

12.2.1. Comparación de costos con yogures comerciales

A continuación, en la Tabla 10 se presenta la comparación de costos aproximados de algunas marcas populares en México con el del yogur adicionado con prebióticos, omega 3, omega 6 y omega 9.

Tabla 10. Costos aproximados de yogures comerciales.

Producto	Costo más bajo	Costo promedio	Costo más alto
Yogur griego natural (1 kg)	$60.90 MXN	$67.00 MXN	$70.00 MXN
Yogur griego Natural Sin Azúcar (900 gr)	$92.00 MXN	$98.00 MXN	$104.00 MXN
Yogur natural sin azúcar añadida (900 gr)	$85.00 MXN	$95.00 MXN	$105.00 MXN
Yogur griego natural (907 gr)	$140.00 MXN	$150.00 MXN	$155.00 MXN

12.3. Resultados de recolección de datos

34 participantes (85%) presento una edad entre los 18 a los 25 años, siendo el grupo con mayor número de respuestas. 31 participantes (77.5%) corresponden al género femenino y 9 participantes (22.5%) al género masculino. 37 participantes (92.5%) en su mayoría estudiantes, mientras que solo 3 participantes (7.5%) se dividen entre docentes, trabajadores y emprendedores.

En la Figura 3 se muestran las respuestas obtenidas del instrumento para validar la aceptabilidad organoléptica del yogur adicionado con prebióticos, omega 3, omega 6 y omega 9.

Figura 3. Evaluación organoléptica del yogur adicionado con prebióticos, omega 3, omega 6 y omega 9.



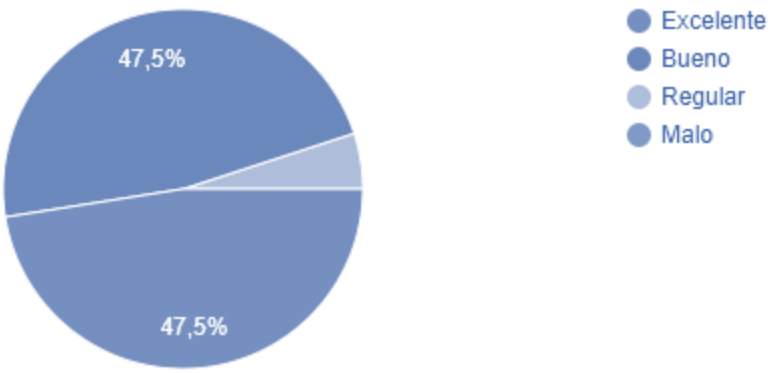
Los valores con mayor respuesta en la evaluación y análisis organoléptico del yogur adicionado con prebióticos, omega 3, omega 6 y omega 9 como el sabor, la apariencia, el aroma y la textura se muestran en la Tabla 11.

Tabla 11. Evaluación organoléptica del yogur adicionado con prebióticos, omega 3, omega 6 y omega 9.

Parámetro	Escala	Aceptabilidad	Respuestas	Porcentaje
Sabor	4	Me gusta	19	47.5 %
Aroma	4	Me gusta	23	57.5%
Apariencia	4	Me gusta	21	52.5%
Textura	4	Me gusta	22	55%

En la Figura 4, se muestra el porcentaje de 40 respuestas a la sección “¿Cómo calificarías el producto en general?”. En el cual, 19 participantes (47.5%) respondieron “excelente”, al igual que 19 participantes (47.5%) respondieron que el producto en general es “bueno”. Mientras que 2 participantes (5%) respondieron que lo encuentran “regular”.

Figura 4. Calificación del “Yogur adicionado con prebióticos, omega 3, omega 6 y omega 9” en general.



12.4. Resultados del análisis proximal

En la Tabla 12 se observan los resultados del pH obtenidos durante 15 días consecutivos de la muestra de yogur adicionado con prebióticos, omega 3, omega 6 y omega 9.

Tabla 12. Mediciones de pH y cambios durante 15 días.

Día	pH
1	3.7
2	3.5
3	3.5
4	3.5
5	3.7
6	3.5
7	3.5
8	3.5
9	3.7
10	4.2
11	3.8
12	3.7
13	3.8
14	3.8
15	3.8

A continuación, se muestran los resultados del análisis proximal realizado al yogur adicionado con prebióticos, omega 3, omega 6 y omega 9 expresados en la Tabla 13.

Tabla 13. Análisis proximal del yogur adicionado con prebióticos, omega 3, omega 6 y omega 9.

Tipo de muestra	Humedad	Materia seca (MS)	Grasa en MS	Proteína cruda en MS	Fibra cruda en MS	Extracto libre de nitrógeno en MS	Ceniza en MS
Yogurt	82.81	17.19	22.5	21.79	0	49.33	6.13

* g de grasa, proteína, fibra cruda, ELN y de ceniza en 100 gr de muestra deshidratada.
Los resultados se muestran en porcentaje (%).
Análisis realizado por duplicado. Métodos utilizados: A.O.A.C., ELN por diferencia.
Fuente: Unidad de Laboratorios del Área de Posgrado. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Juárez del Estado de Durango. Abril 2025.

12.5. Resultados del análisis de la información nutrimental

En la Tabla 14, se muestra la declaración nutrimental sobre el contenido energético expresado en kcal por 100 gr de producto, con las cantidades de proteína, grasas totales e hidratos de carbono, con respecto a los resultados obtenidos del análisis proximal.

Tabla 14. Información nutrimental de yogur adicionado con prebióticos, omega 3, omega 6 y omega 9 por 100 gr.

INFORMACIÓN NUTRIMENTAL	
Contenido energético por 100 gr: 486.98 kcal	
	Por 100 gr
Proteínas, gr	21.79
Grasas totales, gr	22.5
Grasas saturadas, gr	
Grasas trans, mg	0
Hidratos de carbono disponibles, gr	49.33
Azúcares, gr	
Azúcares añadidos, gr	0
Fibra dietética, gr	0

12.5.1. Cálculo de energía

Según la NOM-051-SSA1-1994, la cantidad de energía debe declararse y calcularse utilizando el siguiente factor de conversión como se presenta en la Tabla 15.

Tabla 15. Cálculo de energía del yogur adicionado con prebióticos y omega 3, omega 6 y omega 9.

Macronutrientes	**Cálculo**	**Gramos**	**Resultado**
Proteínas	4 kcal/g	21.79 gr	87.16 kcal
Grasas	9 kcal/g	22.5 gr	202.5 kcal
Carbohidratos	4 kcal/g	49.33 gr	197.32 kcal
Energía total			486.98kcal

12.6. Resultados del análisis microbiológico

Período de incubación: Del 6 de marzo del 2025 al 1 de abril de 2025.

12.6.1. Cuenta de bacterias coliformes totales en placa.

Según la NOM-113-SSA1-1994 los intervalos de referencia biológica o valores de decisión clínica deben ser <10 UFC totales en muestras sólidas y semisólidas.

No se observó crecimiento de ningún tipo en la muestra de yogur, lo que sugirió ausencia de coliformes, como se muestra en la figura 4.

12.6.2. Resultados del método para la cuenta de mohos y levaduras en alimentos.

La NOM-111-SSA1-1994 establece intervalos de referencia biológica o valores de decisión clínica <10 UFC/mL.

No se observó crecimiento de ningún tipo en la muestra de yogur, lo que sugirió ausencia de mohos y levaduras, como se muestra en la figura 5.

12.7. Comparación de la información nutrimental con marcas comerciales de yogur.

Se realizó una comparación del contenido energético del yogur adicionado con prebióticos, omega 3, omega 6 y omega 9 (Yogur 1) con una marca comercial de yogur (Yogur 2), presentada en la Tabla 16.

Tabla 16. Comparación de la información nutrimental.

Características	Yogur 1	Yogur 2
Contenido energético por envase		
Contenido energético por 100 gr	487 kcal	147 kcal
Proteínas	21,79 gr	5,3 gr
Grasas totales	22,5 gr	7 gr
Hidratos de carbono disponibles	49,33 gr	15,8 gr
Fibra dietética	0 gr	0 gr

XIII. DISCUSIONES

- Formulación

En el artículo titulado “Desarrollo de un dulce de leche enriquecido con fibras dietarías y probióticos encapsulados” se enriqueció con inulina, maltodextrina y probióticos encapsulados de *Lacticaseibacillus rhamnosus* (32).

presento un debido a su naturaleza hidrofóbica.

Similar a la incorporación de prebióticos vegetales provenientes de una mezcla de fibras solubles, oligosacáridos y fructanos de achicoria, en la formulación del yogur adicionado con prebióticos, omega 3, omega 6 y omega 9.

- Características organolépticas

La adición con prebióticos, omega 3, omega 6 y omega 9, no presentó diferencias en las características organolépticas del yogur como son la apariencia, la textura, el sabor, el olor y el color.

A simple vista la apariencia fue homogénea, la textura fue cremosa, el sabor fue dulce ligeramente ácido, el olor fue característico y el color fue blanquecino.

Figueroa Lilian E. menciona en su artículo que la presencia de fibra no tuvo efectos significativos sobre la aceptabilidad del dulce de leche enriquecido, mientras que la encapsulación de los probióticos la redujo (32).

Generalmente, los prebióticos presentan un sabor neutro, por lo que no interfieren con el sabor ácido del yogur. Mientras que, los ácidos grasos al ser de fuentes marinas como el salmón, puede generar sabores desagradables y olores extraños.

- Cálculo de costos y comparación con yogures comerciales

Los precios de los yogures griegos varían considerablemente según la marca, dependiendo de está, el rango de precios suele ser más elevado según el tipo de yogur (natural, griego, batido, bebible, etc.), el tamaño y el lugar de compra.

Con la adición de los prebióticos, así como de los ácidos grasos, se buscó que no se elevara demasiado el precio del yogur desarrollado y cumpliera con la finalidad de obtener un producto accesible con estas características.

El costo total del yogur adicionado con prebióticos, omega 3, omega 6 y omega 9 fue de $79.60 MXN.

Precio considerable, el cual, al compararlo con el precio de un yogur griego natural de marca comercial que en promedio se encuentra entre $140 a $155 MXN. El cual, tuvo una diferencia de precio de casi el doble. Siendo $75.40 MXN más bajo el del yogur adicionado con prebióticos, omega 3, omega 6 y omega 9.

- Aceptabilidad

Véase en la Figura 3.

En sabor con 1 respuesta (2.5%) “Me disgusta mucho”, 1 respuesta (2.5%) “No me gusta”, 3 respuestas (7.5%) “No me gusta ni me disgusta”, 19 respuestas (47.5%) “Me gusta” y 16 respuestas (40%) “Me gusta mucho”.

En aroma con 1 respuesta (2.5%) “Me disgusta mucho”, 8 respuestas (20%) “No me gusta ni me disgusta”, 23 respuestas (57.5%) “Me gusta”, 8 respuesta (20%) “Me gusta mucho”.

En apariencia con 2 respuestas (5%) “Me disgusta mucho”, 1 respuesta (2.5%) “No me gusta”, 2 respuestas (5%) “No me gusta ni me disgusta”, 21 respuestas (52.5%) “Me gusta”, 14 respuestas (35%) “Me gusta mucho”.

En textura con 1 respuesta (2.5%) “Me disgusta mucho”, 1 respuesta (2.5%) “No me gusta ni me disgusta”, 22 respuestas (55%) “Me gusta”, 16 respuestas (40%) “Me gusta mucho”.

Al preguntarles cómo compararían el yogur adicionado con prebióticos, omega 3, omega 6 y omega 9 con productos lácteos comerciales similares, las respuestas fueron, principalmente, que lo encuentran “mejor”, con una valoración de 25 participantes (62.5%). Respecto a 14 participantes (35%) que respondieron que les

pareció “igual” que otros yogures. Mientras que sólo 1 participante (2.5%) lo encontró peor.

Entre los comentario y sugerencias que más destacaron fueron, optar por edulcorar y/o agregar sabor a frutas con el objetivo de proporcionarle un sabor más dulce.

- Análisis proximal

El yogur adicionado con prebióticos, omega 3, omega 6 y omega 9, posee una humedad del 82.81%. Este valor puede ser comparado con los valores obtenidos por Bonilla Sánchez AG en su investigación obteniendo una humedad del 74.94% en un yogur vegano elaborado con bebida vegetal de avena (28).

El porcentaje de grasa del yogur adicionado con prebióticos y omega 3, omega 6 y omega 9 formulado fue elevado (22.5%). Fontecha FJ y Juárez M, en su trabajo titulado “Grasa láctea: pros y contras” menciona que los lípidos son el principal constituyente de los productos lácteos (14).

El contenido de carbohidratos puede variar dependiendo del tipo de yogur y si cuenta con azucares añadidos en su formulación, pero, por lo general, para 100 gramos de yogur los carbohidratos representan del 4% al 7%, provenientes principalmente de la lactosa. Sin embargo, al tener un yogur con 49.33% de carbohidratos, se puede inferir que la adición de los prebióticos pudo haber aumentado este porcentaje.

Por su parte, Cargua Alcocer MJ, López SE y Erazo FP en “Evaluación de las propiedades físicas y químicas de formulaciones de yogur griego hipocalórico con mermelada de kiwi (Actinida deliciosa)”, obtuvieron 11.28% de carbohidratos. Este estudio revelo que el contenido de carbohidratos está influenciado por el tipo de materia prima y el fermento utilizado en la elaboración del producto (7).

El valor de proteína del yogur adicionado con prebióticos, omega 3, omega 6 y omega 9 es de 21.79%. Mientras que en el trabajo de investigación titulado “La adición de probióticos y prebióticos y su influencia en las propiedades de un yogur griego”, en el que se enriqueció un yogur probiótico sabor a mango con 2% de

albúmina de huevo en polvo, hubo un incremento del 80% del contenido proteico en comparación al promedio de cinco yogures comerciales (5).

Originalmente, el yogur no cuenta con fibra dietética. Sin embargo, según la normativa indica que se debe declarar la cantidad y el tipo de fibra en caso de contar con esta (27).

- Análisis microbiológico

Microbiológicamente, no se detectó crecimiento bacteriano de coliformes, mohos y/o levaduras en la muestra del yogur adicionado con prebióticos, omega 3, omega 6 y omega 9, como se observa en la Figura 3, en la Figura 4 y en la Figura 5.

Además, el pH del yogur contribuyo a disminuir la proliferación de otro tipo de microorganismos patógenos y así prolongar la vida útil del yogur adicionado con prebióticos, omega 3, omega 6 y omega 9. Resultado similar al obtenido en la investigación titulada “Evaluación de las propiedades físicas y químicas de formulaciones de yogur griego hipocalórico con mermelada de kiwi (*Actinidina deliciosa*)” (7).

La NOM-111-SSA1-1994 establece que, en caso de que las pruebas confirmativas resulten negativas en todas las colonias probadas, se informen como:

-0 UFC/g en muestras directas

-10 UFC/g en muestras de dilución 1:10

-100 UFC/g en muestras de dilución 1:100

Por lo que se puede inferir que la muestra de yogur adicionado con prebióticos, omega 3, omega 6 y omega 9 cumple con los requisitos microbiológicos establecidos con la normativa. Por lo que, el consumo de este producto no representa un riesgo para la salud humana.

- Comparación de la información nutrimental

Se observa que el yogur adicionado con prebióticos, omega 3, omega 6 y omega 9, triplicó el contenido energético de un yogur convencional de 147 kcal a 487 kcal.

Así mismo, aumento considerablemente el contenido de proteínas de 5,3 gr a 27,79 gr. De igual forma, las grasas totales incrementaron de 7 gr a 22,5 gr. Lo que significa que, a mayor cantidad de estos componentes, también lo es el aporte calórico.

La NOM-086-SSA1-1994 indica la cantidad requerida de carbohidratos, proteínas y grasas totales en alimentos modificados en su composición con respecto a las especificaciones nutrimentales, los límites mínimos y máximos permitidos para la adición, fortificación y enriquecimiento de alimentos y bebidas no alcohólicas deberán ser del 5 al 100% por porción de la ingestión diaria recomendada (29).

XIV. CONCLUSIONES

En este trabajo de investigación, los ingredientes empleados en la formulación cumplieron con el objetivo de desarrollar un yogur adicionado con prebióticos, omega 3, omega 6 y omega 9.

El análisis organoléptico demostró que la adición de prebióticos, omega 3, omega 6 y omega 9 no alteró las características organolépticas del yogur.

El análisis del costo de producción del yogur adicionado con prebióticos, omega 3, omega 6 y omega 9, demostró que su costo fue promedio en comparación con el de marcas comerciales de yogur con textura y contenido similar, pero que no tienen añadidos estos nutrimentos.

El análisis de aceptabilidad demostró una respuesta favorable por parte de los participantes, lo que indica que el yogur adicionado con prebióticos, omega 3, omega 6 y omega 9, cumplió con los estándares de sabor, textura, aroma y apariencia.

El análisis proximal demostró que el yogur adicionado con prebióticos, omega 3, omega 6 y omega 9 es alto en grasas totales con el 22.5%, característica que hay que mejorar.

El análisis microbiológico demostró que el yogur adicionado con prebióticos, omega 3, omega 6 y omega cumplió con los estándares de calidad y seguridad. Gracias a que el producto fue elaborado bajo adecuadas prácticas de higiene durante su elaboración.

El análisis de la información nutrimental demostró que, además de incrementar la cantidad de nutrientes, también se encontró un elevado aporte calórico en relación con el contenido de carbohidratos, proteínas y grasas según la normativa.

Por lo que, hay que prestar especial atención en estos aspectos al momento de desarrollar un nuevo producto dentro de la industria alimentaria como lo es un yogur adicionado con prebióticos, omega 3, omega 6 y omega 9.

Este estudio presento una gran relevancia tanto desde el punto de vista de desarrollo e innovación de un nuevo producto, así como en la investigación en nutrición, contribuyendo al conocimiento sobre los alimentos y su impacto en la salud.

XV. REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

1. Baró Rodríguez L, Lara Villoslada F, & Plaza Díaz J. Leche y derivados. En: Gil A. Artacho R, & Ruiz MD. Tratado de Nutrición. 3ª ed. Tomo III. Composición y calidad nutritiva de los alimentos. Madrid: Medica Panamericana, D.L. 2017;(2)21-41.
2. Castellano Orozco JM. Grasas y aceites. En: Gil A. Artacho R, & Ruiz MD. Tratado de Nutrición. 3ª ed. Tomo III. Composición y calidad nutritiva de los alimentos. Madrid: Medica Panamericana, D.L. 2017;(12)279-.
3. Martínez Augustin O., Aguilera García C.M., Gil Hernández A. Nuevas fuentes de nutrientes. En: Gil A. Artacho R, & Ruiz MD. Tratado de Nutrición. 3ª ed. Tomo III. Composición y calidad nutritiva de los alimentos. Madrid: Medica Panamericana, D.L. 2017;(16)399-423.
4. Díaz G, Ambrosi V, Guidi S, Nanni M. Yogurt como vehículo de ácidos grasos de cadena larga. Argentina: Tecnología Láctea Latinoamericana. 2021:(112);50-53.
5. Chávez Echeverría DG. La adición de probióticos y prebióticos y su influencia en las propiedades del yogur griego. Ecuador: Revista InvestiGo, 2022; (3)6:54-68. Disponible en: https://doi.org/10.56519/9e00bw21
6. Norma Oficial Mexicana NOM-181-SCFI/SAGARPA-2018 Yogurt Denominación, especificaciones fisicoquímicas y microbiológicas, información comercial y métodos de prueba.
7. Cargua Alcocer MJ, López SE, Erazo FP. Evaluación de las propiedades físicas y químicas de formulaciones de yogur griego hipocalórico con mermelada de kiwi (Actinida deliciosa). 2025;4(1):75-95. Disponible en: https://doi.org/10.61236/renpys.v4i1.1024
8. Ortega RM, Jiménez-Ortega AI, Loria-Kohen V, Aparicio A, Lozano-Estevan MDC, López-Sobaler AM. El yogur como alimento fermentado para un consumo diario saludable y sostenible. Recomendaciones a la población. Nutr Hosp [Internet]. 2024; 41(Espec3):31–6.
   Disponible en: http://dx.doi.org/10.20960/nh.05454

9. Manfugás JE. Evaluación sensorial de los Alimentos. Editorial Universitaria. Cuba, 2020:2-9.
10. Valderrama J, Palomino JM. Control de calidad fisicoquímica, microbiológica y probiótica de yogurt artesanal de mercados de los distritos de Santiago y Cusco, 2023. [Internet]; Disponible en: http://hdl.handle.net/20.500.12918/8521
11. Norma Oficial Mexicana NOM-243-SSA1-2010, Productos y servicios. Leche, fórmula láctea, producto lácteo combinado y derivados lácteos. Disposiciones y especificaciones sanitarias. Métodos de prueba.
12. SSA, INSP, GISAMAC, UNICEF. 2023. Guías alimentarias saludables y sostenibles para la población mexicana. México.
13. Bertha A, Berenice Palacios González, Laura A, Isabel Flores Galicia. Sistema Mexicano de Alimentos Equivalentes. México: Fomento De Nutrición Y Salud; 2014.
14. Puntillo M, Mehaudy R, & Vinderola G. Microbiota intestinal y cólicos infantiles: ¿Hay lugar para los prebióticos, probióticos y posbióticos?. Revista Del Hospital Italiano de Buenos Aires. 29 de septiembre de 2023;43(3):153-159. Disponible en: https://doi.org/10.51987/revhospitalbaires.v43i3.301
15. Fontecha FJ, Juárez M. Grasa láctea: pros y contras. 2024. Disponible en: http://hdl.handle.net/10261/373138
16. Valenzuela A, Uauy R. Funciones y metabolismo de los ácidos grasos esenciales y de sus derivados activos. En: Gil A, Sánchez F. Tratado de Nutrición. 2ª ed. Tomo I. Bases fisiológicas y bioquímicas de la nutrición. Madrid: Medica Panamericana. 2013; (12) 305-316.
17. Mataix J, & Sánchez F. Lípidos. En: Mataix Verdu J. Nutrición y Alimentación Humana. Océano Ergon 2009:(4)61-94.
18. Mataix J, & Peréz F. Alimentos del futuro: alimentos funcionales y transgénicos. En: Mataix Verdu J. Nutrición y Alimentación Humana. Océano Ergon 2009:(19)421-446.
19. Hernández Ruiz RG, López Quintero A. La alimentación como medicina: explorando los alimentos funcionales. Revista Conevidencia. 20 de abril de 2024;(2):38-41. Disponible en: https://doi.org/10.32870/ce.vi2.34

20. Villagrán Z, Torres SG, González EM, Verduzco JEG, Hernández BCR, & Esparza LMA. Alimentos funcionales y su impacto en la salud humana. *Educación Y Salud Boletín Científico Instituto De Ciencias De La Salud Universidad Autónoma Del Estado De Hidalgo [Internet]. 5 de junio de 2022;10*(20):223-231. Disponible en: https://doi.org/10.29057/icsa.v10i20.7806
21. Reyes Moreno LC. El papel de los ácidos grasos omega 3 en el manejo de enfermedades de tipo intestinal: una revisión narrativa. Rev. Nut. Clin. Metab. [Internet]. 9 de noviembre de 2023 [citado 18 de febrero de 2025];6(4):37-44. Disponible en: https://doi.org/10.35454/rncm.v6n4.544
22. Mendoza Sanahuja L. Incorporación a yogur de emulsiones deshidratadas ricas en ácidos grasos omega 3 y mazada. [Internet]. Documentos de la UAB. 2022. Disponible en: https://ddd.uab.cat/record/259095
23. Muñoz Bosquet M, López Román G, Peña Godoy J, Fernández Mesa R, Góngora Crespo A. La ingeniería química y la industria alimentaria: Producción de yogur. XI Certamen de Proyectos Educativos en INGENIERÍA QUÍMICA en la UAL (2024):81-84. Disponible en: https://books.google.com.mx/books?hl=es&lr=&id=QtBFEQAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA81&dq=Mu%C3%B1oz+Bosquet+M
24. Norma Oficial Mexicana NOM-185-SSA1-2002 Productos y servicios. Mantequilla, cremas, producto lácteo condensado azucarado, productos lácteos fermentados y acidificados, dulces a base de leche. Especificaciones sanitarias.
25. Norma Oficial Mexicana NOM-110-SSA1-1994 Bienes y servicios. Preparación y dilución de muestras de alimentos para su análisis microbiológico.
26. Norma Oficial Mexicana NOM-111-SSA1-1994 Bienes y servicios. Método para la cuenta de mohos y levaduras en alimentos.
27. Norma Oficial Mexicana NOM-113-SSA1-1994 Bienes y servicios. Método para la cuenta de microorganismos coliformes totales en placa.
28. Norma Oficial Mexicana NOM-051-SCFI/SSA1-2010 Especificaciones generales de etiquetado para alimentos y bebidas no alcohólicas preenvasados. Información comercial y sanitaria.

29. Bonilla Sánchez AG. Universidad Técnica de Ambato. 2024. Efecto prebiótico de bebidas vegetales y su aplicación en la elaboración de un yogur vegano. Disponible en: https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/40571
30. Norma Oficial Mexicana NOM-086-SSA1-1994 Bienes y servicios. Alimentos y bebidas no alcohólicas con modificaciones en su composición. Especificaciones nutrimentales.
31. Vázquez Chagoyán YR. Palacios Mechetnov E. Valoración nutricional y consumo de ácidos grasos esenciales, caso de estudio: estudiantes de posgrado de cibnor. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. Cibnormx. 2022.
Disponible en: https://cibnor.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1001/2671/3/vazquez_y%20TESIS.pdf
32. Figueroa, Lilian Elisa; Brugnoni, Lorena Inés; Dello Staffolo, Marina; Genovese, Diego Bautista; Desarrollo de un dulce de leche enriquecido con fibras dietarias y probióticos encapsulados; Editorial Publitec S.A.E.C. y M.; La Alimentación Latinoamericana; 127; 12-2024; 34-38.
Disponible en: http://hdl.handle.net/11336/260260

XVI. GLOSARIO

Adicionar. Hacer o poner adiciones. Sin.: Añadir, sumar, agregar, incrementar.

Alimento. Del lat. *alimentum,* der. de ***alĕre*** 'alimentar'. Cada una de las sustancias que un ser vivo toma o recibe para su nutrición.

Alimento funcional. Alimento que, además de su función nutritiva básica, aporta ventajas al organismo.

Bacteria. Microorganismo unicelular sin núcleo diferenciado, algunas de cuyas especies descomponen la materia orgánica, mientras que otras producen enfermedades.

Biodisponibilidad. Grado en que una sustancia o un principio activo alcanza la circulación general.

Deficiencia. Falta o escasez de algo que se juzga necesario.

Edulcorar. Endulzar cualquier producto de sabor desagradable o amargo con sustancias naturales como el azúcar, la miel, etc., o sintéticas, como la sacarina.

Fermentar. Dicho de una sustancia orgánica: Sufrir un proceso bioquímico de transformación por la acción de una enzima.

Homogéneo, a. Perteneciente o relativo a un mismo género, poseedor de iguales caracteres.

Incubar. Hacer que algo comience a desarrollarse antes de su plena manifestación.

Lactosa. Azúcar que contiene la leche, formado por glucosa y galactosa.

Nutrición. Acción y efecto de nutrir. Disciplina que estudia la relación entre alimentación y salud.

Nutrimento. Sustancia de los alimentos.

Macronutriente. Sustancia esencial para el desarrollo de un organismo, que se debe ingerir en cantidades elevadas.

Microbiota. Flora microscópica que reside en un organismo.

Organoléptico. Que puede ser percibido por los órganos de los sentidos.

Proteína. Sustancia constitutiva de la materia viva, formada por una o varias cadenas de aminoácidos.

Salud. Estado en el que el ser orgánico ejerce normalmente todas sus funciones.

Sensorial. Perteneciente o relativo a la sensibilidad a los órganos de los sentidos.

Simbiosis. Asociación de individuos animales o vegetales de diferentes especies, sobre todo si los simbiontes sacan provecho de la vida en común.

Vitamina. Cada una de las sustancias orgánicas que existen en los alimentos y que, en cantidades pequeñísimas, son necesarias para el perfecto equilibrio de las diferentes funciones vitales.

Yogur. Producto lácteo obtenido mediante reducción por evaporación y fermentación bacteriana de la leche.

XVII. ANEXOS

17.1. Anexo 1. Carta de consentimiento informado.

Carta de consentimiento informado

Universidad Juárez del Estado de Durango

Facultad de Medicina y Nutrición

Carta de consentimiento informado para participar en el proyecto titulado: "Yogur adicionado con prebióticos y omega 3, omega 6 y omega 9"

Que se realizó en Victoria de Durango, Dgo., a 27 de marzo de 2025.

Esta carta tiene como objetivo solicitar su consentimiento para participar en el estudio e informarle ampliamente sobre los riesgos, inconvenientes, molestias y beneficios derivados de su participación en el estudio, que son los siguientes:

Beneficios: Debe quedar claro que usted no recibirá ningún beneficio económico por participar en este estudio. Su participación es una contribución para el desarrollo de la ciencia y el conocimiento acerca de los efectos positivos como negativos de "Yogur adicionado con prebióticos y omega 3, omega 6 y omega 9".

Riesgos: **No podrán ser parte de la investigación personas que son alérgicos o intolerantes, o bien no es de su agrado alguno de los ingredientes utilizados.**

Toda la información recopilada durante la prueba será tratada con estricta confidencialidad y utilizada únicamente para los fines del estudio.

Usted confirma ha leído y comprendido la información proporcionada y que acepta participar en la prueba de "Yogur adicionado con prebióticos y omega 3, omega 6 y omega 9".

17.2. Anexo 2. Análisis proximal elaborado en la FMVZ.

Figura 5. Resultados del análisis proximal elaborados en la FMVZ.

UNIDAD DE LABORATORIOS DEL ÁREA DE POSGRADO

Entrega de resultados

No. De servicio 151

No. De Folio 151-SE 127

Durango, Dgo., a 29 abril de 2025
No. Muestras: 1
Tipo de Muestra: yogurt
Análisis solicitado: Determinación de Análisis Químico Proximal,
Procedencia de la muestra: FAMEN
Solicitante: Dra. Susuky M

RESULTADOS

Tipo de muestra	% Humedad (muestra recibida)	% Materia Seca (MS) muestra recibida	% Grasa en MS (g de grasa en 100 g de muestra deshidratada	% Proteína Cruda en MS (g de proteína en 100g de muestra deshidratada)	% Fibra Cruda en MS (g de FC en 100 g de muestra deshidratada)	% Extracto libre de nitrógeno en MS (g de ELN en 100g de muestra deshidratada)	% Ceniza en MS (g de Ceniza en 100g de muestra deshidratada)
yogurt	82.81	17.19	22.5	21.79	0	49.33	6.13

Análisis realizado por duplicado
Métodos Utilizados: A.O.A.C., ELN: por diferencia
*El método utilizado para determinación de % FC subestima el contenido de hemicelulosa y paredes celulares.
Nota: los resultados solo validan las muestras analizadas

L.N. Erika Amalia Delgado Gómez
Analista Responsable

M.C. Tania Gabriela Olvera Martínez
Analista Responsable

M.C. Aixa Najla Bujdud León
Responsable del Área

17.3. Anexo 3. Cultivos del análisis microbiológico.

Figura 6. Cultivo de agar nutritivo de soya tripticaseina (TSA).

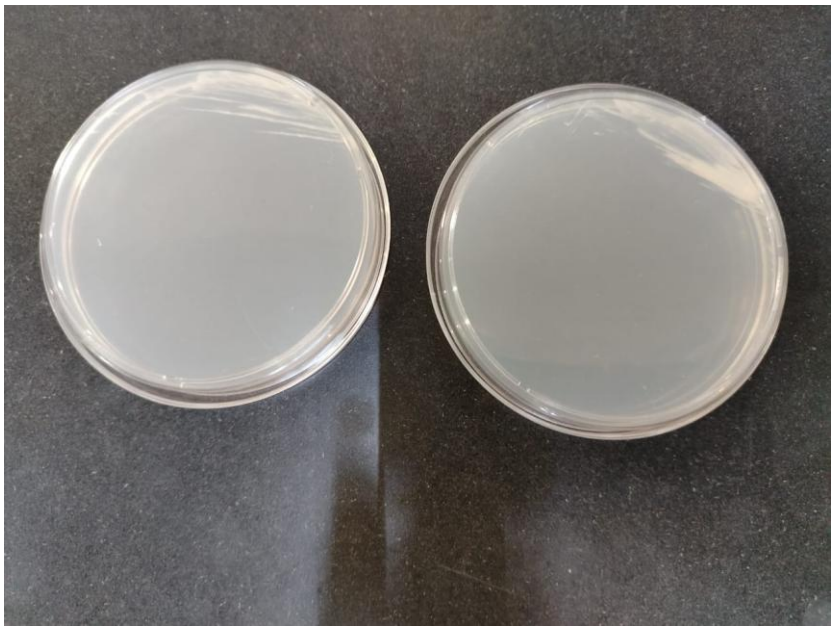


Figura 7. Cultivo EMB para coliformes totales en placa.

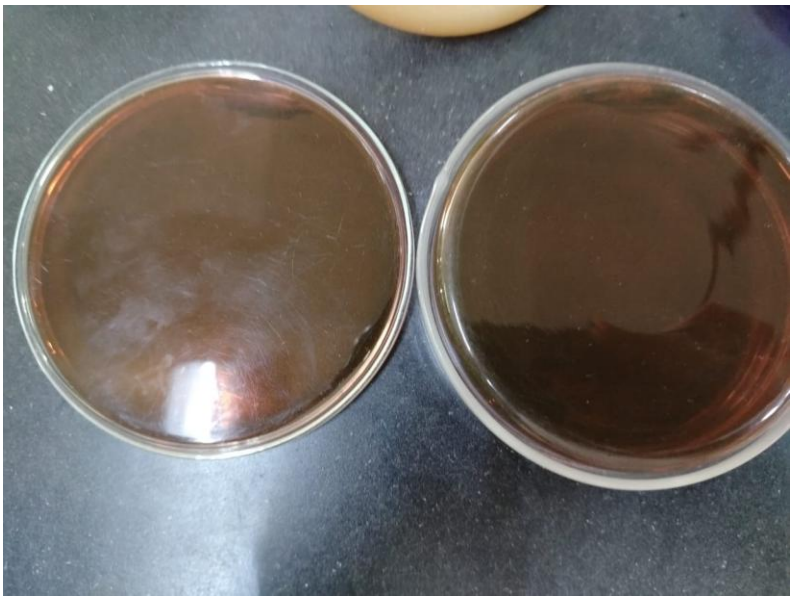


Figura 8. Cultivo papa peptona para mohos y levaduras.



17.4. Anexo 4. Suplementos alimenticios.

Figura 9. Suplemento alimenticio marca comercial. Omega 3-6-9 a base de aceite puro de salmón, aceite de linaza, aceite de olivo y vitamina E.



Figura 10. Información nutrimental del suplemento alimenticio marca comercial. Omega 3-6-9 a base de aceite puro de salmón, aceite de linaza, aceite de olivo y vitamina E.



Cantidades	Por porción 2 cápsulas (1.530 g)	Por 100g
CONTENIDO ENERGÉTICO	11.816 kcal 48.768 kJ	772.313 kcal 3187.502 kJ
Proteínas	0.344 g	22.490 g
Grasas (Lípidos)	1.160 g	76.816 g
Carbohidratos	0 g	0 g
Sodio	0 g	0 g
Contenido total de aceite	1.100 g	71.895 g
De los cuales: Aceite (Salmón) Omega 3	469.8 mg	30.705 g
De los cuales: EPA (ácido eicosapentaenoico)	84.564 mg	5.527 g
DHA (ácido docosahexaenoico)	56.376 mg	3.684 g
Aceite de Olivo (Olea europea) Omega 9	324.8 mg	21.228 g
Aceite de linaza (Linum usitatissimum) Omega 6	162.4 mg	10.614 g
Vitamina E (alfa tocoferol)	11.6 mg	758 mg

Figura 11. Prebióticos marca comercial.



Figura 12. Información nutrimental de prebióticos.



17.5. Anexo 5. Información nutrimental de yogures comerciales.

Figura 13. Declaración nutrimental de yogur natural endulzado.



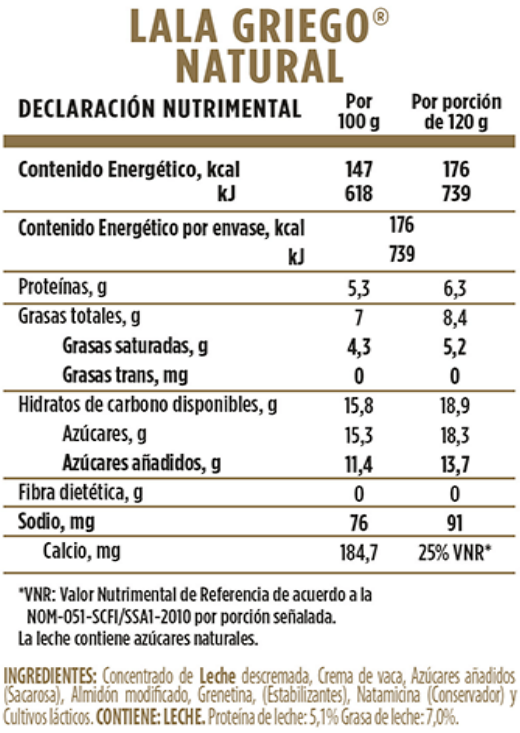
LALA GRIEGO®
YOGHURT NATURAL ENDULZADO

DECLARACIÓN NUTRIMENTAL	Por 100 g	Por porción de 125 g
Contenido Energético, kcal	114	93
kJ	481	392
Contenido Energético por envase, kcal	798	
kJ	3 367	
Proteínas, g	7,3	9,1
Grasas totales, g	3,8	4,8
Grasas saturadas, g	2,2	2,7
Grasas trans, mg	0	0
Hidratos de carbono disponibles, g	12,7	15,83
Azúcares**, g	12,1	15,1
Azúcares añadidos, g	8	10
Fibra dietética, g	0	0
Sodio, mg	86	108
Calcio, mg	210,2	29% VNR*

*VNR: Valor Nutrimental de Referencia de acuerdo a la NOM-051-SCFI/SSA1-2010 por porción señalada.
**La leche contiene azúcares naturales.

INGREDIENTES: Concentrado de **leche** descremada, **Crema** de vaca, Azúcares añadidos (Sacarosa), Almidón modificado, Grenetina (Estabilizantes), Lactasa, Cultivos lácticos y Natamicina (Conservador). **CONTIENE: LECHE.** Proteína de leche: 6,5% Grasa de leche: 3,8%

Figura 14. Declaración nutrimental de yogur griego natural.



LALA GRIEGO®
NATURAL

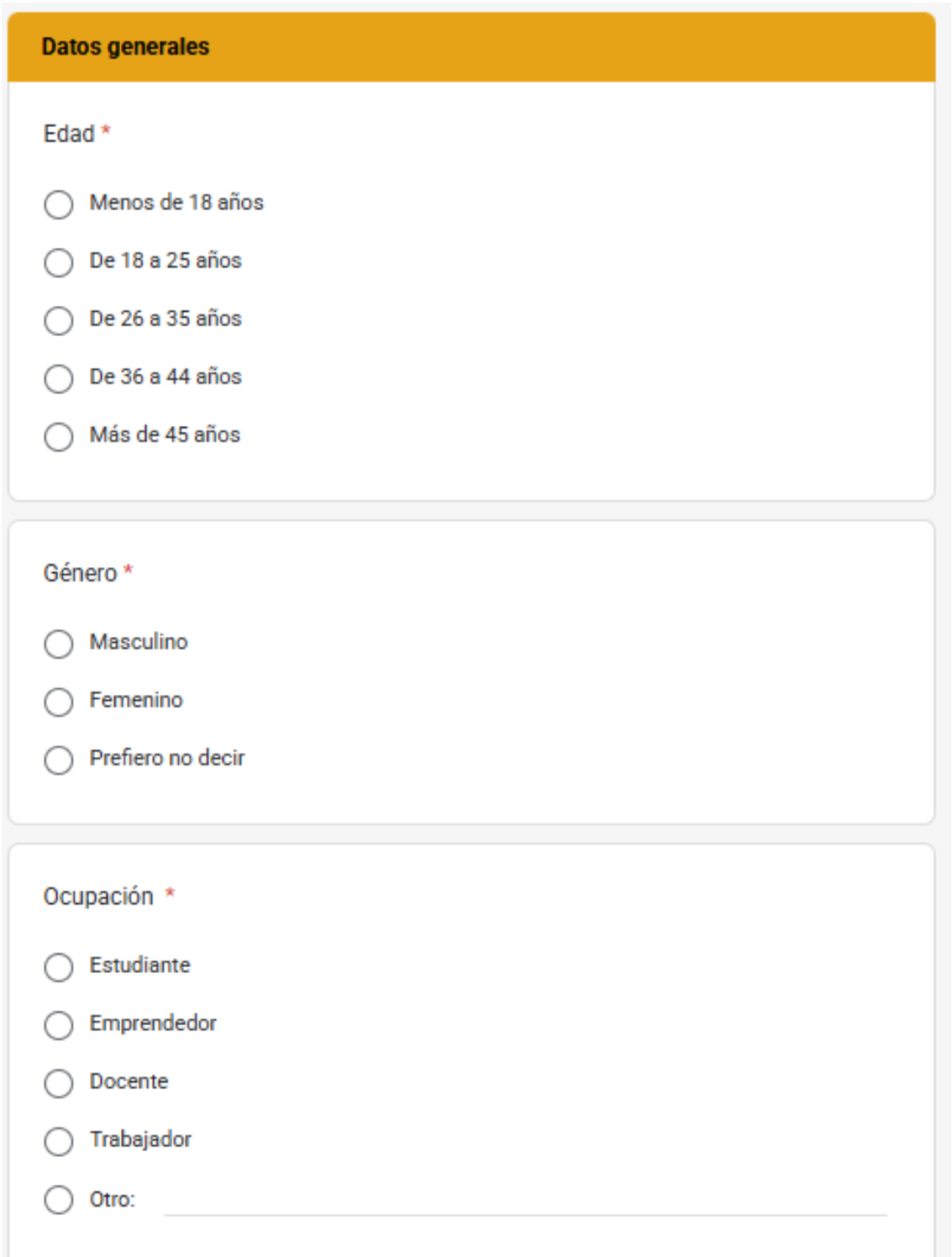
DECLARACIÓN NUTRIMENTAL	Por 100 g	Por porción de 120 g
Contenido Energético, kcal	147	176
kJ	618	739
Contenido Energético por envase, kcal	176	
kJ	739	
Proteínas, g	5,3	6,3
Grasas totales, g	7	8,4
Grasas saturadas, g	4,3	5,2
Grasas trans, mg	0	0
Hidratos de carbono disponibles, g	15,8	18,9
Azúcares, g	15,3	18,3
Azúcares añadidos, g	11,4	13,7
Fibra dietética, g	0	0
Sodio, mg	76	91
Calcio, mg	184,7	25% VNR*

*VNR: Valor Nutrimental de Referencia de acuerdo a la NOM-051-SCFI/SSA1-2010 por porción señalada.
La leche contiene azúcares naturales.

INGREDIENTES: Concentrado de **Leche** descremada, Crema de vaca, Azúcares añadidos (Sacarosa), Almidón modificado, Grenetina, (Estabilizantes), Natamicina (Conservador) y Cultivos lácticos. **CONTIENE: LECHE.** Proteína de leche: 5,1% Grasa de leche: 7,0%.

17.6. Anexo 6. Instrumento de medición.

Figura 15. Datos generales.



Datos generales

Edad *

- ◯ Menos de 18 años
- ◯ De 18 a 25 años
- ◯ De 26 a 35 años
- ◯ De 36 a 44 años
- ◯ Más de 45 años

Género *

- ◯ Masculino
- ◯ Femenino
- ◯ Prefiero no decir

Ocupación *

- ◯ Estudiante
- ◯ Emprendedor
- ◯ Docente
- ◯ Trabajador
- ◯ Otro: _____

Figura 16. Hábitos y frecuencia de alimentos. Primera parte.

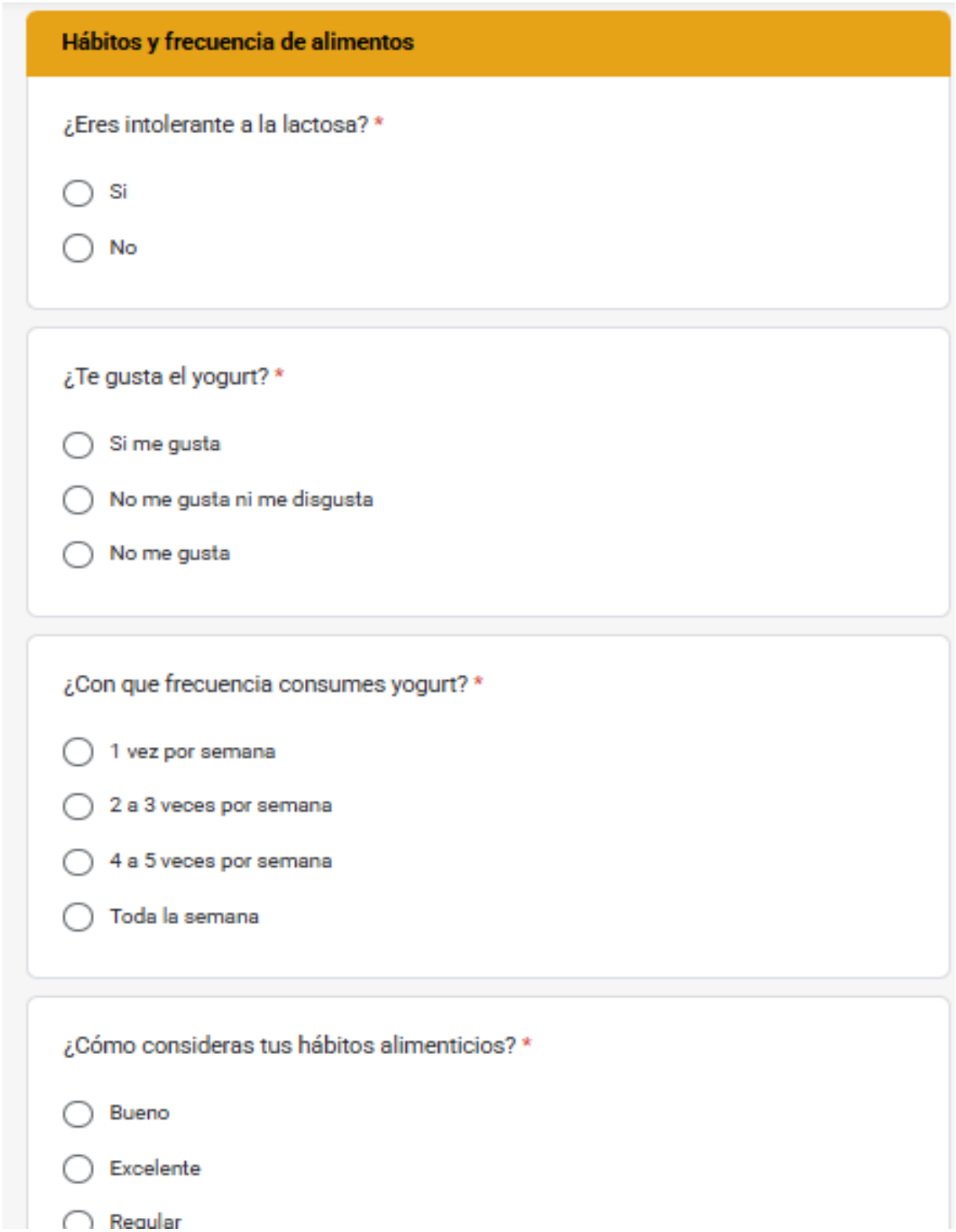


Figura 17. Hábitos y frecuencia de alimentos. Segunda parte.

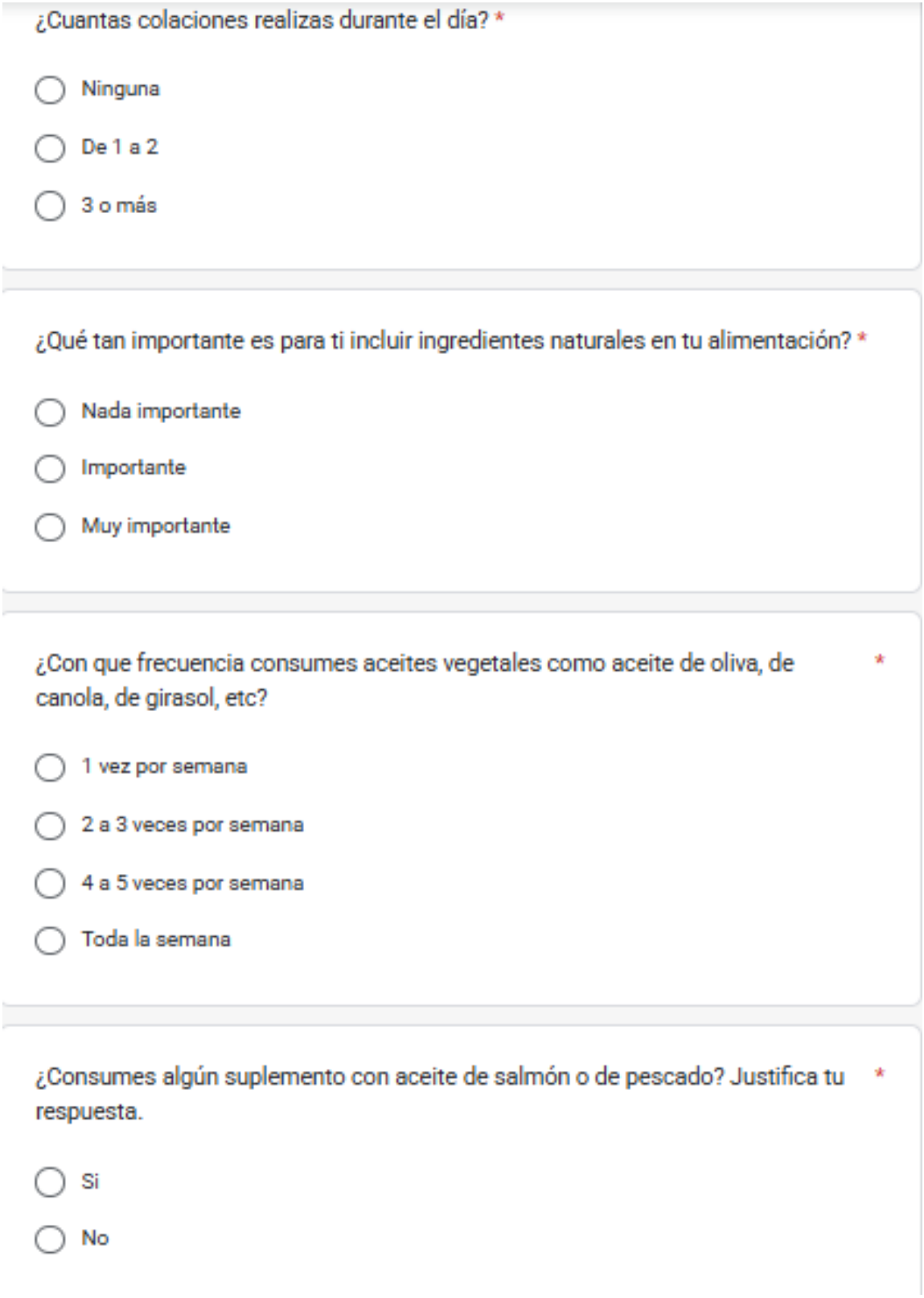
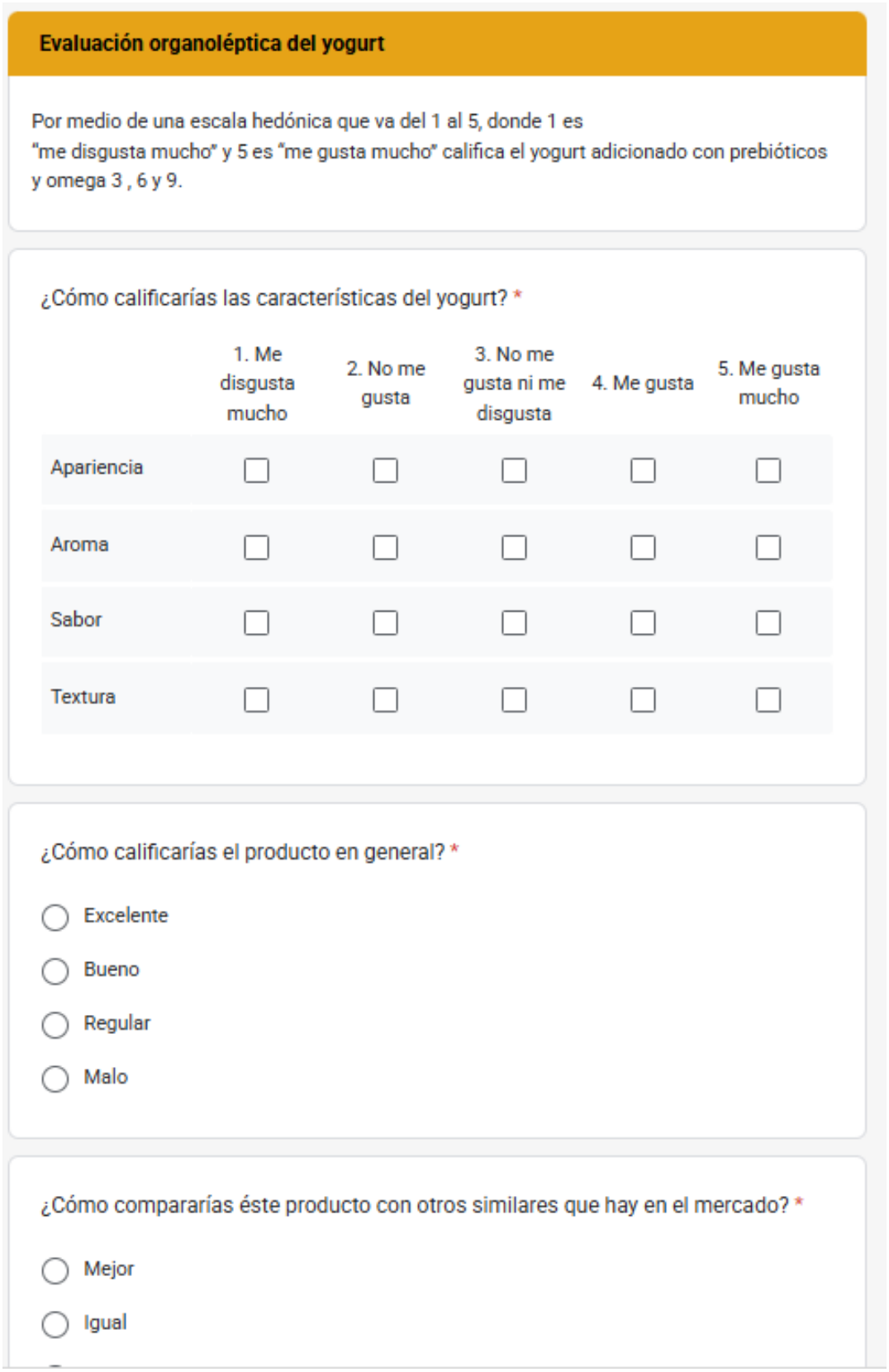


Figura 18. Evaluación organoléptica del yogur.



Evaluación organoléptica del yogurt

Por medio de una escala hedónica que va del 1 al 5, donde 1 es "me disgusta mucho" y 5 es "me gusta mucho" califica el yogurt adicionado con prebióticos y omega 3 , 6 y 9.

¿Cómo calificarías las características del yogurt? *

	1. Me disgusta mucho	2. No me gusta	3. No me gusta ni me disgusta	4. Me gusta	5. Me gusta mucho
Apariencia	☐	☐	☐	☐	☐
Aroma	☐	☐	☐	☐	☐
Sabor	☐	☐	☐	☐	☐
Textura	☐	☐	☐	☐	☐

¿Cómo calificarías el producto en general? *

- ◯ Excelente
- ◯ Bueno
- ◯ Regular
- ◯ Malo

¿Cómo compararías éste producto con otros similares que hay en el mercado? *

- ◯ Mejor
- ◯ Igual

17.7. Anexo 8. Producto terminado y envasado.

Figura 19. Yogur adicionado con prebióticos, omega 3, omega 6 y omega 9.



XVIII. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

	Agosto 2024	Septiembre 2024	Octubre 2024	Noviembre 2024	Diciembre 2024	Enero 2025	Febrero 2025	Marzo 2025	Abril 2025	Mayo 2025	Junio 2025	Julio 2025
1. Portada	X											
2. Índice General, Índice de Gráficas e Índice de Tablas											X	X
3. Resumen												X
4. Abstract												X
5. Introducción	X	X										
6. Justificación del estudio del objeto: pertinencia o relevancia, etc.	X	X										
7. Objetivo general		X	X	X								
8. Objetivos específicos		X	X	X								
9. Hipótesis y preguntas de investigación	X	X	X									
10. Planteamiento del problema	X	X	X									
11. Marco Teórico	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	
12. Materiales y métodos			X	X	X		X	X	X	X		
13. Trabajo experimental				X	X		X	X				
14. Resultados y discusiones								X	X	X	X	X
15. Conclusiones										X	X	X
17. Bibliografía	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X
18. Glosario								X	X			
19. Cronograma de trabajo	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
20. Anexos									X	X	X	X