



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE QUÍMICA

**MICROBIOLOGÍA, NUTRICIÓN Y ANTROPOLOGÍA DE ALIMENTOS
FERMENTADOS DE ORIGEN ANIMAL PROCEDENTES DE LOS BALCANES,
EL CÁUCASO Y ASIA CENTRAL Y SU IMPACTO EN LA GASTRONOMÍA A
NIVEL MUNDIAL**

TRABAJO MONOGRÁFICO DE ACTUALIZACIÓN

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

QUÍMICA DE ALIMENTOS

PRESENTA

SANDRA REAL ÁVILA



CIUDAD DE MÉXICO

AÑO 2016



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

JURADO ASIGNADO:

PRESIDENTE: **Profesor: Maria del Carmen Wacher Rodarte**
VOCAL: **Profesor: Sandra Pérez Munguia**
SECRETARIO: **Profesor: Gloria Díaz Ruiz**
1er SUPLENTE: **Profesor: Norma Angélica Camacho de la Rosa**
2do SUPLENTE: **Profesor: Iliana Elvira Gonzalez Hernandez**

SITIO DONDE SE DESARROLLÓ EL TEMA:

DEPARTAMENTO DE ALIMENTOS Y BIOTECNOLOGÍA, FACULTAD DE QUÍMICA, CIUDAD UNIVERSITARIA

ASESOR DEL TEMA: MARIA DEL CARMEN WACHER RODARTE

(nombre y firma)

SUSTENTANTE (S): SANDRA REAL ÁVILA

(nombre (s) y firma (s))

Índice

Capítulo I. Introducción.....	1
Objetivos	1
Justificación.....	2
Capítulo 2. Aspectos sociales y antropológicos de la región objeto de estudio.....	2
2.1 Situación política, económica y social de la región objeto de estudio.....	4
2.2 Pluralismo cultural de la región.....	6
2.3 Evidencia arqueológica del consumo de productos lácteos.....	7
2.4 Bases genéticas del consumo de leche.....	8
Capítulo 3. Descripción fisicoquímica de la leche por especie animal.....	10
3.1 Vaca.....	10
3.1.1 Análisis químico proximal de la leche de vaca vs otros mamíferos productores de leche.....	13
3.1.2 Proceso de formación de los glóbulos grasos en la leche de vaca y efecto de las micelas de caseínas.....	15
3.1.3 Ácidos grasos libres en la leche de vaca.....	19

3.1.4 Efecto del procesamiento térmico sobre el valor nutritivo de la leche.....	22
3.2 Camella.....	25
3.2.1 Hallazgos recientes en la composición química de la leche de camella.....	26
3.3 Cabra.....	28
3.3.1 Hallazgos recientes en la composición química de la leche de cabra.....	29
3.4 Yegua.....	30
3.4.1 Hallazgos recientes en la composición química de la leche de yegua.....	32
3.5 Oveja.....	34
3.5.1 Hallazgos recientes en la composición química de la leche de oveja.....	36
3.6 Búfala.....	36
3.6.1 Hallazgos recientes en la composición química de la leche de búfala.....	39
Capítulo 4. Productos lácteos fermentados.....	41
4.1 Fermentación en los productos lácteos.....	41
4.2 Alimentos fermentados lácteos.....	42
4.3 Kéfir.....	43
4.3.1 Beneficios terapéuticos del kéfir.....	44
4.3.2 Proceso de elaboración del kéfir.....	45
4.4. Kumis.....	46
4.4.1 Método de elaboración del kumis.....	46

4.5 Kishk ó kashk.....	47
4.5.1 Producción industrial de kishk.....	48
4.5.2 Preparación del kishk bebible.....	49
4.6 Chal.....	50
4.7 Ayran.....	52
4.8 Kaymak.....	54
4.8.1 Proceso de elaboración del kaymak casero.....	55
4.8.2 Proceso de elaboración del kaymak en la industria.....	56
4.8.3 Composición química del kaymak.....	57
4.9 Yogurt.....	58
4.9.1 Proceso de elaboración del yogurt casero.....	59
4.9.2 Proceso de elaboración del yogurt en la industria.....	60

Capítulo 5. Microbiología de productos lácteos

fermentados y riesgos biológicos en la leche.....	64
5.1 Probióticos y prebióticos.....	71
5.1.1 Efectos benéficos de los probióticos.....	72
5.1.2 Nuevos descubrimientos antropológicos en probióticos provenientes de la región objeto de estudio.....	73
5.1.3 Riesgos microbiológicos en la leche cruda.....	74

Capítulo 6. Nutrición y gastronomía de los productos

lácteos fermentados de la región objeto de estudio.....	77
6.1 Nutrición en la leche.....	77
6.1.1 Papel de los aminoácidos en el valor nutritivo de la leche.....	77

6.1.2 Vitaminas en la leche de las especies animales.....	80
6.1.3 Minerales en la leche.....	83
6.2 Gastronomía de la región objeto de estudio.....	85
Capítulo 7. Discusión.....	92
Capítulo 8. Conclusiones y perspectivas.....	94
Bibliografía.....	98

Índice de figuras y tablas

Figuras

Figura 1. Mapa político de Asia Central.....	5
Figura 2. Mapa político de Europa.....	6
Figura 3. Vaca gris búlgara.....	11
Figura 4. Vaca de cuernos cortos de los Rodopes.....	11
Figura 5. Vaca Busha.....	12
Figura 6. Vaca Busha con cría.....	12
Figura 7. Vaca podólica griega de la estepa.....	12
Figura 8. Vaca ilia enana.....	12
Figura 9. Vaca Holstein.....	12
Figura 10. Vaca roja danesa.....	12
Figura 11. Vaca Brown Swiss.....	13
Figura 12. Vaca Simmental.....	13
Figura 13. Vaca Jersey.....	13
Figura 14. Vaca Bretón.....	13
Figura 15. Vaca Frisona.....	13
Figura 16. Vaca Tarentaise.....	13
Figura 17. Esquema de la célula glandular mamaria de la vaca.....	16

Figura 18. Estructura del glóbulo graso en la membrana plasmática de la célula glandular mamaria previo al proceso de excreción.....	17
Figura 19. Micela de caseína.....	19
Figura 20. Camella (<i>Camelus bactrianus</i>) en proceso de ordeña.....	26
Figura 21. Camella (<i>Camelus bactrianus</i>) con cría.....	26
Figura 22. Cabra raza Cashmere con cría.....	28
Figura 23. Cabra de los Cárpatos.....	28
Figura 24. Cabra griega Skopelos.....	29
Figura 25. Cabra blanca serbia.....	29
Figura 26. Yegua anglo-árabe.....	31
Figura 27. Yegua Lokai.....	31
Figura 28. Yegua Haflinger.....	32
Figura 29. Yegua Kyrgyz.....	32
Figura 30. Yegua Kushum con macho.....	32
Figura 31. Raza Kushum.....	32
Figura 32. Oveja raza Pramenka.....	35
Figura 33. Oveja raza Mis.....	35
Figura 34. Oveja cabeza negra de Pleven.....	35
Figura 35. Oveja de las montañas balcánicas centrales.....	35
Figura 36. Oveja raza Zackel.....	35
Figura 37. Oveja raza Awashi.....	35
Figura 38. Búfala Jaffarabadi con pastor.....	37
Figura 39. Búfala Jaffarabadi de frente.....	37
Figura 40. Búfala Surti en proceso de ordeña.....	38
Figura 41. Búfala Mehsana.....	38

Figura 42. Búfala Murrah.....	38
Figura 43. Granos de kefir.....	46
Figura 44. Kefir.....	46
Figura 45. Kumis.....	46
Figura 46. Kumis embotellado.....	46
Figura 47. Kishk seco.....	48
Figura 48. Kishk acompañado con trigo.....	48
Figura 49. Shubat.....	51
Figura 50. Shubat en botella de plástico.....	51
Figura 51. Ayran comercial presentación 100 mL.....	53
Figura 52. Ayran casero.....	53
Figura 53. Kaymak casero.....	55
Figura 54. Kaymak untable.....	56
Figura 55. Yogurt casero.....	59
Figura 56. Filmjök.....	70
Figura 57. Quark.....	70
Figura 58. Viili.....	71
Figura 59. Casa de kebab.....	87
Figura 60. Skara.....	87
Figura 61. Kafana.....	88
Figura 62. Shashlik con ensalada y aderezo de yogurt.....	89
Figura 63. Barcos de berenjena rellenas con queso Sulguni.....	89
Figura 64. Dolma con aderezo de yogurt.....	90
Figura 65. Tarator.....	90
Figura 66. Tzatziki.....	91

Figura 67. Mekitsa.....	91
Figura 68. Yurt.....	92
Figura 69. Beshbarmaq.....	92
Figura 70. Dastarkhan.....	93

Tablas

Tabla 1. Composición de la leche de las hembras de los mamíferos con la que se preparan los productos alimenticios del presente trabajo.....	14
Tabla 2. Composición química de las membranas del glóbulo graso de la leche de vaca.....	15
Tabla 3. Ácidos grasos libres presentes en la leche de vaca.....	21
Tabla 4. Péptidos derivados de las caseínas de la leche de vaca con actividad terapéutica.....	23
Tabla 5. Composición química de las membranas del glóbulo graso de la leche de búfala.....	39
Tabla 6. Perfil de ácidos grasos saturados e insaturados encontrados en la leche de búfala.....	40
Tabla 7. Alimentos fermentados lácteos semisólidos de la región objeto de estudio.....	42
Tabla 8. Análisis químico proximal del chal en g por cada 100 g de muestra.....	52
Tabla 9. Análisis químico proximal del ayran en g por cada 100 g de muestra.....	54
Tabla 10. Análisis químico proximal del kajmak en g por cada 100 g de muestra.....	57
Tabla 11. Análisis químico proximal en g por cada en 100 g de muestra de yogurt proveniente de la leche de vaca, cabra, oveja, camella y búfala.....	64

Tabla 12. Microorganismos encontrados en los alimentos lácteos fermentados de Asia Central y los Balcanes desde 2009 hasta 2015.....	66
Tabla 13. Alimentos lácteos fermentados análogos al kéfir, kishk, ayran, yogurt y kaymak consumidos en los países bálticos, de Europa Central y escandinavos.....	68
Tabla 14. Aminoácidos presentes en las leches objeto de estudio y en otros alimentos	80
Tabla 15. Contenido de vitaminas liposolubles en la leche de las especies objeto de estudio.	82
Tabla 16. Contenido de vitaminas hidrosolubles en la leche de las especies objeto de estudio.....	83
Tabla 17. Minerales presentes en la leche de los animales objeto de estudio.....	85

Capítulo 1. Introducción

El consumo de alimentos lácteos fermentados data desde que la ganadería reemplazó a actividades como la cacería y el hombre cambió su modo de vida al sedentarismo. En la región geográfica de Asia Central, el Cáucaso y Sureste de Europa existen una gran variedad de productos lácteos que se comercializan en el mercado local e internacional y que forman parte de la identidad cultural de las naciones que conforman ese territorio en términos históricos y políticos. Al ser un lugar aún desconocido para la población mexicana es necesario realizar un compendio de los productos fabricados en la región que involucren los procesos de elaboración a nivel casero e industrial, el papel que han jugado los alimentos lácteos fermentados en definir el estilo de vida de las civilizaciones balcánicas y asiáticas, así como el descubrimiento de nuevos microorganismos y obtención de subproductos de la fermentación que brinden beneficios a la salud del individuo a largo plazo **(Nikkhah, 2011)**. Algunos de los productos lácteos semisólidos que se abarcarán en el presente trabajo desde el punto de vista nutricional, gastronómico y microbiológico son: yogurt, ayran, shubat, kumis, kéfir, kaymak y kishk. De toda la producción de leche, la leche de vaca es la emulsión más consumida a nivel mundial. Esta se transforma en diversos alimentos como queso, dulces, leche saborizada, yogurt batido y bebible. Sin embargo, en los países que constituyen a la región objeto de estudio, además de la leche de vaca también se consume leche de búfala, yegua, cabra, oveja y camella. Según datos proporcionados por la FAO se calcula que desde el año 2014 más de seis billones de personas a nivel mundial consumen leche y productos lácteos. La mayoría de estas personas viven en naciones en vías de desarrollo. El consumo anual de leche en la región Balcánica y Asia Central es de 150 kg/cápita. Este valor lo encabezan países como Armenia, Kirguistán, Grecia, Turquía, Serbia, Bulgaria y Croacia **(Iñiguez y Mueller, 2008)**.

1.1 Objetivos

Revisar la literatura para encontrar información sobre estudios relacionados con la microbiología, química, proceso de elaboración (casero e industrial), así como el aporte nutrimental que brinda la leche con la que se preparan los productos lácteos fermentados producidos en los Balcanes, el Cáucaso y Asia Central.

Describir cuales son los platillos gastronómicos más representativos de la región objeto de estudio que ocupen como materia prima para su preparación alimentos lácteos fermentados provenientes de la leche de camella, yegua, vaca, oveja, cabra y búfala, así como analizar cuál es el impacto cultural y social que ejercen en el mundo actual.

1.2 Justificación

El sector lácteo es una de las principales fuentes de ingresos para las familias de las regiones rurales a nivel mundial. Gracias a la apertura del comercio exterior a través de varios tratados internacionales y trabajo en conjunto de los centros de investigación encargados del estudio de diversos productos lácteos se han dado a conocer una gran gama de alimentos lácteos fermentados consumidos de manera cotidiana en las regiones Balcánica, Caucásica y de Asia Central. De los Balcanes adoptamos el yogurt, la mantequilla de Asia Central, donde mejor se conservaba este alimento por el clima, y el kéfir de la región del Cáucaso. Con el paso de los años se ha modificado el sabor, el aroma y la textura de estos productos mediante la adición de estabilizantes, colorantes, aromatizantes y saborizantes, así como disminución de la acidez (en el caso del yogurt) para hacerlos más atractivos en el mercado occidental. Los alimentos fermentados ofrecen ahora no solamente sabores agradables, sino que también son alimentos sanos y seguros, por la presencia de probióticos, prebióticos y de proteínas bioactivas, que se han encontrado sobre todo en alimentos a base de leche. Por esa razón es interesante conocer los alimentos fermentados que se producen en esta región.

Capítulo 2. Aspectos sociales y antropológicos de la región objeto de estudio

En el presente capítulo se dará una breve semblanza de los países que conforman a las regiones geográficas de Asia Central, el Cáucaso y los Balcanes, su contexto político y social en la actualidad, así como el papel que jugó la arqueología en encontrar evidencia de como el ser humano adquirió la capacidad para consumir productos lácteos.

Asia Central es la región que engloba a las naciones que comparten frontera con Rusia, Irán, Afganistán y China. Estas naciones son las actuales repúblicas de Kazajistán, Kirguistán, Tayikistán, Turkmenistán y Uzbekistán (**Figura 1**). La aridez de la región dificulta la práctica de la agricultura y su distancia al mar la aísla en gran medida del comercio. En consecuencia se han formado pocas ciudades de gran tamaño, y el área estuvo dominada durante milenios por los pueblos nómadas de la estepa. Las relaciones entre los nómadas de la estepa y la población sedentaria de Asia Central fueron durante mucho tiempo conflictivas. El estilo de vida nómada se adaptaba muy bien a la práctica de la guerra y los jinetes de la estepa fueron uno de los pueblos del mundo con mayor potencial militar, aunque estaban limitados por la falta de unidad interna. En las ocasiones en que muchas tribus quedaron bajo el mando de grandes líderes crearon ejércitos casi imparables, como en la invasión de Europa emprendida por los hunos, los ataques Wu Hu a China y sobre todo la conquista de buena parte de Eurasia por los mongoles (**Hanks, 2005**).

El Cáucaso es una región natural situada entre Europa del Este y Asia occidental, entre el mar Negro y el mar Caspio. En esta parte del mundo han vivido gran variedad de pueblos y civilizaciones, que se reflejan en su actual composición étnica, religiosa y lingüística. Ocupa una longitud geográfica total de 1,200 km (**Figura 2**) (**Kakachia, 2011**). Esta región se divide en 2 subregiones:

Cáucaso Sur o Transcaucasia en la vertiente sur de las montañas del Gran Cáucaso, en donde coexisten tres estados independientes: Armenia, Azerbaiyán y Georgia. Esta subregión se suele incluir dentro del Medio Oriente (**Kakachia, 2011**).

Cáucaso Norte o Ciscaucasia en la vertiente norte, que pertenece a la Federación Rusa y se divide en siete repúblicas autónomas: Chechenia, Osetia del Norte, Ingusetia, Kabardino-Balkaria, Karacháevo-Cherkesia, Adiguesia y Daguestán. Esta subregión se suele incluir dentro de Europa Oriental (**Kakachia, 2011**).

La península de los Balcanes se encuentra rodeada de mares por tres lados: el Adriático y Jónico, al oeste; el Egeo al sur; y el Mármara y Negro al este. Está separada de Asia por los estrechos de Dardanelos y Bósforo. Esta región comprende una superficie total de más de 550,000 km². La península pertenece a Albania, Bosnia y Herzegovina,

Bulgaria, Croacia, Grecia, República de Macedonia, Montenegro, Rumanía, Serbia, Kosovo y Turquía **(Figura 2) (Hupchick, 2006) (Quave y Pieroni, 2014)**. El clima es de tipo Mediterráneo en las costas del Adriático y Egeo, en el Mar Negro es subtropical húmedo y en el interior de los Balcanes es continental húmedo. En cuanto a las regiones naturales del territorio es dominante la planicie en las regiones bajas y los bosques en las regiones cercanas a las cordilleras montañosas. Los Balcanes han estado habitados desde el Paleolítico y fueron la ruta de acceso en la diseminación de la ganadería en Europa proveniente de Medio Oriente durante el periodo Neolítico. También en esta región se asentaron las civilizaciones más avanzadas de Europa (entre ellas la griega que surgió alrededor del año 1200 A.C) **(Hupchick, 2006)**.

2.1 Situación política, social y económica de la región objeto de estudio

En los últimos 10 años el panorama económico y político del sureste de Europa, el Cáucaso y Asia Central se ha visto transformado radicalmente tras el colapso de la Unión Soviética y Yugoslavia. Este bloque geopolítico que trasciende 2 continentes (Europa y Asia) ha sido codiciado por potencias económicas como Estados Unidos, Reino Unido, Rusia, Alemania y China debido a la presencia de grandes depósitos de petróleo y gas natural, especialmente en Azerbaijón y Kazajistán **(Hanks, 2005)**. Además durante la década de los años 90, algunos países como Kirguistán, Tajikistán, Turkmenistán, Uzbekistán, Armenia, Croacia, Albania, Bosnia y Herzegovina, Kosovo y Serbia fueron partícipes de conflictos bélicos producto de la inestabilidad social en cuestión étnica y religiosa que trajeron como consecuencia el éxodo masivo de la población a otras naciones y la muerte de cientos de miles de personas en dichos enfrentamientos **(Hupchick, 2006)**. Con respecto a la cuestión social, muchos de los problemas que fueron característicos de los últimos años del periodo comunista persisten en Asia Central y el Cáucaso, ya que hay un alto índice de desempleo. Los sectores ganadero y agrícola han pasado de ser colectivos a privatizados a pesar de que la mayoría de las ocasiones tanto las granjas como el campo han sido abandonados por falta de subsidio del gobierno. La brecha entre ricos y pobres ha crecido y ninguno de estos países ha logrado tener un sistema político estable en consecuencia, los niveles de corrupción son altos. Tres de estos países: Kazajistán, Tajikistán y Uzbekistán, aún son gobernados por los presidentes que ganaron la independencia de estas repúblicas a inicio de los años 90 **(Hanks, 2005)**.



Figura 2. Mapa político de Europa, año 2015, obtenido de [saberesspractico](#)

2.2 Pluralismo cultural de la región

La vida cotidiana de los Balcanes, Asia Central y el Cáucaso ha sido protagonista de procesos históricos en donde los centros de poder entraban en fricción por el control marítimo, terrestre y poblacional en términos lingüísticos, culturales y religiosos. Esto se ve reflejado en la gastronomía nacional de cada país donde un mismo alimento con diferente nombre aparece en las cocinas serbia, croata, búlgara, bosnia, turca, kazaja, albanesa, armenia ó griega como testimonio de un largo intercambio cultural que ha trascendido varios siglos a pesar de las diferencias marcadas entre países. Esta región geográfica se distingue de los demás países del oeste de Europa y el Lejano Oriente por un mayor consumo de productos cárnicos y lácteos y un consumo escaso de productos pesqueros y acuícolas o de origen vegetal (**Giraud y col., 2013**).

En nuestro país los productos lácteos consumidos en los hogares provienen principalmente de la vaca ó cabra. A muchos mexicanos les parecería extraño consumir alimentos derivados del caballo, camello, yak, búfalo u oveja. Se dice que antes de la llegada de los europeos al continente americano ninguno de los pueblos indígenas sabía aprovechar la leche de mamíferos endémicos como el coyote, venado, oso hormiguero y xoloescuintle. El consumo masivo de productos lácteos entre la población nativa inició hasta después de la conquista cuando los españoles introdujeron el ganado bovino y ovino en territorio mexicano **(Roman y col., 2013)**.

2.3 Evidencia arqueológica del consumo de productos lácteos

El hombre comenzó a domesticar el ganado bovino durante la era de Bronce. Los centros de domesticación del ganado se ubicaron en Medio Oriente de donde pasaron a la región este de los Balcanes y de ahí al resto del continente Europeo y Asia Central. El análisis químico de los utensilios utilizados por los habitantes de esa era demostraron que algunas vasijas de cerámica fueron empleadas para el almacenamiento de la leche y sus productos al descubrirse la presencia de los ácidos linolénico y linoleico provenientes del rumen de los animales. En el sitio arqueológico de la cultura Vuchedol ubicado dentro del actual territorio de Vukovar, Croacia, aparte de las vasijas se han encontrado huesos y cuernos utilizados como instrumentos para la elaboración de diferentes productos lácteos. Previo al consumo de leche como fuente de alimentación, la domesticación del ganado estuvo orientada exclusivamente a la producción de carne **(Itan y col., 2011)**.

¿Se encontraron diferencias significativas entre los huesos de animales destinados para consumo de carne y los otros destinados para la obtención de productos secundarios como leche y pieles utilizadas con fines de ornamentación? Trbojevitch y colaboradores en el año 2011 encontraron que la mayoría de las muestras de huesos de animales criados para la producción de carne tenían entre 1-2 años de edad mientras que los animales utilizados para productos secundarios tenían entre 6-8 meses de edad. La alimentación que se le dio a cada animal jugó un papel importante en su esperanza de vida. Cabe resaltar que la mayoría de los huesos encontrados fueron hembras en lugar de machos, ya que los habitantes de la región para asegurar que hubiera reproducción constante en las manadas dejaban vivir a las hembras por un periodo de vida más

prolongado (3-5 años). Además a las hembras sobrevivientes se les ocupaba para la producción de leche **(Trbojevitch y col., 2011)**.

2.4 Bases genéticas del consumo de leche

Previo a la adopción de la ganadería como medio de alimentación, los seres humanos no eran capaces de consumir leche, entonces, ¿qué factor le confirió a los seres humanos la capacidad de poder consumir productos lácteos sin riesgo a la salud? Al parecer, esto se llevó a cabo mediante una modificación genética a nivel alelo. El cambio genético que hizo que los seres humanos pudieran consumir leche ocurrió hace 7500 años durante el periodo Neolítico en una región comprendida entre Europa Central y los Balcanes, cuando el ser humano se benefició de la ordeña de los animales y el consumo de subproductos derivados como medio de supervivencia **(Larson y Burger, 2013)**.

La persistencia a la lactasa (LP, por sus siglas en ingles) es un factor autosomal dominante que permite la producción continua de la enzima lactasa durante la vida adulta. La producción de lactasa en el intestino es indispensable para la digestión de la lactosa. La persistencia a la lactasa es común entre la población del noreste y oeste de Europa, Medio Oriente y en algunos países africanos como Marruecos, Argelia, Libia, Túnez, Egipto y Nigeria. Es poco común en el continente Americano y prácticamente ausente en el Lejano Oriente. En la población europea, la persistencia a la lactasa está relacionada con una transición de citosina a timina en el gen MCM6 (alelo -13.930*T) localizado a 13.91 kb del gen de la lactasa. Los intervalos de frecuencia actuales del alelo -13.930*T entre la población europea son los siguientes: 6%-36% en el Este y Sureste de Europa, 56%-67% en Europa Central y Oeste de Europa y del 89%-96% en las Islas Británicas y Escandinavia. El alelo -13.930*T no está presente en otras poblaciones consumidoras de leche provenientes de África y Medio Oriente. Esto indica que puede haber otros alelos de persistencia a la lactasa asociados a la misma región del gen donde se expresa el alelo -13.930*T mediante un proceso evolutivo convergente. En cuanto a la región de Asia Central se encontró que el alelo de persistencia a la lactasa es el mismo para los habitantes de Kazajistán, Turkmenistán, Kirguistán, Uzbekistán y Tayikistán que en el continente europeo **(Sverrisdóttir y col., 2014)**.

A través de un examen de glucosa en la sangre y posterior análisis de polimorfismos se encontró que el 21% de los kazajos, turkmenos y kirguises son portadores del alelo -13.930*T de persistencia a la lactasa, mientras que sólo el 11% de los uzbekos y tajikos son portadores de este alelo. Los tajikos fueron un pueblo que se dedicaba exclusivamente a la agricultura y preferían el consumo de productos lácteos ya fermentados en lugar de beber la leche fresca una vez que adoptaron la ganadería como estilo de vida como lo hacían los europeos ó sus vecinos kazajos. En cuanto a los uzbekos este bajo porcentaje se explica en que sus ancestros pertenecieron a tribus de diferentes orígenes. En los habitantes de Tayikistán no se ha encontrado presencia del alelo -13.915*G, el cual es común en los países de Medio Oriente. Cabe resaltar que los tayikos son descendientes del pueblo persa al igual que los iraníes **(Heyer y col., 2011)**. Asumiendo que el alelo -13.930*T fue adquirido por individuos que practicaban la ordeña mediante un proceso de selección natural, es posible que estos al portar la mutación del gen de la lactasa lo transmitieran a sus descendientes trayendo como consecuencia la manifestación de este gen en las futuras generaciones producto de la migración y colonización de nuevos territorios **(Itan y col., 2011) (Sverrisdóttir y col., 2014)**.

En el año 2014 el Departamento de Diversidad Animal de la academia búlgara de ciencias realizó estudios del ADN mitocondrial de la vaca gris búlgara y la vaca de cuernos cortos de los Rodopes. Analizaron los haplogrupos de la región D del ADN mitocondrial distinguiéndolos de la siguiente forma: T1 para el ganado africano, T2 para el ganado proveniente del Medio Oriente y Anatolia (actual Turquía), T3 para el ganado del continente europeo y T4 para el este asiático. Se tomaron de 20-39 muestras de tejido nasal para extracción del ADN recolectados tanto de las vacas endémicas de la región balcánica como de otras especies del resto de Europa, Medio Oriente y el este asiático. Se mostró que los haplogrupos T2 y T3 son dominantes en el ganado europeo, lo que explica el origen del ancestro común de todas las especies de Europa en el creciente fértil. En cuanto al haplogrupo T1 presente en menos del 10% de las especies europeas se dice que fue introducido en la región mediterránea desde África encontrándose con mayor frecuencia en la vaca de Istria (proveniente de la actual Croacia) y la vaca podoliana italiana. Por esa razón se explica que tanto la vaca gris búlgara como la vaca de cuernos cortos que no han sido sometidas a un proceso de entrecruzamiento con otras especies bovinas aún continúan conservando su pequeño tamaño desde el periodo Neolítico **(Hristov y col., 2014)**.

Para mayor referencia con respecto a las razas de ganado bovino productoras de leche utilizadas en la región objeto de estudio favor de remitirse al capítulo 3, inciso 3.1.

Capítulo 3. Descripción fisicoquímica de la leche por especie animal

En el presente capítulo se dará una descripción general referente a las características morfológicas de la camella, yegua, vaca, búfala, oveja y cabra, cuales son las razas productoras de leche más importantes en la región objeto de estudio por cada especie animal, así como las diferencias y similitudes que existen en la composición química de la leche producida por estos animales en función de su contenido graso y proteínico. Asimismo se describirá el efecto que ejerce el procesamiento térmico en el valor nutritivo de la leche.

3.1 Vaca

La vaca, en el caso de la hembra ó toro en el caso del macho (*Bos primigenius taurus* o *Bos taurus*), es un mamífero artiodáctilo de la familia de los bóvidos. Se trata de un mamífero ruminante de cuerpo grande y robusto que pesa alrededor de 750 kg, tiene una longitud de 250 cm (sin contar la cola) y una altura hasta la cruz que varía entre 120 y 150 cm dependiendo de la raza. Domesticado desde hace unos 10,000 años en el Oriente Medio, posteriormente su ganadería se desarrolló progresivamente a lo largo y ancho de todo el planeta. Sus primeras funciones fueron para el trabajo y después para la producción de carne y de leche **(Bell y Pond, 2009)**. En la región balcánica, las especies de vacas endémicas más representativas son la vaca gris búlgara (BGC, por sus siglas en inglés (Bulgarian Grey Cattle) encontrada también en tierras rumanas, turcas, húngaras y croatas) **(Figura 3)**, la vaca de cuernos cortos de los Rodopes (SRC, por sus siglas en inglés (Shorthorn Rodopean Cattle)) **(Figura 4)**, la vaca Busha proveniente de Montenegro, Serbia, Bosnia y Herzegovina y Croacia **(Figura 5 y 6)**, la vaca ilia enana (IDC por sus siglas en inglés (Illyric Dwarf Cattle) proveniente de Albania) **(Figura 8)** y la vaca Podóllica griega de la estepa **(Figura 7)**. Dentro de estas 4 especies se encuentra la vaca más antigua y de menor tamaño del continente europeo que es la vaca de cuernos cortos de los Rodopes. Sin embargo, la producción de leche actual de esta región se

enfoca en ocupar vacas de las razas Holstein (**Figura 9**), Brown Swiss (**Figura 11**), Frisona (**Figura 15**), Jersey (**Figura 13**), rojas danesas (**Figura 10**), Simmental (**Figura 12**), Bretón (**Figura 14**) y Tarentaise (**Figura 16**) ó en su defecto entrecruzamientos por inseminación artificial de algunas de estas razas con las razas autóctonas de los Balcanes como en el caso de la vaca de cuernos cortos de los Rodopes con la raza Brown Swiss que ha traído como consecuencia el encontrarse en peligro de extinción (**Hristov y col., 2014**). La herencia de introducir ganado extranjero se remonta al periodo entre las 2 guerras mundiales cuando se redujo el número total de reses. Después de esta reducción y a consecuencia del flujo de refugiados surgió la necesidad de aumentar la producción y se importaron muchos animales de los países vecinos. Se prestó ayuda desde el exterior introduciendo Frisones de Estados Unidos, Dinamarca y el norte de Alemania, Brown Swiss de Suiza, Alemania, Austria y Eslovenia, Jerseys de Estados Unidos, rojas danesas de Dinamarca y ganado Simmental de la antigua Yugoslavia. En la época comunista, países como Bulgaria apostaban por la ganadería lechera con fines de exportación para productos como yogurt y queso kashkaval (por su nombre en idioma búlgaro) a los países vecinos que generaban importantes ingresos a la economía local, pero a la larga fue una política errónea que trajo como consecuencia la reducción en número de las razas de vacas endémicas (cuyo consumo actual se enfoca únicamente a la producción de carne orgánica y leche con fines artesanales) (**INTI, 2013**).

Especies endémicas de ganado vacuno de la región objeto de estudio



Figura 3. Vaca gris búlgara. Kabiyuk, Bulgaria, año 2010. Fotografía: Diego Delso



Figura 4. Vaca de cuernos cortos de los Rodopes. Kyustendil, Bulgaria, año 2008. Fotografía: anónimo



Figura 5. Vaca Busha. Bosnia y Herzegovina, año 2005. Fotografía: elbarn



Figura 6. Vaca Busha con cría. Serbia, año 2005,. Fotografía: elbarn



Figura 7. Vaca podólica griega de la estepa. Año 2010. Fotografía: anónimo



Figura 8. Vaca ilia enana. Albania, año 2007. Fotografía: ideasonline

Especies bovinas lecheras introducidas a la región objeto de estudio



Figura 9. Vaca Holstein. Países Bajos, año 2014. Fotografía: Alex Arkink



Figura 10. Vaca roja danesa. Suecia, año 2010. Fotografía: Olav Vihild



Figura 11. Vaca Brown Swiss. Suiza, s/año. Fotografía: Rally Anne Thompson



Figura 12. Vaca Simmental. Rumania, año 2010. Fotografía: rasapura



Figura 13. Vaca Jersey. Argentina, año 2015. Fotografía: anónimo



Figura 14. Vaca Bretón. Italia, año 2015. Fotografía: fondazione slowfood



Figura 15. Vaca Frisona. España, año 2014. Fotografía: Lucía López



Figura 16. Vaca Tarentaise. Estados Unidos, año 2007. Fotografía: rancho Ankerman

3.1.1 Análisis químico proximal de la leche de vaca vs otros mamíferos productores de leche

La leche es una secreción de color amarillo blanquecino producida por las glándulas mamarias de las hembras de los mamíferos que desde el punto de vista alimenticio se considera altamente nutritiva debido a la presencia de vitaminas, oligosacáridos,

aminoácidos libres y factores de crecimiento. El color amarillo que presenta se atribuye a los carotenos ingeridos en la dieta del animal durante el pastoreo (**Haenlein y Park, 2011**). En la **Tabla 1** se aprecia que la leche de más alto contenido protéinico es la de oveja (52 g/L) mientras que la que presenta un mayor contenido graso es la de búfala (81-90 g/L) lo que la convierte en una leche idónea para obtener mantequilla. La leche de yegua es la de menor contenido graso (3-12 g/L), por lo tanto su aplicación más frecuente es en el campo de las bebidas fermentadas alcohólicas debido a que tiene una mayor proporción de azúcares en solución (64-72 g/L) con respecto a las demás especies mamíferas productoras de leche ya que durante el proceso de fermentación la lactosa de la leche de yegua se convierte en ácido láctico, etanol y dióxido de carbono y se vuelve una fuente accesible de alimentación para las personas que son intolerantes a la lactosa (**Claeys y col., 2014**).

Tabla 1. Composición de la leche de las hembras de los mamíferos con la que se preparan los productos alimenticios del presente trabajo.

Parámetros	Camella (rumiante)	Cabra (rumiante)	Vaca (rumiante)	Búfala (rumiante)	Oveja (rumiante)	Yegua (no rumiante)
Materia seca (g/L)	119-150	119-163	118-130	157-172	181-200	93-116
Proteínas totales (g/L)	29	34.5	32.5	50.2	52	17
Proteínas globulares (g/L)	6.9	6.5	6.2	10.2	10	6
Caseína (g/L)	22.1	28	26.3	40	42	11
Grasa (g/L)	20-38	30-60	33-54 *	81-90 ****	50-68	3-12
Azúcares (g/L)	35-58	32-50	44-56	32-49	41-59	64-72
Cenizas (g/L)	6-9	7-9	7-8	8-9	8-10	3-5
Aporte energético (kJ/L)	2410-3286	2802-2894	2709-2843	4244-4779	4038-4439	1936-2050

Fuente: (Barlowska y col., 2011), (Haenlein y Park, 2011), (Brezovechki y col., 2015).

3.1.2 Proceso de formación de los glóbulos grasos en la leche de vaca y efecto de las micelas de caseína

La formación y secreción de los glóbulos grasos inicia en la región del retículo endoplásmico del tejido epitelial mamario. Los glóbulos formados miden 0.2 μm y pueden crecer hasta 3.95 μm de diámetro conforme viajan a través de la membrana celular apical para ser extruidos en el lumen alveolar. Previo al proceso de excreción en la región apical de la membrana plasmática, se forma una primera capa compuesta de fosfolípidos, cerebrósidos y colesterol (**Tabla 2**) (**Contarini y Povo, 2013**). Cuando el glóbulo se aproxima a la membrana plasmática, se forma otra capa de 4-10 nm de espesor compuesta principalmente de proteínas como xantina oxidasa, xantina deshidrogenasa, mucina 1 (MUC 1), butiropilina, adipopilina (ADPH), proteasa 3 peptona (PP3) y el ácido periódico de Schiff (PAS III). Estas proteínas constituyen el 2% de la proteína total en la leche. El papel que desempeñan estas proteínas es proteger a los glóbulos de degradación enzimática y coalescencia (**Figura 17**). El arreglo que presentan las proteínas de la membrana externa del glóbulo es asimétrico. La adipopilina que tiene una gran afinidad por los triglicéridos del glóbulo se ubica en la parte polar de la membrana interna lipídica. Las proteínas xantina oxidasa y deshidrogenasa también se ubican en la misma región que la adipopilina. Estas se encuentran conectadas con la butiropilina y su función es actuar como un complejo supramolecular que conecta a las membranas interna y externa. La butiropilina juega un rol importante en el ensamblaje y estabilización de la membrana externa, mientras que la mucina 1 se distribuye uniformemente en toda la superficie de la membrana. La mucina 1 está compuesta de glicoproteínas que confieren protección contra bacterias patógenas tipo *Escherichia coli*. Dentro de la mucina 1 existe una glicoproteína responsable de proteger contra el ataque del rotavirus que produce la diarrea infantil la cuál es la lactaderina (**Figura 18**) (**El-Loly, 2011**).

Tabla 2. Composición química de las membranas del glóbulo graso de la leche de vaca.

Fracción lipídica	% del lípido total	Proporción promedio con respecto a la cantidad total de lípidos en la leche de vaca (g/L) *
Triacilglicéridos	95.5	41.55
Diacilglicéridos	1.45	0.63

Fracción lipídica	% del lípido total	Proporción promedio con respecto a la cantidad total de lípidos en la leche de vaca (g/L) *
Cetoacilglicéridos	1.1	0.48
Fosfolípidos	0.9	0.39
Esteroles	0.3	0.125
Ácidos grasos libres	0.25	0.105 **
Esfingolípidos	0.06	0.025
Monoglicéridos	0.03	0.012

Fuente: (Berlitz, 2009), (Smoczynski y col., 2012).

* Información obtenida de la Tabla 1, promedio de la cantidad de grasa total en la leche de vaca (33-54 g/L)

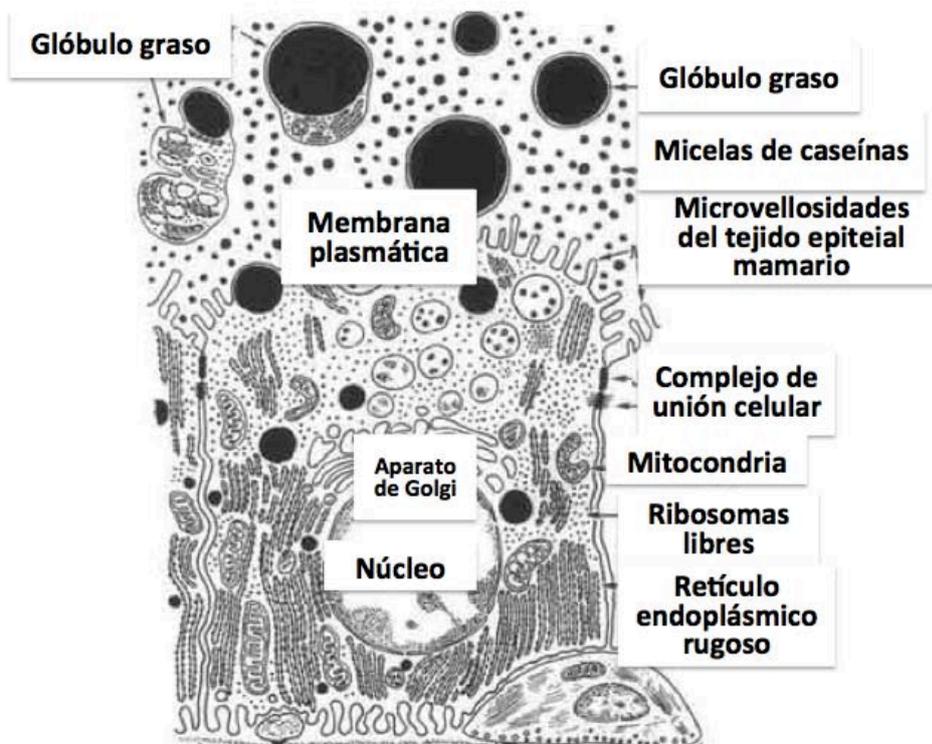


Figura 17. Esquema de la célula glandular mamaria de la vaca (Januel y Michalski, 2006)

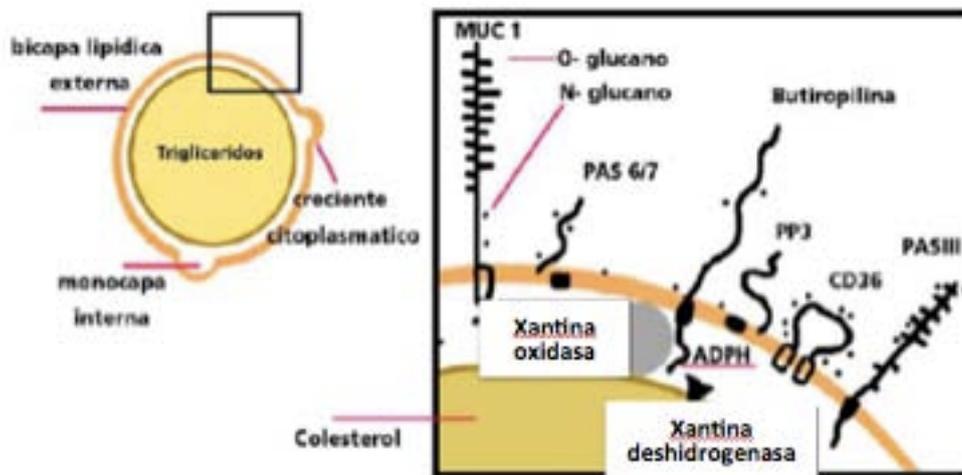


Figura 18. Estructura del glóbulo de grasa en la membrana plasmática de la célula glandular mamaria previo al proceso de excreción (Haenlein y Park, 2011).

La función de las proteínas de la leche es el de proveer a los mamíferos durante el periodo de lactancia con los aminoácidos esenciales necesarios para el desarrollo de tejido muscular. Las proteínas se dividen en 2 tipos: caseínas (forman el 80% del contenido protéico) (**Figura 19**) y proteínas globulares (forman el 20% del contenido protéico). Las caseínas se dividen en 4 tipos: α 1-caseína, α 2-caseína, β -caseína y κ -caseína. La α 1-caseína está compuesta por 199 aminoácidos y tiene un peso molecular de 23,000 Da. De todos sus aminoácidos 17 corresponden a la prolina, los cuales le confieren a la molécula una estructura estable. Además posee una región polar rica en grupos carboxilo entre las posiciones 43-80. En presencia de iones Ca^{2+} la α 1-caseína forma una sal insoluble (**Trejo, 2012**). La α 2-caseína tiene 207 aminoácidos, su peso molecular es de 25,000 Da, 10 de sus aminoácidos son prolina ubicados en la posición 30, 93 y de la 101-121. Tiene 11 fosfoserinas y 2 cisteínas que le permiten a las cadenas de aminoácidos de la α 2-caseína establecer puentes disulfuro entre sí, en consecuencia esta molécula precipita más fácilmente en presencia de iones Ca^{2+} con respecto a la α 1-caseína. La estructura primaria de la β -caseína esta formada por una cadena de 209 aminoácidos cuyo peso molecular es de 24,000 Da. Cinco residuos de fosfoserina se localizan entre las posiciones 1-40 confiriéndole una región ionizable susceptible a unirse con iones Ca^{2+} , mientras que las posiciones 136-209 poseen residuos apolares. La β -caseína al igual que las α -caseínas no presentan cisteína en su estructura. La κ -caseína está compuesta por 169 aminoácidos, el peso molecular del monómero es de 19,037 Da y

contiene 2 residuos de cisteína. Esta proteína tiene la capacidad de asociarse a carbohidratos como galactosa, galactosamina y el ácido-N-acetilneurámico mediante la formación de enlaces N-glucosídicos con las treoninas ubicadas en las posiciones 131,133 y 136 **(Eraso y col., 2012)**.

La κ -caseína es el único constituyente de la caseína que permanece soluble en presencia de iones Ca^{2+} en la leche. Esta propiedad es de vital importancia para mantener estables a las micelas de caseína. Sin embargo, durante la preparación de queso la enzima quimosina (presente en el cuajo) se ancla a las posiciones 105 y 106 de la molécula de κ -caseína donde se ubican los aminoácidos fenilalanina y metionina separando esta región en 2 fragmentos: para- κ -caseína y un glicomacropéptido. El glicomacropéptido liberado es soluble en agua mientras que la para- κ -caseína precipita en presencia de iones Ca^{2+} **(Berlitz, 2009)**.

Existen 2 tipos de proteínas globulares en la leche: la α -lactoalbúmina y β -lactoglobulina. La α -lactoalbúmina está compuesta por 123 aminoácidos, su peso molecular es de 14,200 Da, posee 8 residuos de cisteína ubicados en las posiciones 6, 28, 61, 73, 77, 91, 111 y 120. Su estructura es homóloga a la lisozima (enzima presente en las lagrimas y saliva de los mamíferos). Tiene 2 variantes genéticas A y B. La variante B es la dominante en especies de vacas provenientes de Este de Europa. La variante B se diferencia de la A encontrada en vacas del continente asiático por la sustitución del aminoácido arginina por la glicina en la posición 10. Se ha reportado que confiere efecto bactericida y antitumoral en el organismo humano **(Stanchiuc y Rapeanu, 2010)**. La β -lactoglobulina interactúa con las micelas de caseína como resultado de un proceso de calentamiento de la leche. Esta proteína se une a la κ -caseína a través de puentes disulfuro. Su peso molecular es de 18,000 Da. Se compone de 162 aminoácidos. Es estable a pH ácido. Tiene 5 residuos de cisteína, uno de los cuales está libre en la posición 121 de la molécula. Al estar libre este residuo la molécula puede asociarse a la α -lactoalbúmina y κ -caseína durante el calentamiento de la leche **(Anant y col., 2013)**.

La materia seca de las caseínas está compuesta por 94% proteína y 6% minerales (el denominado fosfato de calcio coloidal encargado de mantener unidas todas las submicelas de caseína). Son capaces de soportar temperaturas de congelación de hasta -20 °C siempre y cuando el congelamiento sea rápido, ya que si el proceso de congelación es lento las micelas se desestabilizan debido a un incremento de iones Ca^{2+} por la

precipitación del $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ trayendo como consecuencia la cristalización de la lactosa que disminuye el punto de congelación de la leche. La pasteurización de alta temperatura-poco tiempo (HTST por sus siglas en inglés) realizada a $72\text{ }^\circ\text{C}$ durante 15 s no afecta a las caseínas, pero el calentamiento a mayores temperaturas provoca desnaturalización de las proteínas del suero y ocasiona que estas interactúen con las micelas de caseína vía formación de puentes sulfhidrilo entre la β -lactoglobulina y κ -caseína relacionados con la aparición de pardeamiento y sabor amargo en la leche, disminución de pH y posterior floculación (Berlitz, 2009).

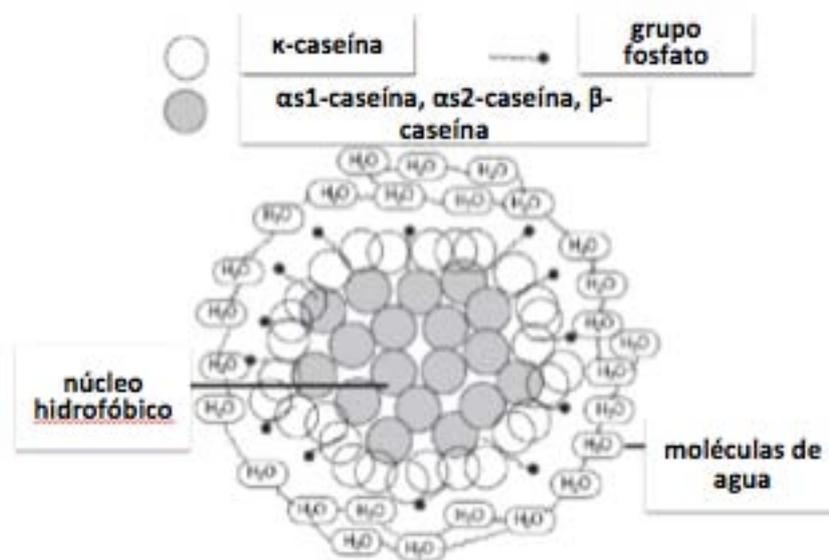


Figura 19. Micela de caseína (Januel y Michalski, 2006).

3.1.3 Ácidos grasos libres en la leche de vaca

La leche se caracteriza por tener un alto contenido de ácidos grasos de bajo peso molecular, principalmente ácido butírico y cáprico (Tabla 3). La razón por la que la leche tenga bajo contenido de ácidos grasos poliinsaturados se explica a través del proceso de biohidrogenación llevado a cabo por bacterias anaeróbicas que habitan en el rumen del animal. Las principales bacterias que participan en este proceso son: *Anaerovibrio lipolytica*, *Propionobacterium acnes*, *Propionobacterium freudenreichii*, *Bifidobacterium ssp* y *Butyvirbio fibrisolvens*. Estos microorganismos mediante la acción de isomerasas modifican la estructura química de los ácidos grasos insaturados (adquiridos a través de

la dieta del animal y en la síntesis *de novo* en las células mamarias epiteliales) produciendo como intermediarios ácido linoléico conjugado (ácido cis-9, trans-11-octadecadienóico, también conocido como ácido ruménico) que es fabricado por *Butyvirbio fibrisolvens* a partir de los ácidos linoléico y linolénico y el isómero del ácido linoléico conjugado (cis-12, trans-10-octadecadienóico) producido por las bacterias *Propionobacterium acnes* y *Propionobacterium freudenreichii*. Estos isómeros son transformados en ácido oléico y esteárico mediante procesos de hidrogenación en sus dobles enlaces. En cuanto a la especie de bacteria que juega un papel de iniciador del proceso de biohidrogenación destacamos a *Anaerovibrio lipolytica* cuya función es participar en la fermentación de glicerolos, en especial triglicéridos (**Jenkins y Lee, 2011**).

Tabla 3. Ácidos grasos libres presentes en la leche de vaca.

Ácidos grasos saturados	% de ácidos grasos saturados libres en solución	Cantidad (g/L) **
Ácido butírico	2.79	0.0029
Ácido caprónico	2.34	0.0024
Ácido caprílico	1.06	0.0011
Ácido cáprico	3.04	0.0031
Ácido láurico	2.87	0.0030
Ácido mirístico	8.94	0.0093
Ácido pentadecílico	0.79	0.0008
Ácido palmítico	23.8	0.0249
Ácido margárico	0.70	0.0007
Ácido esteárico	13.2	0.0138
Ácido nonadecílico	0.27	0.0003
Ácido araquídico	0.28	0.0002
Ácidos grasos insaturados	% de ácidos grasos insaturados libres en solución	Cantidad (g/L) **
Ácido caproléico	0.27	0.0003
Ácido miristoléico	0.72	0.0007
Ácido palmitoléico	1.46	0.0015
Ácido oleico	25.5	0.0267
Ácido elaídico	0.31	0.0003
Ácido vaccénico	1.08	0.0011
Ácido linoléico	2.11	0.0022
Ácido linolénico	0.38	0.0004

Fuente: (Berlitz, 2009), (Jenkins y Lee, 2011)

** Información obtenida de la Tabla 2: fracción de ácidos grasos saturados en 0.105 g/L de ácidos grasos libres totales

3.1.4 Efecto del procesamiento térmico sobre el valor nutritivo de la leche

El calentamiento interviene en casi todos los procesos industriales para la elaboración de alimentos. Estos procesos térmicos incluyen las técnicas de pasteurización, esterilización, concentración y deshidratación. Los efectos del procesamiento térmico pueden dividirse en 2 categorías: los que alteran la estructura secundaria, terciaria y cuaternaria de las proteínas y los que modifican la estructura primaria. Los primeros efectos que despliegan las proteínas pueden mejorar el valor biológico de una proteína porque los enlaces peptídicos son más accesibles a las enzimas digestivas. Sin embargo, la alteración de la estructura primaria puede reducir la digestibilidad y producir residuos no biodisponibles. Los tratamientos térmicos de la leche pueden producir la β -eliminación de los residuos cistinilo y fosfoserilo formando deshidroalanina. Esta sustancia reacciona rápidamente con los residuos lisilo para formar enlaces cruzados de lisoalanina en la cadena proteica. La lisoalanina no está biológicamente disponible y los enlaces cruzados reducen la digestibilidad de la proteína (**Lacroix y col., 2008**). Estos cambios son particularmente significativos puesto que el valor nutritivo de las proteínas de la leche está limitado por su bajo contenido en aminoácidos sulfurados. Afortunadamente, ni en la pasteurización ni en los tratamientos UHT se forma una cantidad significativa de residuos lisinoalanino, no obstante, si se originan en la esterilización de los envases. Incluso los tratamientos térmicos suaves inducen la iniciación de las reacciones de Maillard, con la formación de lactulosa-lisina y otros compuestos que reducen la cantidad de lisina disponible. La pérdida de lisina disponible durante la pasteurización (1-2%) ó esterilización UHT (2-4%) no se considera significativa, no obstante, los tratamientos más severos como la concentración por evaporación a alta temperatura ó la esterilización en el envase, puede causar pérdidas superiores al 20% de lisina. El almacenamiento de leche sometida al proceso de UHT durante largos periodos de tiempo a temperaturas superiores a 35 °C también pueden reducir significativamente la lisina disponible. Debido a que las proteínas de la leche contienen abundante lisina, las pequeñas pérdidas no son nutritivamente significativas, excepto en aquellos casos en los que los productos lácteos se utilizan para compensar dietas deficientes en lisina (**Fennema, 2010**).

Las proteínas de la leche contienen secuencias de péptidos que participan en distintas funciones biológicas como la secreción de hormonas, la defensa inmunitaria, la absorción

de nutrientes, la transmisión de la información neurológica y el crecimiento microbiano. *In vivo*, estos péptidos se liberan por proteólisis en el estómago ó en los intestinos de los animales. Los péptidos también pueden sintetizarse químicamente. Los distintos péptidos obtenidos pueden incorporarse a otros alimentos para elevar su valor nutrimental (Fennema, 2010).

Tabla 4. Péptidos derivados de las caseínas de la leche de vaca con actividad terapéutica.

Proteína	Nombre del péptido	Posición del péptido dentro de la proteína	Actividad biológica
α 1-caseína	Isracidina	1-23	Antimicrobiano
	α 1-casoquinina-5	23-27	Antimicrobiano
	Caseinofosfopéptido	59-79	Ligante y transportador de Calcio
	α -caseína exofima	90-96	Agonista opioide
	Casoxina D	158-164	Antagonista opioide
α 2-caseína	β -casoquinina-I	165-203	Antimicrobiano
β -caseína	β -casoquinina-7	177-183	Inhibidor ECA
	β -casoquinina-10	193-202	Inhibidor ECA y inmunomodulador
	β -casomorfina-5	60-64	Agonista opioide
	Morficeptina	60-63	Agonista opioide

Proteína	Nombre del péptido	Posición del péptido dentro de la proteína	Actividad biológica
κ-caseína	Casoplatelina	106-116	Antitrombótico
	Peptido inhibidor de la trombina	112-116	Antitrombótico
	Glicomacropéptido	106-169	Inhibe la agregación de plaquetas y es anticariogénico
	Casoxina C	25-34	Antagonista opioide

Fuente: (Fennema, 2010)

Algunos péptidos como las casoquininas derivados de las caseínas α_1 y β presentan una actividad hipertensiva porque actúan inhibiendo la enzima convertidora de angiotensina (ECA). La enzima ECA transforma la angiotensina I en angiotensina II y su inhibición ayuda a reducir la tensión sanguínea. Los péptidos con actividad microbiana son la isracidina y la casoquinina que proceden de las caseínas α_1 y α_2 . Estos péptidos con activos contra microorganismos patógenos Gram positivos (*Listeria monocytogenes*) y Gram negativos (*Escherichia coli* y *Aeromonas sobria*) ya mencionados en el capítulo 5. El glicomacropéptido derivado de la κ-caseína obtenido durante la elaboración de queso presenta actividad anticariogénica debido a que inhibe el crecimiento de estreptococos orales responsables de la formación de placa dental, por ello se utiliza como ingrediente de algunos productos para la higiene bucal. Los dominios fosfopéptidos de las caseínas sensibles al calcio tienen unas excelentes propiedades para ligar el calcio y son resistentes a la proteólisis. Estos caseinofosfopéptidos derivados de las caseínas α_1 , α_2 y β se encuentran en el intestino delgado en donde aumentan la solubilidad del calcio y favorecen el transporte de calcio a través de la pared intestinal, mejorando así la absorción de este elemento y la calcificación de los huesos. Se han identificado varios péptidos que tienen actividad opioide. Los que proceden de la β-caseína se conocen como β-casomorfina debido a que actúan de forma similar a la morfina (bloqueando los receptores del dolor en el sistema nervioso central estimulando la liberación de endorfinas). Aunque su estructura primaria es ligeramente diferente a las de los típicos péptidos opioides conocidos como endorfinas, estos péptidos atípicos son antagonistas

opioides porque su estructura encaja bien en el bolsillo del receptor opioide. Por lo tanto son capaces de modular actividades fisiológicas como el tiempo de tránsito gastrointestinal, la acción antidiarréica, el transporte de aminoácidos y la actividad endócrina del páncreas, produciendo un aumento en la producción de insulina. También se han identificado 2 péptidos, caxosina D y C. La caxosina D deriva de la α 1-caseína, mientras que la caxosina C deriva de la κ -caseína. Ambos son antagonistas opioides. Otros péptidos derivados de la κ -caseína presentan actividades antitrombóticas y inmonomoduladoras. Por ejemplo el glicomacropéptido favorece la síntesis de IgA e induce la proliferación de los linfocitos B. Además inhibe la agregación de las plaquetas, por lo que reduce la trombosis. Otros péptidos derivados de la parte del glicomacropéptido de la κ -caseína tienen también actividad antitrombótica **(Ballard y Morrow, 2013) (Tabla 4)**. En cuanto a las proteínas globulares también se han identificado algunos péptidos con actividad antimicrobiana derivados de la β -lactoglobulina y α -lactoalbúmina. Estos péptidos son activos para combatir algunas bacterias patógenas Gram positivas del género *Staphylococcus*. Un péptido con actividad antimicrobiana es la lactoferricina B derivado de la lactoferrina que contribuye a combatir patógenos como *Staphylococcus aureus* y *Escherichia coli*. También este péptido presenta actividad antiviral, inmunoreguladora y antiinflamatoria **(Ballard y Morrow, 2013)**.

3.2 Camella

El camello bactriano (*Camelus bactrianus*) es una especie de mamífero artiodáctilo de la familia *Camelidae*. Se caracteriza por tener pelaje mediano y presencia de 2 jorobas. Este camello es endémico del desierto de Gobi ubicado entre el suroeste de Mongolia y noroeste de China. Se emplea como medio de transporte y fuente de alimentación entre la población local. Se trata de una especie más robusta y de patas más cortas que el dromedario. Tienen pelo lanoso, largo y espeso distribuido en cuello, jorobas y patas anteriores que es de color pardo oscuro llegando casi a negro. Esto le permite defenderse tanto del sol implacable de las estepas y desiertos rocosos de Asia Central como de las bajas temperaturas. Es un animal que llega a medir 3 m de largo y pesa de 600 a 1000 kg **(Figura 20 y 21) (Mal y Pathak, 2010)**.



Figura 20. Camella (*Camelus bactrianus*) en proceso de ordeña, Mugere, Kazajistán, año 2015, fotografía: framepoolheadquarters



Figura 21. Camella (*Camelus bactrianus*) con cría, Minneapolis, EUA, año 2011, fotografía: Minnesota zoo

3.2.1 Hallazgos recientes en la composición química de la leche de camella

En la leche de camella se han reportado propiedades anticancerígenas, hipoalérgicas y antidiabéticas. Es una fuente rica en ácidos grasos insaturados. Esta leche presenta baja cantidad de β -lactoglobulina en comparación con la leche de vaca pero es compensada por la presencia de otras proteínas globulares como lactoferrina, inmunoglobulinas, lactoperoxidasas y lisozima que contribuyen al efecto hipo-alérgico de la leche. Constituyen del 20-25% de las proteínas totales de la leche. Además presenta un alto nivel de α -lactoalbúmina, lo que la convierte en una leche que puede ser suministrada a recién nacidos en sustitución a la leche materna. Sin embargo, su producción es baja en comparación con la otros mamíferos como la vaca (la camella tan sólo produce 3-5 L/día en países como Tajikistán, Turquía, Kirguistán y Turkmenistán). El país de Asia Central con mayor producción de leche de camella es Kazajistán con 6-7 L/día. El periodo de lactación de una camella es de 14-18 meses. Cada periodo de lactación produce de 500-1254 L de leche (**Haenlein y Park, 2011**).

La leche del camella es alta en grasa en comparación con la leche de dromedario, ya que al vivir en un clima frío conservan mayor cantidad de grasa acumulada en sus tejidos para soportar las temperaturas extremas. De esta manera dispone de una importante reserva de energía y de agua. Se dice que acumulan de 15 a 20 kg de triacilglicéridos y fosfolípidos en sus jorobas. Los triacilglicéridos constituyen el 96% del contenido total de lípidos. Cuando estos animales pasan mucho tiempo sin comer, la joroba se vacía y

colapsa; su regeneración requiere meses de alimentación a un ritmo normal. La composición de los ácidos grasos de la leche de camella es diferente a la del dromedario (oriundo del Norte de África y Medio Oriente). Se ha reportado que la leche del dromedario tiene mayor cantidad de ácido cáprico y ácido esteárico mientras que el camello bactriano es rico en ácido mirístico, ácido palmítico y ácido oléico. Del ácido palmítico, la camella obtiene agua metabólica a través de un proceso de β -oxidación que involucra la oxidación de los ácidos grasos. Mientras que el dromedario obtiene su agua metabólica y fuente de energía a partir del ácido mirístico. Los ácidos grasos saturados en la leche de camella constituyen el 67.7% del contenido total de grasa mientras que en la leche de vaca constituyen el 69%, en cuanto a ácidos grasos insaturados estos representan el 43% de la emulsión **(Brezovechki y col., 2015)**.

Los glóbulos de grasa de la leche de camella miden entre 2.6 a 4.2 μm . Debido a su bajo contenido de caroteno la leche presenta un color más blanco que la leche de vaca. En cuanto al contenido de proteínas la fracción de caseína en la leche esta compuesta por las proteínas: α 1-caseína (22%), α 2-caseína (9.5%), β -caseína (65%) y κ -caseína (3.5%). El tener una alta concentración de β -caseína al igual que la leche humana es la razón por la que esta leche tiene una mayor digestibilidad en el organismo humano siendo capaz de disminuir la aparición de alergias en los seres humanos. La α 2-caseína contiene 11 residuos de fosfoserina que proveen a la caseína con una afinidad fuerte hacia el calcio, magnesio y oligosacáridos. La κ -caseína difiere de las otras caseinas por su sensibilidad a la quimosina, baja afinidad al calcio y la presencia de carbohidratos en su estructura. La hidrólisis de la κ -caseína por la acción de la quimosina en la leche de camella se lleva a cabo entre los péptidos Phe97-Ile98 y en la leche de vaca se lleva a cabo entre los péptidos Phe105-Met106. Además la κ -caseína de la camella posee un residuo de prolina adicional en su secuencia en la posición 95 del péptido, este juega un papel importante en la estabilidad de la leche a procesos de enfriamiento. Sin embargo la baja cantidad de κ -caseína y β -lactoglobulina hace que la leche tenga baja estabilidad al calentamiento si se somete a temperaturas superiores de 140 °C **(Sabahelkheir y col., 2012)**.

3.3 Cabra

La cabra (*Capra aegagrus hircus*) es un mamífero artiodáctilo de la subfamilia *Caprinae* que fue domesticado alrededor del año 8000 a. C. Es un animal de pequeña talla, con cuernos arqueados, muy ágil y adaptado a saltar y escalar. Su distribución es amplia y se encuentra en todo el mundo, principalmente en las zonas montañosas. Son hoy en día uno de los principales animales domésticos en Oriente Medio, norte y este de África y la Europa Mediterránea (Haenlein, Park, 2011). Las razas de cabra más representativas de la región balcánica y Asia Central son la raza griega Skopelos (Figura 24), cabra de los Cárpatos (Rumania y Bulgaria) (Figura 23), raza Cashmere (Asia Central) (Figura 22) y la cabra blanca serbia (Serbia, Montenegro, Bosnia y Herzegovina) (Figura 25). De estas especies la que produce mayor cantidad de leche es la griega con 500,000 ton de leche al año (forma el 6% de la producción de leche de cabra a nivel mundial) (Bogdanovitch y col., 2010) (Voors y D'Haese 2010).



Figura 22. Cabra raza Cashmere con cría. EUA, año 2015. Fotografía: Frederick J Brown

Figura 23. Cabra de los Cárpatos. Ucrania, año 2009. Fotografía: anónimo



Figura 24. Cabra griega Skopelos. Grecia, año 2010. Fotografía: Peter Pick

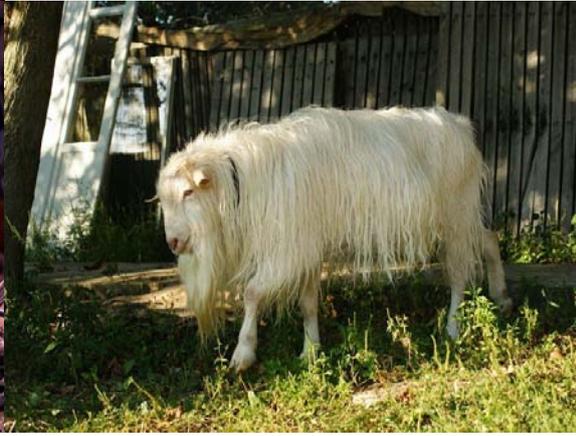


Figura 25. Cabra blanca serbia. Serbia, año 2013. Fotografía: Serbian Animals Voice (SAV)

3.3.1 Hallazgos recientes en la composición química de la leche de cabra

La leche de cabra se diferencia de la leche de vaca por su digestibilidad más elevada y propiedades terapéuticas en medicina. Actualmente hay interés en consumir esta leche por las personas que padecen alergias a la leche de vaca (**Claeys y col., 2014**). El tamaño medio de los glóbulos de grasa de la leche de cabra es de alrededor de 3.78 μm . El que tenga glóbulos grasos más pequeños está asociado a la pobre capacidad de desnatado de la leche de cabra, ya que el tener poca cantidad de aglutininas presentes evita que agrupen los glóbulos grasos. A diferencia de la leche de vaca esta posee mayor contenido de ácidos grasos de cadena corta como los ácidos caprónico, caprílico y cáprico. En cuanto a los ácidos grasos de cadena larga, el más importante es el ácido ruménico ya que se le ha atribuido actividad anticancerígena, actividad antiteratogénica, promueve el crecimiento y ayuda a reducir la grasa corporal. El isómero más activo biológicamente del CLA es el ácido cis-12, trans-10-octadecadienóico que supone más del 82% del total de los isómeros en los productos lácteos. Es posible aumentar el contenido de CLA en la leche a través de la manipulación de la dieta de los animales y suplementación con algunos ingredientes como la adición de aceite de canola. Los ácidos grasos libres se han relacionado con la intensidad del gusto a cabra en productos como quesos. El ácido graso que le confiere este sabor es el ácido caprílico (**Haenlein y Park, 2011**).

Las proteínas mayoritarias en la leche de cabra son 5: β -lactoglobulina, κ -lactoalbúmina, κ -caseína, β -caseína y α_2 -caseína. De todas estas proteínas, la β -caseína es el componente mayoritario de la fracción caseína de la leche de cabra ya que forma el 54.8% de la caseína total de la leche de cabra. La κ -caseína es el único componente de las caseínas de la leche de cabra del que se ha determinado la secuencia completa de aminoácidos. Esta secuencia difiere de su homóloga bovina en que tiene una cadena de 171 en lugar de 169 residuos de aminoácidos (**Atanasova e Ivanova, 2010**). La composición en aminoácidos de las proteínas de la leche de cabra es la siguiente: las α -caseínas contienen una mayor cantidad de aspartato, lisina y tirosina que las β -caseínas, mientras que estas últimas tienen mayor cantidad de leucina, prolina y valina que las primeras (**Maheswari y col., 2011**). La estructura de la micela de caseína de la leche de cabra contiene más calcio y fósforo inorgánico que la micela de caseína de la leche de vaca, están menos solvatadas, son menos estables al calor y en consecuencia pierden la β -caseína fácilmente. La leche de cabra contiene más caseína que la leche de vaca. Si se somete a enfriamiento, esto conduce a solubilización parcial del fosfato de calcio coloidal y la β -caseína. Estas modificaciones son responsables de la alteración de las propiedades de la leche para elaborar queso, especialmente un descenso en el rendimiento quesero. El bajo contenido de caseína y el mayor tamaño micelar son responsables de la textura débil del yogurt de cabra. También el elevado contenido en calcio iónico y baja solvatación micelar en la leche pueden contribuir a su inestabilidad al calor (**Haenlein y Park, 2011**).

3.4 Yegua

El caballo (*Equus ferus caballus*) es un mamífero perisodáctilo domesticado de la familia de los équidos. Es un herbívoro de cuello largo y arqueado, poblado por largas crines. A la hembra del caballo se le llama yegua. La cría y utilización del caballo por parte del hombre se conoce como ganadería equina. Su domesticación se remonta al año 3600 a. C., en la región de Kazajistán. Los caballos son mamíferos grandes con pezuñas. Son herbívoros. Tienen un aparato digestivo adaptado a consumir una dieta de hierba y otros materiales vegetales durante la mayor parte del día. En comparación con los humanos tienen un estómago relativamente menor pero unos intestinos mucho más largos que

permiten un flujo continuo de nutrientes. Un caballo de 450 kg come entre 7 y 11 kg de comida diariamente, y en condiciones normales bebe de 38 a 45 L de agua. Los caballos no son rumiantes, por lo que sólo tienen una cavidad en su estómago, a diferencia de las vacas o las ovejas que tienen cuatro cavidades. Pueden digerir la celulosa de la hierba gracias a que poseen un ciego muy desarrollado por el que la comida pasa antes de llegar al intestino grueso. A diferencia de los humanos los caballos no pueden vomitar, por eso los problemas digestivos pueden provocarles cólicos que les pueden ocasionar la muerte (**Haenlein y Park, 2011**). El tamaño de los caballos varía considerablemente entre las distintas razas, y también está influido por la nutrición. Según su porte las razas de caballo suelen dividirse en tres grupos: pesados ó de tiro; ligeros ó de silla; ponis y razas miniatura. La altura de los caballos de silla ó ligeros suele oscilar entre 142 y 163 cm y su peso oscila entre 380 y 550 kg. Los caballos de silla más grandes tienen una altura a partir de 157 cm y llegan hasta 173 cm, pesando alrededor de 500 a 600 kg. Las razas de tiro ó pesadas miden generalmente de 163 a 183 cm y pueden pesar entre 700 y 1000 kg. Los caballos han sido utilizados tradicionalmente como fuente de alimentación en Asia Central y Mongolia principalmente. Su distribución abarca el norte de China, Kazajistán, Kirguistán, Tajikistán, Uzbekistán, la región de Siberia en Rusia, Hungría, Austria y Alemania. En la actualidad se estima que 30 millones de personas beben su leche de modo regular. En los últimos años ha aumentado el interés por consumirla en países como Francia y Italia debido a que posee similitudes composicionales con la leche humana. Se ha utilizado esta leche para el tratamiento de patologías humanas como hepatitis, úlcera crónica y tuberculosis. Las razas de caballos productores de leche son: Kushum (**Figura 30 y 31**), Anglo-Árabe (**Figura 26**), Lokai (**Figura 27**), Halflinger (**Figura 28**) y Kyrgyz (**Figura 29**) (**Fox y col., 2010**).



Figura 26. Yegua anglo-árabe. Sudáfrica, año 2012. Fotografía: Jessica Young



Figura 27. Yegua Lokai. Tajikistán, año 2015. Fotografía: Sally Anne Thompson



Figura 28. Yegua Haflinger. Austria, año 2009. Fotografía: Matthias



Figura 29. Yegua Kyrgyz. Kirguistán, año 2015. Fotografía: Michael Mcfeat



Figura 30. Yegua Kushum c/ macho. Reino Unido, año 2013. Fotografía: Rena Sherwood



Figura 31. Raza Kushum. Kazajistán, año 1995. Fotografía: Veniamin Maksimovich

3.4.1 Hallazgos recientes en la composición química de la leche de yegua

La leche de yegua tiene niveles bajos de grasa en comparación con la leche de vaca (3-12 g/L), por esta razón los lípidos de la leche se encuentran dispersos como glóbulos emulsificados (**Tabla 1**). El tamaño del glóbulo graso es de 2-3 μm . Al igual que la leche de vaca, el glóbulo graso está compuesto por 3 capas: una capa interna de proteína, una capa intermedia de fosfolípidos y una capa externa de glicoproteínas de alto peso molecular. Sobre la superficie de estas glicoproteínas están presentes oligosacáridos

ramificados similares en composición a los de la leche humana. Los oligosacáridos son carbohidratos que se sintetizan en las glándulas mamarias de los mamíferos. Estos contienen entre 3 y 10 monosacáridos unidos covalentemente a través de enlaces glucosídicos. Se dividen en tipo I y II, el tipo I es predominante en la leche humana y el tipo II en las demás especies de animales mamíferos. Los monosacáridos presentes en la leche de los mamíferos son D-glucosa, D-galactosa, N-acetilglucosamina, L-fucosa, ácido siálico (ácido N-acetilneurámico) (se encuentra en la leche humana y de yegua) y ácido N-glucolineurámico (presente en todos los demás mamíferos excepto en los humanos). Además se han descubierto otros 4 oligosacáridos adicionales presentes en el calostro de la leche de yegua: Gal (β 1-4) hexosa N-acetilmurámico (oligosacárido también presente en la leche humana), Gal (β 1-4) hexosa-hexosa, β 4'-galactosilactosa, lactosa N-hexaosa y sialilactosa N-tetraosa (**Difilippo y col., 2015**). Algunos de estos compuestos como el ácido N-acetilneurámico contribuyen a disminuir el movimiento de los glóbulos grasos de la leche en el intestino y en consecuencia aumenta la digestión al permitir la fijación de lipasas. También se ha reportado que la cantidad de lactosa presente en solución es equivalente a la de la leche humana (64-72 g/L) y superior al reportado por la leche de vaca (44-56 g/L). Como la mayor parte de la población del continente asiático es intolerante a la lactosa, esta es la razón por la que la leche de yegua se consume como producto fermentado (en forma de kumis y ayran, cuyo proceso de elaboración se explicará en el capítulo 4). Durante la fermentación la lactosa se transforma en ácido láctico, etanol y dióxido de carbono que puede ser consumido por personas intolerantes a la lactosa sin que presente un riesgo a la salud (**Chagalj y col., 2014**).

La leche de yegua contiene niveles particularmente altos de ácidos grasos poliinsaturados (PUFA) tales como el ácido linoléico y linolénico (**Claeys y col., 2014**). Los PUFA son precursores de ácidos grasos poliinsaturados de cadena larga que son componentes estructurales indispensables de todas las membranas celulares. Algunos de estos ácidos grasos son precursores de los eicosanoides que presentan actividad biológica de varios procesos celulares y tisulares brindando efecto curativo contra la hepatitis, úlcera crónica y tuberculosis (**Haenlein y Park, 2011**).

Las proteínas globulares forman el 40% del contenido total de proteína en la leche de yegua, mientras que las caseínas constituyen el 60% de las proteínas (**Tabla 1**). Las proteínas globulares presentes en la leche de yegua son β -lactoglobulina (19.77% del contenido total de proteína globular), α -lactoalbúmina (30.75% del contenido total de

proteína globular), inmunoglobulinas (4.45% del contenido total de proteína globular), lactoferrina (9.89% del contenido total de proteína globular) y lisozima (6.59% del contenido total de proteína globular). La leche de yegua contiene α 1-caseína, α 2-caseína (la α 1-caseína y α 2-caseína juntas forman el 46.65% del contenido total de caseínas), β -caseína (45.64% del contenido total de caseínas) y κ -caseína que representan el 7.71% del total de las caseínas (**Potochnik y col., 2011**). Las caseínas de la leche de yegua contienen menores niveles de prolina, ácido glutámico y más ácido aspártico que sus proteínas homólogas de la leche de vaca. De la β -caseína se obtienen las casomorfina. Estos son péptidos constituidos por 4-10 aminoácidos. Las β -casomorfina son capaces de reducir la secreción gástrica y la motilidad intestinal, por lo que actualmente existe gran interés por su posible papel benéfico en el tratamiento de la diarrea (**Fox y col., 2010**).

3.5 Oveja

La oveja doméstica (*Ovis orientalis aries*) es un mamífero cuadrúpedo ungulado ruminante doméstico, usado como ganado. Tiene una longevidad de entre 18 y 20 años y presenta dimorfismo sexual. El origen de la domesticación de la oveja se encuentra en oriente próximo, en el denominado creciente fértil (actuales territorio de Egipto, Israel, Palestina, Líbano, Sudán, Siria, Irak, Irán y el sureste de Turquía) (**Haenlein y Park, 2011**). La existencia mundial de ganado ovino se estima aproximadamente en 1.2 millones de cabezas. Los principales productores de leche de oveja a nivel mundial son: Australia, EUA, Israel, Alemania, Francia, Grecia, Bulgaria, Eslovaquia, Noruega, la disuelta Unión Soviética, China y Nueva Zelanda (**Barlowska y col., 2011**). Las ovejas más representativas de la región balcánica y Turquía son la raza Pramenka (Antigua República Yugoslava de Macedonia y Bosnia y Herzegovina) (**Figura 32**), raza Mis (Serbia) (**Figura 33**), raza cabeza negra de Pleven (norte de Bulgaria) (**Figura 34**), oveja de las montañas balcánicas centrales (Croacia, Bosnia y Herzegovina, Rumania, Bulgaria y Grecia) (**Figura 35**), oveja raza Zackel (**Figura 36**) y oveja raza Awashi (**Figura 37**) (**Aleksiev, 2011**).



Figura 32. Oveja raza Pramenka. Bosnia y Herzegovina, año 2009. Fotografía: Senija Alibegovitch-Grbic



Figura 33. Oveja raza Mis. Serbia, año 2015. Fotografía: farmia



Figura 34. Oveja cabeza negra de Pleven. Bulgaria, año 2013. Fotografía: bioform



Figura 35. Oveja de las montañas balcánicas centrales, Bulgaria, año 2015, fotografía: Veneta Nikolova



Figura 36. Oveja raza Zackel. Rumania, s/año. Fotografía: Animal Genetic Bank



Figura 37. Oveja raza Awashi. Rumania, s/año. Fotografía: Animal Genetic Bank

3.5.1 Hallazgos recientes en la composición química de la leche de oveja

La concentración de grasa de la leche de oveja es superior al de la leche de vaca o cabra (**Tabla 1**). La composición de la grasa de la leche difiere con el de la vaca en cuanto al contenido de ácidos grasos saturados e insaturados. Los ácidos grasos saturados presentes en esta leche son: ácido butírico, ácido caprónico, ácido caprílico, ácido cáprico, ácido láurico y ácido mirístico. Estos ácidos grasos forman el 4.6% del contenido total de grasa. En cuanto a ácidos grasos insaturados los más abundantes son el linoléico y el linolénico. Los ácidos grasos saturados, al igual que en la leche de cabra, contribuyen al olor y sabor característico de esta especie. Los glóbulos grasos miden 3.78 μm de diámetro. El color de la emulsión es blanco debido a que no presenta trazas de β -caroteno como en el caso de la leche de vaca (**Claeys y col., 2014**). El contenido de proteína total es del 40%. Las proteínas existentes en la leche de oveja son: α -1 caseína, α -2 caseína, β -caseína, κ -caseína, α -lactoalbúmina y β -lactoglobulina. La estructura de los glóbulos de caseína es similar a la leche de vaca (α y β -caseína se encuentran en la misma proporción), pero a diferencia de ésta no tiene gran cantidad de aminoácidos libres (**Berlitz, 2009**). Del 75 al 85% del calcio en la leche de oveja se encuentra en fase coloidal (**Haenlein y Park, 2011**).

3.6 Búfala

Bubalus es un género de mamíferos artiodáctilos pertenecientes a la subfamilia *Bovinae*; son conocidos vulgarmente como búfalos. Dentro de los búfalos se distinguen 2 grupos: *Bubalina* (búfalo asiático) y *Syncerina* (búfalo africano). El búfalo que se ha introducido a Europa es la variante asiática. El búfalo asiático, también llamado búfalo acuático, es originario de la India y de otras partes del Suroeste asiático. Mide hasta 1.8 m de altura en la cruz y tiene unos cuernos macizos que están curvados hacia atrás y hacia afuera que pueden tener una envergadura máxima de 1.2 m. Gran parte del cuerpo está desprovisto de pelo y tiene un aspecto brillante y lustroso, aunque algunas zonas están cubiertas por pelo corto, rígido y escaso. El búfalo es capaz de vivir en regiones cercanas a los ríos gracias a que posee pezuñas anchas y extensibles, lo que le permite pasar gran parte del día sumergido en el agua; es por ello por lo que recibe el nombre de búfalo acuático. Se ha utilizado desde hace mucho tiempo como animal de tiro; su distribución como animal

doméstico está ligada al cultivo del arroz. Se ha introducido en países del sur de Europa, como es el caso de Italia, donde se utiliza como animal de tiro en los arrozales. Tanto la leche del búfala, rica en materia grasa, como su carne y su cuero, son muy apreciados **(Haenlein y Park, 2011)**. El principal productor de leche de búfala a nivel mundial es la India cuya producción representa el 56.5% de la producción total de leche de esta especie. Las especies productoras de leche más importantes a nivel mundial son: Murrah **(Figura 42)**, Surti **(Figura 40)**, Jaffarabadi **(Figura 38 y 39)** y Mehsana **(Figura 41)**. De estas especies, el búfalo Murrah es la especie más utilizada en el mundo, ya que se le puede encontrar en países como Bulgaria, Turquía, Rumania, Grecia, Albania e incluso en Sudamérica **(FAO, 2005)**. La búfala Murrah produce 1675 L/año. El 85% de la producción mundial de búfalos se encuentra en Asia. Los países en donde habitan el mayor número de especies de este animal son India, Pakistán y China. Ha sido una parte integral de las sociedades agrícolas en los últimos 5000 años. Se calcula que un búfalo puede producir hasta 5000 L/año. En algunos supermercados de América Latina se puede encontrar a la venta en forma de quesos mozzarella, ricotta y cheddar. El consumo de leche de búfalo es benéfico para tratar condiciones como la arteriosclerosis, anemia y problemas dentales **(Haenlein y Park, 2011)**.



Figura 38 y 39. Búfala Jaffarabadi con pastor y búfala Jaffarabadi de frente. India, s/año fotografía lado izquierdo: dairyknowledge, fotografía lado derecho: Sales Oliveira. Año: 2012, país: Brasil



Figura 40. Búfala Surti en proceso de ordeña. Pakistán, año: 2013. Fotografía: Shabbirbhatta



Figura 41. Búfala Mehsana. India, año: 2014. Fotografía: Krishi Vigyan Kendra



Figura 42. Búfala Murrah. India, s/año. Fotografía: KVK Baramati

3.6.1 Hallazgos recientes en la composición química de la leche de búfala

El glóbulo de grasa de la leche de búfala es el que presenta el mayor diámetro conocido de los mamíferos productores de leche para consumo humano. Su tamaño es de 8.7 μm de diámetro (Han y col., 2012). Los componentes del glóbulo graso se muestran en la **Tabla 5** donde se aprecia que la fracción más abundante es la correspondiente a los cetoacilglicéridos, esfingolípidos y monoglicéridos. El contenido de ácidos grasos libres (0.22%) es menor que el de la leche de vaca (0.25%). Los ácidos grasos saturados representan el 70% del contenido de ácidos grasos libres totales mientras que los insaturados constituyen el 30% de esta fracción (Fox y Fuquay, 2011). El análisis químico proximal realizado a esta leche revela que los ácidos grasos más abundantes son el ácido palmítico, ácido esteárico, el ácido ruménico y el ácido oléico (Tabla 6). Al ácido ruménico se le atribuye actividad terapéutica en la inhibición de cáncer de próstata, seno y estómago, así como también contribuye al tratamiento de la obesidad (Tamang y Kashipaty, 2010).

Tabla 5. Composición química de las membranas del glóbulo graso de la leche de búfala

Fracción lipídica	% del lípido total	Proporción promedio con respecto a la cantidad total de lípidos en la leche de búfala ****
Triacilglicéridos	95	81.23
Diacilglicéridos	0.4	0.34
Cetoacilglicéridos	2.1	1.80
Fosfolípidos	0.9	0.77
Esteroles	0.3	0.257
Ácidos grasos libres	0.22	0.188***
Esfingolípidos	0.36	0.308
Monoglicéridos	0.7	0.599

Fuente: (Fox y Fuquay, 2011)

**** Información obtenida de la Tabla 1, promedio de la cantidad de grasa total en la leche de búfala (81-90 g/L)

Tabla 6. Perfil de ácidos grasos saturados e insaturados encontrados en la leche de búfala.

Ácidos grasos saturados	% de ácidos grasos saturados libres en solución	Cantidad (g/L) ***
Ácido caprónico	0.58	0.0011
Ácido caprílico	0.38	0.0007
Ácido cáprico	0.56	0.0011
Ácido láurico	1.25	0.0024
Ácido mirístico	7	0.0132
Ácido pentadecílico	1.46	0.0027
Ácido palmítico	38.6	0.0726
Ácido margárico	0.71	0.0013
Ácido esteárico	19.47	0.0366
Ácidos grasos insaturados	% de ácidos grasos saturados libres en solución	Cantidad (g/L) ***
Ácido miristoléico	0.50	0.0009
Ácido palmitoléico	1.23	0.0023
Ácido oléico	18.04	0.0339
Ácido vaccénico	1.7	0.0032
Ácido ruménico	8.53	0.0160

Fuente: (Islam y col., 2014)

*** Información obtenida de la Tabla 4: fracción de ácidos grasos en 0.188 g/L de ácidos grasos libres totales

Las caseínas presentes en la leche de búfala son α 1-caseína (forma el 34% de la caseína total), α 2-caseína (forma el 13% de la caseína total), β -caseína (forma el 37% de la caseína total) y κ -caseína (forma el 16% de la caseína total). En cuanto a proteínas globulares tanto la α -lactoglobulina como la β -lactoglobulina forman el 50% del contenido total de proteínas globulares (**Islam y col., 2014**).

Capítulo 4. Productos lácteos fermentados

En el siguiente capítulo se dará una reseña sobre los métodos de elaboración a nivel casero e industrial de productos lácteos semisólidos como kumis, kefir, ayran, shubat, kaymak, kishk y yogurt, así como indicar los países de la región balcánica, el Caúcaso y Asia Central de donde son originarios y los países donde se consumen con frecuencia estos productos en la actualidad.

4.1 Fermentación en los productos lácteos

La fermentación es una de las técnicas de preservación más antiguas que se conoce. Esta se llevaba a cabo en la antigüedad de forma espontánea. Los cultivos iniciadores ocupados en la actualidad se originaron de bacterias ácido lácticas que formaron parte de la flora microbiana contaminante de la leche. Estas bacterias probablemente se originaron de la vegetación en el caso de *Lactococcus* ó en el tracto intestinal en el caso de *Bifidobacterium spp.*, *Enterococcus ssp* y *Lactobacillus acidophilus* (**Tamang y Kasiphaty, 2010**). En la industria moderna, las fermentaciones espontáneas han sido reemplazadas por la adición de cultivos iniciadores y adjuntos. La función de los cultivos primarios ó iniciadores es producir ácido láctico a partir de lactosa promoviendo una rápida disminución del pH y del potencial redox que a su vez favorece la inhibición de microorganismos oportunistas y patógenos. Además pueden producir componentes antimicrobianos como peróxido de hidrógeno ó bacteriocinas, mientras que los cultivos adjuntos ó secundarios participan en la producción de aroma y "flavor" e intervienen en el proceso de maduración de algunos alimentos como los quesos. Algunos ejemplos de bacterias que son consideradas como cultivos iniciadores son: *Lactococcus lactis*, *Leuconostoc ssp*, *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *lactis* y *Lactobacillus helveticus* (**Raftani y col., 2010**) (**Quave y Pieroni, 2014**). *Lactococcus* y

Leuconostoc se utilizan cuando el proceso para la elaboración del producto lácteo se lleva a cabo a 30-35 °C, mientras que bacterias termófilas como *Streptococcus thermophilus* y *Lactobacillus ssp* son ocupadas a altas temperaturas (superiores a 55 °C). Los cultivos secundarios se usan especialmente para la producción de queso. Estos incluyen a bacterias como *Propionibacterium freudenreichii*, *Brevibacterium linens*, *Debaromyces hansenii*, *Geotricum candidum*, *Penicillium roqueforti* y *Penicillium camemberti* (Tamang, y Kasiphaty, 2010).

4.2 Alimentos fermentados lácteos

En la **Tabla 7** se muestra la variedad de productos lácteos fermentados consumidos en los países que conforman al Cáucaso, los Balcanes y Asia Central. Existen alimentos que no cuentan con un país base donde se originaron, como en el caso del kefir, kishk, kaymak, yogurt, ayran y kumis, sino que representan la totalidad de una región geográfica donde se elaboran pero son conocidos bajo distintos nombres.

Tabla 7. Alimentos fermentados lácteos semisólidos de la región objeto de estudio.

Nombre del alimento fermentado	País ó región de origen	Países ó regiones de mayor consumo	Leche por especie empleada para su elaboración	Otros nombres del producto
Kumis	Kazajistán	Kazajistan, Kirguistán, Mongolia, Turquía y Rusia	Yegua, vaca y camella	Airag, Tsegee
Kefir	Cáucaso	Caúcaso, Norte y este de Europa	Vaca, cabra y oveja	Búlgaros
Ayran	Turquía	Afganistán, Azerbaiján, Armenia, Turquía, Kirguistán, Kazajistan y península balcánica	Vaca, yegua, oveja y camella	Lavan, katik, qesik, lassi, tan, moru, doogh, sheninah, matenitsa, dhalle
Shubat	Kazajistán	Kazajistán, Turkmenistán	Camella	Chal
Kaymak	Turquía	Turquia y península balcánica	Búfalo y vaca	Skorup

Nombre del alimento fermentado	País ó región de origen	Países ó regiones de mayor consumo	Leche por especie empleada para su elaboración	Otros nombres del producto
Kishk	Medio Oriente	Grecia , Afganistán, Armenia, Azerbaiján, Kazajistán, Kirguistán, Mongolia, Iran, Irak, Líbano, Tajikistan y Turquía	Leche de cabra, búfala ó oveja y trigo	Kashk, qurut, kort, chortan, aaruul
Yogurt	Bulgaria	Europa, Australia y América	Vaca, oveja, cabra, búfala, camello	Dadhi, leben, tiaourti, kiselomlyako, madzoon, mast y yaourt

Fuente: (Özer y Kirmaci, 2014)

4.3 Kefir

Es un alimento de consistencia viscosa, carácter ácido y ligeramente alcohólico producto de la fermentación de la leche de vaca, búfala, yegua ó cabra con granos de kefir como cultivos iniciadores (**Figura 43**). Los granos de kefir tienen forma de coliflor, son de color amarillo claro y su textura es firme. Miden de 0.3-3.5 cm de diámetro. Cada grano de kefir es una matriz inerte de polisacáridos donde existen comunidades microbianas de bacterias ácido lácticas (10^8 UFC/g), bacterias productoras de ácido acético (10^5 UFC/g) y levaduras que coexisten en relación simbiótica (10^6 - 10^7 UFC/g) (**Machado de Oliveira y col., 2013**). Entre las levaduras frecuentemente encontradas en los granos de kefir están *Candida kefir*, *Saccharomyces cerevisiae*, *Saccharomyces delbrueckii* y *Saccharomyces exiguus*. Otras especies de bacterias presentes en el kefir se enuncian a detalle en el capítulo 5. El heteropolisacárido presente en los granos de kefir es el kefirano. Los monosacáridos que constituyen al kefirano en la misma proporción son glucosa y galactosa embebidos en forma de matriz ramificada. Este heteropolisacárido es producido por la especie bacteriana *Lactobacillus kefiranofaciens*. Ha sido demostrado que el kefirano es responsable de la viscosidad del producto y puede soportar temperaturas de refrigeración. Por esta razón actualmente se le emplea como aditivo en productos fermentados como el yogurt. Además posee propiedades antiinflamatorias y antioxidantes (**Prado y col., 2015**).

Durante la fermentación la leche las bacterias ácido lácticas homofermentativas producen ácido láctico y las heterofermentativas como *Lactobacillus kefir* y *Leuconostoc mesenteroides* producen etanol como subproducto final. Los compuestos involucrados en el sabor del producto son producidos por *Streptococcus lactis* (diacetilo y acetaldehído), *Lactobacillus brevis* (diacetilo) y *Leuconostoc mesenteroides* (diacetilo) **(Vinko y col., 2011)**. El CO₂ proviene del metabolismo de las levaduras y de las bacterias lácticas heterofermentativas. Después de la fermentación, el grano de kefirano se recupera y puede ser utilizado como iniciador para fermentar otro lote de leche. Se ha reportado que los microorganismos presentan un arreglo especial en los granos: en el lado liso se encuentran únicamente bacilos y en el lado rugoso una mezcla de bacilos y levaduras. En la parte central las especies *Lactobacillus kefiranofaciens* y *Saccharomyces turicensis* se agrupan entre si para formar gránulos una vez disminuido el pH. Posteriormente las especies *Lactobacillus kefiri*, *Kluyveromyces marxianus* y *Pichia fermentans* se adhieren a la superficie de estos gránulos contribuyendo a la formación de biofilm (kefirano). Por último las levaduras se asocian a las bacterias formadoras de biofilm creando como resultado redes tridimensionales. Al transcurrir varias fermentaciones el grano aumenta su tamaño, lo que permite que el grano original se divida en más porciones al ser transferido de una leche a otra **(Delavenne y col., 2013)**.

4.3.1 Beneficios terapéuticos del kefir:

Las bacterias ácido lácticas y acéticas producen una gran variedad de compuestos anti microbianos como el ácido láctico, acético, dióxido de carbono, peróxido de hidrógeno, etanol, acetaldehído, diacetilo y bacteriocinas. Estos compuestos son los encargados de inhibir el ataque de microorganismos patógenos involucrados en el deterioro de las propiedades funcionales del producto **(Laureysa y De Vuysta, 2014)**. El kefir también puede reducir síntomas de intolerancia a la lactosa al proveer una fuente extra de β -galactosidasa. Está involucrado en la prevención de algunos tipos de cáncer y metástasis **(Tomislav y col., 2013)**.

4.3.2 Proceso de elaboración del kefir

El proceso de elaboración a nivel industrial se divide en 4 pasos: pasteurización de la leche, preparación de los granos, fermentación y maduración. Primero se pasteuriza la

leche a 90-95 °C por 15 min y se enfría de 18-22 °C. Los granos de kefir pueden ser conservados de 2 maneras: almacenándolos a 4 °C o liofilizándolos. Si se ocupan granos de kefir sometidos a un proceso de liofilización estos se deben reactivar en una solución salina al 0.9% a 20 °C durante 5 h. Posteriormente se transfieren 5% de los granos activados a la leche en donde se dejan reposar por 1-2 días adicionales a 25 °C. Para recuperar completamente su actividad se repite 2 veces más la transferencia anterior. Después se colocan los granos de kefir en el fondo de un contenedor y se añade leche pasteurizada (en proporción de 20 a 30 veces con respecto a la cantidad de granos de kefir utilizada), posteriormente se fermenta de 18-24 h hasta que los granos de kefir floten en la superficie (esto podrá apreciarse al ver formado un coágulo que al agitarse produce espuma elevando los granos a la superficie). Por último se filtran los granos de kefir con una malla, se lavan con agua y se guardan para la próxima fermentación. El kefir se transfiere a cuartos de maduración donde se mantiene a 10 °C durante 1-3 días. En esta etapa continúan produciéndose cambios en la composición de la bebida dependientes del tiempo y temperatura de maduración. Un kefir madurado 24 h tiene una acidez de 0.67%, la acidez de uno almacenado 48 h es de 0.78% y uno fuerte madurado de 48-56 h tiene 1% de ácido láctico. Si la maduración se lleva a cabo de 18-20 °C aumenta la acidez y disminuye el contenido de alcohol y CO₂, si se lleva a cabo de 2-4 °C disminuye el crecimiento de las bacterias que producen ácido láctico y aroma y además aumenta el número de levaduras y bacterias productoras de ácido acético (**Figura 44**) (**Tamang y Kasiphaty, 2010**). La composición química del producto terminado por cada 100 g de muestra es la siguiente: 89-90% humedad, 0.2% grasa, 3 % proteína, 6% azúcares, 0.7% cenizas y 1% de ácido láctico y etanol contenido (**Arslan, 2015**).



Figura 43. Granos de kefir. España, año: 2015. Fotografía: OHBO organic cafe



Figura 44. Kefir. Año: 2011, fotografía: elmana

4.4 Kumis

El kumis es una bebida fermentada que se elabora con leche de yegua. Para la gente que vive en los valles remotos de las zonas montañosas de Kirguistán producir esta bebida tradicional es generalmente la única manera en que pueden subsistir económicamente. Se produce también en otros países de la región como Kazajistán, Mongolia y Rusia (**Tabla 7**). El programa de desarrollo de las Naciones Unidas dice que hay altos índices de pobreza en Kirguistán, ya que 3/4 partes de la población viven en condiciones de extrema pobreza (**Fox y col., 2010**). El kumis es producido en granjas de las familias rurales durante la primavera y verano después de que las yeguas han dado a luz a sus crías. Esta tradición de ordeñar a las yeguas se remonta a la época en que los antepasados de los kirguises tenían un modo de vida nómada. La población local aún sigue bebiendo kumis y es considerado una delicadeza gastronómica para los extranjeros que visitan este país (**Figuras 45 y 46**) (**Marconi y Panfini, 1998**).



Figura 45 (izquierda). Kumis. Astana, Kazajistán, Abril 2014. Fotografía: Galiya Nurzhan

Figura 46 (derecha). Kumis embotellado. Kazajistán, Septiembre 2010. Fotografía: KAZNewYork

4.4.1 Método de elaboración del kumis

El proceso general para la preparación de esta bebida es el siguiente: se preparan 2 cultivos iniciadores uno que contenga bacterias lácticas termófilas incubado de 35-37 °C durante 7 h y el otro que contenga levaduras fermentadoras de lactosa incubado a 28-30 °C durante 15 -18 h. El cultivo iniciador del kumis se prepara mezclando de 10-15 mL de cultivos puros de *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*, *Lactobacillus acidophilus*, *Lactococcus lactis*, *Saccharomyces lactis* o *Candida kefir* con 300 mL de leche pasteurizada enfriada a 30 °C. *Lactococcus lactis* es productor de ácido láctico,

Lactobacillus delbrueckii subsp. *bulgaricus*, además de producir ácido láctico también interviene en la producción de acetaldehído. Estos 2 compuestos son los responsables del flavor del kumis. En cuanto a las levaduras, son las encargadas de producir etanol y dióxido de carbono. *Saccharomyces lactis* muestra actividad antibiótica frente a *Mycobacterium tuberculosis* (Maksyutov y col., 2013). En la 2da etapa de producción, los 2 cultivos iniciadores madre se mezclan con una pequeña cantidad de leche de yegua y se continúa la incubación a 26-29 °C. Se añade leche fresca a intervalos regulares hasta que el cultivo iniciador este listo tras 3-4 días de fermentación. El cultivo iniciador se añade en una proporción del 30% con respecto a la leche fresca. La fermentación se lleva a cabo a 29 °C durante 2 h con agitación para permitir al aire que penetre y favorezca el crecimiento de las levaduras. La leche de yegua fermentada se deja asentar, se envasa en tarros y se sellan. La fermentación continúa en los tarros a 18 -20 °C durante 2-3 h y después se enfría a 4-6 °C hasta el consumo. Dependiendo del tiempo de fermentación se puede elaborar kumis dulce (reposo durante 1 día) o kumis fuerte (reposo durante 3 días). El kumis que contiene niveles elevados de alcohol puede destilarse para obtener licor (Marsh y col., 2014).

El producto terminado debe contener por cada 100 g de muestra: 10-13% de sólidos totales, 2-2.5% de proteína, 1-1.3% de grasa, 4.5-5.5% de carbohidratos (lactosa), 0.4-0.7% de cenizas, 2% de etanol y aportar de 37-40 kcal (Zajšek y col., 2013).

4.5 Kishk ó Kashk

Es un alimento lácteo fermentado que se prepara mezclando yogurt obtenido de leche de vaca, cabra, oveja ó búfala con trigo desecado. Se consume en Afganistán, Armenia, Azerbaijón, Irán, Irak, Kazajistán, Kirguistán, Mongolia, Turquía, Turkmenistán, Tajikistán y Uzbekistán. Tradicionalmente se dejaba secar a temperatura ambiente durante el verano con el propósito de aumentar su vida de anaquel (Figura 47) (Tajabadi y col., 2011). El producto resultante es recomendado para su uso en la dieta infantil y mujeres embarazadas debido a su alto contenido de calcio y proteínas. También es efectivo para combatir la osteoporosis. Su presentación en el mercado es en envase de vidrio. En el interior del envase el producto es encontrado en forma de pasta y contiene aproximadamente 13% de humedad (Muir y col., 2007). Para preparar platillos, la pasta es humedecida con agua, hervida y servida en forma de sopa. Los cultivos iniciadores

ocupados para realizar el proceso a nivel industrial son *Streptococcus thermophilus* y *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* (Jafari y col., 2015). Para su consumo puede ser disuelto en agua e ingerirse con trigo ó también se pueden preparar platos fuertes como el kashk-o-bademjan cuyos ingredientes son: berenjena, cebolla, ajo, pasta de tomate en salsa de oliva, sal, pimienta blanca y menta seca (Figura 48) (Güzeler y Soltani, 2013). Para disminuir el riesgo de contaminación microbiana del kishk por ser almacenado en condiciones insalubres, tanto la industria alimentaria como algunos hogares particulares de la región han optado por producir kishk en forma líquida (Noori y col., 2013).



Figura 47 (lado izquierdo). Kishk seco. Kazajistán, Julio 2003. Fotografía: Anton Huttenlocher

Figura 48 (lado derecho). Kishk acompañado con trigo. Egipto, Julio 2009. Fotografía: Bernadette Simpson

4.5.1 Producción industrial del kishk

Método de preparación del yogurt o labneh

La leche se calienta en un recipiente de acero inoxidable con camisa de vapor a 85 °C durante 20 min, se enfría a 42 °C y se inocula con el cultivo iniciador activo al 2% (a partir de un liofilizado 1:1 entre *Streptococcus thermophilus* y *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*). La mezcla se incuba a 42 °C hasta alcanzar un pH de 4.5-4.6 (aproximadamente 2 h). El yogurt (labneh) se coloca en una bolsa de tela y se deja drenar por gravedad a 4-6 °C hasta alcanzar un contenido total de sólidos del 24-26% (Tamime y col., 1998).

Método de preparación del trigo

Se limpian los granos de trigo macerando con agua en una proporción 2:3 durante 30 min y luego se hierve hasta que el agua haya sido absorbida por los granos. Los granos cocidos se secan en un secador de bandejas hasta tener un contenido de humedad de 8% (de 12-16 h). Los granos secos se muelen en un molino Wiley y se dejan pasar por una malla. Se guardan en bolsas de polietileno y se almacenan a 5 °C hasta su uso (**EI-Nawawy y col., 2012**).

Preparación del kishk

La harina de trigo obtenida se calienta 100 °C durante 15 min, se enfría a temperatura ambiente para disminuir la carga microbiana y mejorar el sabor del producto final. Se ocupa 1 kg de yogurt y 30 g de sal para 500 g de harina de trigo. La mezcla resultante se amasa y se incuba en recipientes de barro cerrados a 35 °C durante 72 h. Al final de la fermentación se elaboran pequeñas bolas de 3-4 cm de diámetro, las cuales se secan en un secador de bandejas de 40-55 °C de 18-22 h. Por último se vuelven a moler y se almacenan en bolsas de polietileno a 5 °C hasta su uso. El pH del producto final debe de ser de 3.58-4.23 (**EI-Nawawy y col., 2012**).

La composición química del producto por cada 100 g de muestra es la siguiente: 61.35% carbohidratos, 16.1% proteínas, 4.4% grasa, 9.77% de humedad, 6.18% de cenizas y 2.2 % de fibra. El análisis químico proximal muestra que el alimento presenta un alto contenido de carbohidratos proveniente tanto de una fuente vegetal (trigo) como animal (yogurt). Del presente trabajo es el único alimento que proporciona fibra al comensal. Los ácidos cítrico, pirúvico, láctico, acético y propiónico le confieren flavor al producto terminado (**EI-Nawawy y col., 2012**).

4.5.2 Preparación del kishk bebible

La producción a escala industrial se realiza utilizando leche de vaca. A ésta se le aplica tratamiento térmico a 90-95 °C durante 5 min. Después la leche es enfriada a 43 °C y se inocula la emulsión con 2% de *Streptococcus termophilus* o *Lactobacillus delbrueckii*

subsp. *bulgaricus* dejando reposar durante 7 h. El producto es homogeneizado a 2 bar con una temperatura de 50-55 °C. Posteriormente se le añade sal comestible (0.8-1%) y suero en polvo (1-2%). Se vuelve a someter a tratamiento térmico a 88 °C por 10 min. Se deja enfriar a 55 °C. Por último, el producto se envasa y se almacena a 4 °C (**Güzeler y Soltani, 2013**). De acuerdo al Instituto de estándares e investigación industrial de Irán (ISIRI) el producto final debe de alcanzar un pH 3.9 y debe contener 2% acidez, 82% de humedad, 8% proteínas, 2% de grasa, 2% de sal, 2.5% de cenizas. En carga microbiológica debe contener un máximo de 10 UFC/g de coliformes y 100 UFC/g de levadura. Deben de estar ausentes *Escherichia coli* y *Staphylococcus aureus* (**Mashak y col., 2014**).

Otra metodología alternativa implementada para la preparación de kishk es la siguiente: el kishk seco se vierte en una recipiente grande donde se lava con agua a presión repitiendo varias veces el mismo procedimiento, después el producto se muele en un molino y se mezcla con agua potable, sal, menta y ajo en polvo. La cantidad de agua potable utilizada es 4-5 veces con respecto a la cantidad de kishk adquirida y la cantidad de sal adicionada debe ser del 0.5-1% del producto. Posteriormente la mezcla se pasa a través de un filtro de 2 fases y es transferida a un separador con el propósito de estandarizar la grasa al 2% y separar pequeñas partículas en el producto durante los procedimientos anteriores. Se pasa al homogeneizador de 50-55 °C a 2 bar y luego se aplica calentamiento a 85 °C durante 15 s. Después del enfriamiento entre 50 y 55 °C se empaca en frascos de vidrio y se almacena a 4 °C (**Mashak y col., 2014**).

4.6 Chal

También conocido como shubat, es una bebida de leche de dromedario ó camella consumida por el pueblo de Kazajistán y Turkmenistán principalmente (**Kzkyzy, 2014**). En Kazajistán esta bebida se prepara con leche de dromedario y en la región cercana al mar Aral se prepara con leche de camello bactriano (**Meldebekova y col., 2008**). Esta bebida se realiza de manera casera con leche de camello o dromedario cruda o también se puede diluir con agua caliente en una proporción 1:1 que se inocula con un tercio a un quinto de leche previamente fermentada y se incuba a 25-30 °C durante 8 h adicionando cultivos iniciadores tales como *Lactobacillus casei* y *Streptococcus thermophilus*. El producto terminado se caracteriza por ser una bebida de color blanco, consistencia

espesa y sabor ácido (**Figuras 49 y 50**). La composición química del producto se presenta en la tabla anexa (**Tabla 8**) (**Ishii y Nurtazin, 2014**).



Figura 49. Shubat, País: Kazajistán, Abril 2012. Fotografía: Mike Sula



Figura 50. Shubat en botella de plastic. País: Kazajistán, Diciembre 2015. Fotografía: Florian

Tabla 8. Análisis químico proximal en g por cada 100 g de muestra de chal.

Composición química	g/100 g muestra
Acidez	0.17-0.24
Grasa	3.9
Proteína	3.10
Lactosa	1.32
Ceniza	0.75
Carbohidratos	2.5-5
Ácido ascórbico	4.8
Alcohol etílico	0.6-2.8
Dióxido de carbono	0.05-1.2

Fuente: (Ishii y Nurtazin, 2014).

Para la preparación casera de shubat se ocupa leche de vaca en polvo (8 g), leche de camello (500 g) y granos de kefir. El procedimiento a seguir es el siguiente: En una taza se mezcla la leche en polvo con 150 g de leche de camello y se transfiere a un recipiente de plástico. Después se añade el resto de la leche y los granos de kefir. Se cubre el contenedor con un trapo y se deja reposar el contenido por 24 h a temperatura ambiente. Cada 4 h se mezcla con una pala. Después de 24 h si se observa la formación de una capa de líquido traslúcido que se forma en el fondo del recipiente entonces es momento de someter el producto a refrigeración **(Foodperestroika, 2015)**.

Varias bacterias ácido-lácticas están involucradas en la fermentación del shubat. Las bacterias *Lactobacillus casei* y *Lactobacillus helveticus* se han aislado frecuentemente de los productos lácteos o licores producidos por las culturas nómadas. *Lactobacillus plantarum* es una bacteria que se ha aislado recientemente en el kumis, sugiriendo que esta bacteria desempeña un papel importante en la producción industrial de la bebida. La identificación de más especies de levaduras en el shubat y kumis aún está en proceso de investigación. Acorde a los fabricantes de shubat alrededor de 200-500 mL/día por habitante son consumidos de este alimento en todo Asia Central. La gente prefiere beberlo aún cuando no presenta un alto grado de fermentación y es época de verano. Los beneficios que aporta a la salud son en el tratamiento de enfermedades gastrointestinales como la gastritis, es auxiliar en el control de la diabetes, se le ocupa como alimento complementario para disminuir los síntomas del autismo y como refuerzo del sistema inmunológico al combatir enfermedades de la piel como la escoriasis **(Ishii y Nurtazin, 2014)**.

4.7 Ayran

Es una bebida compuesta por yogurt y agua **(Figura 51 y 52)**. El yogurt utilizado proviene de leche de oveja, vaca, yegua ó camella. Tiene una consistencia espesa y es ligeramente ácido. Se suele ingerir acompañado con sal ó ajo molido, la bebida se sirve fría y se toma como acompañamiento durante las comidas. Esta bebida fue consumida por los turcos nómadas a partir del año 1000 A.C. En la industria, a la leche estandarizada previo a la fermentación se le agrega como inóculo a *Streptococcus thermophilus* y *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* **(Altay y col., 2013)**. Se trata de una bebida

muy valorada desde el punto de vista nutricional por su alto contenido de calcio (aporta 248 mg en 1 kg de producto). Su composición química se presenta en la tabla anexa (Tabla 9).



Figura 51 (izquierda). Ayran comercial presentación 100 mL. Antalya, Turquía, s/año. Fotografía: Yörükoglu. **Figura 52 (derecha).** Ayran casero. Denizli, Turquía, Abril 2013. Fotografía: Evrim Gökkurt

Tabla 9. Análisis químico proximal en g por cada 100 g de muestra de ayran.

Composición química	g/100 g muestra
Materia seca	1.07-1.1
Proteína	1.44-3.48
Grasa	1.8
Sal	0.17-1.75
Ácido láctico	0.4-1.73
Calcio	0.095

Fuente: (Altai y col., 2013)

La producción industrial de ayran puede llevarse a cabo de 2 maneras. Puede ser producido a partir de la adición de agua al yogurt (proceso 1) ó diluyendo la leche con agua primero y después llevar a cabo el proceso de fermentación en la leche diluida

(proceso 2) **(Ayar y Burucu, 2013)**. En el proceso 1 primero se estandariza la leche a 1.5% de grasa y 9.5% de sólidos totales. La dilución de la leche se realiza antes del proceso de homogenización lo que trae como desventaja la obtención de ayran con mayor viscosidad y susceptible a presentar sabor amargo por la liberación de péptidos provenientes del metabolismo de *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* tras la fermentación. Después se homogeniza la mezcla a 15 MPa, se pasteuriza de 5-20 min de 85-95 °C. Una vez pasteurizado se inoculan 4 mL/100 mL de la mezcla con *Streptococcus thermophilus* y *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*. Se incuba de 43-44 °C hasta llegar a pH 4.2-4.4. Se deja enfriar el contenido a 20 °C. Se adiciona sal (0.5-1%), se mezcla y por último se envasa en envases de polietileno, poliestireno o cristal. En el proceso 2 se repite la misma metodología de elaboración que en el proceso 1, pero aquí la diferencia radica en que la dilución de la leche se realiza después de la etapa de enfriamiento. El disminuir el contenido de sólidos totales hasta 8% va a dar como resultado un producto de menor viscosidad menos susceptible a la aparición de sabor amargo producto de los péptidos liberados por *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* **(Yilmaz y col., 2014)**.

La microbiota del ayran es similar a la microbiota del yogurt. La selección del cultivo iniciador es fundamental en el desarrollo de las propiedades reológicas del ayran. Un sabor amargo producido en la bebida puede darse como resultado de la producción de péptidos por cepas de *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*. El ayran producido a nivel industrial tiene una concentración de BAL de 4.47×10^7 UFC/mL **(Altay y col., 2013)**.

4.8 Kaymak

Es un producto lácteo similar a la crema batida originario de Turquía, Los Balcanes, Irán, Afganistán e India **(Figura 53 y 54)**. Se elabora con leche de búfala, oveja ó vaca y se sirve como aperitivo en rebanadas de pan **(Franciosi y col., 2009) (Popovitch y col., 2013)**. Este producto se obtiene de la capa superficial de la leche caliente en donde se forman cúmulos de glóbulos grasos tras un periodo de enfriamiento. Estos glóbulos grasos contribuyen a brindarle al kaymak apariencia semejante a la de una mantequilla. Puede consumirse fresco ó madurado **(Pudja y col., 2009)**.



Figura 53. Kaymak casero. Serbia, Octubre 2012. Fotografía: tortekolaci

4.8.1 Proceso de elaboración del kaymak casero

Se hierva la leche y se vierte en una tina de acero inoxidable. La leche se deja enfriar durante 24 h entre 10-15 °C hasta observar la formación de una capa en la superficie. Esta capa se forma debido a que durante el proceso de enfriamiento los glóbulos grasos suben desde las capas de mayor profundidad hacia la superficie. El producto formado después de 24 h ya es el kaymak. Este se colecta, se agrega sal en cada capa y se coloca en recipientes de acero inoxidable para llevar a cabo la maduración durante 20 días entre 15-18 °C. Durante la maduración se drena el suero formado. Finalmente se almacena a 8 °C y puede durar bajo estas condiciones entre 3-6 meses. La composición química del kaymak fresco y madurado se presenta en la tabla anexa **(Tabla 10) (Pudja y col., 2009)**. Debido a sus características fisicoquímicas, el kaymak se ubica entre un queso y mantequilla. Como la mayoría de los quesos no madurados, el kaymak fresco se caracteriza por la continuidad de su fase acuosa, mientras que la grasa permanece en la parte inferior de la emulsión. El kaymak madurado pierde continuidad en la fase acuosa, disminuye su contenido proteínico y presenta un contenido graso más alto que le confiere mayor hidrofobicidad que da como resultado una apariencia más parecida a la mantequilla en el producto **(Franciosi y col., 2009)**.



Figura 54. Kaymak untable. Bosnia y Herzegovina, Abril 2008. Fotografía: Anónimo

4.8.2 Proceso de elaboración de kaymak en la industria

Este procedimiento abarca casi todos los pasos incluidos en el proceso artesanal, pero la diferencia radica en que la superficie de la leche es tratada con aire acondicionado durante el proceso de enfriamiento y maduración para eliminar contaminación proveniente del medio ambiente **(Pudja y col., 2006)**. Después de la incubación en caliente para la formación de la capa superior e inferior de la emulsión se realiza el reemplazo de la leche remanente con crema. Se deja enfriar a 20 °C durante 2 h para llevar a cabo la 2da aglutinación. En esta aglutinación la emulsión presenta una consistencia semisólida. El exceso de crema se elimina, se agrega sal y se coloca en contenedores para llevar a cabo la maduración. La manera en que se coloca en los contenedores es mediante dispersión en forma de aerosol. El proceso de maduración dura de 3 a 4 semanas y su vida de anaquel puede ser de 3-6 meses **(Vutchich y col., 2006)**.

4.8.3 Composición química del Kaymak

Tabla 10. Análisis químico proximal en g por cada 100 g de muestra de kaymak.

Composición química	g/100 g muestra kaymak fresco	g/100 g muestra kaymak madurado
Materia seca	40	35
Proteína	10	7

Composición química	g/100 g muestra kaymak fresco	g/100 g muestra kaymak madurado
Grasa	55	50.-70
Sal	0.5-2	1-3.5

Fuente: (Vutchich y col., 2006)

La composición química de la **Tabla 10** muestra que la cantidad de proteína disminuye conforme el tiempo de maduración es mayor y el contenido graso se incrementa confiriéndole una consistencia parecida a la mantequilla. Las bacterias ácido lácticas (BAL) son la población microbiana dominante del kaymak. Las bacterias aisladas de este producto pertenecen a los géneros *Leuconostoc*, *Enterococcus*, *Lactobacillus* y *Lactococcus*. Las especies microbianas aisladas de este producto hasta la fecha se encuentran en la tabla 12 del capítulo 5. En la industria moderna la nueva estrategia para obtener kaymak que conserve las características sensoriales propias de la elaboración casera del producto es ocupando cepas bacterianas comerciales obtenidas a partir de cepas aisladas del producto original. Algunas cepas comerciales que se ocupan son las siguientes: *Lactococcus lactis* NP45, *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris* NS1, *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* BGMN1-596, *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* biovar, *Enterococcus faecium* BGGJ8-3, *Enterococcus durans* BGZLS20-35b y *Lactobacillus paracasei* subsp. *paracasei* BGBUK2-16/K4 (**Jokovitch y col., 2014**). En el kaymak casero *Leuconostoc mesenteroides* es la especie bacteriana dominante después de 5 días de maduración. Esta bacteria es capaz de sobrevivir en la superficie del producto desde el proceso de pasteurización e incluso tras la adición de sal a la mezcla. La presencia de *Lactococcus lactis* después de la maduración disminuye debido al aumento de acidez y concentración de sal. Junto con *Leuconostoc mesenteroides* están presentes en el kaymak madurado las bacterias *Enterococcus faecium* y *Enterococcus durans*. De estas 2 especies *Enterococcus durans* no había sido detectada antes en el kaymak. Las bacterias *Enterococcus* son productoras de diacetilo proveniente de la lipólisis de ácidos grasos de cadena corta, mientras que las bacterias *Lactococcus* están involucradas en la producción de sustancias microbianas como bacteriocinas (**Jokovitch y col., 2014**).

4.9 Yogurt

También llamado dadhi en la India, leben en Egipto, Iraq y Líbano, tiaourti en Grecia, madzoon en Armenia y mast en Irán es uno de los alimentos más antiguos y populares del mundo. Ha sido un alimento importante de Asia, Europa Central y en Medio Oriente (sobre todo en las comunidades cercanas al mar Mediterráneo). El yogurt es un producto fabricado a partir de leche, con ó sin la adición de algún derivado natural de la leche como leche descremada en polvo, concentrados de suero, caseinatos ó crema. El producto terminado presenta una estructura de gel que resulta de la coagulación de las proteínas de la leche por el ácido láctico secretado proveniente de la fermentación **(Figura 55) (Ortinou y col., 2013)**. Se produce principalmente a partir de leche bovina, aunque también se puede producir a partir de la leche de otros mamíferos como oveja, cabra, camella y búfala. El yogurt proveniente de la leche de especies ajenas al ganado bovino tiende a variar en sus características sensoriales y físico-químicas. Por ejemplo, un yogurt derivado de leche con alto contenido de grasa (como el proveniente de la leche de oveja) le confiere al producto una textura más cremosa en comparación con el yogurt preparado a partir de leche de vaca, camella, búfala ó yegua **(Özer y Kirmaci, 2014)**. Todo el yogurt procesado debe de tener como cultivos iniciadores a la bacterias *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* y *Streptococcus thermophilus* subsp. *salivarius* **(Panagiotis y Tzia, 2014)**.



Figura 55. Yogurt casero. Bulgaria, Enero 2013. Fotografía: Georgi Georgiev

4.9.1 Proceso de elaboración del yogurt casero

Se pone a calentar 1 L de leche en una olla de acero inoxidable hasta llegar a 85 °C. Este calentamiento se realiza con el objetivo de reducir e inactivar microorganismos patógenos que pudieran estar presentes en la leche. Además el calentamiento favorece la liberación de oxígeno en la leche, lo que facilita el crecimiento de las bacterias ácido lácticas **(Zeinhom y col., 2014) (Panagiotis y Tzia, 2014)**. Después se agregan 4 cucharadas de leche en polvo y 4 cucharadas de azúcar. Una vez agregados se disuelven agitando suavemente para evitar la formación de grumos. La leche en polvo se agrega con el objetivo de darle al yogurt una consistencia firme, mientras que el azúcar aporta el dulzor característico. Cuando la leche dentro de la olla de acero inoxidable llega a 45 °C se agregan 2 cucharadas de yogurt natural. Se le agrega yogurt natural porque contiene las bacterias *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* y *Streptococcus thermophilus* subsp. *salivarius* quienes serán las encargadas de fabricar el producto por su condición de cultivos iniciadores. Se recomienda mantener el recipiente cercano a una fuente de calor una vez inoculado con el yogurt natural. Después de 4-6 h la mezcla se torna espesa y se procede a guardarla en el refrigerador durante 3-4 h. El yogurt casero refrigerado puede durar hasta 1 semana sin sufrir alteración en sus características físicas y sensoriales (flavor y textura) **(Ortega y col., 2012)**.

4.9.2 Proceso de elaboración del yogurt en la industria

La leche cruda es transportada en camiones cisterna con capacidad para 4000 L donde se mantiene fría a 4 °C. Los tanques donde se almacena la leche son de acero inoxidable. Estos son construidos con doble pared y aislados con corchos, su sección es circular o elíptica para permitir una mayor estabilidad en el viaje y evitar que se separe la grasa de la leche. Al llegar a la industria la leche se somete a un proceso de filtración donde se eliminan impurezas como insectos, cabellos ó residuos vegetales que pudieran haber caído en la leche durante la ordeña y recolección. Esta se pasa a través de un tamiz delgado de acero inoxidable de 1.7 mm de diámetro por orificio y después por un filtro de algodón **(Liconsa, 2012)**. Posteriormente se lleva a cabo la clarificación que es una depuración centrífuga en la que la leche se introduce a un rotor que gira a gran velocidad realizando separación de partículas pesadas como tierra, cabello, leucocitos, bacterias de mayor tamaño ó células provenientes de la ubre de la vaca u otras partículas introducidas

después de la ordeña y que no fueron extraídas durante la filtración. Las impurezas son sedimentadas en forma de lodo sobre las paredes de la clarificadora. Después la leche se coloca al interior de tanques de almacenamiento cuyo interior debe ser de materiales inócuos como el acero inoxidable y contar con acabado espejo para facilitar su limpieza. El tanque está habilitado con un sistema de agitación para garantizar una mezcla homogénea de la leche en cualquier punto del tanque. También deberá tener un sistema de aislamiento térmico capaz de mantener la leche entre 4-5 °C. Luego se realizan controles de calidad donde se observa si presenta impurezas ó color anormal, se verifica si emana ó no olores extraños y se aplican pruebas químicas como la prueba del alcohol por contenedor, grado de acidez a través de la escala Dornic, conteo de células somáticas, determinación de la densidad, punto crioscópico y prueba de la reductasa que se lleva a cabo en presencia de azul de metileno donde se determina la actividad reductora de los microorganismos en función del tiempo. Estas pruebas químicas se realizan por contenedor recolectando un volumen mínimo de 300 mL para las mediciones **(INTI, 2013)**. Una vez aprobado el control de calidad, la leche se pasteuriza entre 60-69 °C durante 20-30 s con el propósito de eliminar microorganismos patógenos y lograr la inactivación enzimática del sustrato. Después del calentamiento la leche se enfría a 5 °C. Se procede a realizar el proceso de estandarización del contenido graso de la leche a partir de las siguientes alternativas: Removiendo la totalidad de la materia grasa (yogurt semidescremado o descremado) al 1.5%-2% de grasa ó con adición de crema a la leche entera al 3.5% de grasa. La estandarización es un proceso de suma importancia debido a que el contenido de grasa de la leche afecta a la velocidad máxima de descenso de pH durante la fermentación. También esta estandarización aplica al contenido no graso de la leche. Este contenido no graso involucra a las proteínas, azúcares y minerales. Las proteínas deben formar del 9-18% del contenido total de la leche. Para lograr este porcentaje es común que se le adicione leche en polvo, polvo de caseína y proteína en suero al coágulo. En cuanto al contenido de azúcar se le incorpora a la leche entre el 6.5-8.5% **(Arena y col., 2015)**.

Se realiza un tratamiento térmico de la leche ya estandarizada a 90 °C durante 10 min. Este tratamiento asegura la destrucción de microorganismos antagonistas que pudieran competir con los cultivos de BAL que se agregan posteriormente. También asegura la eliminación de oxígeno, lo cual favorece el crecimiento de las BAL. Se deja enfriar la leche a 43 °C. Llegando a esta temperatura se agregan los cultivos lácticos de acuerdo a

las indicaciones del proveedor (quién deberá indicar si se puede incorporar el cultivo directamente a la leche ó si se debe realizar una pre-incubación). La incubación se realiza a 43 °C durante 4 h. El proceso de fermentación durante la incubación es el paso más importante en la producción de yogurt. El factor clave de la fermentación es la participación del cultivo iniciador que contribuye a la formación del gel y el desarrollo de componentes involucrados en el flavor del producto. Para que un producto sea considerado como yogurt debe tener la presencia de *Streptococcus salivarius* subsp. *thermophilus* y *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*. Actualmente también al yogurt se le incorporan otras especies de bacterias como *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus casei*, *Lactobacillus lactis*, *Lactobacillus jugurti*, *Lactobacillus helveticus*, *Lactobacillus plantarum* WCFS1, *Lactobacillus plantarum* CECT 8328, *Bifidobacterium longum*, *Bifidobacterium bifidus* y *Bifidobacterium infantis* (López y col., 2014).

Streptococcus thermophilus es la única especie dentro del género *Streptococcus* que es empleada como cultivo iniciador. *Streptococcus thermophilus* es una bacteria Gram positiva. Su temperatura óptima de crecimiento es 35-53 °C, por tanto a este microorganismo se le considera como termotolerante. *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* es un bacilo Gram positivo, anaerobio facultativo, cuya temperatura óptima de crecimiento es de 40-44 °C. *Lactobacillus* puede producir altas cantidades de ácido láctico metabolizando la lactosa proveniente de la leche de los animales (Rognien y Duncan, 2011). *Streptococcus* y *Lactobacillus* comparten entre sí una relación sinérgica convirtiendo lactosa en ácido láctico que influye en la disminución de pH del producto lácteo. Cuando ambas bacterias crecen juntas en la leche, *Streptococcus thermophilus* se desarrolla primero mientras que *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* presenta un crecimiento menos acelerado. *Streptococcus thermophilus* por su alta actividad proteolítica crea sustancias peptídicas para estimular el crecimiento de *Lactobacillus*. Durante la etapa inicial de la fermentación, la lactosa es transportada a través de la membrana celular de *Streptococcus thermophilus* con ayuda de la enzima galactosidasa permeasa (Tamang y Kasiphaty, 2010). *Streptococcus thermophilus* produce niveles significativos de lactasa que cataliza la hidrólisis de lactosa a glucosa y galactosa. La glucosa es convertida a piruvato que es metabolizada a ácido láctico por la enzima lactato deshidrogenasa, los bajos niveles de oxígeno y la producción de formiato (bioproducto proveniente del metabolismo de *Streptococcus thermophilus*) estimula el crecimiento de *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* que es auxiliado al mismo tiempo por los aminoácidos liberados por las peptidasas activas secretadas por *Streptococcus*

thermophilus. De manera coordinada ambas bacterias aceleran la fermentación que no podría realizar ninguna de ellas por si misma de forma individual. Cuando el pH del yogurt se aproxima a 5, la actividad de *Streptococcus thermophilus* disminuye y la actividad de *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* gradualmente domina el proceso de fermentación hasta que se alcanza el valor de pH deseado (acorde a la legislación de cada país) y termina el proceso de fermentación. Normalmente se puede finalizar el proceso de fermentación disminuyendo la temperatura del producto a 4 °C. A esta temperatura el cultivo esta vivo pero su actividad se ve drásticamente limitada para permitir control del flavor durante el almacenamiento y distribución **(Rognlien y Duncan, 2011)**. El crecimiento del cultivo simbiótico induce cambios en los componentes nativos de la leche que son responsables de las propiedades fisicoquímicas y sensoriales del yogurt. Durante el proceso de fermentación los carbohidratos, proteínas y contenido microbiano sufren grandes cambios, mientras que las vitaminas y minerales se ven inalterados (a excepción de la vitamina B, que aumenta en contenido durante el almacenamiento). Cabe resaltar que los minerales por haber disminución en el pH se encontrarán en forma iónica y no coloidal. La lactosa se reduce al 30% y la concentración molar de ácido láctico se duplica. Tanto las proteínas del suero como las caseínas forman agregados que le confieren al yogurt su consistencia. Durante la incubación, el cultivo iniciador aumenta su concentración de 10^8 a 10^{10} UFC/g **(Tamang y Kasiphaty, 2010)**.

Los compuestos formados durante la fermentación que brindan flavor al yogurt son: ácido láctico, acetaldehído, sulfuro de dimetilo, 2,3-butanodiona, 2,3-pentadiona, 2-metiltiofeno, 3-metil-2-butenal, 1-octen-3-ona, dimetil trisulfuro, ácido acético, metional, 2-fenilacetaldehido, ácido-3-metilbutírico, ácido caprónico, guayacol y benzotiosol **(Bong y Moraru, 2014)**. En cuanto a los ácidos grasos, se libera principalmente ácido esteárico y oléico por la actividad de las lipasas. Los grupos carboxilo de los aminoácidos se disocian, la serina fosfato se ioniza y la carga negativa entre micelas de caseína aumenta. Debido a estas fuerzas de atracción entre iones positivos y negativos, las micelas de caseína forman agregados y eventualmente coagulan **(Dave y col., 2014)**. La formación del gel que constituye al yogurt se atribuye al desdoblamiento de la β -lactoglobulina durante el proceso de pasteurización de la leche, ya que en condiciones de calentamiento los grupos tiol de la proteína globular se encuentran libres e interactúan con la κ -caseína y α 1-caseína estableciendo puentes disulfuro entre sí cuando la emulsión se encuentra en medio ácido. A este proceso se le denomina precipitación isoeléctrica de la caseína. La

composición química del yogurt producido con leche de vaca, camella, cabra, búfala y oveja se presenta en la tabla anexa **(Tabla 11) (Saffon y col., 2013)**.

Después de que el yogurt alcanza el valor de pH de 4.3-4.7, se enfría a 5 °C durante 24 h. Esto inhibe el crecimiento y reacciones metabólicas del cultivo iniciador y previene el aumento en acidez del producto. El enfriamiento se puede dar en 1 ó 2 fases. Una fase involucra la rápida disminución de temperatura a menos de 10 °C. En la otra fase se enfría el yogurt a 20 °C y después poco a poco se disminuye la temperatura hasta llegar a 5 °C dando como resultado un yogurt con mayor viscosidad y sinéresis limitada (este proceso es el que se ocupa cuando al yogurt se le añade fruta). Después de 24 h se bate el yogurt para romper el coágulo, se puede agregar saborizante, colorante y fruta picada. Se envasa el producto en envases estériles, se almacena, se vuelve a analizar su calidad y se rotula para posteriormente ser transportado a los centros de venta **(Panagiotis y Tzia, 2014)**.

El yogurt presenta efectos benéficos para la salud que contribuyen al cuidado del cabello, tratamiento de enfermedades de la piel, a tratar enfermedades gastrointestinales como la diarrea, previene enfermedades de transmisión sexual provocadas por hongos, fortalece el sistema inmune, puede ser consumido por personas intolerantes a la lactosa y ayuda a disminuir los síntomas de la osteoporosis **(Gahrue y col., 2015)**.

Tabla 11. Análisis químico proximal en g por cada 100 g de muestra de yogurt proveniente de la leche de vaca, cabra, oveja, camella y búfala.

Composición química	Yogurt de leche de búfala	Yogurt de leche de camella	Yogurt de leche de cabra	Yogurt de leche de oveja	Yogurt de leche de vaca
Sólidos totales (g/100 g)	11.6	10.45	12.95	19.25	12.8
Grasa (g/100 g)	0.68	2.55	3.6	5.5	3.7
Proteína (g/100 g)	4.49	3.75	4.1	5.2	3.5

Composición química	Yogurt de leche de búfala	Yogurt de leche de camella	Yogurt de leche de cabra	Yogurt de leche de oveja	Yogurt de leche de vaca
Humedad (g/100 g)	82.41	82.84	78.65	69.07	74
Cenizas (g/100 g)	0.82	0.41	0.7	0.98	0.75
pH	4	4.75	5.15	4.85	5.6

Fuente: (El Zubeir y col., 2012), (Han y col., 2012), (Matos y col., 2013), (Gahrue y col., 2015)

Capítulo 5. Microbiología de productos lácteos fermentados y riesgos biológicos en la leche

En el presente capítulo se dará una reseña sobre la importancia de los alimentos probióticos y prebióticos en la salud humana, los microorganismos presentes en alimentos lácteos fermentados como shubat, kefir, kishk, kaymak, yogurt y ayran encontrados en los últimos 6 años, su comparación en cuanto a las especies microbianas existentes en otros productos lácteos fermentados consumidos al noreste de Europa y los últimos avances en investigación de probióticos realizados en la región Balcanica.

Las tablas anexas de este capítulo (**Tablas 12 y 13**) muestran que la especie bacteriana *Lactobacillus casei* está presente tanto en productos lácteos de los Balcanes y Asia Central como en productos lácteos provenientes del norte y centro de Europa. Esta bacteria está involucrada en el mejoramiento de la digestión debido a que contribuye a mantener la permeabilidad intestinal, disminuye la producción de gas en el intestino y mejora la tolerancia a la lactosa en los individuos. Además actúa como complemento para favorecer el crecimiento de *Lactobacillus acidophilus* (un productor de la amilasa, la cuál es una enzima digestiva de carbohidratos en la saliva y en el jugo pancreático de mamíferos). Tiene la capacidad de resistir altos valores de pH lo que la convierte en un candidato para soportar diferentes condiciones de acidez durante la fabricación del producto. *Geotricum candidum* se encuentra presente en el Kefir y Viili. La textura aterciopelada que poseen ambos alimentos en su superficie se atribuye a un mucílago de

polisacáridos producido a través del metabolismo de la levadura. Este heteropolisacárido se conoce como viilian y los compuestos que lo componen son glucosa, galactosil-(1,4)-glucosa y ramnosil-(1,2)-galactosil-(1-4)-glucosa.

Tabla 12. Microorganismos encontrados en los alimentos lácteos fermentados de Asia Central y los Balcanes desde 2009 hasta 2015.

Nombre del producto fermentado	Nombre de la bacterias identificadas	Levaduras
Shubat	<i>Lactobacillus sakei</i> , <i>Lactobacillus helveticus</i> , <i>Lactobacillus brevis</i> , <i>Enterococcus faecium</i> , <i>Leuconostoc lactis</i> , <i>Weissella hellenica</i>	<i>Kluyveromyces marianus</i> , <i>Kazachstania unispora</i> , <i>Cándida ethanolica</i>
Kefir	<i>Lactobacillus acidophilus</i> , <i>Lactobacillus brevis</i> , <i>Lactobacillus buchneri</i> , <i>Lactobacillus casei</i> , <i>Lactobacillus casei</i> subsp. <i>pseudoplantarum</i> , <i>Lactococcus cremoris</i> , <i>Lactobacillus delbrueckii</i> subsp. <i>bulgaricus</i> , <i>Lactobacillus fermentum</i> , <i>Lactobacillus helveticus</i> , <i>Lactobacillus kefiranofasciens</i> , <i>Lactobacillus kefir</i> , <i>Lactobacillus paracasei</i> , <i>Lactobacillus parabuchneri</i> , <i>Lactobacillus plantarum</i> , <i>Lactobacillus sunki</i> , <i>Leuconostoc mesenteroides</i> , <i>Pediococcus acidilactici</i> , <i>Pediococcus dextrinicus</i> , <i>Pediococcus pentosaceus</i> , <i>Streptococcus durans</i> , <i>Streptococcus thermophilus</i> , <i>Streptococcus lactis</i> , <i>Pichia fermentans</i>	<i>Kluyveromyces marxianus</i> , <i>Candida kefir</i> , <i>Candida crusei</i> , <i>Candida lambica</i> , <i>Candida maris</i> , <i>Geotricum candidum</i> , <i>Kazachstaniaaerovia</i> , <i>Kluyveromyces lactis</i> , <i>Lachancea meyersii</i> , <i>Saccharomyces cerevisiae</i> , <i>Zygosaccharomyces ssp</i> , <i>Saccharomyces delbrueckii</i>
Kishk	<i>Lactobacillus plantarum</i> , <i>Lactobacillus casei</i> , <i>Lactobacillus brevis</i> , <i>Streptococcus thermophilus</i> , <i>Lactobacillus agilis</i> , <i>Lactobacillus acidophilus</i> , <i>Lactobacillus lactis</i> , <i>Lactobacillus jugurti</i> , <i>Lactobacillus delbrueckii</i> subsp. <i>bulgaricus</i>	
Kaymak	<i>Lactococcus lactis</i> , <i>Lactococcus cremoris</i> , <i>Lactococcus diacetylactis</i> , <i>Lactococcus raffinolactis</i> , <i>Lactococcus garviae</i> , <i>Leuconostoc mesenteroides</i> , <i>Leuconostoc pseudomesenteroides</i> , <i>Streptococcus thermophilus</i> , <i>Streptococcus mitis</i> , <i>Enterococcus faecium</i> , <i>Enterococcus durans</i>	

Nombre del producto fermentado	Nombre de la bacterias identificadas	Levaduras
Yogurt	<i>Lactobacillus acidophilus</i> , <i>Lactobacillus casei</i> , <i>Lactobacillus lactis</i> , <i>Lactobacillus jugurti</i> , <i>Lactobacillus helveticus</i> , <i>Lactobacillus delbrueckii</i> subsp. <i>bulgaricus</i> , <i>Streptococcus thermophilus</i> , <i>Bifidobacterium longum</i> , <i>Bifidobacterium bifidis</i> , <i>Bifidobacterium infantis</i>	<i>Debaryomyces hansenii</i> , <i>Saccharomyces cerevisiae</i> , <i>Mrakia frigida</i> , <i>Hansenula ssp.</i> , <i>Candida parapsilosis</i> , <i>Debaromyces castellii</i> , <i>Candida maltosa</i>
Ayran	<i>Lactobacillus plantarum</i> , <i>Lactobacillus brevis</i> , <i>Lactobacillus paracasei</i> , <i>Bifidobacterium bifidis</i> , <i>Bifidobacterium infantis</i>	

Fuente: (Azadnia y Nazer, 2009), (Franciosi y col., 2009), (Tamang y Kasiphaty, 2010), (Amores y col., 2010), (Iranmanesh y col., 2012), (Jokovic y col., 2014), (Gahruie y col., 2015)

Tabla 13. Alimentos lácteos fermentados análogos al kefir, kishk, ayran, yogurt y kaymak consumidos en los países bálticos, de Europa Central y escandinavos.

Nombre del producto lácteo	Descripción del producto	Nombre de la bacterias identificadas	Levaduras	País de origen
<p>Filmjök (Figura 56)</p>	<p>Leche entera de vaca, pasteurizada, homogenizada, enfriada, fermentada con cepas viscosas de <i>Streptococcus cremoris</i> y otros microorganismos utilizados para el suero de manteca cultivado (leche desnatada de vaca, calentada, homogenizada e inoculada con <i>Streptococcus lactis</i>, <i>Streptococcus lactis</i> subsp. <i>diacetylactis</i> y <i>Leuconostoc cremoris</i>).</p> <p><i>Lactococcus lactis</i> y <i>Leuconostoc mesenteroides</i> metabolizan lactosa, el azúcar presente de forma natural en la leche en ácido láctico. Este ácido da al filmjök un sabor agrio y hace que las proteínas de la leche principalmente caseína coagulen, espesando así el producto final.</p> <p>Las bacterias también producen una cantidad limitada de diacetilo, que da al filmjök su sabor característico. El filmjök es parecido al suero de mantequilla, el kéfir y el yogurt en consistencia, pero fermentado por diferentes bacterias y por tanto con un sabor ligeramente diferente. Comparado con el yogurt, el filmjök sabe menos agrio. En Suecia suele venderse en paquetes Tetra Pak de 1 kg.</p>	<p><i>Bifidobacterium lactis</i></p> <p><i>Lactococcus lactis</i></p> <p><i>Lactobacillus casei</i></p> <p><i>Leuconostoc mesenteroides</i></p> <p><i>Streptococcus cremoris</i></p> <p><i>Streptococcus lactis</i></p> <p><i>Streptococcus lactis</i> subsp. <i>diacetylactis</i></p> <p><i>Lactobacillus brevis</i> (presente en las variantes de filmjök adicionadas con kefir)</p> <p><i>Lactobacillus acidophilus</i></p> <p><i>Lactobacillus plantarum</i></p>	<p><i>Candida kefyr</i> (presente en las variantes de filmjök adicionadas con kefir)</p>	<p>Suecia</p>

Nombre del producto lácteo	Descripción del producto	Nombre de la bacterias identificadas	Levaduras	País de origen
<p>Quark (Figura 57)</p>	<p>El quark es un queso batido, de textura untuosa y blanca, de aroma fresco y sabor ligeramente ácido.</p> <p>Se elabora con leche de vaca, pasteurizada, enfriada, tratada con cuajo y cultivo iniciador de bacterias ácido lácticas (población similar al suero de manteca cultivado en el filmjök). Es muy empleado en la cocina alemana (Weißkäse en Baviera), en la cocina de Austria (Topfen) y en las cocinas de los Países Bajos. También se consume en países como Polonia, Rusia, Ucrania, Bielorrusia, etc. Se emplea en la elaboración de algunas salsas y como relleno de diferentes postres.</p>	<p><i>Streptococcus cremoris</i></p> <p><i>Lactobacillus lactis</i></p> <p><i>Bifidobacterium bifidum</i></p> <p><i>Bifidobacterium breve</i></p> <p><i>Bifidobacterium infantis</i></p> <p><i>Bifidobacterium lactis</i></p> <p><i>Bifidobacterium longum</i></p> <p><i>Lactobacillus acidophilus</i></p> <p><i>Lactobacillus brevis</i></p> <p><i>Lactobacillus bulgaricus</i></p> <p><i>Lactobacillus casei</i></p> <p><i>Lactobacillus gasseri</i></p> <p><i>Lactococcus lactis</i></p> <p><i>Lactobacillus paracasei</i></p> <p><i>Lactobacillus plantarum</i></p> <p><i>Lactobacillus rhamnosus</i></p> <p><i>Lactobacillus salivarius</i></p> <p><i>Streptococcus thermophilus</i></p>		<p>Alemania</p> <p>Austria</p> <p>Países Bajos</p> <p>Polonia</p> <p>Rusia</p> <p>Ucrania</p> <p>Bielorrusia</p> <p>Lituania</p> <p>Estonia</p> <p>Dinamarca</p> <p>Finlandia</p> <p>Noruega</p> <p>Suecia</p> <p>Letonia</p> <p>Suiza</p>

Nombre del producto lácteo	Descripción del producto	Nombre de la bacterias identificadas	Levaduras	País de origen
Viili, Taette, Ymer, Skyr, Tamjolk (Figura 58)	Se lleva a cabo la fermentación de la leche con bacterias ácido lácticas como <i>Lactococcus lactis</i> y <i>Lactococcus cremoris</i> y además interviene una especie de levadura llamada <i>Geotricum candidum</i> la cual es la encargada de conferirle al alimento una superficie similar a la del terciopelo. <i>Lactobacillus lactis ssp cremoris</i> produce un mucilago de heteropolisacáridos llamado viilian que es parecido al kefiran producido por los granos de kefir.	<i>Lactococcus lactis</i> <i>Lactococcus cremoris</i> <i>Leuconostoc mesenteroides</i> subsp. <i>cremoris</i>	<i>Geotricum candidum</i>	Finlandia Noruega Dinamarca Islandia Suecia

Fuente: (Tamang y Kasiphaty, 2010).



Figura 56. Filmjolk. Suecia, año: 2006.
Fotografía: Dagmar T



Figura 57. Quark. España, s/año.
Fotografía: cocinista.es



Figura 58. Viili. Finlandia, año: 2011. Fotografía: viiliculture

5.1 Probióticos y prebióticos

Los alimentos además de ser una fuente de nutrientes, a menudo constituyen un medio de cultivo ideal para la multiplicación microbiana. Las BAL son microorganismos que tienen diversas aplicaciones, una de estas aplicaciones es el intervenir en el proceso de fermentación de los alimentos para obtener productos como yogurt, queso, embutidos, encurtidos, vino, cerveza, etc. Las BAL además de contribuir en la biopreservación de los alimentos mejoran características sensoriales como el flavor y textura e incluso aumentan su calidad nutritiva. Los probióticos son cultivos puros ó mezcla de cultivos de microorganismos vivos que al ser consumidos por el hombre y los animales en cantidades adecuadas mejoran su estado de salud. En este sentido, la mayoría de los probióticos pertenecen a las BAL. Las BAL son un grupo de microorganismos representados por varios géneros con características morfológicas, fisiológicas y metabólicas en común. En general las BAL son cocos ó bacilos Gram positivos, no esporulados, no móviles, anaeróbicos, microaerófilicos ó aerotolerantes, oxidasa, catalasa y benzidina negativas; carecen de citocromos, no reducen el nitrato a nitrito y producen ácido láctico como el único o principal producto de la fermentación de carbohidratos. Además las BAL son acido-tolerantes, esto quiere decir que pueden crecer tanto a valores de pH de 3.2 y otras incluso soportan valores de pH tan altos como 9.6. La mayoría crecen a pH entre 4 y 4.5

(Ramirez y col., 2011). Las BAL están ampliamente distribuidas en la naturaleza y han sido aisladas de diversos alimentos, tierra, plantas verdes, tracto digestivo, vagina de mamíferos, entre otras fuentes. Para su multiplicación requieren de azúcares como glucosa y lactosa además de aminoácidos, vitaminas y otros factores de crecimiento. La leche es el medio típico y satisfactorio para la proliferación de las BAL. Sin embargo, otros alimentos son también excelentes medios de crecimiento y producción de metabolitos de bacterias lácticas, entre ellos se encuentran los cereales, vegetales y carne. Por tanto son utilizados como cultivos iniciadores en la elaboración y conservación de productos lácteos y en el procesamiento de carne y bebidas alcohólicas **(Amores y col., 2010) (Ramirez y col., 2011)**. Las BAL se clasifican en homofermentadoras y heterofermentadoras (basado en su producto final de fermentación). Las homofermentadoras como *Lactococcus*, *Streptococcus*, *Pedococcus*, *Vagococcus* y algunos *Lactobacillus* poseen la enzima aldolasa y producen ácido láctico como principal producto de la fermentación de la glucosa utilizando la vía de glucólisis (Embdeb-Meyerhof). Por su parte las del género *Leuconostoc*, *Oenococcus*, *Weisella*, *Carnobacterium*, *Lactosphaera* y algunos *Lactobacillus* son heterofermentadoras y convierten hexosas a pentosas por la vía 6-fosfogluconato-fosfoacetolasa, produciendo en el proceso además de ácido láctico compuestos como acetato, etanol y CO₂. En la industria alimentaria algunas BAL heterolácticas son más importantes que las homolácticas, por ejemplo en la producción de compuestos que intensifican el sabor y aroma tales como acetaldehído y diacetilo **(Ramirez y col., 2011)**.

La acción conservadora de las BAL es debido a la inhibición de un gran número de microorganismos patógenos y dañinos por varios productos finales de la fermentación. Disminuyen la lipólisis, lo cual evita la rancidez en los productos lácteos. Estas sustancias son ácido láctico, acético, peróxido de hidrógeno, diacetilo, bacteriocinas y productos secundarios generados por la acción de lactoperoxidasa sobre el peróxido de hidrógeno y tiocianato (a este mecanismo se le denomina sistema antimicrobiano). Las bacteriocinas son moléculas que tienen estructura tipo péptido o proteínas biológicamente activas, las cuales presentan acción bactericida sobre receptores específicos de las células. Las bacteriocinas que producen las BAL han sido intensamente estudiadas por su actividad antimicrobiana contra bacterias patógenas tales como *Listeria monocytogenes*, *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus*, *Clostridium botulinum* y *Salmonella*, entre otras. Por otra parte, la acumulación de ácido láctico y otros ácidos orgánicos producidos por BAL, reduce el pH del ambiente con un efecto inhibitorio de bacterias Gram-positivas y

Gram-negativas. En este sentido, la forma no dissociada del ácido láctico puede penetrar con mayor facilidad la pared celular microbiana donde el pH más alto del contenido celular promueve la disociación, dando lugar a la liberación de iones hidrógeno y el anión correspondiente, de modo que ambos iones interfieren en el metabolismo e inhiben el crecimiento celular. Cuando el oxígeno está presente, las BAL pueden producir peróxido de hidrógeno, el cual genera radicales hidróxilo que causan peroxidación a los lípidos de la membrana y susceptibilidad de la célula microbiana de muchos microorganismos **(Ramirez y col., 2011)**. El CO₂ es un producto final de la fermentación heteroláctica y en ocasiones se obtiene por descarboxilación de aminoácidos por BAL. El dióxido de carbono promueve un ambiente anaeróbico, reduce el pH y puede ayudar a destruir la integridad de la pared celular microbiana. Asimismo, el diacetilo es producido por BAL que fermentan el citrato y es sintetizado por el metabolismo intermediario del piruvato. Se caracteriza por el aroma a mantequilla que le imparte a productos lácticos cultivados. Algunos de los microorganismos ocupados como probióticos son: *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus casei*, *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*, *Lactobacillus fermentum*, *Lactobacillus reuteri*, *Lactococcus lactis*, *Bifidobacterium bifidum*, *Bifidobacterium infantis*, *Bifidobacterium longum*, *Bifidobacterium breve* y *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris* **(Ramirez y col., 2011)**.

5.1.1 Efectos benéficos de los probióticos

Se han reportado como efectos benéficos de los probióticos el desarrollo de microbiota nativa en el intestino, control de infecciones en el intestino por patógenos entéricos, control de infecciones en el tracto urogenital, ayuda contra la intolerancia a la lactosa, disminuye la incidencia de diarreas, reduce tumores en cáncer de colon, disminuye los niveles de colesterol y fortalece el sistema inmune **(Roberfroid, 2007)**.

Prebióticos son componentes no digeribles de un alimento que al ingerirse promueven el crecimiento y establecimiento de gérmenes benéficos en la flora intestinal. Los prebióticos más usados en la práctica clínica son los siguientes: fructooligosacáridos (presentes en la cebolla, ajo, plátano, espárragos y alcachofas), galactooligosacáridos y trans-galactooligosacáridos (se encuentran en la leche materna y el frijol de soya), hemicelulosa (presente en la cebada germinada), inulina (presente en el trigo, avena y cebada), lactulosa (presente en la fibra de cereales), rafinosa y estaquiosa (presentes en

legumbres) (**Roberfroid, 2007**). No todos los carbohidratos ingeridos en la dieta presentan actividad prebiótica, los criterios que deben de cumplir estas sustancias para clasificarse como prebióticas son:

- a) Resistencia a la acidez gástrica y su posterior absorción en el tejido gastrointestinal (debe de quedar al menos una parte del producto en el intestino grueso para funcionar como un sustrato de la fermentación).
- b) Que los microorganismos de la flora intestinal sean capaces de fermentar los carbohidratos.
- c) Que intervengan en la reducción de microorganismos patógenos.
- d) Deben intervenir en el control de la sensación de apetito y regulación del peso corporal.

5.1.2 Nuevos descubrimientos antropológicos en probióticos provenientes de la región objeto de estudio

Los datos históricos sugieren que uno de los logros de la civilización tracia fue la fermentación ácido-láctica. Los estudios de ADN mitocondrial de la población del territorio actual búlgaro llevados a cabo en el 2012 demuestran que los búlgaros son descendientes directos de los tracios (**Karachanak y col., 2012**). La palabra yogurt deriva de 2 palabras del idioma tracio: yogu (que significa sólido) y rt (leche). La leyenda cuenta que los tracios aprendieron el secreto del yogurt y vino de Aristeo (hijo de Apolo). El uso de la fermentación ácido-láctica fue reportado por primera vez por Herodoto (el padre de la historia) alrededor del año 484 D.C. quien afirmaba que los alimentos lácteos preparados se ofrecían como regalo para los dioses. Antes de las batallas, los guerreros tracios bebían leche fermentada mezclada con sangre de caballo para darles fuerza y vigor para resistir los combates sangrientos (**Georgieva y col., 2014**).

El yogurt fue conocido en el oeste de Europa durante 1544 debido a que el rey Francisco I de Francia solicitó al sultán del imperio Otomano que le mandara un curandero para sanar la diarrea severa que padecía. En esa época Bulgaria formaba parte del imperio Otomano. La persona mandada por el sultán llevó a París ropa de lino impregnada con yogurt. Después de varios meses el rey por fin se recuperó (**Georgieva y col., 2014**). Anteriormente las únicas fuentes naturales donde se había detectado la presencia de

Lactobacillus delbrueckii subsp. *bulgaricus* y *Streptococcus thermophilus* era en el ganado ovino, bovino y caprino, en las heces de los seres humanos y en plantas. Aleksandrov y colaboradores en el año 2014 aparte de indagar sobre aspectos históricos y sociales del consumo de yogurt por los tracios, realizaron investigaciones enfocadas en las fuentes naturales ajenas a la leche y plantas donde pudiera haber presencia de bacterias ácido-lácticas para tratar de explicar cual fue la fuente natural detonante en la creación del yogurt milenios atrás. Para realizar el estudio tomaron muestras provenientes de plantas del género *Cornus* en 4 regiones dentro del territorio búlgaro (la ciudad de Montana en la región norte, la capital Sofía en la región central del país y al sur las ciudades de Blagoevgrad, Smolyan y Burgas). Aparte del muestreo de plantas, los investigadores decidieron tomar muestras de agua de manantiales proveniente de las montañas. En el agua encontraron 8 cepas de *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*, *Lactococcus lactis*, *Lactobacillus helveticus* y *Streptococcus thermophilus* diferentes a las cepas que se habían encontrado anteriormente en plantas y en heces de seres humanos. También encontraron ácidos grasos de cadena corta (ácido caprónico, caprílico, cáprico y laúrico), monosacáridos como glucosa y galactosa y vitaminas de la leche como la A, D y E. Las muestras de agua se sometieron a liofilización a -45 °C por 48 h. Esto les permitió mantenerse viables por un periodo de 36 meses. Al pasar por condiciones extremas en el tracto gastrointestinal se demostró que estas cepas obtenidas del agua de manantiales mantenían estabilidad durante 7 h al darse a ingerir a 65 personas. También demostraron un mayor poder bacteriostático que las cepas aisladas directamente de la leche fermentada contra *Escherichia coli*, *Salmonella ssp* y *Staphylococcus aureus*. Por tanto, el aislamiento de las cepas de bacterias ácido lácticas en los manantiales de Bulgaria deja nueva apertura en futuras investigaciones sobre el verdadero origen de la fermentación ácido-láctica (si fue espontánea en los productos lácteos o provino directamente de las plantas y mantos acuíferos) (Georgieva y col., 2014).

5.1.3 Riesgos microbiológicos en la leche cruda

Existen diversos patógenos que se alojan en la leche cruda. Algunos de estos microorganismos son: *Salmonella ssp.*, *Aeromonas sobria*, *Yersinia enterocolitica*, *Escherichia coli*, *Listeria monocytogenes*, *Torulopsis candida*, *Candida rugosa*, *Candida lusitanae*, *Kluyveromyces fragilis* y *Rhodotorula rubra*. La prevalencia de patógenos en la leche está influenciado por múltiples factores que incluyen el tamaño de la granja, número de animales en la granja, las prácticas de higiene durante la limpieza y desinfección de

los recintos, la ordeña y temporada del año. Hay 4 mecanismos fundamentales por los que la leche cruda puede contaminarse: si el calostro del animal presenta sangre, por mastitis, contaminación fecal (antes y después de la ordeña) o puede ser contaminada indirectamente por el ser humano a través de la piel **(Lucey, 2015)**.

Escherichia coli es un habitante común del intestino de los animales y humanos. Se trata de un bacilo Gram negativo y flagelado. La mayoría de las cepas de *Escherichia coli* no constituyen un serio problema a la salud pero algunos serotipos pueden causar intoxicaciones alimentarias, este es el caso del serotipo O157:H7 que provoca serios daños a la salud debido a la producción de verotoxina. La verotoxina inactiva a la subunidad 60S de los ribosomas por medio de la ruptura del ARNr. De esta manera la toxina inhibe la síntesis de proteínas provocando daño en el epitelio intestinal trayendo como consecuencia aparición de colitis, diarrea hemorrágica y síndrome urémico hemolítico. La mayor incidencia de la transmisión del síndrome urémico hemolítico se da por consumir carne de vacuno insuficientemente cocinada ó beber leche cruda. Se requiere una temperatura superior a 72 °C para matar a la bacteria. La *E. coli* O157:H7 es capaz de tolerar y adaptarse a medios ácidos como el yogurt y kefir pudiendo sobrevivir dentro de estos productos hasta 21 días a temperatura de refrigeración **(Gupta y col., 2015)**.

Salmonella ssp es un microorganismo considerado como el 2do lugar en problemas de salud pública relacionados con infección alimentaria en países en vías de desarrollo. Es Gram negativo, anaerobio facultativo y no desarrolla cápsula a excepción de la especie *Salmonella typhi*. Los síntomas de la salmonelosis ocurren entre 12 y 72 h después de que la bacteria ha sido ingerida. Los síntomas incluyen calambres, náuseas, vómito, dolor de cabeza, fiebre y diarrea acuosa severa. La *Salmonella* se encuentra en productos alimenticios crudos provenientes de animales como huevo, productos cárnicos, leche no pasteurizada (en especial los provenientes de la leche de camella ó en quesos elaborados con leche cruda) **(Zeinhom y col., 2014)**.

El género *Yersinia* abarca a bacterias Gram negativas, no esporuladas. Comprende un grupo importante de bacterias patógenas entre las que destacan *Yersinia enterocolitica* y *Yersinia pseudotuberculosis* por encontrarse en la leche del ganado vacuno, caprino y ovino. Su periodo de incubación es de 3-7 días. Puede provocar gastroenteritis,

septicemia y absesos extraintestinales. Las *Yersinia* son bacterias psicrótrofas, es decir, que crecen a la temperatura de refrigeración (4 °C). Se transmite por falta de higiene en las explotaciones ganaderas, por contaminación cruzada entre alimentos y envases no esterilizados y en productos alimentarios cuya leche no haya sido pasteurizada adecuadamente como en el caso del helado ó crema **(Zeinhom y col., 2014)**.

Aeromonas ssp es un género que incluye a la bacteria mesofílica *Aeromonas sobria* (principal causante de diarrea en los turistas extranjeros). Son bacterias Gram negativas, no formadoras de esporas y mesófilas. Al igual que el género *Yersinia* también es capaz de crecer a temperatura de refrigeración. Se le encuentra en leche cruda, leche pasteurizada, crema, helados, quesos elaborados con leche no pasteurizada y aves. Su periodo de incubación es de 2 semanas. Puede provocar gastroenteritis, diarrea sanguinolenta y fiebre **(Zeinhom y col., 2014)**.

Listeria monocytogenes es el microorganismo causante de la Listeriosis. Es un bacilo Gram positivo, anaerobio facultativo, productor de ácido láctico, no esporulado y psicrótrofo. Puede desarrollarse a temperaturas de 1 °C a 45 °C. Se encuentra en quesos frescos, en quesos blandos como el Feta, Brie y Camembert, productos lácteos sin pasteurizar, leche pasteurizada envasada en condiciones antigénicas, en pescados y mariscos, carne de res y pollo. Los síntomas de la Listeriosis son fiebre, dolores musculares, escalofríos, diarrea, pérdida del equilibrio y la muerte. El patógeno es capaz de sobrevivir 9-15 h durante el proceso de fermentación de la leche y de 1-12 días en refrigeración. Para sobrevivir se auxilia de la caseína presente en la leche generando una capa protectora para evitar que el ácido láctico penetre su membrana y pared celular y pueda aniquilarlo. Este fenómeno se observa en los productos lácteos fermentados con altos niveles de caseína derivados de la leche de búfala y oveja **(Mamajoro, 2009)**.

Torulopsis candida, *Candida lusitanae*, *Candida rugosa*, *Kluyveromyces fragilis* y *Rhodotorula rubra* son levaduras involucradas en la contaminación de productos lácteos fermentados. Pueden provocar infecciones en la piel y uñas ó septicemia. Los productos pueden contaminarse a través de la adición de ingredientes como cereales, frutas, miel ó nueces (los cuales son agregados a los alimentos previo al proceso de envasado) o al estar en contacto con el equipo de producción. El crecimiento de levaduras se ve

favorecido por un alto valor de acidez, alto contenido de azúcares y baja temperatura de almacenamiento (**Mamajoro, 2009**).

Capítulo 6. Nutrición y gastronomía de los productos lácteos fermentados de la región objeto de estudio

En el presente capítulo se dará a conocer el papel benéfico que ejercen las proteínas, minerales y vitaminas presentes en la leche de especies animales como vaca, camella, yegua, búfala, oveja y cabra para la preservación del buen estado de salud en el ser humano. Posteriormente se dará una reseña referente al desarrollo de la gastronomía desde el punto de vista cultural en la región objeto de estudio y su impacto a nivel mundial en forma de la corriente del turismo gastronómico dando a conocer cuales son los platillos más populares consumidos en los centros de recreación vacacional que tengan como ingrediente el uso de productos lácteos fermentados así como los lugares frecuentemente visitados por el extranjero para conocer la oferta gastronómica de estos países.

6.1 Nutrición en la leche

6.1.1 Papel de los aminoácidos en el valor nutrimental de la leche

Los aminoácidos son moléculas orgánicas de bajo peso molecular que poseen en su estructura un grupo amino (-NH₂) ó carboxilo (-COOH). Dos aminoácidos se combinan en una reacción de condensación entre el grupo amino de uno y el carboxilo del otro liberandose una molécula de agua y formando un enlace amida denominado enlace peptídico. Posteriormente se forma un tripéptido y así sucesivamente hasta formar un polipéptido (**Sun y col., 2014**). Esta reacción tiene lugar de manera natural dentro de las células en los ribosomas. Existen 21 aminoácidos dentro de los cuales 10 se consideran esenciales, es decir, deben de ser aportados por el alimento debido a que el cuerpo no es capaz de sintetizarlos. Los aminoácidos esenciales son: arginina, valina, leucina, treonina, lisina, triptófano, histidina, fenilalanina, isoleucina y metionina. De estos aminoácidos esenciales destacan la lisina, cisteína, fenilalanina y metionina debido a que son los aminoácidos limitantes en la leche de algunas especies animales. Los aminoácidos esenciales limitantes en la leche de búfala son cisteína y metionina, en la leche de oveja

cisteína y triptófano, en la leche de yegua y en la de vaca cisteína y triptófano, en la de camella cisteína y metionina y en la de cabra cisteína y glicina (**Sabahelkheir y col., 2012**). Estos aminoácidos limitantes de las leches se ubican en la **Tabla 14** al ser los que se encuentran en menor concentración con respecto a las demás especies de aminoácidos. Para elevar el valor nutrimental de las proteínas en un alimento es necesario llevar a cabo un proceso de complementación en función al contenido proteico de cada alimento y la ingesta diaria recomendada por ingrediente. El proceso de complementación consiste en buscar alimentos que pertenezcan al grupo de frutas y hortalizas, cereales ó leguminosas que puedan aportar los aminoácidos esenciales en que es deficiente el producto alimentario (**Hedrick y Mikesky, 2012**). En el caso del kishk y la mekitsa se nota este proceso de complementación proteínica al ser los únicos productos alimenticios en cuyo proceso de elaboración se ocupa un cereal (trigo). El aminoácido limitante en los cereales es la lisina, entonces este aporte de lisina puede ser adquirido a través de la leche elegida para su elaboración, ya sea la proveniente de búfala, oveja, yegua, vaca ó cabra que son las que presentan una cantidad mayor de este aminoácido. Asimismo el trigo aportaría la metionina en que son deficientes la leche de búfala y camella. Se conoce que el kishk es elaborado con leche de búfala pero aún no esta reportado en la bibliografía si en la región objeto de estudio lo han preparado con leche de camella. Aunque para el caso de la leche de camella tendría que complementarse el bajo nivel de lisina que presenta con una leguminosa como el frijol de soya. Analizar esta posibilidad abriría un nuevo campo de estudio en la nutrición del Medio Oriente de donde es originario este producto. El mismo caso de complementación proteínica del kishk se aprecia en la elaboración de shashlik ó kebab (durante el proceso de marinado), al consumir kefir o yogurt acompañado de avena ó nueces junto con frutas elegidas por el comensal, en los ingredientes ocupados para preparar dolma (arroz ó trigo, carne: tambien deficiente en metionina y yogurt como acompañamiento) y al consumir kaymak untado sobre una rebanada de pan de trigo ó centeno. Los ingredientes que conforman a cada platillo de la región se mencionarán en el inciso 6.2 del presente capítulo.

Tabla 14. Aminoácidos presentes en las leches objeto de estudio y en otros alimentos (aminoácidos esenciales: azul, aminoácidos no esenciales: verde).

Concentración de aminoácidos (g/100 g proteína)									
Nombre del aminoácido	Leche de especies animales						Otros alimentos		
	Búfala	Oveja	Yegua	Vaca	Camella	Cabra	Trigo	Frijol de soya	Carne bovina
Ácido aspártico	6.17	9.23	10.4	7.80	6.90	7.4	4.29	3.99	8.68
Treonina	5.71	4.3	4.3	4.5	4.1	5.7	2.99	1.49	4.41
Serina	4.35	4.96	6.2	4.8	4.3	5.2	4.15	1.69	3.76
Ácido glutámico	20.21	18.58	20.1	23.2	18.1	19.3	6.64	6.49	15.9
Prolina	8.62	5.32	8.4	9.6	11	12.6	2.28	1.82	5.12
Cisteína	1.24	0.9	0.6	0.6	1.9	0.6	1.3	0.59	1.2
Glicina	1.59	1.4	1.9	1.8	2.1	2.1	94.07	1.42	7.1
Alanina	2.64	9.18	3.2	3.0	2.1	3.6	2.23	1.53	6.76
Valina	6.76	6.3	4.1	4.8	4.1	5.7	4.15	1.76	4.97
Metionina	0.93	2.7	1.5	1.8	2.0	3.5	2	0.58	1.7
Isoleucina	5.71	4.6	3.8	4.2	4.9	7.1	1.87	1.78	4.42
Leucina	9.79	9.8	9.7	8.7	6.1	8.2	3.42	2.84	8.11
Tirosina	3.85	3.7	4.3	4.5	3.1	4.8	3.35	1.25	3.66
Fenilalanina	4.71	4.3	4.7	4.8	4.0	6.0	3.71	1.97	4.21
Histidina	2.03	4.16	2.4	3.0	2.1	5.0	3.29	0.83	3.95
Lisina	7.49	7.8	8.0	8.1	4.0	8.2	2.08	1.9	8.77
Arginina	2.24	1.77	5.2	3.3	2.0	2.9	5.26	2.36	6.02

Concentración de aminoácidos (g/100 g proteína)									
Triptófano	5.96	1.0	1.2	1.5	ND *****	ND *****	0.14	0.45	ND *****

Fuente: (Abdulsalami y col., 2008), (Sabahelkheir y col., 2012), (Ortega y col., 2012), (Mataix, 2013), (Sun y col., 2014).

***** ND (no determinado)

6.1.2 Vitaminas en la leche de las especies animales

La leche contiene tanto vitaminas liposolubles como hidrosolubles. Las vitaminas liposolubles son aquellas que se pueden disolver en grasas y aceites. Son vitaminas liposolubles la vitamina D (calciferol), la vitamina E (tocoferol), la vitamina K1 (filoquinona), la K2 (menaquinona) y la vitamina A (retinol). Estas vitaminas son absorbidas en nuestro organismo por unas proteínas llamadas quilomicrones que viajan a través del sistema linfático del intestino delgado. Para su absorción, al igual que las grasas, se requiere la presencia de bilis y de enzimas pancreáticas lipolíticas. Entran a formar parte de las micelas de la digestión de los lípidos. Las vitaminas liposolubles se difunden a través de una membrana del borde en forma de cepillo al interior de la célula epitelial intestinal. Desde ahí entran los quilomicrones y salen del intestino con la linfa, en ausencia de ácidos biliares, una fracción significativa de vitaminas liposolubles puede absorberse y salir del intestino a través de la sangre hacia otros órganos para participar en distintas actividades metabólicas. Las leches que tienen mayor cantidad de vitamina A son la leche de búfala, camella, cabra y oveja. La leche de estas especies es de color más blanco que la leche de vaca debido a que se lleva a cabo la conversión de β -caroteno obtenido a partir de la dieta del animal en α -caroteno mediante la acción de la enzima dioxigenasa (Claeys y col., 2014) (Tabla 15).

Tabla 15. Contenido de vitaminas liposolubles en la leche de las especies objeto de estudio.

Concentración en µg/100 mL de leche						
Nombre de la vitamina	Yegua	Vaca	Oveja	Cabra	Camella	Búfala
Vitamina A	9.3-34	17-50	41-50	59	97	69
Vitamina D	0.32	0.3	0.18-1.18	0.25	0.3-1.6	ND *****
Vitamina E	26-113	20-184	120	70	21-150	190-200
Vitamina K	2.9	1.1-3.2	ND *****	0.3	0.4	ND *****

Fuente: (Claeys y col., 2014).

***** ND (no determinado)

La vitamina A participa en la formación y mantenimiento de la piel, membranas mucosas, dientes y huesos. Su precursor, el β -caroteno, posee actividad antioxidante. Se almacena en el hígado y se encuentra en la retina en forma de retinal. Juega un papel esencial en la visión humana constituyendo la rodopsina en las células neuronales de la retina. La vitamina D es un esteroide sintetizado por el hígado a partir del Acetil CoA. Su principal función es estimular la absorción intestinal de calcio y fosfato. En el hueso se une a los receptores de osteoblastos (responsables de depositar matriz ósea) y a los osteoclastos (degradación de matriz extracelular, liberando calcio y fosfato) los cuales trabajan conjuntamente en la regulación de calcio a nivel plasmático. La vitamina E ó tocoferol está conformada por un anillo cromanol, un grupo hidróxilo que puede donar un átomo de hidrógeno para reducir radicales libres y una cadena lateral hidrofóbica que permite la penetración en membranas biológicas. Hay 4 tipos de tocoferoles: α -tocoferol, β -tocoferol, γ -tocoferol y δ -tocoferol. De los 4 tipos de tocoferoles el α -tocoferol es el que ejerce la función más importante en el organismo humano que se absorbe y acumula en el cuerpo humano, protege a los ácidos grasos poliinsaturados de las membranas y otras estructuras celulares de la peroxidación lipídica. La vitamina K ó fitomenadiona interviene

en el proceso de coagulación de la sangre, favorece la generación de glóbulos rojos y está involucrada en la carboxilación de residuos glutámicos de las proteínas implicadas en la unión del calcio. Las vitaminas hidrosolubles más abundantes en las leches objeto de estudio son la Tiamina (B1), Ácido ascórbico (C), Riboflavina (B2), vitamina B6, vitamina B12, niacina y Ácido pantoténico. A diferencia de las vitaminas liposolubles estas no son almacenadas en el organismo humano, por eso deben adquirirse regularmente a través de la dieta. La vitamina B1 participa en el funcionamiento del sistema nervioso, interviene en el metabolismo de carbohidratos y interviene en el mantenimiento de la piel. La vitamina B2 ayuda a la respiración celular, cuidado de la piel, mucosas y en el funcionamiento de la vista. La vitamina B3 interviene en el crecimiento y la circulación sanguínea. La vitamina B5 favorece la asimilación de carbohidratos, proteínas y lípidos, contribuye a la síntesis de fierro, formación de la insulina y reduce los niveles de colesterol en sangre. La vitamina B6 participa en el metabolismo de proteínas y aminoácidos, forma glóbulos rojos y hormonas y equilibra los niveles de sodio y potasio en las células. La vitamina B12 participa en la síntesis de hemoglobina y la vitamina C ejerce función antioxidante, ayuda a la absorción de hierro no hémico e interviene en la formación de colágeno. Desde el punto de vista químico las leches de camello, yegua y búfala tienen un mayor contenido de vitamina C que el resto de las especies presentadas en la tabla anexa, lo que las convierte en leches susceptibles a perder su valor nutrimental si se le somete a un proceso térmico como la pasteurización. En cuanto a las vitaminas B6, B3, B5, A, D y E para la leche de las especies bovinas y no bovinas son estables durante los procesos de pasteurización y esterilización (**Tabla 16**) (**Claeys y col., 2014**).

Tabla 16. Contenido de vitaminas hidrosolubles en la leche de las especies objeto de estudio.

Concentración en µg/100 mL de leche						
Nombre de la vitamina	Yegua	Vaca	Oveja	Cabra	Camella	Búfala
Vitamina B1	20-40	28-90	28-80	40-68	10-60	40-50
Vitamina B2	10-37	116-202	160-429	110-210	42-168	100-120
Vitamina B6	30	30-70	27-80	7-48	50-55	25-330
Vitamina B12	0.3	0.27-0.7	0.30-0.71	0.06-0.07	0.2	0.3-0.4

Concentración en µg/100 mL de leche						
Niacina (B3)	70-140	50-120	50-120	187-370	500	80-171
Ácido pantoténico (B5)	277-300	260-490	350-408	310	88-368	150-370
Ácido ascórbico (C)	1287	300-2300	425-6000	425-6000	2400-18400	1000-2540

Fuente: (Claeys y col., 2014).

6.1.3 Minerales en la leche

La leche es una fuente de sustancias minerales, especialmente de Calcio, Fósforo, Sodio, Potasio, Cloro, Yodo, Magnesio y pequeñas cantidades de Hierro. Los minerales son esenciales para la vida, no pueden ser fabricados en el cuerpo humano. Se clasifican en 2 categorías: macroelementos y oligoelementos. Los minerales dentro del grupo de los macroelementos son Calcio (Ca), Cloro (Cl), Magnesio (Mg), Fósforo (P), Potasio (K) y Sodio (Na). Ejemplos de oligoelementos son: Cromo (Cr), Cobre (Cu), Hierro (Fe), Fluor (F), Yodo (I) , Manganeso (Mn), Molibdeno (Mo), Selenio (Se), Cobalto (Co) y Zinc (Zn). Minerales como el Calcio, Fósforo y Magnesio forman parte de la composición de los huesos y otros como el Sodio, Potasio y Cloro actúan como reguladores, catalizadores de reacciones químicas en el cuerpo o como agentes que intervienen en el equilibrio iónico de las células. El Calcio, Potasio y Sodio intervienen en el transporte de nutrientes a través de los órganos, el Calcio también actúa en el proceso de coagulación de la sangre y el Fe es el encargado de transportar el oxígeno. De los oligoelementos, el Zinc y Selenio son los responsables de mantener la permeabilidad de las membranas celulares y actúan como agentes antioxidantes en el retraso del envejecimiento, prevención de cáncer y enfermedades cardiovasculares. El Yodo es el componente de la tiroides. Todos los minerales son absorbidos por el intestino. Solamente Sodio, Potasio y Cloro son absorbidos totalmente por el intestino con posterior eliminación a través de la orina, mientras que los demás minerales son absorbidos en una proporción del 5%-50% con respecto a su concentración original. La deficiencia de minerales como Zinc, Selenio, Cobre, Cromo, Magnesio, Hierro y Calcio en el cuerpo humano pueden traer varios

problemas de salud en el ser humano tales como envejecimiento prematuro, osteoporosis, enfermedades cardiovasculares, cáncer, disminución en las funciones cognitivas y un sistema inmunológico débil (Adamovitch y col., 2012).

Tabla 17. Minerales presentes en la leche de los animales objeto de estudio.

Minerales (mg/100 g)	Leche de vaca	Leche de oveja	Leche de yegua	Leche de búfala	Leche de camella	Leche de cabra
Calcio	122	195-200	132.7	112	114-116	134
Fósforo	119	124-158	88.4	99	87.4	121
Potasio	152	136-140	66.5	92	144-156	181
Magnesio	12	18-21	10.2	8	10.5-12.3	16
Sodio	58	19.8	19.8	35	59	41
Minerales (µg/100 g)	Leche de vaca	Leche de oveja	Leche de yegua	Leche de búfala	Leche de camella	Leche de cabra
Zinc	530	520-747	270	410	530-590	56
Fierro	80	72-122	37	161	230-290	7
Cobre	60	40-68	64	35	140	5
Manganeso	20	5.3-9	ND *****	27	80	3.2
Yodo	2.1	10.4	ND *****	ND *****	ND *****	2.2
Selenio	0.96	3.1	ND *****	ND *****	ND *****	1.33

Fuente: (Barlowska y col., 2011).

***** ND (no determinado)

La variabilidad de Calcio en la leche está relacionada con una alta concentración de caseína, ya que el Calcio es el responsable de la unión de las caseínas en las micelas junto con los iones fosfato y citrato. Las leches que cuentan con una concentración de Calcio mayor son la leche de oveja y cabra, mientras que las que tienen una concentración menor de Calcio son la leche de búfala y camella, por tanto al ser transformadas en ácido láctico durante el proceso de fermentación permiten a una persona intolerante a la lactosa que pueda consumir alimentos fermentados sin presentar riesgos a su salud (Tabla 17) (Barlowska y col., 2011).

6.2 Gastronomía de la región objeto de estudio

La existencia de una gastronomía balcánica ó caucásica ha sido debatida en los últimos 26 años tras la caída del comunismo por cuestiones religiosas, políticas y lingüísticas. Sin embargo, a pesar de que algunos países de la región como Grecia y Albania ó Bulgaria y Armenia (por mencionar algunos) aparenten no compartir rasgos culturales en común, lo

que une a esta región geográfica es que no se puede hablar de una cocina nacional autóctona por cada país, ya que se consumen los mismos platillos pero bajo diferentes nombres. Un ejemplo es el de la cocina balcánica actual que descende de una fusión entre la gastronomía persa y otomana. La gastronomía persa y otomana, al igual que la gastronomía de la región objeto de estudio, ocupan yogurt para marinar platillos elaborados a base de carne, elaboran postres acompañados de frutas secas y miel, lo utilizan como acompañamiento para ensaladas y las bebidas lácteas fermentadas las acompañan con hojas de menta. La gastronomía de los Balcanes corresponde a las costumbres comunes de los estados, regiones y pueblos localizados geográficamente en la península balcánica. Se caracteriza por el empleo de una gran variedad de diferentes ingredientes como vino, aceite de oliva, aceitunas, vegetales, productos pesqueros, productos cárnicos y productos lácteos fermentados. Posee una mezcla de influencias procedente de los países del este de Europa, la cocina mediterránea y del Medio Oriente **(Bradatan, 2003)**. La cocina de Asia Central involucra la comida de países como Kazajistán, Kirguistán, Tayikistán, Turkmenistán, Uzbekistán y Afganistán. Es una gastronomía que se caracteriza por el uso de cereales como avena, arroz y trigo, carne de cabra, oveja o caballo, productos lácteos fermentados y vegetales. En cuanto a la gastronomía de los países caucásicos, adquirió influencia de parte del pueblo persa, otomano y ruso (durante la época de la ocupación soviética). La mayoría de los platillos de esta región se preparan con carne de cordero, ternera, ave y esturión. Entre las legumbres más utilizadas son: berenjenas, pimiento verde, col, espinaca, remolacha, rábano, cebolla, pepino y chícharos. Como potenciadores de sabor en los platillos se emplean una gran variedad de especies como el azafrán, hinojo, anís, laurel, tomillo, eneldo, albahaca, comino, cilantro, estragón, perejil y hojas de menta. Actualmente el impacto de la gastronomía balcánica y de Asia Central a nivel mundial se explica a través del auge del turismo gastronómico. El turismo gastronómico se define como el viaje a una región geográfica con propósito de recreación ó entretenimiento que incluye visitas a complejos industriales ó pequeños productores de alimentos, asistencia a festivales gastronómicos, ferias regionales, sesiones de degustación de alimentos y bebidas, asistencia a spas donde se promueve alimentación nutritiva y relajamiento espiritual. Este tipo de viajes para el turista incluyen el aprender sobre nuevas culturas, conocer las especialidades culinarias de la región y adquirir conocimiento sobre las cualidades ó atributos sensoriales que ofrecen los productos comercializados con el propósito de modificar la rutina del turista en pasar sus vacaciones en complejos hoteleros donde los platillos que consume pertenecen a una gastronomía ajena al país en que se encuentra y

esto le hace poco probable el poder aventurarse en saborear la cocina de la región. Los factores que considera la UNESCO para que un destino geográfico pueda ser considerado como parte de la promoción de turismo cultural es la calidad y variedad regional de alimentos, desarrollo sustentable del lugar, alimentación sana y multiculturalismo (Rifai, 2014).



Figura 59. Casa de kebab. Gaziantep, Turquía, año: 2014. Fotografía: turkishtravelblog



Figura 60. Skara. Bulgaria, año: 2012. Fotografía: Stefan 100yanov



Figura 61. Kafana. Serbia, año: 2013. Fotografía: mojakafana

Los países balcánicos, de Asia Central y del Cáucaso que cuentan con programas de captación de divisas a través del turismo gastronómico son: Azerbaijón, Georgia, Grecia, Rumania, Serbia, Bulgaria, Kazajistán y Uzbekistán. En Azerbaijón, Uzbekistán, Serbia, Bulgaria y Georgia el turismo gastronómico se promueve a través de las llamadas casas de kebab, skara ó kafana (**Figuras 59, 60 y 61**). Estas casas son similares a las tabernas ó bristos franceses donde el shashlik (también conocido como kebab) es el platillo predilecto de los comensales. El shashlik (**Figura 62**) es una brocheta elaborada a base de trozos de carne de cordero, pescado ó ave marinada con una mezcla de yogurt, cebolla, ajo, sal, pepinillos en vinagre, cilantro, semillas de cúrcuma y pimienta. Para las bebidas de acompañamiento los aldeanos recomiendan a los turistas el consumir vino tinto, rakia (licor de ciruelas fermentadas), té de hierbabuena ó té negro. Para montar el platillo se suelen utilizar ingredientes como lechuga, jitomates, papas ó pimiento morrón. Además los restaurantes georgianos suelen ofrecer aperitivos elaborados con quesos de variedad semejante al feta griego, a este queso en Georgia se le conoce como sulguni, pero a diferencia de las degustaciones de quesos en la Europa Occidental donde se consumen crudos, en este país se consumen cocinados ya sea estofados en leche, a la parrilla, fritos (acompañado con hiebas y especias) ó horneados dentro de una pieza de pan (**Figura 63**). El dolma (en idioma turco, bosnio, serbio, georgiano), dolmades (griego), tolma (en armenio) ó salma (en rumano) es una hoja proveniente de la vid que se consume también como acompañamiento de los platillos de la región (**Figura 64**). Esta

hoja de la vid se rellena con una mezcla de arroz, cebolla, carne de cordero ó res picada, pasas, col, pimiento verde, perejil fresco, trigo y piñones. Estos aperitivos se sirven calientes acompañados con salsa de yogurt (zumo de limón, yogurt y hojas de menta picadas). Como sopa se suele servir el tarator (platillo común de Bulgaria, Albania, Turquía, Serbia y Grecia). Esta sopa es fría y incluye nueces, ajo, yogurt, pepino picado finamente (en cortes de 5 mm por lado (corte denominado brunoise en la gastronomía francesa)), aceite de oliva, agua, jugo de limón ó vinagre (**Figura 65**). Existe una variante de este platillo al que no se le agrega agua llamado Snezhanka salata o tzatziki (por su nombre en griego) que se le ocupa como salsa para aderezar aros de calamar fritos ó sashlik (**Figura 66**). En cuanto a postres esta la mekitsa (consumida en Serbia y Bulgaria) el cual es un pan frito elaborado con harina de trigo, huevo, yogurt, levadura, agua y sal. Cuando se sirve al comensal se espolvorea con azúcar y se acompaña con mermelada ó miel adicional (**Figura 67**) (**Driskas y Spiliadis, 2011**).



Figura 62. Shashlik con ensalada y aderezo de yogurt. Rusia, año: 2015. Fotografía: cookdiary



Figura 63. Barcos de berenjenas rellenas con queso sulguni. Georgia, año: 2015. Fotografía: georgianjournal



Figura 64. Dolma con aderezo de yogurt. Turquía, año: 2012. Fotografía: Sarah Scoble Commerford



Figura 65. Tarator. Bulgaria, s/año. Fotografía: gourmadize



Figura 66. Tzatziki. Grecia, Septiembre, 2009. Fotografía: judicialpeach

Figura 67. Mekitsa. Monasterio de Rila, Bulgaria. Octubre 2013, Fotografía: judicialpeach

En Kazajistán, Kirguistán y Turkmenistán desde tiempos ancestrales su dieta ha estado basada en el consumo de carne y leche proveniente de la yegua, búfala, oveja y camella. La oferta turística alternativa de esta región se basa en el alojamiento de turistas en viviendas llamadas yurts. Los yurts fueron viviendas asentadas en las estepas que ocuparon los pueblos mongoles, kazajos, turkmenos y kirguises cuando su modo de vida era nómada (**Figura 68**). Estos fueron declarados patrimonio cultural de la humanidad en el año 2013. Su influencia en la cultura de Asia Central se ve reflejada en el diseño del escudo de las banderas de Kazajistán y Kirguistán, ambos adoptados en 1992. Dentro de los yurts se dispone un lugar para consumir los alimentos denominado dastarkhan. En el dastarkhan (**Figura 70**) se dispone de un mantel extendido en el suelo donde se coloca un dispensador de bebida con té ó ayran mientras que el plato fuerte y aperitivos se colocan en pequeños platos de porcelana. De plato fuerte se sirve un platillo llamado Beshbarmaq que se consume con las manos (**Figura 69**). El beshbarmaq se prepara con carne picada de caballo, pasta hervida y rodajas de cebolla. El aperitivo principal son las manzanas. El primero que se sirve de comer es la persona de mayor edad y es quién funge como anfitrión sirviendo al resto de los comensales. Aparte de los manjares culinarios probados al interior del yurt también las agencias de viajes organizan visitas a museos etnográficos (donde los visitantes pueden participar en competencias de equitación).



Figura 68. Yurt, Kazajistán, Septiembre 2008, Fotografía: Moolu



Figura 69. Beshbarmaq, Kazajistán, Octubre 2009, Fotografía: Peretz Partensky



Figura 70. Dastarkhan, Kirguistán, año; 2014, Fotografía: Erik Anderson

Capítulo 7. Discusión

Las costumbres alimenticias tradicionales son fundamentales no sólo para la soberanía alimentaria en los países emergentes, sino también para fomentar la seguridad alimentaria (sobre todo en época de invierno que se caracteriza por largos periodos de aislamiento de la gente en sus casas por el clima extremo), desarrollo ecoturístico, implementar mercados especializados de alimentos a pequeña escala y lograr estrategias de salud locales que contribuyan a aumentar el nivel de vida de la población. Las prácticas de fermentación de los hogares de estas regiones geográficas todavía desempeñan un papel importante en la dieta del ser humano debido a sus aplicaciones de bajo costo para aumentar la vida útil de los productos y la capacidad para mejorar tanto las características nutricionales como las cualidades sensoriales de los alimentos. La información reportada sobre alimentos lácteos fermentados procedentes de los Balcanes y Asia Central es menor con respecto a lo publicado en países del Norte de Europa, Europa Central, Australia, Nueva Zelanda, Estados Unidos, Canadá y Argentina. Esto se debe a que la industrialización de estos productos alimenticios a gran escala es reciente. Durante miles de años se prepararon a nivel casero. Aún se están investigando técnicas novedosas de manufactura para asegurar mejores controles de calidad desde la recepción de materias primas hasta la obtención del producto terminado, así como el mejoramiento de sus propiedades sensoriales e implicaciones que pudieran tener en el beneficio de la salud del individuo. Es importante que se le de mayor difusión en fuentes especializadas a la región geográfica objeto de estudio para comprender el impacto que

tuvo la ganadería en la antigüedad, no solo como medio de transporte, sino como medio de supervivencia para la población, ya que de animales como caballos, cabras u ovejas se obtenía tanto leche como carne.

Las regiones de Asia Central y los Balcanes son puntos clave para conocer el curso de la evolución de la persistencia a la lactasa en el oeste de Europa y cual fue la causa biológica que permitió que 50% de la población de América Latina (tras la conquista a manos de los españoles y portugueses) pudiera mantener la capacidad de consumir leche en etapa adulta (**Román y col., 2013**). En nuestro país aún no hay un estudio que indique el tipo de población susceptible a desarrollar intolerancia a la lactosa en su etapa adulta. Se desconoce si este factor tiene que ver con el lugar de procedencia de nuestros antepasados (ajeno a España ó Portugal) o si se trató de un proceso de selección natural (del cual los españoles y portugueses ya eran portadores) el que nos brindará la posibilidad de consumir leche.

Con este compendio se espera que tanto estudiantes como especialistas del campo de la alimentación se informen sobre los tipos de leche que pueden consumir las personas intolerantes a la lactosa acorde a su composición química, que no presente riesgo de salud y brinde beneficios terapéuticos como tratamiento de cáncer y enfermedades de la piel, así como el caso de la leche de yegua. Esta leche aún no es aprovechada como fuente de alimentación en México ni se tienen datos reportados sobre la cantidad de cabezas de equino destinadas para actividad ganadera. Solamente se les ocupa como medio de transporte o actividades deportivas.

El consumo de productos lácteos fermentados en Norteamérica no muestra signos de declive y México puede ser el próximo gran mercado emergente. En las tiendas de autoservicio de los centros urbanos han surgido nuevas presentaciones convenientes para el consumo de estos productos como la aparición de tubos y empaques flexibles que permiten tanto el transporte como una mayor comodidad a la hora de ingerir los alimentos.

En los últimos 3 años se ha visto el aumento en popularidad del consumo de yogurt en variedad griega ya sea en forma natural ó adicionado con frutas como arándanos, mango, fresa, o durazno así como en el consumo de yogurts bebibles. Por tanto algunos de los productos del presente trabajo que podrían gozar de mayor aceptación entre la población mexicana serían el ayran y kefir, ya que en el caso del ayran al estar diluido con agua disminuye su acidez y el kefir podría consumirse agregando avena, mermelada, fruta picada o nueces para ser más atractivo al commensal desde el punto de vista sensorial.

Capítulo 8. Conclusiones y perspectivas

Conclusiones

La leche de vaca es la emulsión de la cual se tiene mayor información a nivel mundial desde el punto de vista fisicoquímico, antropológico y nutrimental al ser la leche más consumida en los hogares tanto en su forma natural como ya transformada en diversos subproductos tipo alimentos lácteos fermentados a los que actualmente se les adicionan colorantes, estabilizantes y saborizantes, con el propósito de captar la atención del consumidor y aumentar su ingesta sobre todo en países donde no ha habido un consumo masivo de estos productos. Con respecto a la química de las leches consumidas en la región objeto de estudio aún faltan realizar estudios dedicados a dilucidar el perfil completo de los aminoácidos existentes en la α -caseína, β -caseína y κ -caseína y en las α y β lactoalbúminas presentes en la leche de camella, cabra, oveja, yegua y búfala. También aún no hay información referente a la cantidad de ácidos grasos libres en la leche de especies animales como la yegua.

Se observó que los productos lácteos del presente trabajo compartieron varias especies microbianas y levaduras en común como es el caso de *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*, *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris*, *Lactobacillus brevis*, *Lactobacillus casei*, *Streptococcus thermophilus*, *Candida kefir*, *Geotricum candidum* y *Saccharomyces lactis* sin importar la especie animal de procedencia, ya que algunas de estas especies se ocupan como cultivos iniciadores en la industria y otras forman parte de la ecología microbiana de la leche.

La supervivencia de microorganismos patógenos en la leche cruda y productos lácteos fermentados durante varias semanas especialmente en el kefir, yogurt, ayran ó kumis durante el proceso de envasado ó en el almacenamiento ilustra el riesgo potencial que hay a la salud humana en que las personas puedan desarrollar enfermedades como la salmonelosis, diarreas, gastroenteritis ó Listeriasis debido a malas prácticas higiénicas llevadas a cabo durante el proceso de recepción de la leche, pasteurización y desarrollo de productos alimenticios. En los productos lácteos fermentados no deberían estar presentes este tipo de microorganismos. Por esa razón la industria lechera debe de continuar implementando prácticas relacionadas con el control del pH antes y después del proceso de elaboración del producto alimenticio, monitorear continuamente el estado de salud del ganado, revisar la calidad de la leche cruda previo a ser sometida al proceso de pasteurización, verificar que los tanques de almacenamiento de la leche sean desinfectados con regularidad, llevar controles del proceso de envasado, desechar todos aquellos productos mal envasados y notificar inmediatamente a las autoridades de salud de cada país si un lote se encuentra contaminado con microorganismos patógenos en caso de que se detecte un brote de alguna enfermedad entre los consumidores.

Los productos lácteos fermentados son fuentes ricas de proteínas, vitaminas y compuestos bioactivos por lo que son un vehículo idóneo para adicionar microorganismos probióticos y otros ingredientes funcionales como fibra para el caso del kefir y yogurt. Los probióticos ayudan a mejorar el valor nutritivo de los alimentos a los cuales se les incorporan, además de que contribuyen a mejorar la estructura y función del tracto gastrointestinal, pueden facilitar la digestión y absorción de nutrientes y favorecen el mejoramiento de la calidad de vida del ser humano al ser agentes terapéuticos contra problemas gastrointestinales ó enfermedades de la piel, por mencionar algunas aplicaciones.

El impacto cultural y social que ejerce la gastronomía de los productos de la región objeto de estudio a nivel mundial se observa con la situación migratoria de países europeos como Alemania, Bulgaria, Inglaterra, Francia, Bélgica y Suecia donde están asentadas las mayores comunidades de migrantes musulmanes en Europa quienes trajeron consigo sus platillos tradicionales y establecieron diversos negocios como tiendas de conveniencia ó restaurantes donde ofertan creaciones culinarias a la población local como fue el caso del shashlik ó kebab que con el propósito de atraer a los consumidores endémicos de otros

países es ofrecido dentro de pan árabe y se acompaña con ensalada junto con la salsa de elección del comensal que en esos países puede ser catsup, mayonesa, salsa inglesa, salsa holandesa ó encurtidos para hacerlo más amigable al paladar del consumidor. En el caso de hoja de la vid, tanto en esos países europeos como en México no se le consume como alimento sino únicamente se aprovecha el fruto para elaborar vino. Tal vez es difícil asimilar el sazón de esta región porque no estamos acostumbrados ni al flavor ni a su apariencia, el consumidor busca que las creaciones culinarias tengan nombres atractivos para ser incitado a consumir los alimentos y como los nombres de los alimentos propuestos en el trabajo en la sección de gastronomía provienen de vocablos persas, eslavos ó turcos no resultan atractivos a las personas en un sentido melódico. La gente occidental suele estar acostumbrada al romanticismo que ejercen otros nombres de platillos como sucede con la gastronomía francesa relacionada con lo bello y sofisticado a pesar de ocupar ingredientes parecidos con otras gastronomías de influencia mediterránea como la turca ó griega.

Perspectivas

Eliminar el concepto que tiene la población mexicana de la región objeto de estudio como un lugar donde únicamente se libraron enfrentamientos sangrientos durante las invasiones de Genghis Khan, la creación del imperio Otomano, el comunismo y la guerra genocida librada a principios de los años 90 en la antigua Yugoslavia.

Resaltar el legado cultural que han dejado los Balcanes, el Caúcaso y Asia Central en la sociedad actual manifestado a través de la coexistencia de diversos pueblos en cierto punto de la historia como los griegos, romanos, persas, eslavos, árabes, tracios, dacios, mongoles y otomanos que se ve reflejado en el estilo de las construcciones arquitectónicas, ritmos musicales compartidos, estilos de alimentación comunes y afinidad lingüística en algunos vocablos de los idiomas hablados en la región.

Promover a la región balcánica y Asia Central ante los mexicanos como destinos turísticos gastronómicos emergentes donde serán capaces de conocer las tradiciones milenarias relacionadas al contexto histórico, cultural y religioso que llevaron al consumo de productos lácteos fermentados con fines terapéuticos en el tratamiento del cáncer, alergias ó enfermedades gastrointestinales que contribuyeron a la longevidad de los

habitantes de aquellas regiones geográficas previo a la aparición de la industrialización alimentaria.

Fomentar la producción de leche de yegua y oveja entre la población mexicana a través de pequeños productores enfocados a la elaboración de diversos subproductos accesibles al paladar mexicano para promover el turismo gastronómico en las regiones ganaderas del territorio mexicano a largo plazo.

Crear nuevos productos alimenticios que ocupen leche de especies ajenas a la leche de vaca como en el caso de la leche fermentada de yegua, cabra ó oveja (disponibles en México) que puedan consumir personas intolerantes a la lactosa y seguidores de subculturas gastronómicas como el veganismo a quienes en su estilo de vida alimenticio únicamente deciden consumir productos lácteos fermentados.

Que las empresas mexicanas productoras de leche como Lala, Yoplait, Santa Clara ó Alpura establezcan convenios con empresas búlgaras ó turcas para capacitar a sus empleados en el método de elaboración del yogurt original y aprender sobre la elaboración de otros productos aún no comercializados en Mexico como el caso del kefir para determinar si la producción de este alimento pudiera tener potencial dentro del mercado alimentario mexicano debido a sus beneficios reportados en materia salud dentro de los países europeos y de Asia Central.

Se pretende que este trabajo sirva como una guía de referencia para estudiantes de la carrera de Química de Alimentos e Ingeniería de Alimentos apasionados en conocer sobre las especies microbianas recientes encontradas en el kefir, kashk, kishk, ayran, kumis, yogurt y kaymak, que conozcan que algunos de estos productos alimenticios se elaboran con leches de especies animales ajenas a la leche de vaca, que aprendan sobre otros tipos de leche beneficios para la salud del individuo y visualizen el proceso de elaboración a nivel industrial y casero de estos productos que desafortunadamente poco se conocen en México.

Bibliografía

1. Abdulsalami M, Ladan M, Abubakar M, Adamu T (2008). *Effect of processing on the aminoacid profile of wheat*. International Journal of Tropical Agriculture and Food Systems, Vol 2 (3), 100-112.
2. Adamovitch M, Shamants H, Vujanats I, Kirovski D (2012). *Effect of mineral substances with a buffering effect on milk production and milk composition in heat stress conditions*. Macedonian Journal of Animal Science, Vol 3 (1), 49-55.
3. Aleksiev Y (2011). *Feed intake and milk yield responses to shearing in Pleven blackhead sheep with different levels of production*, Bulgarian Journal of Agricultural Science, Vol 17(5), 673-679.
4. Altay F, Karbancioglu F, Dikmen C, Heperkan D (2013). *A review on traditional Turkish fermented non-alcoholic beverages: Microbiota, fermentation process and quality characteristics*. International Journal of Food Microbiology Vol 167, 44–56.
5. Amores, A, Calvo, J, Martínez D (2010). *Probióticos. Revisa española de quimioterapia*, Junio 2004; Vol.17 2): 131-139.
6. Anant D, Loveday S, Anema S, Jameson G, and Singh H (2013). *Modulating β -Lactoglobulin Nanofibril Self-Assembly at pH 2 Using Glycerol and Sorbitol*, Biomacromolecules, Vol 15 (1), 95–103.
7. Arena M, Caggianiello G, Russo P, Albenzio M, Massa S, Fiocco D, Capozzi V, Spano G (2015). *Functional Starters for Functional Yogurt*, Foods, Vol 4, 15-33.
8. Arslan S (2015). *A review: chemical, microbiological and nutritional characteristics of kefir*, CyTA - Journal of Food, Vol 13 (3), 340-345.
9. Atanasova J, Ivanova I (2010). *Antibacterial peptides from goat and sheep milk proteins*. Sofia University, Biological Faculty, Department of General and Applied Microbiology, Biotechnology & biotechnology, Vol 24, No 2, 1799-1803.
10. Ayar A & Burucu H (2013). *Effect of whey fractions on microbial and physicochemical properties of probiotic ayran*. Internacional Food Research Journal 20(3): 1409-1415.
11. Azadnia P, Nazer K (2009). *Identification of lactic acid bacteria isolated from traditional drinking yoghurt in tribes of Fars province*. Iranian Journal of Veterinary Research, Shiraz University, Vol. 10 (3), 235-239.
12. Ballard O, Morrow A (2013). *Human milk composition: nutrients and bioactive factors*, Journal of North American Pediatric Clinic, Vol 60 (1), 49-74.

13. Barłowska J, Szwajkowska M, Litwinczuk y Krol J (2011). *Nutritional value and technological suitability of milk from various animal species used for dairy production*, Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety, Vol 10, 291-302.
14. Bell A, Pond W (2009). *Encyclopedia of Animal Science*, Marcel Dekker, New York, United States of America, 797-800.
15. Berlitz H (2009). *Food Chemistry*, Springer, 4th edition, Germany, 428-520.
16. Bogdanović V, Perišić P, Đedović R, Popović Z, Mijić P, Baban M, Antunović B (2010). *Milk production traits of Balkan goats*, Mljekarstvo, Vol 60 (1), 30-36.
17. Bong D, Moraru C (2014). *Use of micellar casein concentrate for Greek-style yogurt manufacturing: Effects on processing and product properties*. Journal of Dairy Science, Vol 97 (3), 1259-1269.
18. Bradatan C (2003). *Cuisine and cultural identity in Balkans*, Journal of Scholar Works, Vol 21 (1), 43-47.
19. Brezovečki A, Filipović Z, Mikulec N, Bendelja D, Antunac N (2015). *Camel milk and milk products*, Mljekarstvo Vol 65 (2), 81-90.
20. Claeys W, Verraes S, Cardoen S (2014). *Consumption of raw or heated milk from different species: an evaluation of the nutritional and potential health benefits*. Institute of agriculture and fisheries research, Belgium, Food Control 42, 188-201.
21. Contarini G, Povolò M (2013). *Phospholipids in milk fat. Composition, Biological and Technological Significance and analytical strategies*. International Journal of Molecular Sciences, 2808-2831.
22. Chagalj M, Brezovečki A, Mikulec N, Antunac N (2014). *Composition and properties of mare's milk of Croatian Coldblood horse breed*, Mljekarstvo, Vol 64 (1), 3-11.
23. Dave R, Ramawamy N & Baer R (2014). *Changes in fatty acid composition during yogurt processing and their effects on yogurt and probiotic bacteria in milk procured from cows fed different diets*. Australian journal of dairy technology, Vol 69, 197-202.
24. Delavenne E, Ismail R, Pawtowski A, Mounier J, Barbier G, Le Blay G (2013). *Assessment of lactobacilli strains as yogurt bioprotective cultures*. Food Control 30:206-213.
25. Difilippo E, Willems H, Vendrig J, Fink-Gremmels J, Gruppen H, and Schols H (2015). *Comparison of Milk Oligosaccharides Pattern in Colostrum of Different Horse Breeds*, Journal Agricultural Food Chemistry, Vol 63 (19), 4805–4814.
26. Driskas Vangelis, Spiliadis Kostas (2011). *Cocinas del mundo: Grecia*, Biblioteca Metrópoli, 1era edición, España, 22, 88-90.

27. Eraso M, Zambrano G, Burbano Y, Solarte C, Rosero C (2012). *Relationship Between Kappa Casein Genes (CSN3) and Industrial Yield in Holstein Cows in Nariño-Colombia*. INTECH open science, 1-18.
28. El-Loly M (2011). *Composition, Properties and Nutritional Aspects of Milk Fat Globule Membrane – a Review*, Polish journal of Food and Nutrition Sciences, Vol. 61(1), 7-32.
29. El-Nawawy M, Ibrahim R, Ameena M, Amany R (2012). *Development of functional food products*, Department of Food Science, Faculty of Agriculture, AinShams University, Cairo, Egypt, 1-10.
30. El Zubeir I, Basher M, Alameen M, Mohammed M, Shuiep S (2012). *The processing properties, chemical characteristics and acceptability of yoghurt made from non bovine milks*. Livestock Research for Rural Development. Vol 24 (3), 5-14.
31. Fennema Owen (2010). *Química de los alimentos*, Editorial Acribia, 3era edición, Zaragoza, España, 913-916.
32. Franciosi, E., Settanni, L., Cavazza, A. & Poznanski, E (2009). *Biodiversity and technological potential of wild lactic acid bacteria from raw cows' milk*. International Dairy Journal, Vol 19:3-11.
33. Fox P, Uniacke T, Huppertz T (2010). *Equine milk proteins: Chemistry, structure and nutritional significance*, Ireland International Dairy Journal, No 20, 609-629.
34. Fox P, Fuquay J (2011). *Encyclopedia of dairy sciences*, Academic Press, 2nd edition, 340-342.
35. Gahruie H, Eskandari M, Mesbahi G, Hanifpour M (2015). *Scientific and technical aspects of yogurt fortification: A review*, Food Science and Human Wellness, Vol 4, 1-8.
36. Georgieva M, Alexandrov G, Peneva M & Manolov N (2014). *Lactobacillus bulgaricus-the contribution to modern healthy nutrition*, Medical University of Varna, Bulgaria, Scripta Scientifica Pharmaceutica, Vol 1, 25-27.
37. Giraud G, Amblard C, Thiel E (2013). *A cross-cultural segmentation of western Balkan consumers: focus on preferences toward traditional fresh cow cheese*, Journal of the Science of Food and Agriculture, Vol 93 (14), 3464-3472.
38. Gupta V, Tuohy M, O'Donovan A, Lohani M (2015). *Biotechnology of Bioactive Compounds: Sources and Applications*, Wiley Blackwell, 1st edition, 639-644.
39. Guzeler N, Soltani M (2013). *The production and quality properties of liquid kashks*, Department of Food Engineering, Agriculture Faculty, Curukova University, Adana, Turkey, GIDA 38(1): 1-7.
40. Haenlein G, Park Y (2011). *Manual de la leche de los mamíferos no bovinos*, Editorial Acribia, 2da edición, Zaragoza, España, 32-53, 525-531.

41. Han X, Lee F, Zhang L, Guo M (2012). *Chemical composition of water buffalo milk and its low-fat symbiotic*, *Functional Foods in Health and Disease*, Vol 2(4), 86-106.
42. Hanks P (2005). *Central Asia: A global studies handbook*, ABC-CLIO, California, United States of America, series 2, 123-133, 269-279, 415-425.
43. Hedrick H, Mikesky A (2012). *Practical Applications in Sports Nutrition*, Jones & Bartlett Learning, 3rd edition, Ontario, Canada, 130-134.
44. Heyer E, Brazier L, Ségurel L, Hegay T, Austerlitz F (2011). *Lactase Persistence in Central Asia: Phenotype, Genotype, and Evolution*. *Human Biology*, Vol. 83 (3), 379–392.
45. Hristov P, Teofanova D, Neov B y Radoslavov G (2014). *Haplotype diversity in autochthonous Balkan cattle breeds*, *Stichting International Foundation for Animal Genetics Vol 46*, 91–99.
46. Hui Y, Goddik L, Hansen S, Nip W & Toldra F (2004). *Handbook of Food and Beverages Fermentation Technology*, Marcel Dekker Inc, 2nd edition, 66-69, 165-177.
47. Hupchick P (2006). *The Balkans: From Constantinople to communism*, Palgrave Macmillan, 2nd edition, United States of America, 1-17.
48. Iñiguez L, Mueller J (2008). *Characterization of Small Ruminant Breeds in Central Asia and the Caucasus*, International Center for Agricultural Research in the Dry Areas (ICARDA), 1st edition, 1-33.
49. Iranmanesh M, Ezatpanah H, Mojgani N, Karimi M, Maohamadi M (2012). *Isolation of Lactic Acid Bacteria from Ewe Milk, Traditional Yoghurt and Sour Buttermilk in Iran*. *European Journal of Food Research & Review Vol 2(3)*, 79-92.
50. Ishii S, Nurtazin S (2014). *Properties of camel milk liquor (“shubat”) in the Republic of Kazakhstan*. *Milk Science Vol. 63 (2)*, 55-62.
51. Islam M, Alam M, Khan M (2014). *Principal Milk Components in Buffalo, Holstein Cross, Indigenous Cattle and Red Chittagong Cattle from Bangladesh*, *Asian Australasian Journal of Animal Science*, Vol. 27(6), 886-897.
52. Itan Y, Powell A, Beaumont M, Burger J, Thomas M (2011). *The origins of lactase persistence in Europe*, *PLoS Computational Biology*, Vol 5 (8), 1-13.
53. Jafari M, Ghaisari H, Gholamreza J, Shariatifar N (2015). *Comparison of chemical and microbiological characteristics between traditional and industrial kashks in the Fars province (Iran)*, *Food Science and Technology*, Vol 16 (2), 44-53.
54. Januel C, Michalski M (2006). *Does homogenization affect the human health properties of cow's milk?*, *Trends in Food Science & Technology*, Vol 17 (8), 423-437.

55. Jenkins T, Lee Y (2011). *Biohydrogenation of Linolenic Acid to Stearic Acid by the Rumen Microbial Population Yields Multiple Intermediate Conjugated Diene Isomers*, The Journal of Nutrition, Vol 4, 1-6.
56. Jokovic N, Nikolitch M, Begovitch J, Jovcic B, Savic D & Topisirovic L (2014). *A survey of the lactic acid bacteria isolated from Serbian artisanal dairy product kaymak*. International Journal of Food Microbiology Vol 127, 305–311.
57. Kakachia K (2011). *Challenges to the South Caucasus regional security aftermath of Russian–Georgian conflict: Hegemonic stability or new partnership*, Journal of Euroasia Studies, Vol 2 (1),15-20.
58. Karachanak S, Carossa V, Nesheva D, Olivieri A (2012). *Bulgarians vs the other European populations: a mitochondrial DNA perspective*. International Journal of Legal Medicine, Vol 126 (4), 497-503.
59. Lacroix M, Bon C, Bos C, Leonil J, Luengo C, Tomé D, Gaudichon C (2008). *Ultra high temperatura treatment but not pasteurization affects the posprandial kinetics of milk proteins in humans*, The Journal of Nutrition, Vol 138 (12), 2342-2347.
60. Larson G, Burger J (2013) *A population genetics view of animal domestication*, Durham University, UK, Trends in genetics, Vol 21, No 4, 197-205.
61. Laureysa D & De Vuysta L (2014). *Microbial species diversity, community dynamics, and metabolite kinetics of water kefir fermentation*. Appl. Environ. Microbiol, 4-29.
62. López M, Palou E, López A (2014). *Probiotic viability and storage stability of yogurts and fermented milks prepared with several mixtures of lactic acid bacteria*. Journal of Dairy Science, Vol 97 (5), 2578-2590.
63. Lucey J (2015). *Raw milk consumption: risks and beneficts*. Nutrition today, Vol 50 (4), 189-193.
64. Machado de Oliveira A, Lemos M, Silva R, Paschoalin V (2013). *Microbiological, technological and therapeutic properties of kefir: a natural probiotic beverage*. Instituto de Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Brazil, Brazilian Journal of Microbiology Vol 44 (2), 341-349.
65. Maheswari R, Zurriyati Y (2011). *Analisis Molekuler Genotipe Kappa Kasein (K-Kasein) dan Komposisi Susu Kambing Peranakan Etawah, Saanen dan Persilangannya*, JITV, Vol 16(1), 61-70.
66. Mal G, Pathak K (2010). *Camel milk and milk products*, SMVS DIARY YEAR BOOK, Vol 3, 97-103.
67. Mamajoro L (2009). *The survival of microbial pathogens in dairy products*, Faculty of Natural and Agricultural Sciences, MSc Dissertation, University of Free State, Bloemfontein, 22-29.

68. Marconi E, Panfili G (1998). *Chemical Composition and Nutritional Properties of Commercial Products of Mare Milk Powder*. Journal of Food Composition and Analysis, Vol 11 (2): 178–187.
69. Marsh A, Hill C, Ross R, Cotter P (2014). *Fermented beverages with health-promoting potential: past and future perspectives*, Trends in Food Science & Technology, Vol 38, 113-124.
70. Martínez E, Salas H (2002). *Globalización e integración regional en la producción y desarrollo tecnológico de la lechería mexicana*. Instituto de investigaciones sociales UNAM, Grupo editorial Porrúa, 1era edición, 5-19.
71. Mashak Z, Sodagari H, Mashak B & Niknafs S (2014). *Chemical and microbial properties of two Iranian traditional fermented cereal-dairy based foods: Kashk-e Zard and Tarkhineh*. International Journal of Biosciences, Vol. 4 (12),124-133.
72. Maksyutov R, Solovieva E, Mamtsev A, Kozlov V (2013). *Technology development of kumis functional drink*. Ukrainian Journal of Food Science. 2013. Vol 1 (2), 175-179.
73. Mataix J (2013). *Nutrición para educadores*, Fundación Universitaria Iberoamericana, 2da edición, Madrid, España, 287-287.
74. Matos S, Pinto A, Castilho C, Reis P, Cardoso A (2013). *Mix Goat and Sheep Yogurt: Development and Product Characterization*, International Journal of Biological, Biomolecular, Agricultural, Food and Biotechnological Engineering, Vol 7(7), 190-199.
75. Meldebekova A; Konuspayeva G; Diacono E; Faye B (2008). *“Heavy Metals and Trace Elements Content in Camel Milk and Shubat from Kazakhstan”*. In Yuriy Sinyavskiy; Bernard Faye. Impact of Pollution on Animal Products (NATO Science for Peace and Security Series C:Environmental Security). Berlin: Springer. 117–123.
76. Muir D, Tamime A & Hunter A (2007). *Sensory properties of kishk: comparison of products containing bovine and caprine milk*. International Journal of Dairy Technology Vol 48 (4), 123–127.
77. Nikkhah A (2011). *Milk products and postmodern humans: Public education fundamentals*. Department of Animal Sciences, Faculty of Agricultural Sciences, University of Zanjan, Zanjan, Iran. Food and Nutrition Sciences, Vol 2, 222-224.
78. Noori A, Keshavarzian F, Mahmoudi S, Yousefi M & Nateghi L (2013). *Comparison of traditional Doogh (yogurt drinking) and Kashk characteristics (Two traditional Iranian dairy products)*. European Journal of Experimental Biology, 2013, Vol 3(6):252-255.
79. Ortinau L, Culp J, Hoertel H, Douglas S and Leidy H (2013). *The effects of increased dietary protein yogurt snack in the afternoon on appetite control and eating initiation in healthy women*. Nutrition Journal, Vol 12 (7), 1-8.

80. Özer B, Kirmaci H (2014). *Fermented milks: Products of Eastern Europe and Asia*, Encyclopedia of Food Microbiology, 2nd edition,900-907.
81. Panagiotis S, Tzia C (2014). *Conventional and Innovative Processing of Milk for Yogurt Manufacture; Development of Texture and Flavor: A Review*. Foods, Vol 3, 176-193.
82. Popovitch B, Debeljak D, Tepsitch J, Kujundzitch M (2013). *Analytical analysis on traditional foods: filling the gap in serbian food composition database information*. Serbian Food Composition Database (FCDB), Vol 38 (1), 39-42.
83. Potochnik K, Gantner V, Kuterovac K, Cividini A (2011). *Mare's milk: composition and protein fraction in comparison with different milk species*, Mljekarstvo Vol 61(2), 107-113.
84. Prado M, Blandón L, Luciana P. Vandenberghe S, Rodrigues, Guillermo R, Castro V, Soccol C (2015). *Milk kefir: composition, microbial cultures, biological activities, and related products*, Frontiers in Microbiology, Vol 6, 1177-1182.
85. Pudja P, Radovanovitch M, Djerovski J (2006). *Proizvodnja i svojstva kaymaka*. Mljekarstvo Vol 56 (4),221-232.
86. Pudja P, Djerovski J & Radovanovitch M (2009). *An autochthonous Serbian product: Kaymak characteristics and production procedures*. Dairy Science & Technology, Vol 88 (2),163-172.
87. Quave C, Pieroni A (2014). *Fermented foods for food security and food sovereignty in the Balkans: a case study of the Gorani people of Northeastern Albania*. Journal of Ethnobiology Vol 34(1), 28–43.
88. Raftani Z, Khandelwal P & Aruna R (2010). *Development of acidophilus milk via selected probiotics & prebiotics using artificial neural network*. Advances in Bioscience and Biotechnology, Vol 1, 224-231.
89. Ramírez J, Romero F, Ulloa J, Ulloa P y Velázquez M (2011). *Bacterias lácticas: Importancia en alimentos y sus efectos en la salud*. Revista Fuente, Vol 7 (2), 1-16.
90. Rifai T (2014). *Global Report on Food Tourism, World Tourism Organization UNWTO, AM Reports*, Vol 4, 26-42.
91. Roberfroid M (2007). *Prebiotics: The concept revisited*. Journal of nutrition: Effects of probiotics and prebiotics, Vol 22 (7), 830-835.
92. Román S, Ojeda C, Panduro A(2013). *Genética y evolución de la alimentación de la población en México*. Revista de endocrinología y nutrición, Vol 21(1), 42-51.
93. Rognlien M, Duncan S (2011). *Consumer perception and sensory effect of oxidation in savory-flavored yogurt enriched with n-3 lipids*. Journal of Dairy Science Vol 95 (4), 1690–1698.

94. Sabahelkheir M, Fat M, Hassan A (2012). *Aminoacid composition of human and animal's milk (camel, cow, sheep and goat)*, Journal of Science and Technology 2(2), 32-34.
95. Saffon M, Richard V, Jiménez-Flores R, Gauthier S, Britten M, Pouliot Y (2013). *Behavior of Heat-Denatured Whey:Buttermilk Protein Aggregates during the Yogurt-Making Process and Their Influence on Set-Type Yogurt Properties*, Foods, Vol 2, 444-459.
96. Smoczynski M, Staniewski B, Kielczewska K (2012). Composition and Structure of the Bovine Milk Fat Globule Membrane—Some Nutritional and Technological Implications, *Food Reviews International*, Vol 28,188–202.
97. Stanchiuc N, Rapeanu G (2010). *Overview of bovine α -lactalbumin structure and functionality*, Fascicle VI – Food Technology, Vol 34(2), 1-12.
98. Sverrisdottir O, Timpson A, Toombs J, Lecoeur C (2014). *Direct estimates of natural selection in Iberia indicate calcium absorption was not the only driver of lactase persistence in Europe*. Society of Molecular Biology and Evolution, Vol 31 (4), 975-983.
99. Sun Qi, Jia-Ping, Lui Lu, Zhang Shu-wen y Liang Xiao (2014). *Comparision of milk samples collected from some buffalo breeds and crossbreeds of China*, Dairy Science and Technology 94(4), 387-395.
100. Tamang P, Kasiphaty K (2010). *Fermented foods and beverages of the world*, 1st edition, CRC Press, USA, 278-280.
101. Tamime A, Barclay M, McNully D (1998). *Kishk - a dried fermented milk/cereal mixture*. Lait , Vol 79, 435-448.
102. Tajabadi M, Ouwehand A, Hejazi M& Parvaneh Jafari (2011). *Traditional Iranian dairy products: A source of potential probiotic lactobacilli*. African Journal of Microbiology Research Vol. 5(1), 20-27.
103. Tomislav P, Šinko S, Samarzhija D (2013). *Microbiota of kefir grains*. Department of Dairy Science, University of Zagreb, Croatia. Mijekarstvo 63(1), 3-14.
104. Trejo R (2012). *Casein Micelles from Bovine Milk: Native Structure, Interactions, and Applications of Structural Modifications*, A Dissertation Presented for the Doctor of Philosophy Degree The University of Tennessee, Knoxville, 10-17.
105. Trbojević V, Marenjak T, Kužir S, Lea C (2011). *Arheological and archaeozoological evidence of milk as a food in the territory of Croatia*, Mljekarstvo, Vol 61(4), 319-325.
106. Vinko I, Bozhanitch R, Golem Zh (2011). *Promjena udjea laktoze nakonfermentacije mlijeka razlichitim mikrobnin kulturama*, Biotechnology faculty, University of Zagreb, Mljekarstvo 61(2), 161-167.

107. Voors M, D'Haese M (2010). *Smallholder dairy sheep production and market channel development: An institutional perspective of rural Former Yugoslav Republic of Macedonia*, Vol 93 (8), 3869-3879.
108. Vutchich, T., Jovanovitch, S., Machej, O (2006). *Kvalitet uzhichkog kaymaka, Zbornik radova Simpozijum «Mleko i proizvodi od mleka»*, Tara, 81-84.
109. Yilmaz M, Dertli E, Toker O, Tatlisu N, Sagdic O, Arici M (2014). *Effect of in situ exopolysaccharide production on physicochemical, rheological, sensory, and microstructural properties of the yogurt drink ayran: An optimization study based on fermentation kinetics*, Yildiz Technical University, Chemical and Metallurgical Engineering Faculty, Food Engineering Department, Istanbul, Turkey, 1-8.
110. Zajšek K, Andreja Goršek, Kolar M (2013). *Cultivating conditions effects on kefir production by the mixed culture of lactic acid bacteria imbedded within kefir grains*, Food Chemistry, Vol 139 (4), 970-977.
111. Zeinhom M, Abdel-Latef, Gihan K (2014). *Public health risk of some milk borne pathogens*, Beni-suef university journal of basic and applied sciences, Vol 3, 209-215.

Consultas de internet

112. <http://kzkyzy.com/kazkulinar/shubat/kakie-bolezni-lechit-shubat.html> (Consultado por última vez el 1/02/16, 10:08 am)
113. <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/010/ah847e/ah847e00.pdf> (Consultado por última vez el 18/01/16, 16:40 pm)
114. <http://foodperestroika.com/2015/12/13/shubat-central-asian-fermented-camels-milk/> (Consultado por última vez el 1/02/16, 15:30 pm)
115. https://www.inti.gob.ar/lacteos/pdf/Cuadernillo_Yogur.pdf (Consultado por última vez el 5/02/16, 13:44 pm)
116. <http://www.liconsa.gob.mx/wp-content/uploads/2012/01/man-nor-cont-cal-lec-cruda-hist.pdf> (Consultado por última vez el 5/02/16, 17:09 pm)
117. Ortega R, López A, Requejo A, Aparicio A, Molinero L (2012). *DIAL Software for assessing diets and food calculations*. Departamento de Nutrición y Alce Ingeniería, S.L, current version 2.16 (Consultado por última vez el 1/03/16, 9:00 am)

Bibliografía de figuras

Figura 1. Mapa político de Asia Central

https://turkestanclub.files.wordpress.com/2007/11/central_asia_map_2.jpg
(Consultado por última vez el 28/12/2015, 11:35 am)

Figura 2. Mapa político de Europa

[http://saberesspractico.com/wp-content/themes/imagination/Paises%20de%20Europa%20\(mapa\).jpg](http://saberesspractico.com/wp-content/themes/imagination/Paises%20de%20Europa%20(mapa).jpg) (Consultado por última vez el 30/12/2015, 12:35 am)

Figura 3. Vaca gris búlgara

https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/4/40/Bulgarian_gray_cattle.jpg/1280px-Bulgarian_gray_cattle.jpg (Consultado por última vez el 31/12/15, 8:30 am)

Figura 4. Vaca de cuernos cortos de los Rodopes

<http://media.snimka.bg/0594/007442509.jpg>, (Consultado por última vez el 30/12/15, 1:43 pm)

Figura 5. Vaca Busha

http://www.elbarn.net/Elbarn/Portals/0/Rassefotos-400px/BA_227bild1_Busha_BiH.jpg (Consultado por última vez el 31/12/15, 8:35 am)

Figura 6. Vaca Busha con cría

http://www.elbarn.net/Elbarn/Default.aspx?&ge716__geka=8BKkeT48t9E3nmiSNvFbhxqRZCovH8Rluls05S9VyhsFil0I5JQeRehZ2YUwBfM3pGN-bdA84D-dBckjRrLT_TleU2hny28SXRst_aoTfv7Ji-yeEfXbjqpn1S1zO8FJSiEgCnvzP3k387sTVf2NSIHRYL6hB1-g86b93Vef7hE&ge716__gevi=fAdoaevky2AX1GN4icV2Lg&gv716__gvac=1&gv716__gvff2=Cattle&gv716__gvfl2=4&gv716__gvpi=1&tabid=123 (Consultado por última vez el 31/12/15, 8:35 am)

Figura 7. Vaca podólica griega de la estepa

http://www.krankykids.com/cows/mydailycow_2010/2010_july/20100704.html,
(Consultado por última vez el 31/12/15, 8:51 am)

Figura 8. Vaca ilia enana

<http://www.ideassonline.org/public/pdf/BrochureIllyricCattle.pdf> (Consultado por última vez el 31/12/15, 8:51 am)

Figura 9. Vaca Holstein

<https://ganaderiasos.files.wordpress.com/2014/08/holstein1.jpg> (Consultado por última vez el 30/12/15, 1:51 pm)

Figura 10. Vaca roja danesa

<http://www.rengab-dairy meat.info/media/images/RDM00000.jpg> (Consultado por última vez el 31/12/15, 9:01 am)

Figura 11. Vaca Brown Swiss

<http://media-2.web.britannica.com/eb-media/21/521-004-91177026.jpg>
(Consultado por última vez el 31/12/15, 8:54 am)

Figura 12. Vaca Simmental

<http://www.rasapura.com/images/animale/vaca-simmental.jpg> (Consultado por última vez el 31/12/15, 9:08 am)

Figura 13. Vaca Jersey

http://cdn2.clasificados.com/ar/pictures/photos/000/236/992/original_jersey_01.jpg
(Consultado por última vez el 31/12/15, 9:01 am)

Figura 14. Vaca Bretón

<http://cdn.fondacioneslowfood.it/wp-content/uploads/2015/04/razza-bretonne.jpg>
(Consultado por última vez el 31/12/15, 9:40 am)

Figura 15. Vaca Frisona

<http://mallata.com/wp-content/uploads/2015/03/pasiega3.jpg>
(Consultado por última vez el 31/12/15, 8:56 am)

Figura 16. Vaca Tarentaise

http://www.ankenmanranch.com/images/females/k454a_5252007.jpg, (Consultado por última vez el 31/12/15, 9:50 am)

Figura 17. Esquema de la célula glandular mamaria de la vaca

Figura 18. Estructura del glóbulo graso en la membrana plasmática de la célula glandular mamaria previo al proceso de extrusión

Figura 19. Glóbulo de caseína

<http://image.slidesharecdn.com/milkandmilkproducts-120623010641-phpapp02/95/milk-and-milk-products-40-728.jpg?cb=1340413747> (Consultado por última vez el 31/12/15, 9:50 am)

Figura 20. Camella (*Camelus bactrianus*) en proceso de ordeña

bactrianus) <http://footage.framepool.com/es/shot/154725408-ordenar-kazajstan-camello-ganaderia> (Consultado por última vez el 26/12/2015, 10:00 am)

Figura 21. Camella (*Camelus bactrianus*) con cría

<http://the-rdn.com/2011/03/camellos/> (Consultado por última vez el 26/12/2015, 10:32 am)

Figura 22. Cabra raza Cashmere con cría

http://assets.nydailynews.com/polopoly_fs/1.1340682!/img/httpImage/image.jpg_gen/derivatives/gallery_1200/cashmere-goat-baby.jpg (Consultado por última vez el 11/01/16, 5:56 pm)

Figura 23. Cabra de los Cárpatos

<http://www.chinadaily.com.cn/world/images/attachement/jpg/site1/20090601/0013729e41140b8d74a80c.jpg> (Consultado por última vez el 11/01/16, 4:46 pm)

Figura 24. Cabra griega Skopelos

<http://www.peterpick.com/goat%20boiled/superior-goats.jpg> (Consultado por última vez el 11/01/16, 4:46 pm)

Figura 25. Cabra blanca serbia

<https://serbiananimalsvoice.files.wordpress.com/2013/03/jon7.jpg> (Consultado por última vez el 11/01/16, 5:22 pm)

Figura 26. Yegua anglo-árabe

<http://www.learn-about-horses.com/image-files/anglo-arab.jpg> (Consultado por última vez el 12/01/15, 9:32 am)

Figura 27. Yegua Lokai

http://www.animal-photography.com/thumbs/lokai_stallion_with_decorated_~AP-Q413X9-TH.jpg (Consultado por última vez el 12/01/15, 9:32 am)

Figura 28. Yegua Haflinger

https://en.wikipedia.org/wiki/Haflinger#/media/File:Haflinger_Westfalensonne_und_Almfee.JPG (Consultado por última vez el 12/01/15, 10:43 am)

Figura 29. Yegua Kyrgyz

<http://i100.independent.co.uk/image/2232-1rzgnbn.jpg> (Consultado por última vez el 12/01/15, 10:43 am)

Figura 30. Yegua Kushum con macho

<https://s-media-cache-ak0.pinimg.com/236x/d7/6f/f2/d76ff28d4d9778582e63ace1342e0068.jpg> (Consultado por última vez el 12/01/15, 9:32 am)

Figura 31. Raza Kushum

https://books.google.com.mx/books?id=CdJg3qXssWYC&pg=PA261&lpg=PA261&dq=kushum+breed+milk&source=bl&ots=ckEe-X2QX0&sig=1pibCeflpgwvuAZ-YvvBj2qD5OA&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwiW3YbyyqTKAhWFTCYKHRJIB_QQ6AEIIDAB#v=onepage&q=kushum%20breed%20milk&f=false (Consultado por última vez el 12/01/15, 9:32 am)

Figura 32. Oveja raza Pramenka

http://www.fao.org/ag/agp/agpc/doc/counprof/bosnia_herzegovina/images/photo2_

3.jpg (Consultado por última vez el 11/01/16, 4:46 pm)

Figura 33. Oveja raza Mis

<https://farmiars.blob.core.windows.net/blogimages/Ovcarstvo/MisOvca/Ovca-rase-mis.jpg> (Consultado por última vez el 11/01/16, 4:46 pm)

Figura 34. Oveja cabeza negra de Pleven

<http://www.bioform.bg/uploads/products/sheeps/ec530fd8cd0c.jpg> (Consultado por última vez el 11/01/16, 4:46 pm)

Figura 35. Oveja de las montañas balcánicas centrales

<http://static.bnr.bg/gallery/25/25f3dd1a482dc11aa57db77c173eed19.jpg>
(Consultado por última vez el 11/01/16, 4:46 pm)

Figura 36. Oveja raza Zackel

<http://www.sheep101.info/Images/Breeds/Racka11A.jpg> (Consultado por última vez el 11/01/16, 4:46 pm)

Figura 37. Oveja raza Awashi

<http://www.nacaa.com/journal/images/165/DSC02177.JPG> (Consultado por última vez el 15/01/16, 11:02 am)

Figura 38. Búfala Jaffarabadi con pastor

http://www.dairyknowledge.in/sites/default/files/styles/medium_large/public/jaffarabadi_buffalo.jpg?itok=jleGcJnK (Consultado por última vez el 18/01/16, 12:08 am)

Figura 39. Búfala Jaffarabadi de frente

<http://www.lageado.com.br/site/wp-content/gallery/reprodutor-jafarabadi-da-fl/Reprodutor-Jafarabadi-da-FL-05.JPG> (Consultado por última vez el 18/01/16, 12:08 am)

Figura 40. Búfala Surti en proceso de ordena

https://www.sunstonemagazine.com/wp-content/uploads/2013/04/goldberg_cow.jpg (Consultado por última vez el 18/01/16, 9:57 am)

Figura 41. Búfala Mehsana

<http://www.kvkmehsana.org/UserFiles/Image/Photo%20Gallery/Mehsana-Buffalo2.jpg> (Consultado por última vez el 18/01/16, 12:02 am)

Figura 42. Búfala Murrah

<http://www.dairyfarmguide.com/uploads/images/murrah.jpg> (Consultado por última vez el 18/01/16, 9:07 am)

Figura 43. Granos de kefir

<http://ohbo.es/wp-content/uploads/2015/10/kefir.jpg> (Consultado por última vez el 25/01/16, 13:50 pm)

Figura 44. Kefir

[http://3.bp.blogspot.com/-](http://3.bp.blogspot.com/-VZpzISOxP4/TsY5fGs9XII/AAAAAAAAANU/fiSa6K0nI1w/s1600/inicial.JPG)

[VZpzISOxP4/TsY5fGs9XII/AAAAAAAAANU/fiSa6K0nI1w/s1600/inicial.JPG](http://3.bp.blogspot.com/-VZpzISOxP4/TsY5fGs9XII/AAAAAAAAANU/fiSa6K0nI1w/s1600/inicial.JPG)

(Consultado por última vez el 25/01/16, 13:50 pm)

Figura 45. Kumis

[http://khabar.kz/media/k2/items/cache/87ad3c715b83924884f6418ad75927aa_XL.j](http://khabar.kz/media/k2/items/cache/87ad3c715b83924884f6418ad75927aa_XL.jpg)

[pg](http://khabar.kz/media/k2/items/cache/87ad3c715b83924884f6418ad75927aa_XL.jpg) (Consultado por última vez el 26/01/16, 10:08 pm)

Figura 46. Kumis embotellado

http://www.fermer.ru/files/images/kum_0.preview.jpg (Consultado por última vez el

26/01/16, 10:08 pm)

Figura 47. Kishk seco

<http://america.pink/images/2/3/9/0/7/4/6/en/1-kashk.jpg> (Consultado por última vez

el 28/01/16, 11:03 pm)

Figura 48. Kishk acompañado con trigo

<https://escapadethroughegypt.files.wordpress.com/2009/07/kishk.jpg> (Consultado

por última vez el 28/01/16, 11:03 pm)

Figura 49. Shubat

[http://media2.fdncms.com/chicago/imager/gotcamel/u/original/6117744/133511929](http://media2.fdncms.com/chicago/imager/gotcamel/u/original/6117744/1335119294-shubat.jpg)

[4-shubat.jpg](http://media2.fdncms.com/chicago/imager/gotcamel/u/original/6117744/1335119294-shubat.jpg) (Consultado por última vez el 1/02/16, 10:08 am)

Figura 50. Shubat en botella de plástico

[http://i1.wp.com/foodperestroika.com/wp-content/uploads/2015/12/Shubat5-](http://i1.wp.com/foodperestroika.com/wp-content/uploads/2015/12/Shubat5-featured.jpg?resize=940%2C693)

[featured.jpg?resize=940%2C693](http://i1.wp.com/foodperestroika.com/wp-content/uploads/2015/12/Shubat5-featured.jpg?resize=940%2C693) (Consultado por última vez el 1/02/16, 10:08 am)

Figura 51. Ayran comercial presentación 100 mL

<http://www.yorukoglusut.com/Resim/Upload/ayran200cambuyuk.png> (Consultado

por última vez el 1/02/16, 10:08 am)

Figura 52. Ayran casero

<https://camilasal.files.wordpress.com/2015/08/kopuklu-ayran.jpg> (Consultado por

última vez el 1/02/16, 10:08 am)

Figura 53. Kaymak casero

<http://tortekolaci.com/wp-content/uploads/2012/10/kaymak.jpg> (Consultado por

última vez el 1/02/16, 10:08 am)

Figura 54. Kaymak untable

<http://blog.eurobalkanshop.com/wp-content/uploads/2014/01/kajmak.jpg>

(Consultado por última vez el 1/02/16, 10:08 am)

Figura 55. Yogurt casero

http://www.versia.bg/images/idoblog/upload/63/photo_verybig_752128.jpg
(Consultado por última vez el 1/02/16, 10:08 am)

Figura 56. Filmjök

<http://www.acatinthekitchen.com/photo/quark/fil.jpg> (Consultado por última vez el 11/02/16, 13:06 pm).

Figura 57. Quark

<http://www.cocinista.es/download/bancorecursos/recetas/queso-quark.jpg>
(Consultado por última vez el 11/02/16, 13:06 pm).

Figura 58. Viili

<https://viiliculture.files.wordpress.com/2011/09/viili-from-kalle-leporanta-valio.jpg>
(Consultado por última vez el 11/02/16, 13:06 pm)

Figura 59. Casa de kebab

<http://turkishtravelblog.com/wp-content/uploads/2014/03/Kebab-and-soup-seller-in-Gaziantep.jpg> (Consultado por última vez el 25/02/16, 6:37 pm)

Figura 60. Skara

<http://www.panoramio.com/photo/65097789> (Consultado por última vez el 25/02/16, 6:37 pm)

Figura 61. Kafana

<http://www.mojakafana.com/uploads/Galerija/280/i/4/kafana-Kljunac-Brus-Brzece-Kopaonik-14.jpg> (Consultado por última vez el 25/02/16, 6:37 pm)

Figura 62. Shashlik con ensalada y aderezo de yogurt

<http://cookdiary.net/wp-content/uploads/i> (Consultado por última vez el 25/02/16, 6:37 pm)

Figura 63. Barcos de berenjena rellenas con queso Sulguni

<http://www.georgianjournal.ge/pictures/image2/c34b28e8cfbc789af880f1afa7183ad3.jpg> (Consultado por última vez el 25/02/16, 6:37 pm)

Figura 64. Dolma con aderezo de yogurt

http://4.bp.blogspot.com/-0zAFoMOb0hk/TzW-kBaL0_I/AAAAAAAAAFSo/JNowm5ytzJM/s1600/turkey+047.JPG (Consultado por última vez el 25/02/16, 6:37 pm)

Figura 65. Tarator

http://www.gourmandize.com/uploads/media/img_5721.jpg?1394818714
(Consultado por última vez el 25/02/16, 6:37 pm)

Figura 66. Tzatziki

<https://judicialpeach.files.wordpress.com/2009/09/tzatziki.jpg> (Consultado por última vez el 25/02/16, 6:37 pm)

Figura 67. Mekitsa

http://farm6.staticflickr.com/5332/10220530404_db7d0f2bbb_b.jpg (Consultado por última vez el 25/02/16, 6:37 pm)

Figura 68. Yurt

http://www.indostan.ru/blog/foto-video/2114/41544_9_o.jpg (Consultado por última vez el 25/02/16, 6:37 pm)

Figura 69. Beshbarmaq

[https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/b/b4/Beshbarmak,_national_dish_\(3991850909\).jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/b/b4/Beshbarmak,_national_dish_(3991850909).jpg) (Consultado por última vez el 4/03/16)

Figura 70. Dastarkhan

<http://www.ericandtaylor.com/wp-content/uploads/2014/07/DSCF8971.jpg> (Consultado por última vez el 25/02/16, 6:37 pm)