

SUERO DE LECHE

La ciencia detrás de su rescate

compAs

SUERO DE LECHE

La ciencia detrás de su rescate

Primera Edición



SUERO DE LECHE LA CIENCIA DETRÁS DE SU RESCATE

Autores

Victoria E. García Casas
Roberto Sánchez Companioni
Tania Jackeline Ramón Ramón

“La responsabilidad del contenido desarrollado en el presente libro, corresponde exclusivamente a los autores y la propiedad intelectual del mismo a la Universidad Estatal de Guayaquil según lo establecido por la Ley vigente”



Primera edición

MAYO 2018

Libro sometido a revisión de pares académicos.

Edición

Diagramación

Diseño

Publicación

Maquetación.

Grupo Compás

Cámara Ecuatoriana del Libro - ISBN-E: 978-9942-770-04-2

Guayaquil - Ecuador

Copyright © 2018 por Victoria E. García Casas, Roberto Sánchez Companioni & Tania Jacqueline Ramón Ramón. Todos los derechos reservados.

Dedicatoria

*A nuestras familias
por su apoyo permanente e incondicional.*

Prólogo

Este libro de fácil comprensión se destina al suero lácteo, que es el líquido remanente que se genera durante la producción quesera, rico en nutrientes de alto valor biológico, fundamentalmente en proteínas y lactosa, esta última es el componente principal del suero, sin embargo, una proporción importante corresponde a las proteínas solubles de la leche que constituyen el 20% del total de las proteínas lácteas representadas por las holoproteínas y las glucoproteínas como la β -lactoglobulina y la α -lactoalbúmina que son las proteínas solubles que se encuentran en mayor proporción.

Existen numerosos estudios realizados a nivel mundial que ponen de manifiesto la importancia desde el punto de vista nutricional del suero lácteo, los resultados de las múltiples investigaciones certifican la excelente calidad y funcionalidad de los compuestos presentes en este subproducto; sin embargo, este conocimiento no ha sido difundido con la pertinencia necesaria especialmente entre los pequeños y medianos productores de la industria quesera. El desconocimiento respecto al valor nutricional de este subproducto, así como la inexperiencia en la implementación de nuevas tecnologías aplicadas a la producción han permitido que este derivado lácteo no esté posicionado en el lugar que le pertenece por el valor que representa desde el punto de vista nutricional; sino que por el contrario continúe representado una importante carga contaminante para el medio ambiente.

En la actualidad se han perfeccionado nuevas tecnologías encaminadas al rescate de sus nutrientes; no obstante, en países en vías de desarrollo este mal llamado desecho, continúa siendo vertido sin discriminación al medio, desaprovechando el potencial que este subproducto representa y afectando sustancialmente al ecosistema. En este sentido los autores del texto presentan de manera compendiada la importancia del suero lácteo, las múltiples aplicaciones que este tiene para la industria alimentaria y farmacéutica, así como las diferentes metodologías direccionadas al rescate de sus nutrimentos, arribando finalmente a la propuesta de una nueva metodología que tributa con el aumento de la productividad de la industria quesera.

*MVZ. María Gabriela Cabrera Collín, MSc.
Especialista en Ciencia y Tecnología de la leche*

Introducción

La leche es un producto alimenticio de alto consumo a nivel mundial, se producen aproximadamente 770.000 millones de litros de leche al año, cifra que corresponde al 14% de la producción agrícola en el mundo, de los cuales el 82,70% corresponde a leche de vaca, seguida por leche de búfala, cabra, oveja y camella.

La organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) estima que la producción lechera se incrementará para el año 2025 a 177 millones de toneladas, proyecta además una alta demanda de productos lácteos con tendencia al alza de sus precios durante los próximos diez años, debido al aumento de las importaciones de Asia y África ⁽¹⁾.

Del total de leche producida mundialmente se destina el 12% a la elaboración de queso, se estima que son 92.400 millones de litros de leche utilizados en este proceso generando aproximadamente 83.160 millones de litros de suero lácteo anuales. Este subproducto aporta para países industrializados múltiples beneficios por cuanto a través de procesos tecnológicos se logra el aprovechamiento de las proteínas solubles, presentes en el mismo, las que son utilizadas por la industria alimentaria en la elaboración de un número importante de alimentos a los que el agregado de las mismas contribuye en el mejoramiento del valor nutritivo, la textura, el color, el sabor, la estabilidad, entre otras propiedades que les transfieren a los demás grupos de alimentos en los cuales forman parte de su composición ^{(2),(3),(4)}.

Desde el punto de vista nutricional el suero lácteo es de gran importancia ⁽⁵⁾, por cuanto es rico en aminoácidos esenciales, superando en cantidad a los presentes en el huevo tales como Treonina, Leucina e Isoleucina; en menor cantidad contiene también Cisteína, Metionina, Valina, Fenilalanina, Histidina y Triptófano, todos estos de fácil absorción para el organismo ⁽³⁾.

El uso del lactosuero está altamente difundido en otros países, donde es utilizado en forma líquida en la producción de bebidas funcionales ⁽⁶⁾, en polvo o en concentrados de proteína ⁽⁷⁾, sin embargo, en países en vías de desarrollo predomina el uso del lactosuero para la alimentación animal.

Tabla de Contenidos

Prólogo	ii
Introducción	iii
Capítulo 1. La leche	1
La leche	2
Importancia de la leche a nivel mundial	3
Productos lácteos	3
Capítulo 2. Suero lácteo	5
Suero Lácteo	6
Composición del suero lácteo	6
Clasificación del suero lácteo	7
Suero de leche ácido	8
Suero de leche dulce	8
Importancia del suero lácteo	8
Recuperación del lactosuero	9
Usos del lacto suero	10
Formas de aprovechamiento del suero lácteo	10
Productos untables	12
Usos en la industria farmacéutica	13
Capítulo 3. Las Proteínas	15
Las proteínas	16
Estructura de las proteínas	17
Estructura organizacional de las proteínas	19
Por su composición	21
Por su morfología y solubilidad	23
Por su función biológica	24
Proteínas lácteas	26
Caseínas	27
Propiedades de las caseínas	28
Proteínas del suero lácteo	28
Importancia de las proteínas del suero lácteo	33
Recuperación de proteínas séricas	34
Tecnología de membranas	34
Precipitación en frío	36
Termo coagulación	36

Capítulo 4. Tecnología de producción para productos untables	37
Tecnología de producción para productos untables.....	38
Flujo del proceso productivo para productos untables tipo "queso crema".....	38
Evaluación fisicoquímica de la materia prima (suero lácteo)	38
Evaluación microbiológica de la materia prima (suero lácteo)	39
Determinación de la acidez en °Dornic (°D).....	40
Determinación de pH.....	40
Evaluación sensorial.....	45
Caracterización del producto untable tipo queso crema	47
Tabla básica de información nutricional	49
Análisis de la vida de anaquel	49
Evaluación de la tecnología propuesta.....	49
Evaluación del rendimiento	50
Influencia del pH y la temperatura en la recuperación de proteínas solubles	51
Influencia del tiempo de permanencia en el precipitado sérico.....	51
Evaluación sensorial.....	51
Ajuste de la sensibilidad del jurado	52
Caracterización del producto untable	56
Bibliografía	62
Glosario:	71

Capítulo 1. La leche



La leche

La leche es una emulsión de glóbulos de grasa con alto contenido de proteínas, lactosa, vitaminas y minerales, composición que varía en función de la raza del animal, de la alimentación del mismo y de la época del año. Alais define a la leche como un líquido blanco, opaco, dulce y con un pH casi neutro ⁽⁸⁾; la FAO por su parte la define como "la secreción mamaria normal de animales lecheros obtenida mediante uno o más ordeños sin ningún tipo de adición o extracción, destinada al consumo en forma de leche líquida o a elaboración ulterior" ⁽⁹⁾.

La leche es uno de los alimentos más completos que la naturaleza provee al hombre, rica en nutrientes indispensables para el desarrollo del ser humano, razón por la cual es considerada como un alimento básico en la alimentación diaria, la que ha estado presente en la dieta del hombre en todas las etapas de la vida desde tiempos remotos. De esta materia prima se pueden obtener una gran diversidad de productos alimenticios tales como la leche fermentada, el queso y la mantequilla, entre otros tantos subproductos que se generan a partir de la misma.

En la leche es de resaltar su gran contenido en proteínas de alta calidad, propiedad conferida por los aminoácidos esenciales presentes en ella. En su conformación se encuentra también grasa, lactosa, vitaminas y minerales, composición nutricional que se ve influenciada en función de la raza del animal, de la alimentación del mismo y de las condiciones climáticas donde este se encuentre, así como de su manejo y cría.

Además de su valía nutricional la leche aporta efectos positivos al ser humano, por cuanto las biomoléculas que la componen tienen efectos positivos sobre la salud, toda vez que actúan como cofactores en la prevención de enfermedades que aquejan a la humanidad como la hipertensión, el cáncer, afecciones cardiovasculares, entre otras. Todas estas características ponen de manifiesto la importancia de su ingesta de manera regular ⁽¹⁰⁾.

Importancia de la leche a nivel mundial

Según la FAO, la leche es un producto alimenticio de alto consumo a nivel mundial que forma parte del 27% del valor agregado global del ganado y el 10% de la agricultura. Este organismo refiere que se producen aproximadamente 770.000 millones de litros de leche al año, cifra que corresponde al 14% de la producción agrícola en el mundo de los cuales el 82,70% corresponde a la leche de vaca, seguida por la leche de búfala, cabra, oveja y camella ⁽⁹⁾; reporta también que alrededor de 150 millones de hogares en todo el mundo se dedican a la producción de leche y que en los últimos decenios los países en desarrollo han aumentado su participación en la producción lechera mundial, menciona además que este crecimiento se debe al aumento del número de animales destinados a la producción para suplir la demanda que este producto y sus derivados representan en la dieta de los consumidores ⁽⁹⁾.

Productos lácteos

La FAO define al producto lácteo como "aquel producto obtenido mediante cualquier elaboración de la leche, que puede contener aditivos alimentarios y otros ingredientes funcionalmente necesarios para la elaboración" ⁽⁹⁾. A partir de la leche se producen a nivel mundial un gran número de derivados, los que gracias a los avances tecnológicos avanzan cada día más. Entre los subproductos elaborados a partir de la leche se pueden mencionar los siguientes:

Leche fermentada: conocida también como leche ácida. Con este nombre se conoce la leche que ha sido sometida a tratamiento de acidificación por medio de bacterias ácido-lácticas ⁽¹¹⁾; en esta categoría se encuentra el yogur, el kumis, el kéfir, entre otros.

Queso: producto obtenido a partir de la coagulación de la caseína. A nivel mundial se elaboran diferentes tipos de quesos de diferentes características en función de los procesos utilizados para su elaboración ⁽¹²⁾.

Mantequilla: es un producto lácteo que se obtiene tras el batido de la nata o crema de la leche higienizada. La grasa presente en la nata es una emulsión de grasa en agua que tras la incorporación de aire mediante el batido invierte la emulsión, generándose la

concentración de los glóbulos grasos que dan lugar a la mantequilla con un contenido graso mínimo del 80% de la leche ⁽¹³⁾.

Leche condensada: se elabora mediante la eliminación parcial del agua de la leche entera o desnatada, edulcorada, sometida a tratamiento térmico y concentración ⁽¹⁴⁾. Durante el proceso a la leche caliente se le incorpora un jarabe previamente esterilizado, que deberá contener una concentración de azúcar al 70%. Posterior a la mezcla se realiza el choque térmico rápidamente con la finalidad de lograr la cristalización de la lactosa de manera rápida, el no hacerlo daría lugar a la generación de grandes cristales, dando como resultado un producto arenoso ⁽¹⁵⁾.

Leche en polvo: se obtiene por deshidratación del 95% del agua presente en la leche; en el 5% restante se concentran macro y micronutrientes como proteínas, lactosa, grasa, minerales y demás sustancias que la componen ⁽¹⁶⁾.

La leche en polvo se comercializa entera y desnatada (17). En el caso de la leche entera en polvo el Codex Alimentarios en la Norma CODEX STAN 207-1999 refiere que su contenido en materia grasa debe ser mínimo del 26 % y menos del 42 % m/m, con un máximo de agua del 5 % m/m. En cuanto al contenido proteico se establece un 34 % m/m como mínimo en el extracto seco magro de la leche. Para la leche en polvo desnatada la misma norma indica que su contenido de materia grasa debe ser máximo del 1,5 % m/m y mantiene las mismas condiciones en cuanto a proteínas se refiere ⁽¹⁸⁾.

Leche evaporada: Se elabora a partir de la deshidratación parcial de la leche condensada sin adición de edulcorantes, proceso que se lleva a cabo con control permanente de la temperatura en un rango de entre 40°C y 70°C a baja presión. Este tratamiento limita la reacción de Maillard asegurando la protección del valor biológico de las proteínas de la leche, así como sus propiedades organolépticas ⁽¹⁹⁾.

Los subproductos listados están normados por el Codex Alimentarius. A partir de ellos se da lugar a derivados de los mismos como es el caso de la crema o nata en polvo, mezclas de leche evaporada descremada, sueros en polvo, productos a partir de caseína, diferentes categorías de quesos, entre otros.

Capítulo 2. Suero lácteo



Suero Lácteo

El lacto suero es un subproducto lácteo resultante de la fabricación del queso, rico especialmente en proteínas de alto valor biológico y lactosa, de coloración amarillo verdoso que comprende la fase hídrica de la leche conformada por sustancias disueltas ⁽²⁰⁾. Su riqueza en nutrientes permite que sea propicio al ataque microbiano por ello es necesario procesarlo de manera rápida. En su composición se encuentran también presentes minerales, vitaminas, pequeñas cantidades de grasa y un 0,7% de seroproteínas. El suero lácteo puede obtenerse por coagulación ácida, enzimática o bacteriana ^{(8),(2)}; no es un sustituto de la leche, aunque sea parte de ella y es de resaltar su alto contenido en compuestos de gran beneficio para la salud y nutrición de los consumidores ⁽⁵⁾.

El Codex Alimentarios lo define como "el producto lácteo líquido obtenido durante la elaboración del queso, la caseína o productos similares, mediante la separación de la cuajada, después de la coagulación de la leche y/o los productos derivados de la leche. La coagulación se obtiene mediante la acción de, principalmente, enzimas del tipo del cuajo" ⁽²¹⁾.

Composición del suero lácteo

Cerca del 50% de los nutrientes contenidos en la leche están presentes en el lactosuero entre los que se encuentran una proporción importante de proteínas hidrosolubles, lactosa, vitaminas, minerales y grasa, entre ellos se destacan la lactosa en un promedio de 4,5-5% p/v y las proteínas solubles en 0,6-0,8 p/v ^{(3),(22)}.

En cuanto a la composición de los tipos de suero, esta varía de acuerdo con el tipo de leche utilizada, al producto utilizado para precipitar la caseína y al proceso tecnológico empleado para su fabricación.

El suero dulce representa el 75% de la producción total de suero, su acidez oscila entre 15-25 °Dornic, la fluctuación se da en función del proceso de elaboración utilizado.

El suero ácido por su parte corresponde al 25% restante y se obtiene a partir de la fabricación de quesos de coagulación ácida como el cottage y el quark y tiene mayor cantidad de ácido láctico, fósforo y calcio mientras que en cuanto a la lactosa tiene menor

contenido a causa de la fermentación láctica pudiendo la acidez llegar hasta 120 °Dornic^{(8),(20)}. En la Tabla 2.1 se presenta la composición del suero lácteo tanto dulce como ácido.

Tabla 2.1. Composición del suero lácteo dulce y ácido.

Componente	Suero lácteo dulce (g/Kg)	Suero lácteo ácido (g/Kg)
Materia seca (MS)	55-75	55-65
Lactosa	40-50	40-50
Grasa total	0-5	0-5
Proteína total	9-14	7-12
Cenizas	4-6	6-8
Calcio	0,4-0,6	1,2-1,4
Fósforo (Fosfato g/L)	0,4-0,7 (1,0-3,0)	0,5-0,8 (2,0-4,5)
Potasio	1,4-1,6	1,4-1,6
Cloruros	2,0-2,2	2,0-2,2
Ácido láctico	0-0,3	7-8
pH	>6,0	<4,5
Grados Dornic	< 20°	> 50°

Fuente: (40)

Clasificación del suero lácteo

El lactosuero se clasifica de acuerdo con sus características fisicoquímicas en suero dulce y en suero ácido⁽²²⁾. Se consideran dulces aquellos sueros resultantes de la producción de quesos de pasta blanda y a los duros o semiduros en los cuales se ha empleado para la precipitación de la caseína la acción enzimática del cuajo; en este caso el pH oscila en un rango de entre 5,9 y 6,6. Por otra parte, la producción de sueros ácidos se da lugar cuando se provoca el precipitado de la caseína por la acción de ácidos minerales, en este caso el pH se encuentra al rededor 4,3 y 4,6⁽²³⁾.

Suero de leche ácido

El Codex Alimentarius define al suero ácido como "el producto lácteo líquido obtenido durante la elaboración del queso, la caseína o productos similares, mediante la separación de la cuajada tras la coagulación de la leche y/o los productos derivados de la leche. La coagulación se produce, principalmente, por acidificación". Este tipo de suero se obtiene a partir de la fabricación de quesos de pasta blanda, su pH es menor a 4,5 y tienen un contenido alto en calcio, fósforo y minerales ⁽²⁴⁾.

Suero de leche dulce

Este tipo de suero se obtiene a partir de la elaboración del queso, por la acción de las enzimas proteolíticas o cuajo a pH de 6,5 ⁽²⁵⁾; estas enzimas ejercen su poder sobre las caseínas de la leche dando lugar a su precipitación ⁽⁶⁾.

Importancia del suero lácteo

El lacto suero es de gran importancia desde el punto de vista nutricional; es rico en aminoácidos esenciales que son de fácil digestión y absorción, esta condición ha hecho posible múltiples aplicaciones para la industria alimentaria y farmacéutica ^{(28),(22),(6),(2),(7)}.

Durante los últimos años se han venido realizando diversas investigaciones sobre la utilización del suero lácteo residual de la industria quesera, varios autores a través de sus estudios han puesto de manifiesto todos los beneficios, así como las propiedades funcionales de este subproducto.

En la Tabla 2.2 se describen de manera simple los aminoácidos esenciales presentes en el lactosuero y se los compara con el contenido de aminoácidos esenciales del huevo cuyas proteínas son consideradas de alto valor biológico (VB) por su biodisponibilidad.

Tabla 2.2. Aminoácidos esenciales presentes en el lactosuero

Aminoácido (g/100g proteína)	Lactosuero	Huevo
Treonina	6,2	4,9
Cisteína	1	2,8
Metionina	2	3,4
Valina	6	6,4
Leucina	9,5	8,5
Isoleucina	5,9	5,2
Fenilalanina	3,6	5,2
Lisina	9	6,2
Histidina	1,8	2,6
Triptófano	1,5	1,6

Fuente: (3)

Recuperación del lactosuero

La implementación de nuevas tecnologías como el secado por atomización, la tecnología de separación por membranas ⁽⁴⁾, las técnicas de precipitación y formación de complejos, entre otras han coadyuvado en la obtención de concentrados de proteína con porcentajes que oscilan entre el 40% y el 80%; estos procesos también han dado lugar a la recuperación de aislados de proteínas séricas con porcentajes superiores al 80% ⁽²⁶⁾. La industria en la actualidad y gracias a los avances tecnológicos ha ido desarrollando mecanismos que permiten recuperar gran parte de los nutrientes presentes en el lactosuero utilizando de manera regular la desnaturalización por calor como método para aprovechar las proteínas solubles del mismo ⁽³⁰⁾.

La revalorización del suero lácteo trae consigo efectos positivos en diferentes ámbitos, su uso como ingrediente en la preparación de subproductos permite rescatar y reutilizar eficientemente su valor nutritivo, el cual como se ha mencionado anteriormente es alto en

proteínas, carbohidratos, vitaminas, minerales y grasas; estas últimas en cantidades menores.

Por otra parte, a través del aprovechamiento de este subproducto se podrá reducir en parte la carga contaminante que el mismo representa ⁽³¹⁾, aportando de esta manera con la reducción en el impacto ambiental que el proceso de quesería genera.

Usos del lacto suero

A partir del suero lácteo se obtienen diversos productos, entre ellos se destaca principalmente la lactosa y el ácido láctico, también se produce alcohol, requesón, concentrados de proteínas, entre otros.

Formas de aprovechamiento del suero lácteo

El suero lácteo se utiliza de diferentes formas, dentro de las principales se cuentan:

Descremado: la crema o nata obtenida a partir del suero lácteo es utilizada para la elaboración de mantequilla de suero.

Lactosuero líquido: el suero en estado natural es destinado especialmente para la alimentación animal ⁽³²⁾. En varios países se utiliza como complemento en el desarrollo de bebidas fermentadas ^{(33),(34)}.

Lactosuero concentrado o deshidratado: se utiliza para la elaboración de jarabes, pasta de suero, en la producción de quesos fundidos, en alimentación animal, etc.

Obtención de proteínas precipitadas: a partir del calentamiento del suero a una temperatura de 95°C se obtiene la α lacto albúmina e hidrolizados.

Concentrados y cristalizados de proteínas: este proceso permite recuperar lactosa, sueros deslactosados y lactosa en pasta.

Obtención de ácidos: el lactosuero es utilizado para la producción de varios ácidos como el láctico, acético, propiónico, cítrico y glucónico, a través de la fermentación de la lactosa,

principal componente del suero. Todos estos de gran utilidad para la industria conservera y textil ⁽³⁵⁾.

Producción de alcohol a través de la fermentación con levaduras: Con este tipo de fermentación se obtiene cerveza de suero y disolvente industrial.

Producción de vinagre de suero: Originada por un proceso de fermentación por bacterias acéticas ⁽⁸⁾.

El uso más extendido del suero de quesería que se ha observado a nivel mundial es como complemento alimenticio animal donde se utiliza de forma natural, sin tratamiento previo coadyuvando con la ganancia de peso en especial de lechones con problemas digestivos ⁽³⁶⁾.

En la industria alimentaria se utiliza para elaborar productos destinados a la alimentación humana como ingrediente de diversos alimentos, tales como la leche en polvo, el yogur, bebidas lácteas, embutidos cárnicos, productos de confitería y panificación, así como en la elaboración de quesos untables, entre otros; siendo en polvo la manera más utilizada de este subproducto ⁽²⁹⁾.

En la actualidad se siguen desarrollando nuevos estudios e innovando con distintos productos con la finalidad de aprovechar al máximo posible las propiedades funcionales de las proteínas séricas tales como su capacidad de retención de agua, solubilidad, absorción y retención de lípidos, gelificación, espumado, emulsificación, etc.

Queso de proteínas de suero: Se entiende por queso de proteínas de suero el producto que contiene la proteína extraída del componente de suero de la leche. Estos productos se elaboran a partir de la coagulación de proteínas de suero (queso Ricotta, por ejemplo); y es diferente del queso de suero ^{(37),(38)}.

En función del contenido de grasa láctea la misma norma los clasifica como:

- Queso de suero con crema
- Queso de suero
- Queso descremado.

Productos untables

El adjetivo untable no reporta definiciones de carácter científico. La Real Academia Española (RAE) en su versión actualizada del año 2015, define al vocablo untable como aquel producto que se puede untar. Esta definición se amplía tomando como base el verbo untar en infinitivo que, según la RAE, comprende la acción de aplicar y extender de manera copiosa cierta materia sobre determinada superficie.

A partir de estos dos conceptos básicos se define que son productos untables todos aquellos alimentos que tienen la propiedad de ser aplicados y deslizados sobre otros, contribuyendo así a mejorar en los alimentos en los que se aplica entre otras propiedades organolépticas el sabor y la textura en boca. Dentro de los quesos tipo untables los más reconocidos son el queso crema y el queso Ricotta.

- **Queso crema**

De acuerdo con el Codex Alimentarius el queso crema (queso de nata) es un queso blando, untable, no madurado y sin corteza, su textura es suave o ligeramente escamosa y sin agujeros, se puede untar y mezclar fácilmente con otros alimentos⁽³⁹⁾. Este tipo de queso tiene alto contenido de grasa, su textura es homogénea y cremosa. Revilla definió al queso crema simplemente como un queso de pasta blanda, sin maduración⁽⁴⁰⁾.

- **Queso Ricotta**

Este tipo de queso se obtiene por precipitación del suero lácteo proveniente de quesería o de la leche entera, parcialmente descremada o descremada (Ver foto 2.1), mediante la aplicación de calor en medio ácido; este puede ser compacto o granuloso. Si se procesa con lacto suero puede incorporarse crema o leche y para el proceso de acidificación puede emplearse ácido cítrico, acético o láctico⁽⁴¹⁾.



Foto 2.1. Queso Ricotta.

Fuente: https://www.google.com.ec/search?q=queso+ricotta&source=Inms&tbn=isch&sa=X&ved=0ahUKEwi--L-08onWAhXHbSYKHYYohB80Q_AUICigB&biw=1215&bih=568&dpr=1.13

- **Queso de lacto suero**

Según el Codex Alimentarius, "Se entiende por queso de suero los productos sólidos, semisólidos o blandos obtenidos principalmente por medio de uno de los siguientes procesos: la concentración de suero y el moldeo del suero concentrado; la coagulación térmica del suero con la adición de ácido o sin ella" ⁽³⁹⁾.

En otros alimentos de naturaleza no láctea se utiliza el lactosuero en su elaboración como es el caso de salsas de tomate, mayonesa, aderezos, sopas, salsas, jarabes y alcoholes de azúcar.

Usos en la industria farmacéutica

La industria farmacéutica también se beneficia a partir de la utilización de este derivado lácteo, pudiéndose destacar como referente a los siguientes casos:

Extracción de proteínas de suero como vehículo para liberación de agente activo: consiste en la recuperación de micelas de proteínas de suero (Ver figura 2.2) que incorporan un agente activo que puede ser: vitaminas, minerales, antioxidantes (compuestos bioactivos). Pueden ser compuestos solubles o insolubles en agua o en grasa. Se utilizan para mejorar la biodisponibilidad de los compuestos.

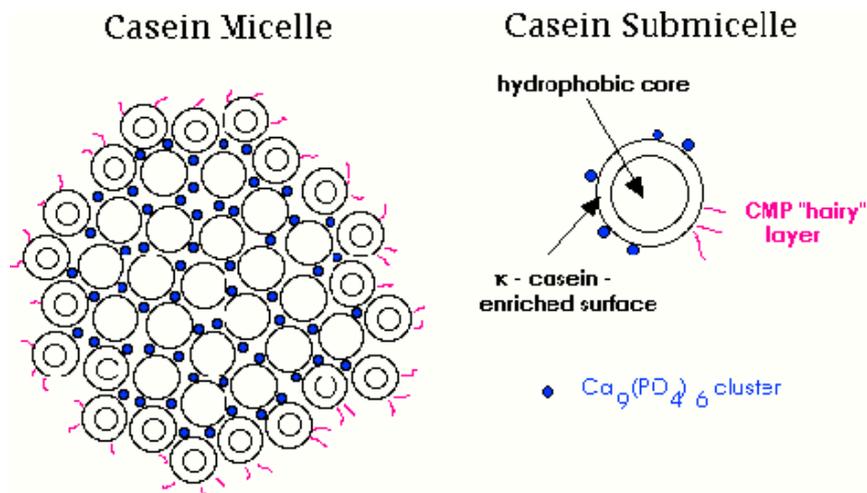


Figura 2.2. Micela de la Caseína.

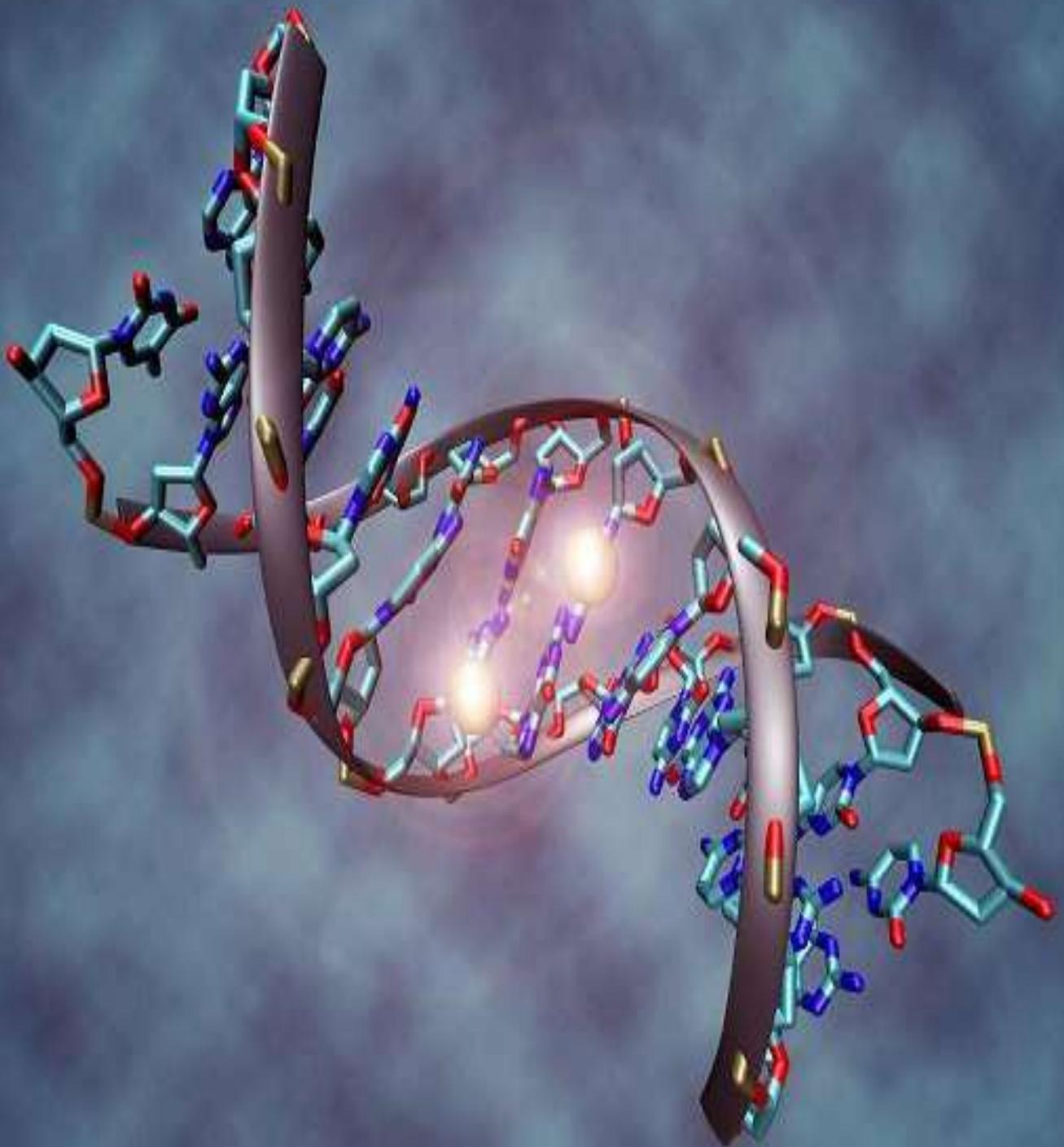
Fuente:

https://www.google.com.ec/search?q=micelas+de+caseina+en+leche&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwiu84nD34nWAhWB5yYKHZhCCvAQ_AUICigB&biw=1215&bih=568&dpr=1.13#imgrc=9r0oZFyfOgK5RM

Fórmulas y alimentación para bebés: fórmulas infantiles para ser administradas en las dos primeras semanas de vida; contiene proteína (caseína bovina, proteína de suero, inmunoglobulinas, entre otras).

Productos fermentados con probióticos: Consiste en productos fermentados no sólidos que contienen bifidobacterias con actividad probiótica. Este producto se puede utilizar en jugos y bebidas a base de leguminosas con el objetivo de mejorar el movimiento y la función intestinal⁽²⁹⁾.

Capítulo 3. Las Proteínas



Las proteínas

Las proteínas son sustancias orgánicas nitrogenadas complejas (moléculas) que se hallan en las células animales y vegetales ⁽⁴²⁾, que se caracterizan por tener un elevado peso molecular (entre 15.000 y 200.000 Daltons). Libran un papel primordial en el desarrollo de los seres vivos ya que desempeñan funciones importantes para el desarrollo de estos en dependencia de la secuencia aminoacídica de las mismas (Ver figura 3.1). Junto al ácido nucléico las proteínas forman las moléculas de información en los seres vivos, proceso que se realiza a través de un código genético universal que está formado por 64 codones.

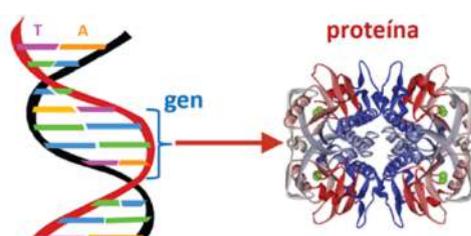


Figura 3.1. Proceso de formación de las proteínas.

Fuente: https://www.guiametabolica.org/sites/default/files/img_infomed/gen_proteina_01_x600.png

Respecto a la composición de las proteínas, éstas son polímeros constituidos por 20 monómeros denominados aminoácidos proteicos o naturales, siendo el Carbono- α el núcleo central, alrededor del cual se adosan un grupo amino ($-\text{NH}_2$), un grupo carboxilo ($-\text{COOH}$), un átomo de hidrógeno y diferenciándose entre sí por el tamaño de sus cadenas laterales ⁽²⁷⁾, (Ver figura 3.2). Por sus múltiples e importantes propiedades como estructural, metabólica y reguladora las proteínas son consideradas los macro nutrientes que más funciones cumplen en los seres vivos ⁽⁴⁴⁾.

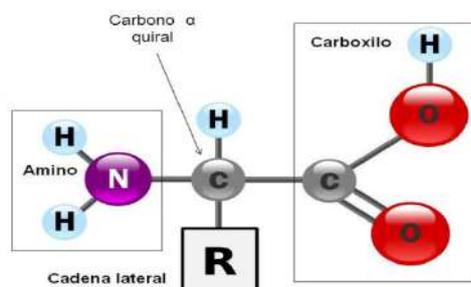


Figura 3.2. Estructura general de los aminoácidos.

Fuente: http://images.slideplayer.es/33/10266227/slides/slide_1.jpg

Todas y cada una de las particularidades diferenciadoras mencionadas permiten que las proteínas formen dentro de los compuestos orgánicos uno de los grupos más complejos. Se puede definir a las proteínas alimentarias como aquellas fácilmente digeribles, no tóxicas, adecuadas nutricionalmente, de utilidad en los alimentos y que además están disponibles con abundancia ^(45,46).

En cuanto al papel que juegan las proteínas en el ámbito alimenticio, se puede anotar que éstas tienen propiedades nutricionales que coadyuvan con la formación estructural, el crecimiento y que además contribuyen con propiedades funcionales, por tanto, pueden incorporarse como ingrediente de diversos productos alimenticios; aunque es importante recalcar que el nivel beneficioso de las proteínas depende de la ingesta apropiada, así como de la combinación que se realice en la dieta.

Estructura de las proteínas

Las proteínas están constituidas por cadenas de aminoácidos que están codificados en el código genético, estos aminoácidos forman los eslabones de los péptidos, los que a su vez al formar cadenas polipeptídicas (Ver figura 3.3) con altos pesos moleculares dan lugar a las proteínas ⁽⁴⁶⁾. El ácido tricloroacético al igual que el fosfotúngstico son precursores de su precipitación, junto a sales minerales en concentraciones altas ^{(8),(46)}.

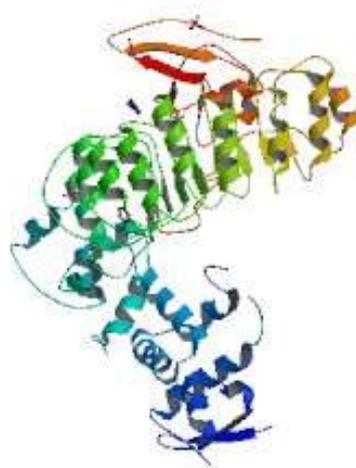


Figura 3.3. Estructura cristalina del complejo Skp1-Skp2-Cks1

Fuente: <https://cdn.rcsb.org/images/rutgers/as/2ass/2ass.pdb1-250.jpg>

Existen muchos péptidos en los alimentos, algunos cumplen funciones biológicas como es el caso del ansarino (β -alanil-1-metil-L-histidina), (Ver figura 3.4), abundante en el pescado y la L-carnosina (β -alanil-L-histidina) (Ver figura 3.5), que se encuentra en los músculos y los tejidos cerebrales de los mamíferos; estos péptidos se encuentran en gran cantidad en los tejidos de animales, su función es la de amortiguar el pH.

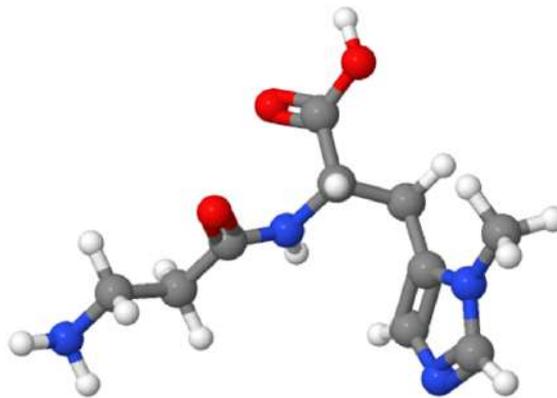


Figura 3.4. Imagen 3D del Ansarino.

Fuente: <http://www.chemspider.com/Chemical-Structure.100482.html>

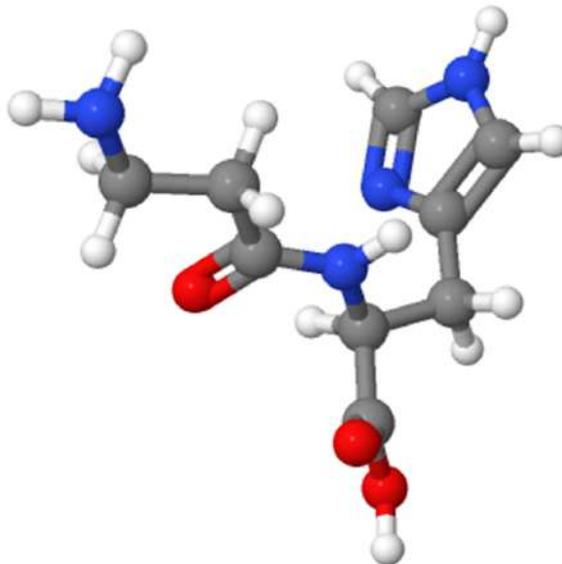


Figura 3.5. Imagen 3D del L-carnosina.

Fuente: <http://www.chemspider.com/Chemical-Structure.388363.html>

Estructura secundaria

Comprende el ordenamiento regular de las proteínas a lo largo de su eje, es decir que denota el modo en que se enrolla o se pliega la proteína (Ver figura 3.7). Logra su estabilidad por fuerzas de importancia como las electrostáticas, los puentes de hidrógeno, las interacciones hidrofóbicas y las dipolo-dipolo, estas dos últimas son las de mayor importancia.

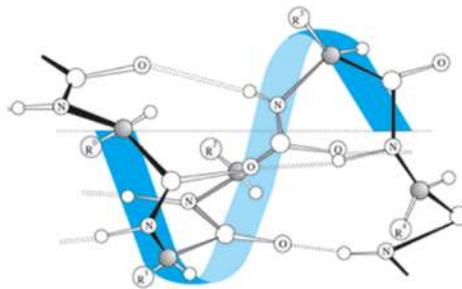


Figura 3.7. Estructura secundaria de la proteína.

Fuente: <http://gsdl.bvs.sld.cu/greenstone/collect/prelicin/index/assoc/HASH1446.dir/figura29.png>

Estructura terciaria

Comprende el modo en que se doblan las proteínas sobre sí mismas (Ver figura 3.8) dando lugar a una estructura plegada y compacta, esta estructura describe la configuración tridimensional de la proteína y es característica de las proteínas globulares⁽⁴⁶⁾.

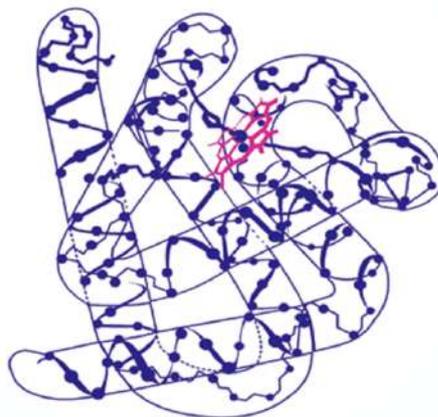


Figura 3.8. Estructura terciaria de la proteína. El grupo hemo se representa en rojo.

Fuente: <http://gsdl.bvs.sld.cu/greenstone/collect/prelicin/index/assoc/HASH1446.dir/fig12.12.png>

Estructura cuaternaria

Se refiere a la proteína que controla varias cadenas (Ver figura 3.9); de este control depende en gran medida la realización de muchas funciones, apoyado también por la estructura espacial altamente compleja que presenta.

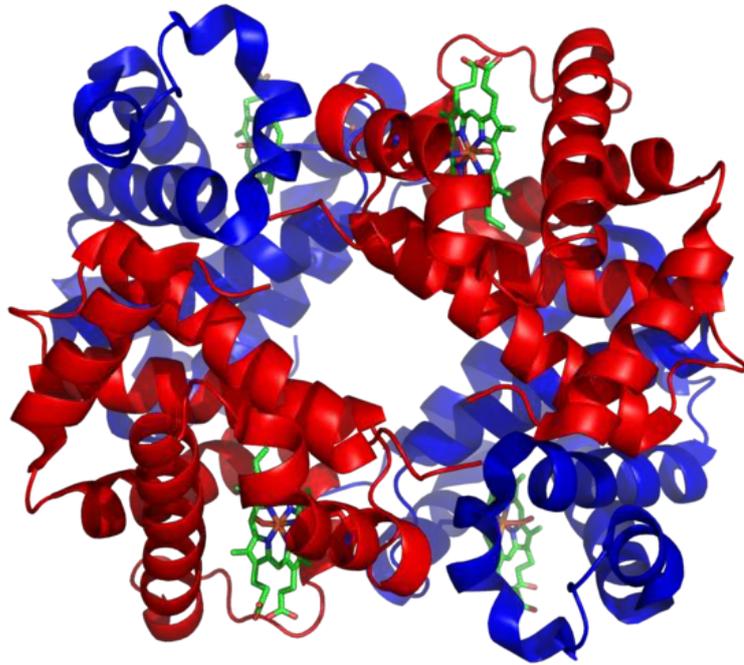


Figura 3.9. Estructura cuaternaria de la proteína.

Fuente: <http://medimoon.com/wp-content/uploads/2012/09/HB.png>

Clasificación de las proteínas

Las proteínas pueden clasificarse de tres formas distintas:

- Por su composición.
- Por su morfología y solubilidad.
- De acuerdo con su función biológica.

Por su composición

Proteínas simples u Holoproteínas: se caracterizan porque en su formación prevalecen los aminoácidos.

Proteínas conjugadas: en estas proteínas se encuentra un componente no proteínico denominado grupo prostético. De acuerdo con la naturaleza de este grupo de proteínas se pueden encontrar: Lipoproteínas, Nucleoproteínas, Metaloproteínas, Hemoproteínas y Glicoproteínas. Estas últimas poseen en su estructura azúcares. Ej. Inmunoglobulinas (Ver figura 3.10).

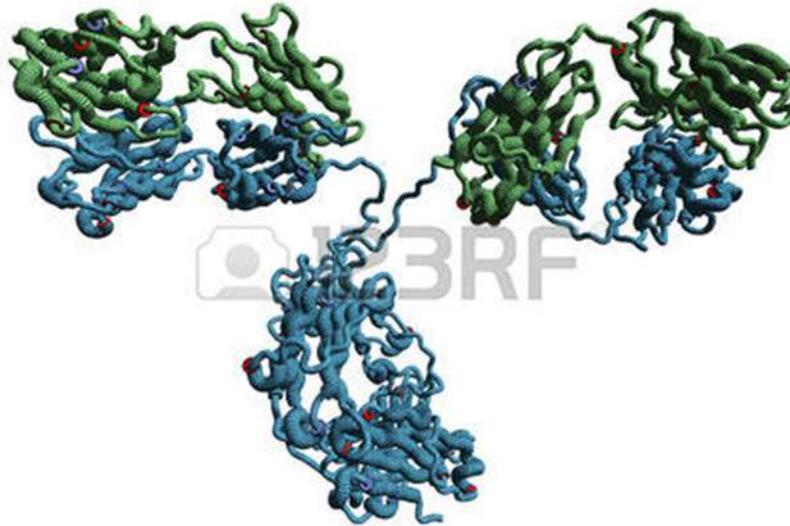


Figura 3.10. Inmunoglobulina G, IgG2a, mAb (Las cadenas ligeras de color verde, azul cadenas pesadas)

Fuente: <https://us.123rf.com/450wm/molekuul/molekuul1310/molekuul131000001/22802664-inmunoglobulina-g-igg2a-mab-molecula-de-anticuerpo-monoclonal-la-estructura-quimica-medicamentos-bio.jpg?ver=6>

Lipoproteínas: son proteínas que se enlazan con lípidos de las membranas celulares.

Nucleoproteínas: están unidas a un ácido nucléico. Ej. Cromosomas, ribosomas.

Metaloproteínas: son proteínas que contienen iones metálicos como es el caso de algunas enzimas.

Hemoproteínas o cromoproteínas: son aquellas proteínas que en su estructura tienen un grupo hemo. Ej.: Hemoglobina y enzimas como citocromos.

Por su morfología y solubilidad

Proteínas globulares: de forma casi esférica y estructura compacta, son solubles en agua, ácidos, bases diluidas, soluciones alcalinas y en alcohol. En su mayoría las proteínas son globulares, como las proteínas de las membranas celulares, del plasma y las enzimas.

En el grupo de las globulares se encuentran:

Albúminas: son solubles en agua, se coagulan con la acción del calor y en soluciones salinas saturadas precipitan. Ej.: Lacto albúmina, ovoalbúmina.

Glutelinas: tienen la característica de ser insolubles con solventes neutros, mientras que en ácidos y bases diluidas son solubles. Ej.: Glutenina.

Prolaminas: son insolubles en agua, en solventes neutros y en alcohol absoluto, mientras que en concentraciones de alcohol al 70 y 80% son solubles. Ej.: Zeína y Gliadina presentes en el maíz y esta última en los cereales (Ver figura 3.11).

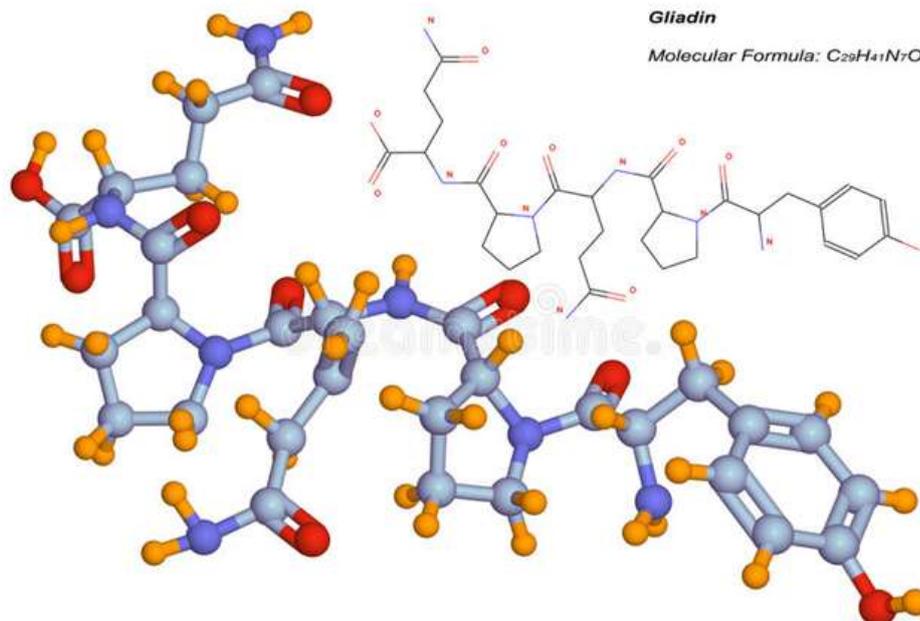


Figura 3.11. Molécula de la gliadina, componente del gluten.

Fuente: <https://thumbs.dreamstime.com/b/mol%C3%A9cula-de-la-gliadina-componente-del-gluten-94296314.jpg>

Globulinas: son solubles en soluciones salinas como el cloruro de sodio, mientras que en el agua son ligeramente solubles. Ej.: seroglobulinas (sangre), inmunoglobulinas, etc.

Proteínas fibrosas: Están conformadas por largas cadenas polipeptídicas que dan lugar a la formación de fibras resistentes. En cuanto a su forma, sus moléculas son alargadas, elásticas con cierta fragilidad. Son consideradas proteínas de soporte o estructurales. Son insolubles en agua. Ej.: elastina, queratina, colágeno (Ver figura 3.12), entre otras.

Por su función biológica

Proteínas estructurales: colágeno y elastina (tejido conectivo de los vertebrados), queratina (pelo, piel y uñas) y espectrina (membrana de eritrocitos).

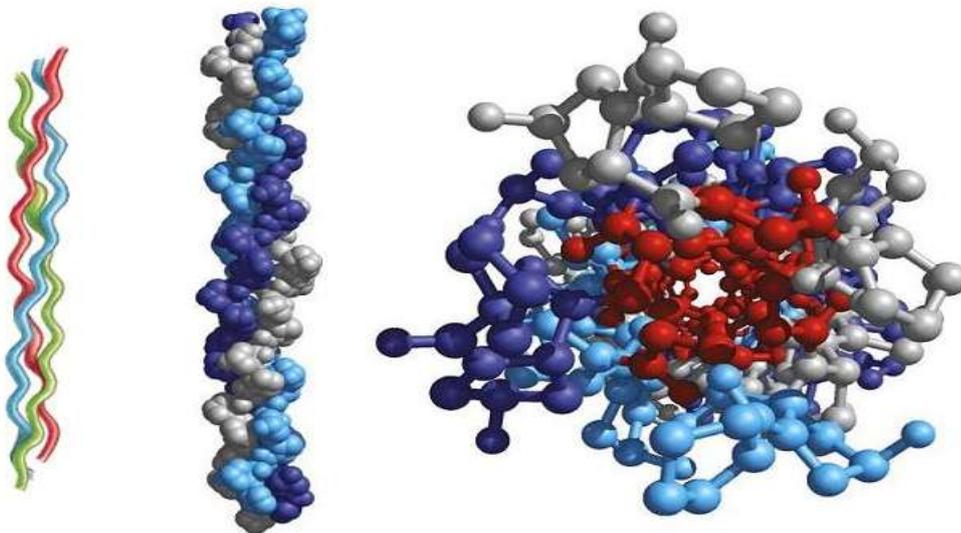


Figura 3.12. Estructura del colágeno.

Fuente: <http://www.bifi.es/~jsancho/estructuramacromoleculas/4Proteinasfibrosas/colagenoI.JPG>

Proteínas de transporte: hemoglobina y mioglobina (oxígeno), albúmina de la sangre (ácidos grasos).

Proteínas de defensa: inmunoglobulinas (anticuerpos), interferones (inhiben la proliferación de virus en células), fibrinógeno de la sangre importante en la coagulación.

Proteínas hormonales: la insulina (Ver figura 3.13).

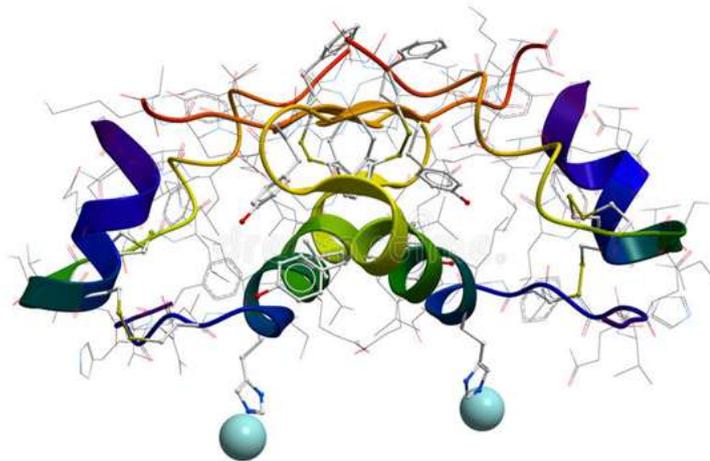


Figura 3.13. Estructura molecular de la insulina.

Fuente: <https://thumbs.dreamstime.com/b/estructura-molecular-de-la-insulina-23129007.jpg>

Proteínas como factores de crecimiento: estimulan la velocidad de crecimiento y la división celular. Ej.: hormona de crecimiento.

Proteínas catalíticas o enzimas: aumentan la velocidad de las reacciones metabólicas. Ej.: enzimas proteolíticas, las que pueden degradar otras proteínas, lipasas, amilasas, etc.

Proteínas contráctiles: cambian su forma, están implicadas en los mecanismos de motilidad. Ej.: actina y miosina (Ver figura 3.14).

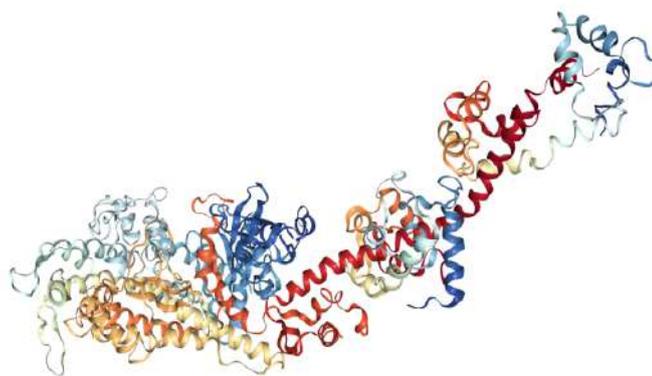


Figura 3.14. Enzima miosina cadena ligera quinasa.

Fuente: <https://cdn.rcsb.org/images/rutgers/os/2os8/2os8.pdb1-250.jpg>

Proteínas receptoras: su función depende del lugar donde se encuentren. Ej.: en la membrana plasmática captan las señales externas, en cambio si están en las membranas de los organelos dan lugar a su interacción. Sin embargo, no son proteínas de las membranas.

Proteínas de transferencia de electrones: se encuentran comúnmente en las mitocondrias y cloroplastos; tienen la función de transportar los electrones desde el donante hasta el receptor liberando y aprovechando la energía. Ej.: citocromos, que son las proteínas que desempeñan una función vital en el transporte de energía química en todas las células vivas. (Ver figura 3.15) de la cadena respiratoria ⁽⁴³⁾.

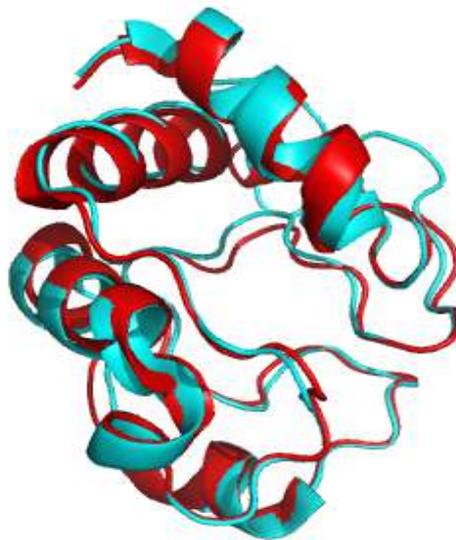


Figura 3.15. Los citocromos

Fuente:

https://www.researchgate.net/profile/Alvaro_Sebastian/publication/282606537/figure/fig1/AS:391437494571028@1470337379772/Figura-11-A-Estructuras-tridimensionales-del-citocromo-c-humano-y-el-citocromo-c2-de.ppm
<https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/2/26/Cytochromec.png>

Proteínas lácteas

La leche de vaca en su composición tiene diferentes tipos de proteínas, las que tienen un alto valor biológico por contener un gran número de los aminoácidos esenciales, razón por la cual comprenden la parte más importante de la leche desde el punto de vista nutricional. La leche contiene cerca de 5,3 g de nitrógeno por kg; el 95% está en forma de proteínas (≈ 32 g/kg); las que se clasifican en dos grupos: caseínas y proteínas del suero.

Suero lácteo: la ciencia detrás de su rescate

Las caseínas (≈ 26 g/kg) que representan el 80% de las proteínas de la leche, se encuentran en forma de micelas y las seroproteínas o proteínas del suero que representan el 20% restante, las que permanecen disueltas a pH 4,6. Las caseínas y las seroproteínas están estabilizadas por diversos mecanismos en el seno de la leche, esta estabilidad permite separarlas utilizando para este efecto la temperatura, el pH, la fuerza iónica y sustancias como la urea ^{(47),(20)}. Las proteínas para la industria también son muy importantes, especialmente para la industria productora de quesos en donde la caseína juega un rol protagónico ⁽⁴⁵⁾.

Caseínas

Las caseínas representan el 80% de las proteínas de la leche, divididas en α 1-caseína, α 2-caseína, β -caseína y K-caseína; las que son por definición "las fosfoglucoproteínas que precipitan de la leche a pH 4,6 y 20°C, es decir que son proteínas que contienen tanto residuos de hidratos de carbono como de fosfatos ⁽⁴⁶⁾. En su composición las caseínas tienen fosfoproteínas (Ver figura 3.16) que contienen calcio dando origen al compuesto calcio-caseína el cual se conoce como micela de caseína ⁽⁴⁵⁾. Para Alais, las caseínas son la parte más nitrogenada de la leche por cuanto están conformadas por un complejo de proteínas fosforadas ⁽⁸⁾.

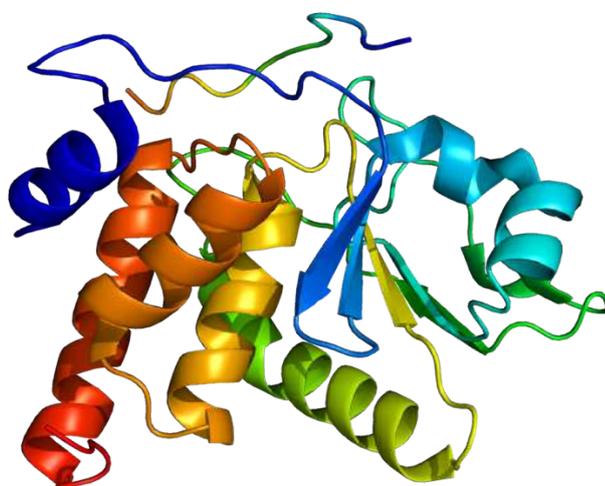


Figura 3.16. Fosfoproteína Fosfatasa

Fuente: https://lookformedical.com/img/2/24/Protein_DUSP3_PDB_1j4x.png

Propiedades de las caseínas

Las caseínas tienen alto contenido de ácido glutámico y aspártico, así como del aminoácido prolina, el que está distribuido de manera homogénea a lo largo de la estructura primaria de las caseínas.

Contienen mayor cantidad de aminoácidos hidrófobos que hidrófilos, esto les permite tener en su estructura primaria propiedades apolares. Las caseínas α , β y γ son altamente sensibles a la concentración de los iones calcio propios de la leche, no precipitan gracias a la acción protectora y estabilizadora de la caseína. Tienen regiones cargadas que les confiere la propiedad de unirse electrostáticamente y fosforiladas que facilitan la interacción con calcio. Tienen secciones con alta hidrofobicidad proveniente de los aminoácidos aromáticos y alifáticos y una carga neta negativa otorgada por los ácidos aspártico y glutámico; estos dos son determinantes para la estabilidad y solubilidad de las caseínas⁽⁴⁶⁾.

La κ -caseína es la única caseína que no es sensible al calcio, es la responsable de estabilizar el complejo caseínico, frenando su precipitación. Gracias a esto, el calcio y el fosfato pueden ser secretados por la glándula mamaria y pasar al recién nacido, siendo su principal función la de nutrirlo, al ser una importante fuente de aminoácidos esenciales⁽⁴⁸⁾.

Proteínas del suero lácteo

Comprenden el 20% de las proteínas de la leche; están formadas por holoproteínas y glucoproteínas, las cuales son conocidas como proteínas solubles⁽²⁾.

Las principales proteínas séricas son la β -lactoglobulina (β -Lg), (Ver figura 3.22), la α -lactoalbúmina (α -La), (Ver figura 3.23), inmunoglobulina (Ver figura 3.17), glicomacropéptidos, proteosa-pentona y albúmina de suero bovino ASB, las que no se ven afectadas por la acción del cuajo ni del ácido; su concentración varía de una especie a otra⁽⁴⁹⁾.

La precipitación de estas proteínas se da lugar por deshidratación cuando son expuestas a temperaturas de hasta 76°C⁽⁴⁵⁾. Otras proteínas se encuentran en menores cantidades como la lactoferrina (Ver figura 3.18), lactoperoxidasa, en la figura 3.19 se muestra la enzima peroxidasa secretada por glándulas mamarias. (Ver figura 3.19), lisozima (Ver figura 3.20) y caseína alfa (Ver figura 3.21).

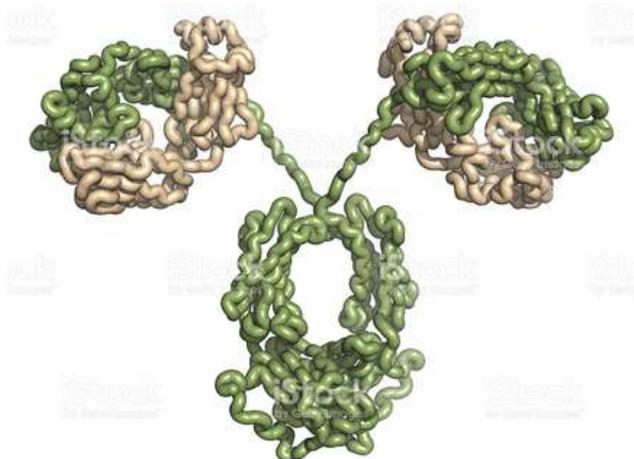


Figura 3.17. Inmunoglobulina A (dimérica IgA)

Fuente: <http://media.istockphoto.com/photos/immunoglobulin-a-picture-id505547689>

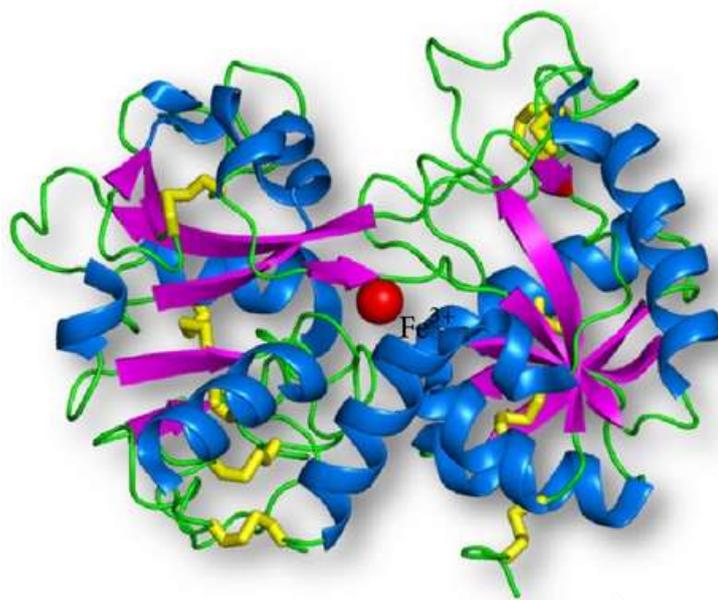


Figura 3.18. La lactoferrina (lactotransferrina)

Fuente: <https://www.hindawi.com/journals/bri/2013/271641.fig.004.jpg>

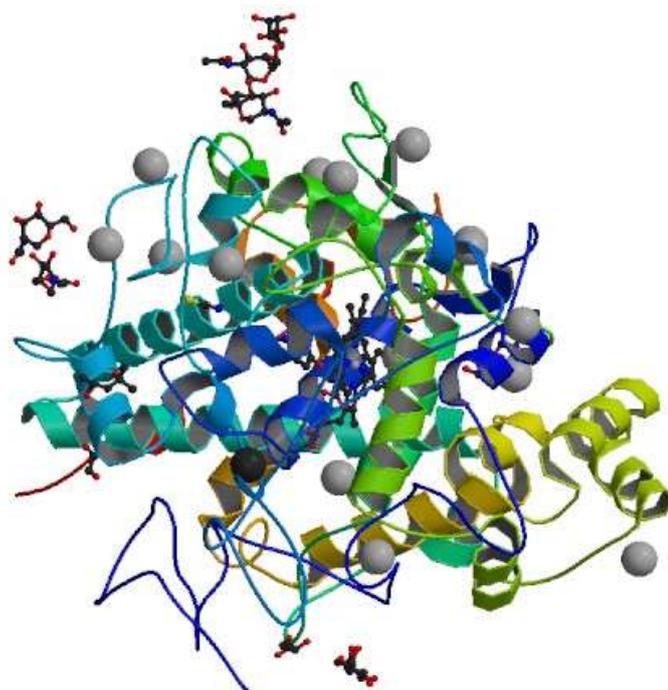


Figura 3.19. Enzima lactoperoxidasa.

Fuente: <https://cdn.rcsb.org/images/rutgers/py/3py4/3py4.pdb-500.jpg>

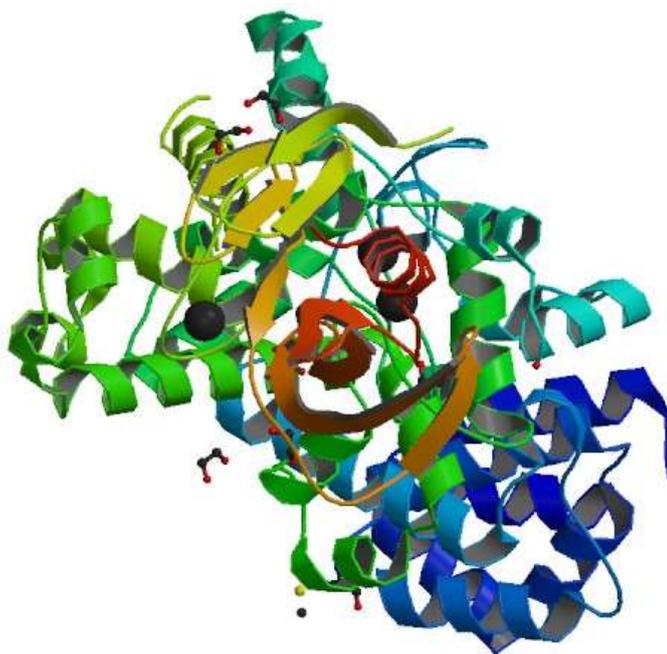


Figura 3.20. Enzima lisozima (muramidasa)

Fuente: <https://cdn.rcsb.org/images/rutgers/wa/3wa5/3wa5.pdb1-500.jpg>

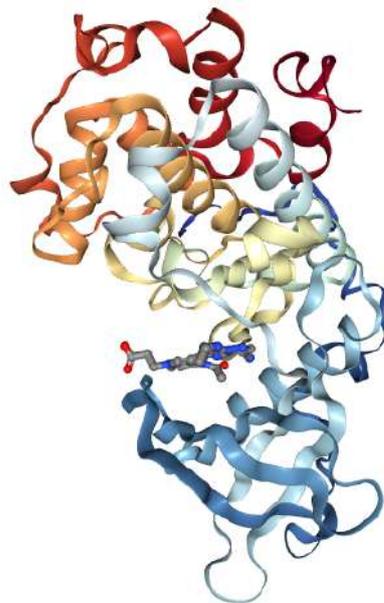


Figura 3.21. Caseína quinasa 2 en complejo con AZ-Inhibidor.

Fuente: <http://www.rcsb.org/pdb/ngl/ngl.do?pdbid=3U4U>

También se encuentran caseinomacropéptidos en el suero dulce originados por la acción de la renina que provoca la hidrólisis de la k-caseína ⁽⁵⁰⁾. La proteína sérica contiene una mayor cantidad de aminoácidos de cadena ramificada ⁽²⁸⁾ (BCAA) y de aminoácidos esenciales que otras fuentes ⁽⁵²⁾.

β-lactoglobulina

Es la proteína que tiene mayor presencia en el lactosuero, es soluble en soluciones salinas e insoluble en agua, está clasificada entre las albúminas por su gran solubilidad; precipita en medio saturado con presencia de sulfato de magnesio o de amonio; se encuentra en forma monomérica a pH inferior a 3 y superior a 8 ^{(20),(53)}.

Si la β-lactoglobulina es sometida a altas temperaturas los compuestos azufrados como el sulfuro de hidrógeno se liberan de manera gradual durante el proceso de la desnaturalización (Ver figura 3.22) dando lugar "al sabor a cocido" de la leche recalentada ⁽²⁵⁾.

Alais (1988), considera que la β -lactoglobulina de la leche no se liga a otras fracciones proteicas, sino que por el contrario durante el calentamiento forma un complejo con la caseína x a través de un enlace con un puente de disulfuro, esto la hace más estable que sus componentes ⁽⁸⁾.

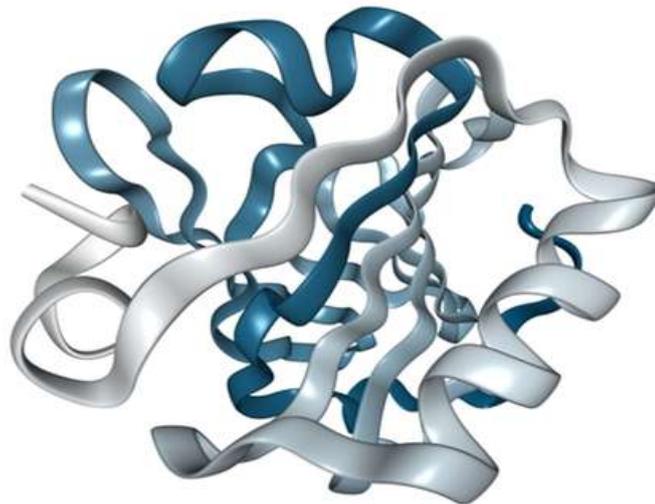


Figura 3.22. Proteína β -lactoglobulina bovina.

Fuente: <https://www.professionalwhey.com.au/assets/images/beta-lactoglobulin.jpg>

α -lacto albúmina

Después de la β -lactoglobulina la α -lactoalbúmina (Ver figura 3.23) es la proteína de mayor importancia en el suero lácteo, que es sintetizada en la glándula mamaria al igual que la β -lactoglobulina; no contiene grupos fosfato, está formada por 123 restos de aminoácidos y es de gran importancia para la síntesis de la lactosa por cuanto cambia la actividad enzimática de la enzima galactosiltransferasa. Tiene un peso molecular bajo, de 17.000 Daltons y un alto contenido en triptófano; su estructura globular es compacta, tiene cuatro disulfuros, es estable al calor en presencia de calcio y se desnaturaliza a los 63 °C, aunque con el enfriamiento recupera su estado natural ^{(8),(20),(46)}.

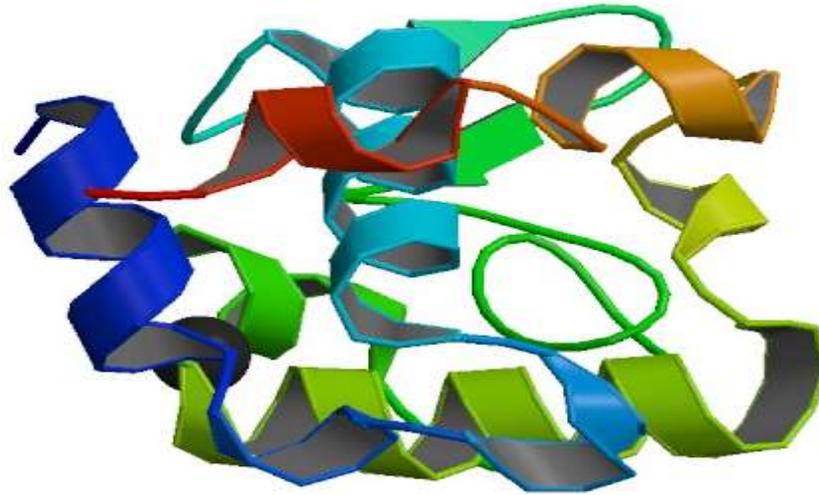


Figura 3.23. Estructura cristalina de la alfa-lactoalbúmina.
Fuente: <https://cdn.rcsb.org/images/rutgers/b0/3b0k/3b0k.pdb1-500.jpg>

Importancia de las proteínas del suero lácteo

Las proteínas del suero lácteo son proteínas de alto valor biológico, comparable con las proteínas de la carne e incluso con las proteínas del huevo consideradas de alta calidad ⁽⁵⁴⁾.

Según Alais, ciertas proteínas presentes en el lactosuero tienen función biológica y actúan con acción enzimática o como anticuerpos ⁽⁸⁾; además estudios revelan que las proteínas séricas se caracterizan por ser una fuente importante de péptidos bioactivos que se encuentran codificados en las proteínas de la leche y que se liberan durante los procesos a los que esta es sometida ⁽⁵⁵⁾; principalmente mediante hidrólisis química o enzimática.

El poder biológico y funcional de los péptidos liberados de las proteínas precursoras han sido objeto de muchas investigaciones a lo largo de la última década ⁽⁵⁶⁾. Algunas de las propiedades de los péptidos bioactivos son su actividad antimicrobiana, antihipertensiva, inmunomoduladora, antitrombótica, entre otras ⁽⁵⁷⁾, actividades que han motivo su estudio y aplicación. En conjunto estas propiedades son de gran interés para la industria de alimentos por cuanto forman parte de diversos productos que se expenden en el mercado como alimentos funcionales o nutracéuticos.

Recuperación de proteínas séricas

Como se ha venido mencionando el lactosuero es una fuente muy importante, disponible y económica de proteínas de alto valor biológico, con excelentes propiedades funcionales, el que por su composición debe tratarse inmediatamente después de su recolección para inhibir el crecimiento de microorganismos indeseables. En función del destino del suero serán las operaciones unitarias realizadas en cada caso.

Los procesos más utilizados para la recuperación de las proteínas del lactosuero comprenden el empleo de tecnologías que permiten desarrollar suero en polvo, desmineralizado y deslactosado⁽²⁵⁾.

Actualmente existen diferentes mecanismos para recuperar las proteínas y los péptidos del suero lácteo sin que estos sean desnaturalizados, entre los que se utilizan en mayor medida la tecnología de separación o fraccionamiento con el uso de membranas, así como los procesos cromatográficos, las técnicas de precipitación y formación de complejos.

Tecnología de membranas

La tecnología de membranas es muy utilizada por la industria láctea, este proceso de separación es adoptado por este sector desde finales de los años sesenta por cuanto permite retener partículas como grasa, lactosa y proteína, así como residuos de medicamentos presentes en el suero lácteo⁽⁵⁸⁾. A través de la ultrafiltración (Ver foto 3.1) se facilita el rescate de las proteínas del lactosuero sin que estas sean sometidas a ningún tipo de modificación, siempre que durante el procesado no haya existido variaciones en el pH o en la temperatura; la nano filtración da lugar a la desalinización del suero mientras que la micro filtración reduce la carga bacteriana⁽⁵⁹⁾, (Ver figura 3.24). Entre tanto el aislado de proteína obtenido a través del proceso de cromatografía de intercambio iónico da lugar a un producto con cantidades menores de inmunoglobulinas y glicomacropéptido, esta es una de las razones por la cual la industria a nivel mundial ha optado por la tecnología de membranas, que comprende procesos de ultrafiltración (UF) y nanofiltración⁽²²⁾. Las proteínas obtenidas por estos métodos presentan propiedades funcionales y espumantes, además contribuyen en la formación de geles y emulsiones.



Foto 3.1. La ultrafiltración de leche y suero.

Fuente: <http://img.interempresas.net/fotos/774116.jpeg>

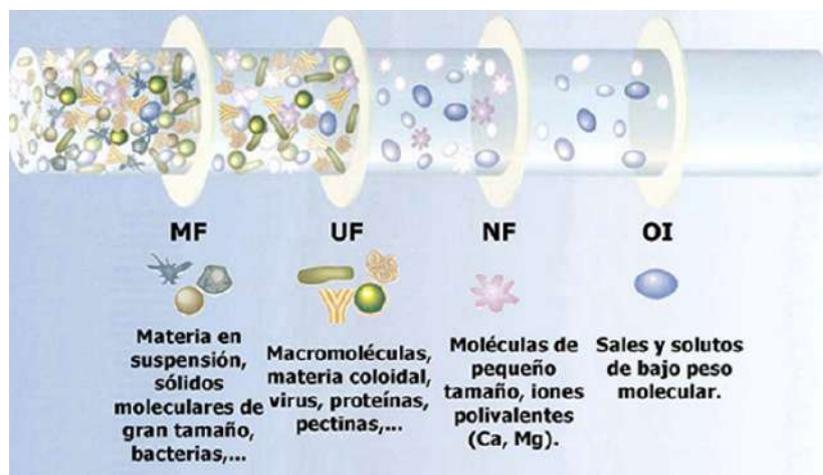


Figura 3.24. Comparación de las tecnologías de filtración.

Fuente: <http://www.oxidine.net/wp-content/uploads/2014/11/Membranas3.jpg>

Aunque se han desarrollado y se vienen utilizando estas nuevas tecnologías, el mecanismo más utilizado por las pequeñas y medianas empresas (Pymes) para recuperar las proteínas séricas es la desnaturalización por calor por cuanto el desarrollo tecnológico de este proceso demanda de altos costos para su implementación.

Precipitación en frío

Este proceso consiste en conseguir la precipitación de las proteínas séricas por interacción con sustancias floculantes como poli fosfatos o carboximetilcelusa. Con este sistema se limita la desnaturalización de las proteínas, conservando sus propiedades funcionales⁽⁶⁰⁾.

Termo coagulación

La termo coagulación es un procedimiento que consiste en el tratamiento térmico del lactosuero conjugado con acidificación del mismo con la finalidad de asegurar la precipitación de proteínas como la β -lactoglobulina, α -lactoalbúmina, lactoferrina e inmunoglobulinas, todas estas proteínas solubles en el suero. A través de este proceso cambian su estructura las proteínas dando lugar a la interacción de cadenas polipeptídicas^{(22),(61)}.

Este es uno de los tratamientos más antiguos que se viene utilizando por la industria láctea para la recuperación de las proteínas séricas; empleado mayoritaria y tradicionalmente para la producción de quesos de suero como el Ricotta o el requesón, siendo una alternativa de bajo costo para los pequeños y medianos productores de la industria quesera. Esta tecnología ha sido destinada también al desarrollo de suero desproteinizado, así como en el procesamiento de productos untables.

Capítulo 4. Tecnología de producción para productos untables



Tecnología de producción para productos untables

A continuación, se detalla el flujo tecnológico característico para la elaboración de productos untables elaborados a partir de suero lácteo, presentándose el proceso tecnológico empleado por la industria para la producción de queso Ricotta con ciertos ajustes en cuanto a la temperatura, al tiempo de permanencia, así como variaciones en la cantidad de sal y ácido cítrico añadidos durante la formulación.

Para el proceso se debe tener presente las siguientes fases:

1. **Caracterización de la materia prima:** para ello se deben realizar pruebas fisicoquímicas y microbiológicas al lactosuero, todas ellas necesarias para validar la composición de la materia prima que va a ser utilizada como ingrediente principal para el desarrollo de los productos.
2. **Formulación:** preparar los reactivos que serán incorporados.
3. **Tratamiento térmico:** controlar la variable temperatura a lo largo del proceso.

Flujo del proceso productivo para productos untables tipo "queso crema"

A continuación, se describe la metodología utilizada para el desarrollo de productos untables, la que comprende variaciones a las propuestas presentadas por Espino (2001) ⁽⁶²⁾ y a la de Vásquez (2010) ⁽⁶³⁾ para recuperación de proteínas séricas (Ver figura 4.2).

Recepción de materia prima

Evaluación fisicoquímica de la materia prima (suero lácteo)

La composición del suero lácteo varía en función del proceso utilizado en la producción de queso y la composición de la leche utilizada para el proceso, la que cambia según sea la raza del animal, el tipo de alimentación suministrada y el periodo de recolección. Estas diferencias permiten clasificar el suero en dos categorías: Dulce y ácido. La tecnología propuesta toma como punto de partida el lactosuero dulce obtenido tras el proceso de coagulación enzimática. La tabla 4.1 expone la composición fisicoquímica de la materia prima seleccionada.

Tabla 4.1. Evaluación fisicoquímica de suero lácteo líquido

Parámetros de análisis	Unidades	Valores Suero Inicial	Valores Suero residual	Condiciones ambientales
Proteínas	g/100g	2,55*	2,75	25°C
Grasa	g/100g	0,58*	0	25°C
Carbohidratos	g/100g	*		25°C
Densidad relativa		1,03*	1,02	25°C
Sólidos no grasos	g/100g	7,07*	7,63	25°C

Fuente: Elaboración propia

Como se muestra en la tabla anterior el suero procesado reportó en proteína un valor de 2,55 g/100 valor que supera el reporte de Hernández en el 2012 ⁽²³⁾. En cuanto a la grasa, se encontró en 0,58 g/100g que comparado con la composición media de 0,5% tanto para lactosuero dulce como para suero ácido, lo ubica dentro del rango. Respecto a los sólidos no grasos presentó 7,07 g/100, porcentaje que se encuentra en los niveles aceptables para materia seca en el lactosuero que es de entre 5 y 7,5 g/100. Se debe tener presente que las características fisicoquímicas del lactosuero varían en función de la raza del animal del que se obtiene, la alimentación del mismo y la época del año en la cual es recolectado.

Evaluación microbiológica de la materia prima (suero lácteo)

En la Tabla 4.2. se indica el resultado del análisis microbiológico realizado a la materia prima.

Tabla No. 4.2: Evaluación microbiológica de suero lácteo

Parámetros de análisis	Unidades	Valores	Condiciones ambientales
Coliformes totales	Ufc/ml	0	35°C Temperatura de incubación
Escherichia coli	Ufc/ml	0	35°C Temperatura de incubación
Gérmens aerobios	Ufc/ml	0	35°C Temperatura de incubación
Listeria Monocytógenes	Ufc/ml		

Fuente: Elaboración propia

Los estudios describieron un resultado favorable por cuanto el recuento de microorganismos aerobios mesófilos, *Escherichia coli* y coliformes fecales reportaron un resultado de cero (0) Ufc/ml, valores que comparados con el requisito estipulado de acuerdo con la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2594:2011 para suero lácteo líquido, permiten certificar que la materia prima cumplía con los requisitos microbiológicos para quesos de suero.

Determinación de la acidez en °Dornic (°D)

La acidez del suero se midió por titulación en °Dornic (°D). 1°D corresponde a 1 mg de ácido láctico en 10cc de leche, o 0,1 g/l o 0,01% de ácido láctico. El porcentaje de acidez de la materia se calculó a través de la Fórmula No. I.

Cálculo:

$$\% \text{ de acidez} = \frac{\text{cm}^3 \text{ de } 0,1N \text{ de NaOH} * 0,009}{\text{Peso de la muestra}} * 100 \quad (I)$$

$$\% \text{ de acidez} = 0,11\%$$

La acidez titulable del suero lácteo fue de 0,11°Dornic/L. La Norma NTE INEN 2594:2011 fija como máximo permisible una acidez de 0,16 °D. Esta medición se realizó al inicio del proceso como parámetro de aceptación o rechazo de la materia prima.

Determinación de pH

El pH inicial de la muestra fue de pH 6,51 considerado por Alvarado en el 2012 como ideal para la recuperación de las proteínas séricas ⁽²²⁾; pH que se obtuvo tras el procesamiento del suero inmediatamente después de haber sido recuperado de la industria quesera y es el indicador que le da a esta materia prima la categoría de suero dulce.

Una vez verificado que el lactosuero ha cumplido con los requisitos establecidos de acuerdo con la norma, este es liberado e ingresado al proceso de producción. En esta propuesta se tomó como referente la Norma NTE INEN 2594:2011 para el caso de Ecuador.

Pesado

El suero debe ser pesado para determinar la cantidad de materia prima que será ingresada al proceso.

Filtración

En esta etapa el suero es sometido a filtración con la finalidad de retirar las impurezas que pudieran estar presentes en el mismo.

Pasteurización

El lacto suero deber ser sometido a calentamiento controlado hasta alcanzar la temperatura de 65°C durante treinta (30) minutos, tiempo durante el cual deberá mantenerse en constante agitación. Este tratamiento térmico permite inactivar el cuajo residual presente en el suero tras la precipitación de la caseína por la acción enzimática.

Acidificación

Como corrector de acidez se recomienda utilizar ácido cítrico, que es un ingrediente permitido en la Norma y que además de acidificante cumple la función de antioxidante y conservante. La acidificación se deberá realizar una vez alcanzada la temperatura de 65°C, al hacerlo se debe incorporar lentamente el ácido cítrico en solución al cincuenta por ciento (50%), ajustándose el pH hasta llegar a un pH de 4,6. Durante la acidificación debe mantenerse el lactosuero con agitación constante.

La tabla 4.3 indica la cantidad de ácido cítrico añadida al suero lácteo, necesario para hacer el ajuste de pH.

Tabla 4.3. Evaluación de la variación de pH

pH inicial	Ácido cítrico (ml)	pH final
6,51	0,44	4,3
6,51	0,46	4,5
6,51	0,66	4,6

Fuente: Elaboración propia.

La Figura 4.1 indica la cantidad de ácido cítrico añadida al lactosuero durante la experimentación, la que fue necesaria para bajar el pH a 4,6, el que de acuerdo con el análisis de los experimentos realizados fue el que reportó mejores resultados durante el proceso.

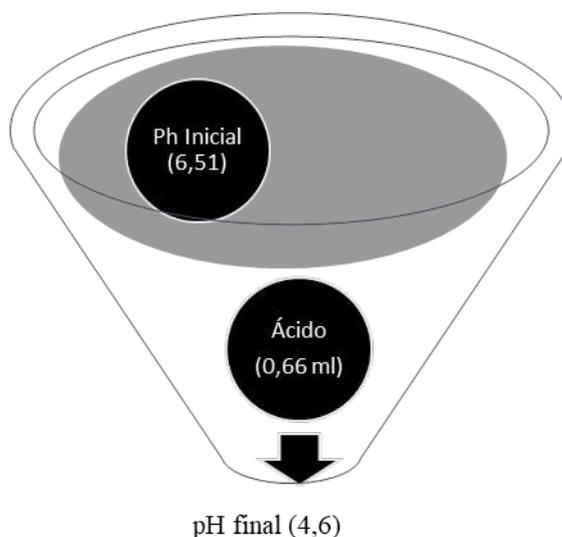


Figura 4.1 Acidificación de suero dulce.

Fuente: Elaboración propia.

Medición de pH

Posterior a la incorporación del ácido cítrico debe controlarse el pH con la finalidad de estandarizarlo en 4.6, que es el indicado para este producto.

Calentamiento

Terminada la fase anterior el suero se debe someter a calentamiento a una temperatura de 90°C durante 20 minutos, controlando que la temperatura permanezca invariable.

Este proceso térmico da lugar a la precipitación de las proteínas solubles presentes en el lactosuero la β -lactoglobulina y la α -lactoalbúmina, principales proteínas séricas y que precipitan a causa de la deshidratación cuando son sometidas a altas temperaturas, de acuerdo con lo indicado por autores como Alais y Revilla, grandes referentes en cuanto a la

tecnología de la leche ^{(64),(8),(45)}. Este procedimiento además de lograr recuperar las proteínas solubles garantiza la destrucción de microorganismos patógenos. Se pone de manifiesto en esta fase una coagulación proteica termo ácida.

Reposo

En esta etapa el suero debe permanecer en reposo durante 15 minutos para facilitar la recuperación de las proteínas séricas que se agruparon producto del desdoblamiento sufrido por la estructura secundaria cuando se dio la ruptura de los puentes de hidrógeno.

Desuerado

Terminado el tiempo de reposo se deberá proceder a retirar el suero residual mediante filtración por gravedad durante aproximadamente cuatro (4) horas.

Salado

Una vez desuerado el producto obtenido se procede a la incorporación de sal, se recomienda agregarla a razón del 2%.

Envasado

Finalmente, el producto está listo para ser dispuesto en sus respectivos envases, debiendo refrigerarse rápidamente para inhibir el ataque bacteriano. En la figura 4.2 se presenta de manera detallada el flujo grama del proceso productivo propuesto.



Figura 4.2. Diagrama de flujo de elaboración de producto untable tipo "queso crema"
Fuente: Elaboración propia

Rendimiento

La evaluación del rendimiento se puede verificar a través de un balance de materia.

$$E = S$$

Dónde:

$$E = \text{Entrada}$$

$$S = \text{Salida}$$

$$R = \frac{\text{Rendimiento Real}}{\text{Rendimiento Teórico}} * 100 \quad (II)$$

Evaluación sensorial

Para la industria alimentaria la evaluación sensorial es de vital importancia, por cuanto a través de ella se puede conocer y valorar las características organolépticas de cualquier producto, por tal motivo se constituyen grupos catadores (Ver foto 4.1) y de expertos (Ver foto 4.2). La aceptación de un producto depende de muchos factores, de ahí la importancia de conocer los gustos y preferencias de los consumidores.

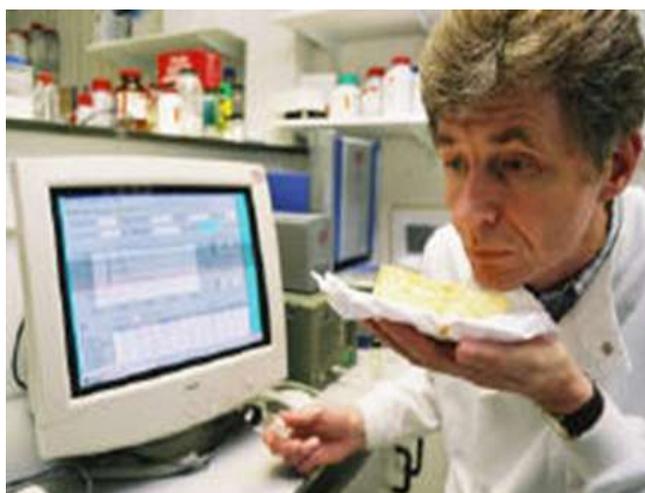


Foto 4.1. Catadores de queso

Fuente: <https://ismaelalvarezdetoledo.files.wordpress.com/2014/04/como-catar-un-queso.jpg>

Fuente: <https://www.portalechero.com/innovaportal/file/700/1/evaluacionsensorial.jpg>

En este sentido la evaluación sensorial como disciplina científica sirve para analizar e interpretar las reacciones que tienen los consumidores frente a los alimentos. En este contexto Sancho en el 2002 definió a la evaluación sensorial "como un conjunto de técnicas de medida y evaluación de determinadas propiedades de los alimentos, por medio de uno o más de los sentidos humanos" ⁽⁶⁵⁾.



Foto 4.2. Grupo de expertos

Fuente: <http://ismaelalvarezdetoledo.files.wordpress.com/2014/04/cata-quesos-y-whisky-1.jpg>

Para establecer la aceptación de productos de esta naturaleza se sugiere realizar pruebas de evaluación sensorial tomando como referente las pruebas de aceptación o hedónicas, pudiendo optarse por la prueba de aceptabilidad por ordenamiento ⁽¹²⁾. Los resultados obtenidos deberán ser sometidos a análisis estadísticos.

Este modelo de pruebas reúne los requisitos necesarios para evaluar productos cuyas características de evaluación se ajustan a las llevadas a cabo en análisis sensoriales realizados en los quesos y que se encuentran estandarizadas para este tipo de productos lácteos. Toda vez que el queso al igual que el vino es uno de los productos alimenticios más estudiados desde el punto de vista de aceptabilidad, técnico y nutricional. Para la realización de la prueba es importante considerar cuatro grupos de descriptores importantes: El aspecto, la textura, el conjunto olfato-gustativo, conocido también como flavor y la impresión global.

Aspecto

En este acápite se toman en cuenta la forma, el tamaño, el color y el aspecto externo; esta es una etapa anterior a la degustación.

Textura

Se valoran las características mecánicas, geométricas y otras sensaciones bucales. Las características mecánicas encierran la elasticidad, firmeza, debilidad y adherencia del producto; las geométricas hacen referencia a la presencia de grumos; las otras sensaciones bucales incluyen la solubilidad; es decir si el producto se funde en la boca de manera rápida.

Conjunto olfato-gustativo

Se utiliza este indicador para analizar el olor, sabor y aroma, la persistencia y gusto residual. Describe la sensación de olor en cuanto a su intensidad y a la calidad del mismo; en cuanto al sabor y aroma, persistencia y gusto residual se valora en su conjunto la intensidad y calidad del sabor y aroma, así como la persistencia en boca o permanencia de la sensación del producto en boca y el gusto residual.

Impresión global

En esta fase se valora el producto untable en su conjunto. Se resumen en esta fase de la prueba los atributos evaluados anteriormente.

Caracterización del producto untable tipo queso crema

Para efectos de conocer las características fisicoquímicas y microbiológicas del producto elaborado y poder garantizar la inocuidad del mismo se deberán realizar pruebas microbiológicas acorde a la norma de referencia.

Caracterización fisicoquímica del producto desarrollado

Para realizar las pruebas bromatológicas en el producto terminado se deberá analizar la acidez, el contenido graso, la humedad, su contenido proteico, sodio, pH y carbohidratos.

Los resultados de los análisis fisicoquímicos realizados al producto desarrollado se muestran en la tabla 4.4.

Tabla 4.4. Análisis fisicoquímicos.

Parámetros de análisis	Método de ensayo
Acidez (expresada como ácido láctico)	AOAC 19th947.05.
Grasas	AOAC 19th974.09
Humedad	API-5.8-04-01-00B4 (AOAC 19th 948.12)
Proteínas	AOAC 19th2001.14
Sodio	Absorción atómica
pH	API-5.8-04-01-00B1 (AOAC 19th 981.12)
Carbohidratos por diferencia	Cálculo
Cenizas	API-5.8-04-01-00B7 (AOAC 19th 923.03)

Fuente: Elaboración propia

Caracterización microbiológica

Para hacer la evaluación microbiológica del producto elaborado (Ver tabla 4.5) se tomaron dos muestras de 200g cada una, se identificaron y fueron trasladadas en condiciones de refrigeración hasta el laboratorio de alimentos PROTAL, donde se analizaron los siguientes parámetros microbiológicos: *Escherichia coli*, *Enterobacterias*, *Listeria Monocytógenes*, *S. Aureus* y *Salmonella* para determinar la carga microbiológica presente.

Tabla 4.5. Análisis microbiológico del producto untable

Parámetros de análisis	Método de ensayo
<i>E. Coli</i>	API-5.8-04-01-00M3 (AOAC 19th 991.14)
<i>Entero bacterias</i>	API-5.8-04-01-00M16 INEN 1529
<i>Listeria monocytogenes</i>	API-5.8-04-01-00M30 (AFNOR CHR-21/1-12/01)
<i>S.Aureus</i>	API-5.8-04-01-00M31 (AOAC 19th 2003:07)
<i>Salmonella cualitativa</i>	API-5.8-04-01-00M08 (AOAC 19th 967.26)

Fuente: Elaboración propia

Tabla básica de información nutricional

Se realizó el análisis nutricional en 100g del producto untable (Ver tabla 4.6), los parámetros de medición observados fueron proteína, carbohidratos totales, grasa total, sodio y energía; el método de análisis se detalla en la siguiente tabla.

Tabla 4.6. Información nutricional en 100g

Parámetros de análisis	Método de ensayo
Proteína	AOAC 19th2001.14
Carbohidratos por diferencia	Cálculo
Grasa total	AOAC 19th974.09
Sodio	Absorción atómica
Humedad	AOAC 19th948,12
Cenizas	AOAC 19th 923.03
Energía total	Norma INEN 1334-2
Energía de grasa	Norma INEN 1334-2

Fuente: Elaboración propia

Análisis de la vida de anaquel

Para analizar la estabilidad microbiológica del producto en el tiempo, dos muestras de producto fueron analizadas durante un periodo de 15 días; las evaluaciones se hicieron en el siguiente orden: La primera el día de recepción de la muestra, la segunda se analizó el día 15. Durante el periodo de evaluación, el producto se mantuvo en condiciones de refrigeración, con temperatura controlada a 4°C.

Evaluación de la tecnología propuesta

Se analizó el efecto combinado de pH, tiempo y temperatura; en concordancia con el diseño experimental se pudo observar que la incorporación de ácido cítrico en solución al 50% para ajustar el pH de 6,51 a pH 4,6 permite obtener resultados satisfactorios en cuanto a la coagulación de las proteínas solubles presentes en el lactosuero, siempre que el proceso se lo realice combinado con tratamientos térmicos y rangos de tiempo de

permanencia de entre 20 y 40 minutos; este resultado concuerda con el citado por Vásquez en el 2010 ⁽⁶³⁾.

A mayor temperatura se observaron mejores rendimientos, no obstante, se pudo evidenciar durante el flujo del proceso que el tiempo a temperatura constante incide en la textura final del producto. Este efecto lo reportó Inda en el año 2000 ⁽⁶⁶⁾, quien mencionó el efecto que tiene la temperatura sobre las proteínas lacto séricas, las que empiezan a desnaturalizarse entre 60 y 70 °C.

Evaluación del rendimiento

El balance de materia realizado reportó los siguientes resultados:

Balance de materia (Ver figura 3.2):

$$E = S$$

Dónde:

$$E = \text{Entrada}$$

$$S = \text{Salida}$$

Cálculo de rendimiento:

$$R = \frac{\text{Rendimiento Real}}{\text{Rendimiento Teórico}} * 100 \quad (II)$$

$$R = 4,4\%$$

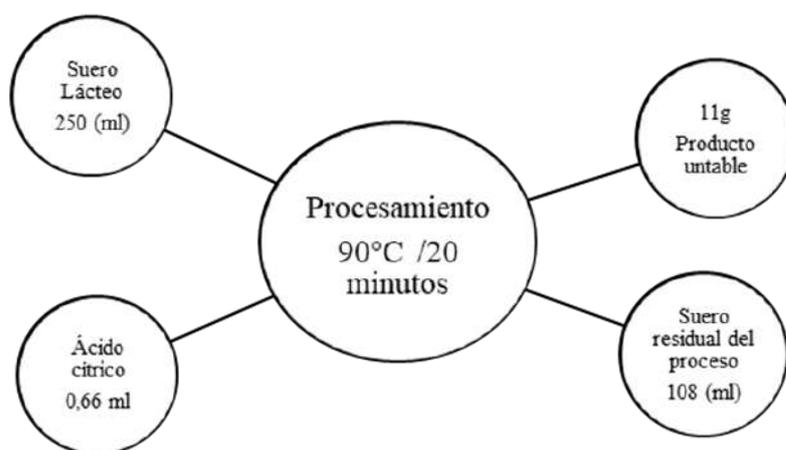


Figura 4.3. Balance de materia.

Fuente: Elaboración propia

El tratamiento realizado al suero lácteo permitió recuperar 0,044 g/ml de producto untable, este valor representa el 4,4 % de rendimiento que es superior al comparado con el rendimiento del 3,53 % referenciado por Artavia en 1999 para productos de esta naturaleza⁽⁶⁷⁾.

Influencia del pH y la temperatura en la recuperación de proteínas solubles

Las diferentes corridas experimentales llevadas a cabo permitieron demostrar que el tratamiento térmico al lactosuero a temperatura constante de 90°C durante 20 minutos en el suero acidificado a pH de 4,6 logra resultados óptimos en cuanto al rendimiento, palatabilidad e impresión global del producto untable. Se logró establecer además durante el desarrollo del proceso que a medida que se aumenta la temperatura se incrementa la recuperación de proteína sérica.

Influencia del tiempo de permanencia en el precipitado sérico

El tiempo de permanencia es otro factor importante de considerar al momento de recuperar proteínas solubles a través de tratamientos termo-ácidos; el procedimiento adoptado dio como resultado que entre mayor es el tiempo de permanencia, mayor es el rendimiento. La respuesta obtenida concuerda con los análisis reportados por Valencia en el 2008 y Vásquez en el 2010; este último menciona que el lactosuero a temperaturas de 85°C/30 minutos logra desnaturalizar hasta el 97% de las proteínas solubles del suero ^{(63), (68)}.

Evaluación sensorial

Después de realizados cada uno de los ensayos y evaluados sensorialmente se llevó a cabo el procesamiento de los datos por medio del análisis de varianza para el efecto se realizó una preselección en base al resultado de la matriz de cálculo conformada por 20 panelistas y 20 indicadores procesadas a una matriz de cuatro variables por tres pH diferentes; el resultado del análisis permitió reducir de 36 a 4 las muestras que reunían las mejores condiciones organolépticas.

Ajuste de la sensibilidad del jurado

Para la evaluación del jurado se determinó el ajuste del mismo siguiendo el procedimiento del análisis de varianza de los diferentes indicadores, como se muestra en los siguientes gráficos.

Como se aprecia en los gráficos 4.1, 4.2, 4.3, 4.4 y 4.5 el jurado se puede considerar semi entrenado por cuanto el rango de variación entre uno y otro es muy similar, en este caso el valor oscila entre 6 ± 1 . El gráfico 4.6 pone de manifiesto la valoración promedio que el jurado dictaminó de las variables aspecto, textura, olor, sabor e impresión general del producto untable.

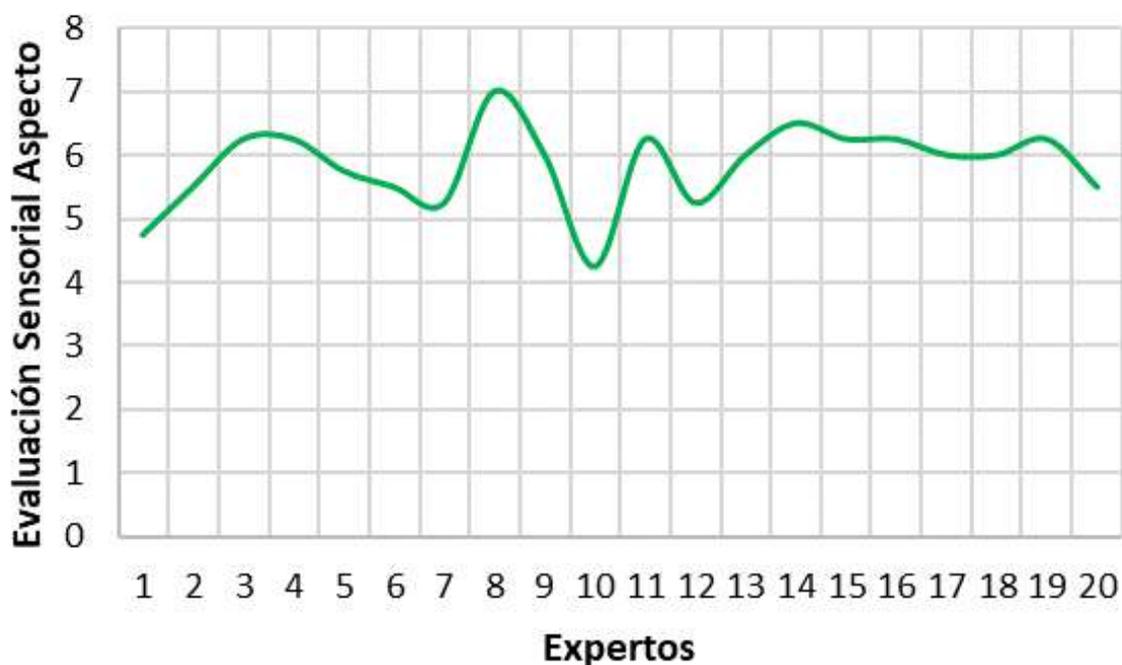


Gráfico 4.1. Valoración del Aspecto del producto untable.

Fuente: Elaboración propia.

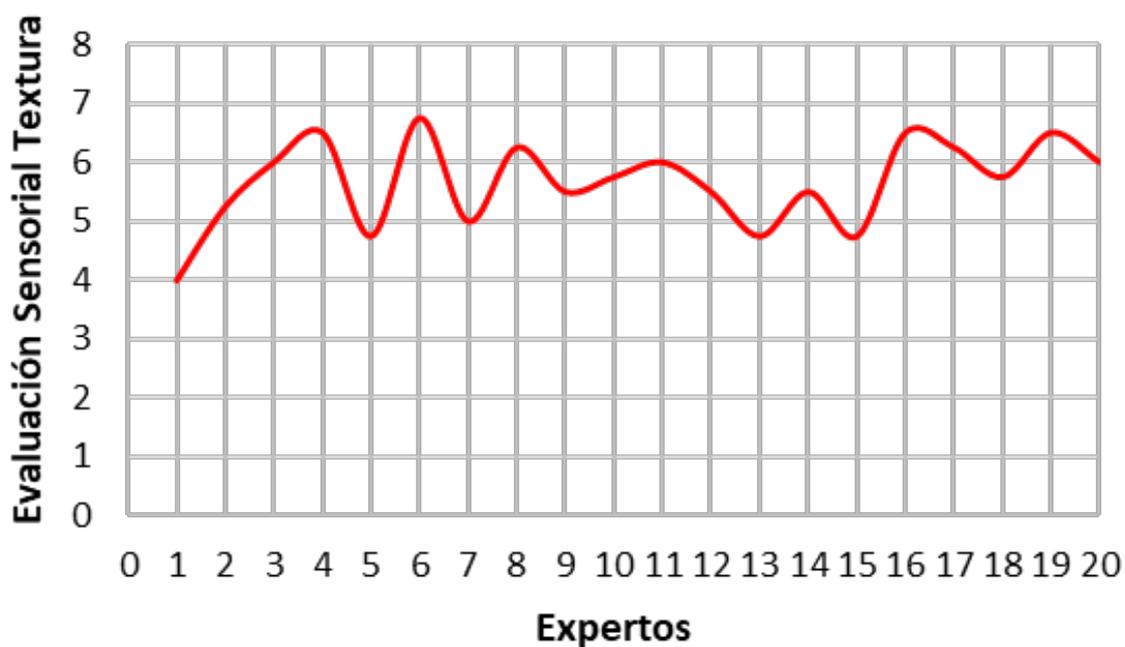


Gráfico 4.2. Valoración de la Textura.
Fuente: Elaboración propia.

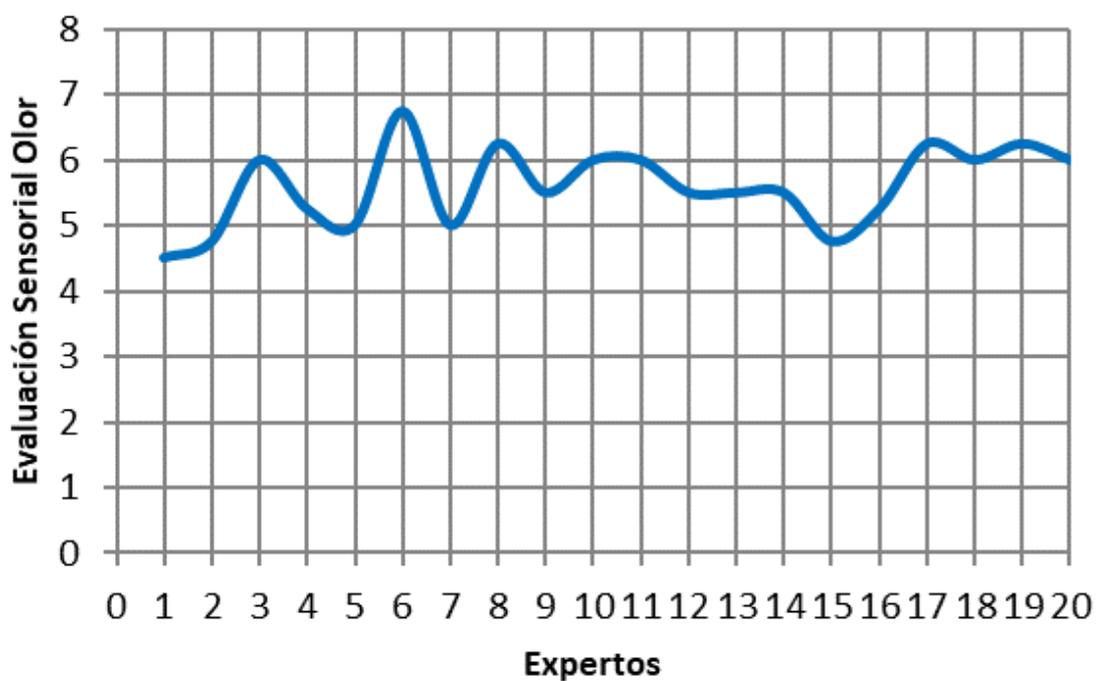


Gráfico 4.3. Valoración del Olor.
Fuente: Elaboración propia.

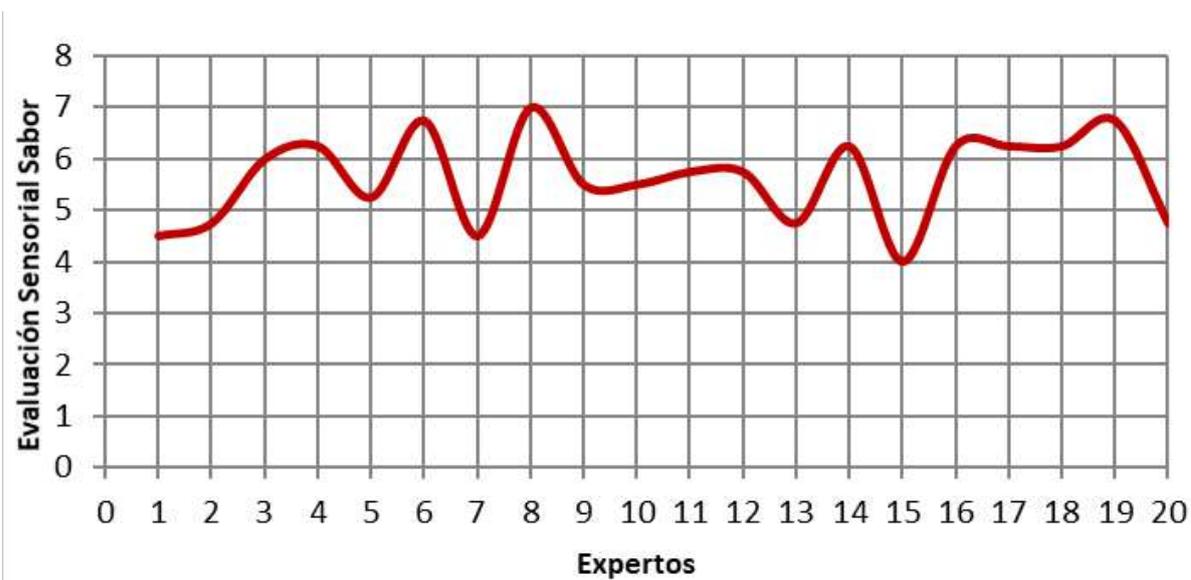


Gráfico 4.4. Valoración del Sabor.

Fuente: Elaboración propia.

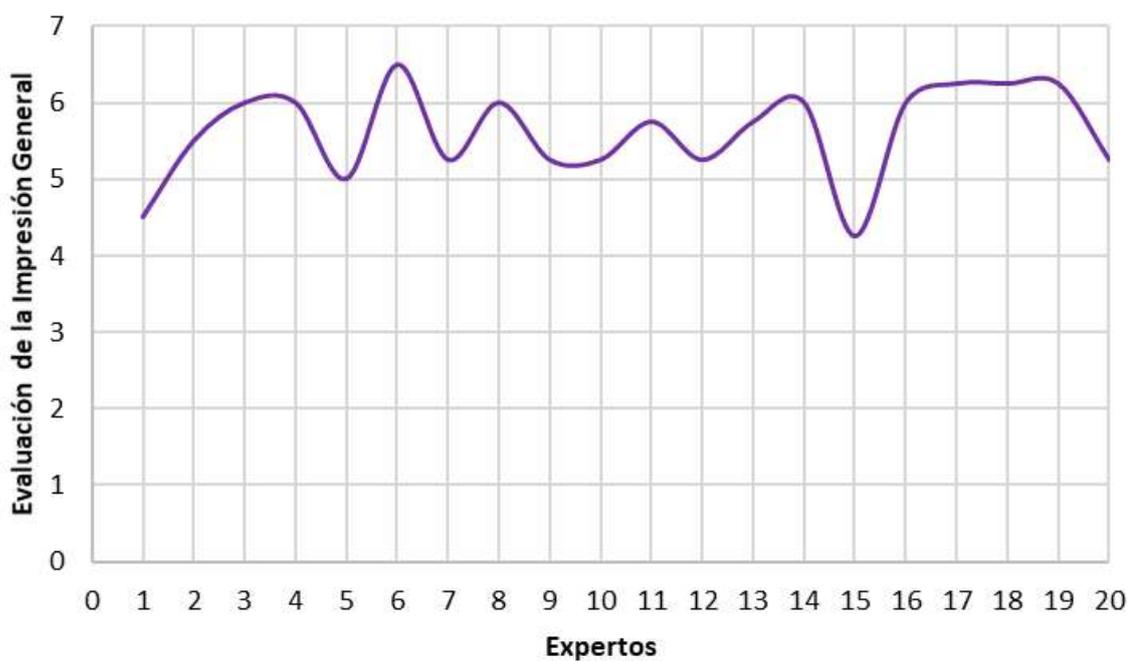


Gráfico 4.5. Valoración de la Impresión General.

Fuente: Elaboración propia.

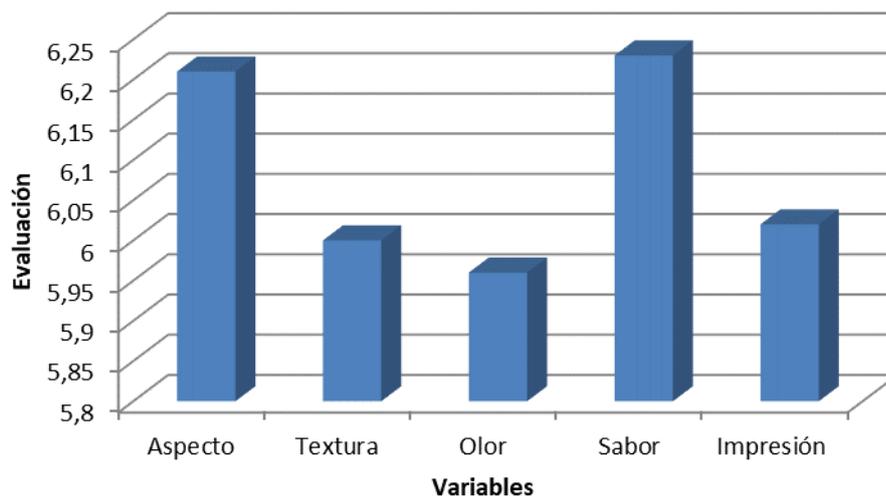


Gráfico 4.6. Valoración general del Jurado.

Fuente: Elaboración propia.

La tabla 4.7 indica los ensayos que obtuvieron mejores puntajes en la preselección del producto.

Tabla 4.7. Preselección de producto unttable

Diseño experimental	pH	Tiempo de permanencia (m)	Temperatura (°C)
12	4,3	40	95
29	4,6	20	90
31	4,6	30	80
36	4,6	40	95

Fuente: Elaboración propia.

Culminado el análisis de la evaluación se seleccionaron cuatro muestras con las cuales se repitió el experimento y la evaluación sensorial para reducir el margen de error de los resultados obtenidos, esta réplica permitió seleccionar el producto unttable con mayor aceptación entre el panel de evaluadores, quienes finalmente puntuaron con mayor

valoración al producto untable de pH 4,6 procesado a una temperatura controlada de 90°C y a un tiempo de permanencia de 20 minutos. Ver gráfico 4.7.

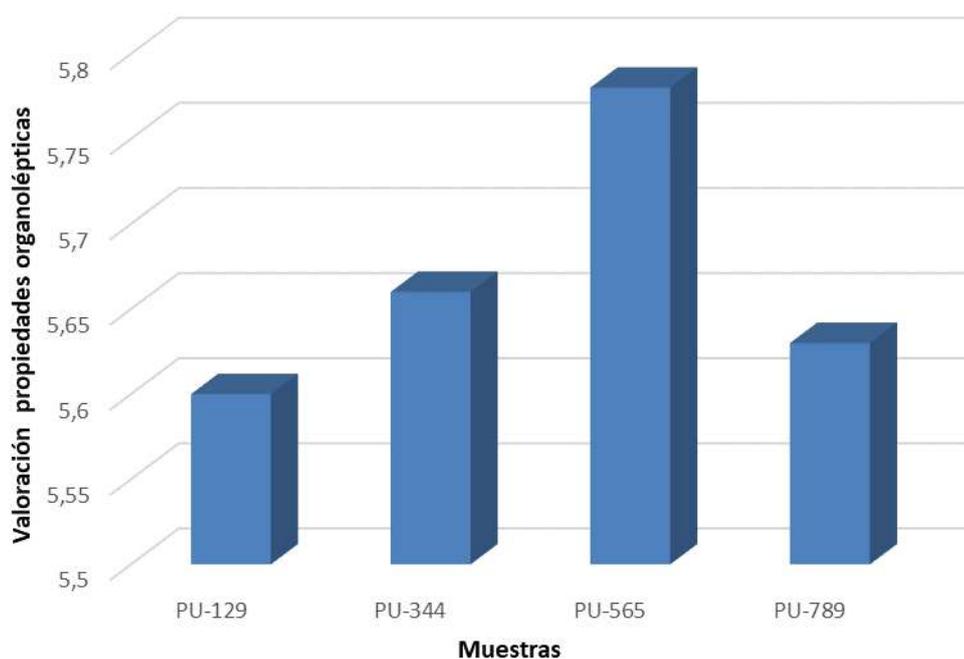


Gráfico 4.7. Valoración general de las propiedades organolépticas del producto untable.

Fuente: Elaboración propia

Caracterización del producto untable

Para conocer la composición nutricional del producto desarrollado y garantizar la inocuidad del mismo, se realizaron análisis fisicoquímicos y microbiológicos, los cuales reportaron la valoración siguiente:

Evaluación fisicoquímica

La tabla 4.8 indica los valores obtenidos en el producto untable a partir del análisis fisicoquímico del mismo; como se observa el porcentaje de proteína es del 9,65%, valor importante considerando que este producto se elabora a partir de una materia prima que de manera regular se desecha.

Tabla 4.8. Evaluación fisicoquímica

Parámetros de análisis	Resultados	Unidad
Acidez expresada como ácido láctico	0,63	%
Grasas	10,07	%
Humedad	71,55	%
Proteínas	9,65	%
Sodio	558,81	mg/100g
pH	4,83	
Carbohidratos por diferencia	6,96	%
Cenizas	1,77	%

Fuente: Elaboración propia

La grasa es del 10,07%, que comparado con el 14% reportado por otros productos elaborados a partir de suero lácteo y que se expenden en el mercado local lo ubica con un contenido graso menor. La humedad del 71,55% proporciona en el producto la propiedad untuosa, esta se logra con el escurrido del producto en condiciones de refrigeración a un tiempo de permanencia de cuatro horas.

Evaluación microbiológica

La tabla 4.9 reporta los resultados de la evaluación microbiológica realizada al producto terminado, la misma certifica que el producto untable tipo queso crema cumple con los requisitos microbiológicos establecidos en la Norma Técnica Ecuatoriana para quesos de suero, NTE INEN 2584: 2013.

Tabla 4.9. Evaluación microbiológica

Parámetros de análisis	Unidad	Resultados
E. Coli	UFC/g	<10
Entero bacterias	UFC/g	<10
Listeria Monocytogenes	AUS/PRES	AUSENCIA
S.Aureus	UFC/g	<10
Salmonella cualitativa	AUS/PRES	AUSENCIA

Fuente: Elaboración propia

En consecuencia, estos resultados validan el cumplimiento de buenas prácticas de manufactura a lo largo del proceso, garantizando así la calidad sanitaria e inocuidad del producto elaborado.

Evaluación de la vida de anaquel

La observación directa realizada en el producto durante el tiempo de estudio permitió deducir la estabilidad de sus características organolépticas, los resultados de los análisis fisicoquímicos y microbiológicos realizados certificaron la vida en percha del mismo. La tabla 4.10 muestra el comportamiento en el tiempo del producto untable conservado en condiciones de refrigeración.

Tabla 4.10. Ficha de estabilidad

Análisis físico-químicos				
Ensayos realizados	Unidad	Resultado	Tiempo	
Acidez expresada como ácido	%	0,74	15 días	
Humedad	%	72,91	15 días	
Ph		4,76	15 días	
Análisis microbiológicos				
Ensayos realizados	Unidad	Resultado	Requisitos	Tiempo
E. Coli	UFC/g	<10	<10	15 días
Enterobacterias	UFC/g	<10	2X10 ³	15 días
Listeria Monocytógenes	AUS/PRES	AUSENCIA		15 días
S. Aureus	UFC/g	<10	10	15 días
Salmonella cualitativa	AUS/PRES	AUSENCIA	0	15 días

Fuente: Elaboración propia

Como se observa no hubo crecimiento de microorganismos patógenos durante el tiempo de exposición a la prueba, se mantuvieron estables los parámetros analizados y reportados en la caracterización inicial que fue tomada como punto de partida previo al control de estabilidad realizado a los quince días.

La acidez del producto sufrió una variación del 0,11% ocasionada por las bacterias ácido lácticas propias en el alimento al producirse la transformación de la lactosa en ácido láctico, esta transición incidió en el cambio de pH reportado al final del control, el que varió de 4,83 a 4,76. En cuanto a la humedad se evidencia una adsorción del 1,36%, porcentaje ganado durante la estadía en la cámara de refrigeración y que no repercute de manera negativa en el producto.

Evaluación nutricional

En conjunto con la evaluación nutricional se diseñó la tabla básica de información (Ver tabla 4.11) requerida en la etiqueta para alimentos de acuerdo con la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 022 de rotulado de productos alimenticios procesados, envasados y empaquetados.

Tabla 4.11. Tabla básica de información nutricional en 100g de producto unttable

Información Nutricional		
Tamaño de la porción: 100g		
Porciones por envase: 2		
Cantidad por porción		*%VDR
Energía (Calorías)	670 kJ (160 kcal)	8
Energía de grasa (Calorías de grasa) 377 kJ (90kcal)		
		%VDR
Grasa total	10g	15%
Sodio	560 mg	23%
Carbohidratos totales	7g	2%
Proteína	10g	20%
*Los Porcentajes de los valores diarios están basados en una dieta de 8380kJ(2000kcal)		

Fuente: Elaboración propia

Semáforo nutricional

A partir de la tabla de información nutricional se diseñó el semáforo nutricional, para el efecto se ingresaron los valores en la calculadora de etiquetado de alimentos diseñada por la Agencia Nacional de Regulación, Control y Vigilancia Sanitaria (ARCSA) (Ver figura 4.4), el resultado obtenido indica que el producto unttable tipo queso crema tiene concentración media en cuanto a los contenidos de grasa, azúcar y sal ⁽⁶⁹⁾.



Figura 4.4. Semáforo nutricional

Fuente: Elaboración propia

Evaluación de la información nutricional del producto untable comparado con productos comerciales

Al realizar la evaluación de la información nutricional reportada por tres productos que se comercializan en el mercado local (Ver gráfico 4.5) se pudo constatar que el producto untable tipo queso crema elaborado es el que mayor porcentaje de proteína contenía relacionado con las demás muestras; en cuanto al porcentaje de grasa el contenido fue menor con una diferencia del 4%; respecto a los carbohidratos las marcas analizadas no reportan contenido de carbohidratos en su información nutricional por lo tanto no se pudo realizar la comparación.

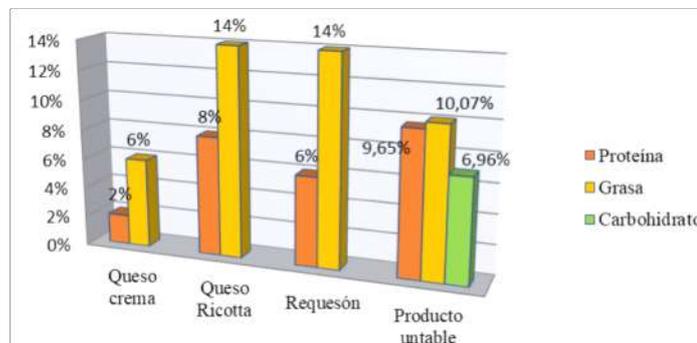


Gráfico 4.5. Comparación producto untable con otros productos comerciales

Fuente: Elaboración propia

Referencias bibliográficas

1. FAO. Perspectivas agrícolas 2016-2015. *fao.org*. [En línea] 2016. [Citado el: 3 de Septiembre de 2017.] <http://www.fao.org/3/a-i5778s.pdf>.
2. Huertas, Ricardo Adolfo Parra. Lactosuero: importancia en la industria de alimentos. *scielo.org.co*. [En línea] 2009. [Citado el: 24 de Marzo de 2015.] <http://www.scielo.org.co/pdf/rfnam/v62n1/a21v62n1.pdf>.
3. Parra, Ricardo. *scielo.org.co*. *Lactosuero: importancia en la industria de alimentos*. [En línea] 16 de Abril de 2009. [Citado el: 20 de Abril de 2015.] <http://www.scielo.org.co/pdf/rfnam/v62n1/a21v62n1.pdf>.
4. Motta, Jeison y Mosquera, Welner. *Aprovechamiento del lactosuero y sus componentes como materia prima*. [En línea] 5 de Abril de 2015. [Citado el: 3 de Septiembre de 2017.] <file:///C:/Users/Victoria%20Garcia/Downloads/95-64-PB.pdf>.
5. Poveda, Elpidia. *scielo*. *Suero lácteo, generalidades y potencial uso como fuente de calcio de alta biodisponibilidad*. [En línea] Diciembre de 2013. [Citado el: 15 de Mayo de 2015.] http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0717-75182013000400011&script=sci_arttext.
6. Hernández y Vélez. Suero de leche y su aplicación en la elaboración de alimentos funcionales. *web.udlap.mx*. [En línea] 2014. [Citado el: 3 de Septiembre de 2017.] <http://web.udlap.mx/tsia/files/2015/05/TSIA-82-Hernandez-Rojas-et-al-2014.pdf>.
7. Vega, Glenda Estefania. *dspace.esPOCH*. *Elaboración y control de calidad de una bebida a base de suero de leche y avena*. [En línea] 2012. [Citado el: 3 de Mayo de 2015.] <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/handle/123456789/2600/56T00377.pdf?sequence=1>.
8. Alais, Charles. El Lactosuero. *Ciencia de la Leche*. México : Compañía Editorial Continental S.A, 1988, pág. 551.
9. FAO. Producción lechera. *FAO*. [En línea] 2014. [Citado el: 14 de DICIEMBRE de 2014.] <http://www.fao.org/agriculture/dairy-gateway/produccion-lechera/es/#.VI5g2SuG904>.

10. Fernández, Elena, y otros. Documento de consenso: importancia nutricional y metabólica de la leche. *dadun.unav.edu*. [En línea] 2015. [Citado el: 2 de Noviembre de 2017.] http://dadun.unav.edu/bitstream/10171/37300/1/Martinez_Nutr_Hosp_leche.pdf.
11. Hernández, Aldo y Romagosa, Sarai. Desarrollo de una leche fermentada probiótica con jugo de Aloe vera. *scielo.sld.cu*. [En línea] Enero de 2015. [Citado el: 3 de Septiembre de 2017.] http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2224-61852015000100008.
12. Ramírez y Vélez. Quesos frescos: propiedades, métodos de determinación y factores que afectan su calidad. *www.researchgate.net*. [En línea] 2012. [Citado el: 3 de Septiembre de 2017.] https://www.researchgate.net/publication/303959697_Quesos_frescos_propiedades_metodos_de_determinacion_y_factores_que_afectan_su_calidad.
13. Romero y Mestres. Productos lácteos Tecnología. *upcommons.upc.edu*. [En línea] 2004. [Citado el: 28 de Octubre de 2017.] <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.3/36810/9788498802610.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
14. Rodríguez y Vélez. Proceso de elaboración y propiedades físicoquímicas de las leches condensada y azucarada y evaporada. *www.udlap.mx*. [En línea] 2012. [Citado el: 3 de Septiembre de 2017.] [http://www.udlap.mx/wp/tsia/files/No6-Vol-1/TSIA-6\(1\)-Marcelin-Rodriguez-et-al-2012.pdf](http://www.udlap.mx/wp/tsia/files/No6-Vol-1/TSIA-6(1)-Marcelin-Rodriguez-et-al-2012.pdf).
15. Charles, Alais. Ciencia de la leche. [aut. libro] Charles Alais. *Ciencia de la leche*. México : Cía. Editorial Continental S.A, 1988, pág. 546.
16. Portal lechero. portalechero.com. *Leche en polvo*. [En línea] [Citado el: 22 de Octubre de 2017.] <https://www.portalechero.com/innovaportal/v/171/1/innova.front/quienes-somos-.html>.
17. Canilec. El libro blanco de la leche y los productos lácteos. *www.canilec.org.mx*. [En línea] 2011. [Citado el: 3 de Septiembre de 2017.] http://www.canilec.org.mx/descarga_archivos_publico/Libro_Blanco_mail.pdf.
18. Fao. Norma del Codex para las leches en polvo. *fao.org*. [En línea] 1999. [Citado el: 25 de Octubre de 2017.] <http://www.fao.org/3/a-i2085s.pdf>.

19. digibuo.uniovi.es. *Elaboración de bases lácteas en polvo mediante secado por atomización para fabricación de chocolate*. [En línea] Julio de 2015. [Citado el: 2 de 11 de 2017.] http://digibuo.uniovi.es/dspace/bitstream/10651/32386/7/TFM_EvaGuardiola.pdf.
20. Días, Carlos. Universidad de Santiago de Compostela. *Obtención y estudio de concentrados de proteínas séricas y subproductos de clarificación procedentes de suero de quesería y suero desproteínizado de origen ovino*. [En línea] Septiembre de 2005. [Citado el: 23 de Abril de 2015.] <http://dspace.usc.es/bitstream/10347/9525/1/b19639041.pdf>.
21. OMS, FAO. Leche y productos lácteos. *fao.org*. [En línea] 2011. [Citado el: 3 de Septiembre de 2017.] <http://www.fao.org/3/a-i2085s.pdf>.
22. Callejas, Judith, Prieto, Francisco y al, et. *actauniversitaria.ugto*. *Caracterización fisicoquímica de un lactosuero: potencialidad de recuperación de fósforo*. [En línea] 16 de Enero de 2012. [Citado el: 20 de Abril de 2015.] <http://www.actauniversitaria.ugto.mx/index.php/acta/article/viewFile/304/282>.
23. Tetra Pack. Procesado de lactosuero. [aut. libro] Tetra Pack. *Manual de industrias lácteas*. Madrid : A. Madrid Vicente, Ediciones, 2003, págs. 333-335.
24. Ríofrío, Renata. *Caracterización de Lactosuero proveniente de cuatro producciones*. [En línea] 2014. [Citado el: 20 de Abril de 2015.] <http://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/3177/1/000110271.pdf>.
25. Paredes, Pedro, y otros. *www.redalyc.org*. *Características fisicoquímicas y microbiológicas de suero de*. [En línea] Mayo de 2014. <http://www.redalyc.org/pdf/674/67432507002.pdf>.
26. SIC. *sic.gov*. *Uso del suero de leche en alimentos y en sus sustitutos*. [En línea] 2013. [Citado el: 20 de Abril de 2015.] http://www.sic.gov.co/drupal/masive/datos/docs_izquierdos_boletines/Boletin_suero.pdf.
27. Cogua, Jorge y González, Teresa, et al. Universidad Nacional de Colombia. *Biología Virtual*. [En línea] 2015. [Citado el: 20 de Abril de 2015.] http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/ciencias/2000024/lecciones/cap01/01_01_12.htm.

28. Granados, Clemente, y otros. *redalyc.org*. *redalyc.org*. [En línea] Diciembre de 2016. [Citado el: 22 de Julio de 2017.] <http://www.redalyc.org/pdf/896/89650870009.pdf>.
29. ARCSA. *arcsa.gob*. *Calculadora de etiquetado de alimentos*. [En línea] 2015. [Citado el: 25 de Julio de 2015.] http://www.arcsa.gob.ec/publico/calculadora_etiquetado/.
30. Benítez, Ricardo, Ibartz, Albert y Pagan, Jordi. *scielo.org.ar*. *scielo.org.ar*. [En línea] Junio de 2008. [Citado el: 21 de Mayo de 2017.] http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0325-29572008000200008.
31. Cil. *Cilecuador.org*. *Etiquetado de productos lácteos, (una oportunidad)*. [En línea] 20 de Marzo de 2014. [Citado el: 15 de Mayo de 2015.] <http://www.scpm.gob.ec/wp-content/uploads/2014/03/4.-Rafael-Vizcarra-CIL-Ecuador-Etiquetado-de-productos-l%C3%A1cteos.pdf>.
32. García, Victoria. *revistauniversidad.edu.ec*. *revistauniversidad.edu.ec*. [En línea] Septiembre de 2015. [Citado el: 21 de Mayo de 2017.] <http://revistauniversidad.edu.ec/EduQuil/index.php/edicion-121>.
33. Mipro. *scpm.gob.ec*. *scpm.gob.ec*. [En línea] 2013. [Citado el: 24 de Agosto de 2015.] <http://www.scpm.gob.ec/wp-content/uploads/2013/09/2.6-David-Villegas-MIPRO-Politica-Industrial-de-Desarrollo-en-el-Sector-de-Alimentos.pdf>.
34. Revilla, Aurelio. Las proteínas del suero. *Tecnología de la leche*. Tegucigalpa : Escuela Agrícola Panamericana, 2009, pág. 20.
35. Sancho, Joseph., Bota, Enrique. y de Castro, Juan José. El significado del análisis sensorial. [aut. libro] J. Sancho, E. Bota y JJ de Castro. *Introducción al Análisis Sensorial de los Alimentos*. Barcelona : Alfaomega Grupo Editor, S.A. de C.V., 2002, pág. 23.
36. Badui, Salvador. Proteínas del suero. *Química de los Alimentos*. México : Pearson Educación, 2006, pág. 611.
37. —. Desnaturalización. *Química de los Alimentos*. México : Pearson Educación, 2006, pág. 164.

38. Coultate, Tom. Estructura proteínica. *Manual de Química y Bioquímica de los Alimentos*. Zaragoza (España) : Acribia S.A., 1996, pág. 101.
39. Alais, Charles. Ciencia de la leche. *Ciencia de la leche*. Barcelona : Reverté S.A, 1985, pág. 798.
40. Hernández, Judith y Prieto, Francisco. Universidad de Guanajuato. [En línea] 16 de Enero de 2012. [Citado el: 20 de Abril de 2015.]
<http://www.actauniversitaria.ugto.mx/index.php/acta/article/viewFile/304/282>.
41. Badui, Salvador. Química de los Alimentos. *Química de los Alimentos*. México : Pearson, 2006, pág. 169.
42. Guerrero, Amanda, y otros. bdigital.unal.edu.co. *bdigital.unal.edu.co*. [En línea] 2012. [Citado el: 21 de Mayo de 2017.] <http://www.bdigital.unal.edu.co/38547/1/41448-187327-2-PB.pdf>.
43. Melo, virginia y Cuamatzi, Oscar. *Bioquímica de los procesos metabólicos*. Barcelona : Reverté S.A., 2007, pág. 99.
44. Serpa, Angélica, Hincapié, Gustavo y Álvarez, Catalina. scielo.org.co. *scielo.org.co*. [En línea] 3 de Marzo de 2014. [Citado el: 21 de Mayo de 2017.]
<http://www.scielo.org.co/pdf/prosp/v12n1/v12n1a04.pdf>.
45. Lupano, Cecilia. biol.unlp.edu.ar. *biol.unlp.edu.ar*. [En línea] 2013. [Citado el: 21 de Mayo de 2017.]
<https://www.biol.unlp.edu.ar/nutricionybromatologiaF/ModificacionesComponentes.pdf>.
46. Alvarado, Carlos. Aislamiento y aplicación de péptidos bioactivos del lactosuero en un yogurt funcional. *Composición del lactosuero*. [En línea] 2012. [Citado el: 5 de Mayo de 2015.] <http://159.90.80.55/tesis/000155782.pdf>.
47. Martínez, María Julia. digital.bl.fcen.uba.ar. [En línea] 2010. [Citado el: 13 de Julio de 2015.]
http://digital.bl.fcen.uba.ar/Download/Tesis/Tesis_4570_Martinez.pdf.
48. García, Victoria. revistauniversidad.edu.ec. *revistauniversidad.edu.ec*. [En línea] Agosto de 2015. [Citado el: 21 de Mayo de 2017.]

<http://revistauniversidad.edu.ec/EduQuil/index.php/edicion-120/18200-elaboracion-de-queso-untable-a-partir-de-las-proteinas-solubles-recuperadas-del-lactosuero>.

49. Inda, Arturo Enrique. portal.oas. *Requesones*. [En línea] 2000. [Citado el: 3 de Mayo de 2015.] <http://portal.oas.org/LinkClick.aspx?fileticket=O51xfikk6CU%3D&tabid=585>.

50. Vásquez, Florentino, Villegas, Gabriel y Mosqueda, Pablo. rvcta.org. *rvcta.org*. [En línea] Diciembre de 2010. [Citado el: 21 de Mayo de 2017.] <https://sites.google.com/site/1rvcta/v1-n2-2010/h5>.

51. Espino, María y Rivero, Juan. usi.earth. *Elaboración de un queso untable a partir de suero lácteo*. [En línea] 2001. [Citado el: 20 de Abril de 2015.] <http://usi.earth.ac.cr/glas/sp/pdf/98081.pdf>.

52. Valencia, Jaime. alimentariaonline. *Suero de quesería y sus posibles aplicaciones*. [En línea] Julio/Agosto de 2008. [Citado el: 23 de Mayo de 2015.] http://alimentariaonline.com/PaDs9lu5/wp-content/uploads/MLC025_QUESERIA.pdf.

53. Riquelme, Luis. Universidad Nacional de Colombia. *Desarrollo por ultrafiltración de un concentrado proteico a partir de lactosuero*. [En línea] 2010. [Citado el: 20 de Abril de 2015.] <http://www.bdigital.unal.edu.co/2789/1/107412.2010.pdf>.

54. Araujo, Alvaro, Monsalve, Lina y Quintero, Andrés. Dialnet. *Aprovechamiento del lactosuero como fuente de energía nutricional para minimizar el problema de contaminación ambiental*. [En línea] 2013. [Citado el: 3 de Septiembre de 2017.] [file:///C:/Users/Victoria%20Garcia/Downloads/Dialnet-AprovechamientoDelLactosueroComoFuenteDeEnergiaNut-5344986%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/Victoria%20Garcia/Downloads/Dialnet-AprovechamientoDelLactosueroComoFuenteDeEnergiaNut-5344986%20(1).pdf).

55. Montero, Maribel, Juárez, Francisco y García, Hugo. www.scielo.org.mx. *Suero de leche fermentado con lactobacilos para la alimentación de becerros en el trópico*. [En línea] Agosto de 2009. [Citado el: 3 de Septiembre de 2017.] http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-31952009000600004.

56. Riquelme, Luis Felipe. Desarrollo por ultrafiltración de un concentrado porteico a partir de lactosuero. *www.bdigital.unal.edu.co*. [En línea] 2010. [Citado el: 3 de Septiembre de 2017.] <http://www.bdigital.unal.edu.co/2789/1/107412.2010.pdf>.

57. Torres, María de Jesús, Vallejo, Belinda y González, Aarón. scielo.org. *Péptidos bioactivos derivados de las proteínas de la leche*. [En línea] Junio de 2005. [Citado el: 15 de Mayo de 2015.] http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-06222005000200002.
58. Chacón Villalobos, Alejandro. mag.go.cr. *Tecnología de membranas en la agroindustria Láctea*. [En línea] 3 de Febrero de 2006. [Citado el: 3 de Mayo de 2015.] http://www.mag.go.cr/rev_mesov17n02_243.pdf.
59. Flores, Cristian. bibdigital.epn.edu. *Obtención de una bebida láctea a partir del concentrado proteico de la mazada o suero de la mantequilla por medio de tecnología de membranas*. [En línea] Mayo de 2014. [Citado el: 8 de Mayo de 2015.] <http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/7475/1/CD-5606.pdf>.
60. Candiotti, Mario. Respuesta de las Proteínas del Suero de la Leche Bovina a la Acción de Diversas Enzimas Proteolíticas de Uso Industrial. [En línea] Mayo de 2011. [Citado el: 15 de Mayo de 2015.] <http://www.tesislatinoamericanas.info/index.php/record/view/41953>.
61. Fao. Norma General Para los Aditivos Alimentarios. *www.fao.org*. [En línea] 2016. [Citado el: 4 de Octubre de 2017.] http://www.fao.org/gsfonline/docs/CXS_192s.pdf.
62. INEN. *normaspdf.inen.gob.ec. Normas NTE INEN Quesos de suero*. [En línea] 2013. [Citado el: 10 de Mayo de 2015.] <http://normaspdf.inen.gob.ec/pdf/nte1/2584.pdf>.
63. Codex Alimentarius. Norma del Codex para los quesos de suero. [En línea] 2010. [Citado el: 20 de Abril de 2015.] <https://www.google.com.ec/webhp?sourceid=chrome-instant&ion=1&espv=2&ie=UTF-8#q=norma+del+codex+para+queso+de+suero>.
64. Revilla, Aurelio. Queso crema. *Tecnología de la leche*. México : Herrero Hermanos, Sucesores, S.A, 1974, pág. 92.
65. INTI. *inti.gob*. [En línea] 2011. [Citado el: 7 de MAYO de 2015.] <https://www.inti.gob.ar/lacteos/pdf/Cuadernillo-QuesoArtesanalRicotta-2.pdf>.

66. Produccion de acido citrico a partir de suero lacteo entero e hidrolizado con *Aspergillus niger*, por via fermentativa. *acta.org.co*. [En línea] 2004. [Citado el: 3 de Agosto de 2015.] http://acta.org.co/acta_sites/alimentos hoy/index.php/hoy/article/viewFile/54/52.
67. Vanegas, Eduardo Javier. ageconsearch. *Evaluación de la Concentración de Proteína y Metabolitos Libres en el Rio Estero Real y su Relación con los Parámetros Fisicoquímicos, en el Periodo Noviembre 2013 -Abril 2014*. [En línea] Febrero de 2015. [Citado el: 3 de Mayo de 2015.] <http://ageconsearch.umn.edu/bitstream/197834/2/Tesis%20Eduardo%20Vanegas%20%20con%20el%20abstract%20en%20ingles.pdf>.
68. Alba, Nidia y Alba, Carlos, et al. Proteínas. *Ciencia Tecnología e Industria de los Alimentos*. Bogotá : Grupo Latino Editores, 2008, pág. 20.
69. Artavia, Walner. infolactea.com. [En línea] 1999. [Citado el: 13 de Mayo de 2015.] <http://infolactea.com/wp-content/uploads/2015/03/344.pdf>.
70. Portalechero. Portalechero.com. *Portalechero.com*. [En línea] 11 de Septiembre de 2015. [Citado el: 11 de Septiembre de 2015.] <http://www.portalechero.com/innovaportal/v/3378/1/innova.front/aprovechamiento-industrial-del-suero-de-queseria-obtencion-de-una-bebida-energizante-a-partir-del-efluente.html>.
71. Endara, Francisco Andrés. bdigital.zamorano. *Elaboración de una bebida a partir del suero de queso y leche descremada con sabor a mango*. [En línea] 2002. [Citado el: 2 de Mayo de 2015.] <http://bdigital.zamorano.edu/handle/11036/1536>.
72. Mónico, Amalia, y otros. scielo.org. *Aceptabilidad y calidad nutricional de una bebida a base de zumo de naranja y suero de leche, conservado con calor o campos eléctricos pulsados de alta intensidad*. [En línea] 2006. [Citado el: 14 de Abril de 2017.] http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-06222006000400007.
73. Porras, y otros. www.udlap.mx. *www.udlap.mx*. [En línea] 2009. [http://www.udlap.mx/WP/tsia/files/No3-Vol-1/TsIA-3\(1\)-Porras-Loaiza-et-al-2009.pdf](http://www.udlap.mx/WP/tsia/files/No3-Vol-1/TsIA-3(1)-Porras-Loaiza-et-al-2009.pdf).

74. Mulero, Juana, y otros. Péptidos bioactivos. *sciencedirect*. [En línea] Septiembre de 2011. [Citado el: 2 de Noviembre de 2017.]

<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0214916811001057>.

75. Cruz, Elvia. digital.csic.es. [En línea] 2016.

<http://digital.csic.es/bitstream/10261/152191/1/tesispeptidosalud.pdf>.

76. Ballester, María. La Betalactoglobulina y su aplicación en transgénesis. *ddd.uab*. [En línea] 2005. [Citado el: 15 de Octubre de 2017.] <https://ddd.uab.cat/pub/tesis/2005/tdx-1024105-115934/mbd1de1.pdf>.

77. Yáñez, Darwin y Montalvo, Milton. Alimentación con suero de quesería mas balanceado en las fases de crecimiento y finalización para mejorar los parámetros productivos en cerdos. *dspace.uce*. [En línea] Enero de 2013. [Citado el: 25 de Abril de 2015.]

<http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/977/1/T-UCE-0014-26.pdf>.

78. Galindo, Wendy y Pérez, Daniela. Estandarización y elaboración de queso crema con adición de los sólidos del lactosuero e inoculado con *Lactobacillus Casei*. [En línea] 2013. [Citado el: 20 de Abril de 2015.]

<http://190.25.234.130:8080/jspui/bitstream/11227/249/1/ESTANDARIZACION%20Y%20ELABORACION%20DE%20UN%20QUESO%20CREMA%20CON%20ADICION%20DE%20SOLIDOS%20DE%20LACTOSUERO%20E%20INOCULADO%20C.pdf>.

Glosario

° **Dornic** (°D): expresa el contenido de ácido láctico. La acidez Dornic es el número de décimas de centímetros cúbicos de soda (hidróxido de sodio), utilizados para valorar 9 ml de leche en presencia de un indicador (fenolftaleína).

Cisteína: conocida también como Cys, es un aminoácido no esencial, es elaborado por nuestro organismo a partir de la metionina. Entre sus funciones se consideran estar presente en la formación de los músculos del organismo, jugando un papel importante en la recuperación del cuerpo ante heridas, cirugías y quemaduras, protege el cuerpo contra las radiaciones y tiene además funciones antioxidantes.

Codex Alimentarius: también conocido como “Código alimentario” son las normas alimentarias internacionales establecidas por la Organización de la Naciones Unidas para la alimentación y la Agricultura (FAO) y la Organización Mundial de la Salud (OMS).

Cottage: es un queso suave, con mínima acidez producido de la cuajada una vez lavada, que difieren unos de otros en su textura (fina o gruesa) y en el contenido de grasas.

Dalton (Da): según el Sistema Internacional de Unidades es la doceava parte de la masa atómica del isótopo de carbono 12. Esta unidad equivale aproximadamente a la masa de un protón.

Fenilalanina: es uno de los aminoácidos esenciales, aportando a disminuir la sensación de dolor, siendo además muy importante en la creación del colágeno, mejora la memoria y por tanto el aprendizaje, eleva los estados de ánimo y elimina la depresión, entre otras muchas funciones. Se encuentra presente en los productos lácteos, huevos, carnes, lentejas garbanzos, entre otros.

Glucoproteínas: también conocidas como Glicoproteínas, son hidratos de carbono unidos a proteínas. Se encuentran por lo general en forma hormonal y de anticuerpos en las membranas celulares, están compuestas por aminoácidos y un grupo prostético constituido por glúcido.

Histidina: es un aminoácido esencial, se encuentra en las carnes, huevos, leche, derivados lácteos, pescado, cereales, verduras etc. Es importante en la fabricación de los glóbulos rojos y blancos en la sangre.

Isoleucina: es un aminoácido esencial en el organismo, necesaria para la formación de hemoglobina, a la vez que interviene en la coagulación de la sangre, y luego de la práctica deportiva es útil para reparar los músculos, de ahí que sea un aminoácido interesantísimo tanto para deportistas como para personas que practican ejercicio físico.

Kéfir: nombre con la que se conoce a la bebida de leche fermentada por cultivos de las bacterias lácticas y levaduras, oriundo del Cáucaso y la zona centro asiática.

Kumis: bebida elaborada a partir de leche de yegua, es tradicional en Mongolia y las repúblicas centroasiáticas, la lactosa en la leche de yegua es más alta que en la de vaca y el proceso de fermentación produce una espuma efervescente.

Leucina: aminoácido que se encuentra presente en gran cantidad de alimentos y como tal es adsorbido por el organismo, por cuanto no puede ser sintetizado, intercede en el trabajo con el sistema osteomuscular ayudando a su formación y aporta energía regulando los niveles de azúcar en sangre.

Metionina: ayuda a sintetizar otros aminoácidos, siendo también esencial, ayuda a la desintoxicación por metales pesados, protege de las radiaciones ultravioletas, presenta altos contenidos de azufre que es importante para el lograr que la piel, junto al cabello y las uñas se mantengan en óptimo estado.

Quarq: es un tipo de queso cremoso que se hace a partir de la leche de vaca al someterse a un proceso de coagulación acida, en su composición hay poca grasa y aporta pocas calorías, es rico en minerales.

Treonina: aminoácido esencial para el organismo que coadyuva al metabolismo de las grasas, aporta a la formación del colágeno de la piel y el esmalte de los dientes.

Triptófano: aminoácido esencial que indirectamente trabaja sobre la regulación de los ciclos de sueño y vigilia regulando los niveles de serotonina, desplegando un efecto ansiolítico y antidepresivo en el organismo. Se emplea en las dietas de adelgazamiento.

Valina: aminoácido esencial muy importante en la formación de tejidos y el proceso de cicatrización de los mismos.

Victoria Eugenia García Casas

Licenciada en Gastronomía de la Universidad de Guayaquil en el año 2009, Especialista en elaboración de productos lácteos y cárnicos en el 2010 de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, Magíster en Procesamiento y Conservación de Alimentos de la Universidad de Guayaquil en el 2015. Publicaciones en revistas indexadas, participación como ponente en Congresos Internacionales, Docente Titular de la Facultad de Ingeniería Química de la Universidad de Guayaquil, Doctoranda de la Universidad de Granada en el 2017 y Directora de proyecto de investigación orientado a la recuperación de los macronutrientes del lacto suero residual de la industria quesera ecuatoriana, dirección en la que continúa su trabajo científico.

Roberto Sánchez Companioni

Ingeniero Electromecánico (Naval) 1983, Academia Naval Granma, Cuba. Investigador Auxiliar (2002), más de 10 publicaciones científicas y participación como ponente en más de 27 eventos científicos nacionales e internacionales. Desarrolló su trabajo fundamentalmente en Centros de Investigación Científica, dirigiendo más de 6 proyectos y dos programas de investigación relacionados con la energía, la electrónica y la automatización. Últimamente su trabajo se enfoca en las aplicaciones prácticas de las energías renovables. Experiencia Docente en la Facultad de Ingeniería Química de la Universidad de Guayaquil, en la actualidad docente del Instituto Tecnológico Superior Vicente Rocafuerte de Guayaquil.

Tania Jacqueline Ramón Ramón

Licenciada en Publicidad y Mercadotecnia en el año 1996, Universidad de Guayaquil, Diplomado Superior en Gestión Empresarial en el año 2005, Universidad Espíritu Santo; docente Universidad de Guayaquil, calificada como docente por la SENESCYT, amplia experiencia profesional en desarrollo empresarial, Jefe de Área de las asignaturas Sociedad y Cultura, Desarrollo del Pensamiento y Lenguaje, en la Unidad de Nivelación de la Facultad de Ingeniería Química de la Universidad de Guayaquil, años 2015, 2016 y 2017.

ISBN: 978-9942-770-04-2

