

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DEL SUROCCIDENTE
INGENIERÍA EN ALIMENTOS



TRABAJO DE GRADUACIÓN

**“Comparación del rendimiento y características fisicoquímicas y sensoriales
de productos lácteos elaborados a partir de leche de búfala y de vaca”**

Por:
María José Robles Reina

Carné: 201443760

Mazatenango, Suchitepéquez, Agosto 2021

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DEL SUROCCIDENTE
INGENIERÍA EN ALIMENTOS
TRABAJO DE GRADUACION



**“Comparación del rendimiento y características fisicoquímicas y sensoriales
de productos lácteos elaborados a partir de leche de búfala y de vaca”**

Presentado por:
María José Robles Reina
majoroblesr1997@gmail.com
Carné: **201443760**

Asesores
MSc. Edgar Roberto del Cid Chacón
Q.B Gladys Calderón Castilla

Mazatenango, Suchitepéquez, Agosto 2021

Universidad de San Carlos de Guatemala
Centro Universitario de Suroccidente

Autoridades

MSc. Pablo Ernesto Oliva Soto	Rector en funciones
Dr. Gustavo Enrique Taracena Gil	Secretario General

Miembros del Consejo Directivo del Centro Universitario de Suroccidente

CUNSUROC

Lic. Luis Carlos Muñoz López	Director
------------------------------	----------

Representantes de Profesores CUNSUROC

Dr. Reynaldo Humberto Alarcón Noruego	Secretario
---------------------------------------	------------

Representante Graduado del CUNSUROC

Lic. Vilser Josvin Ramírez Robles	Vocal
-----------------------------------	-------

Representantes Estudiantiles del CUNSUROC

TPA. Angélica Magaly Domínguez Curiel	Vocal
PEM. y TAE. Rony Roderico Alonzo Solis	Vocal

Coordinación Académica

Dr. Mynor Raúl Otzoy Rosales

Coordinador Académico

Dr. Edy Rodolfo Maldonado Rivera

Coordinador Carrera Licenciatura en Administración de Empresas

Lic. Edín Aníbal Ortiz Lara

Coordinador Carrera de Licenciatura en Trabajo Social

MSc. José Norberto Thomas Villatoro

**Coordinador de las Carreras De Pedagogía, Administración Educativa y
Psicopedagogía**

MSc. Víctor Manuel Nájera Toledo

Coordinador Carrera Ingeniería en Alimentos

Ing. Agr. Luis Alfredo Tobar Piril

Coordinador Carrera de Ingeniería en Agronomía Tropical

MSc. Karen Rebeca Pérez Cifuentes

Coordinadora Carrera de Ingeniería en Gestión Ambiental Local

Lic. Sergio Román Espinoza Antón

**Coordinador Carrera de Licenciatura en Ciencias Jurídicas y Sociales
Abogacía y Notariado**

Lic. José Felipe Martínez Domínguez

Coordinador de Área Social Humanista

Carreras Plan Fin De Semana

MSc. Tania Elvira Marroquín Vásquez

Coordinadora de las Carreras de Pedagogía

MSc Heinrich Hernan León

**Coordinador Carrera Periodista Profesional y
Licenciatura en Ciencias de la Comunicación**

Agradecimientos

A Dios: Por darme la vida, Salud, Sabiduría, Fuerza para superar cada obstáculo y ayudarme a salir adelante en cada faceta de mi vida, por su inmensa misericordia, y la capacidad para iniciar y culminar exitosamente mi carrera Universitaria y por qué sin la fe en El nada puede hacer.

A Mis padres: Jorge Francisco Robles, Erika Alejandrina Reina por el amor incondicional, por el apoyo y comprensión en todos los aspectos de mi vida, por sus consejos y por la buena educación, valores que siempre he han enseñado.

A mi Hijo: Tom Sebastián Samayoa Robles, por ser el motivo de mis fuerzas y deseos de seguir luchando día a día , para brindarle un mejor futuro, teniendo como base estos logros académicos.

A mis Hermanos: María Luisa Robles, Jorge Francisco Robles por su amor, paciencia y apoyo en todo este tiempo durante mi formación profesional

A mis Amigas: Stefany Escobar, Neidy Tello, Kelly Maldonado, Ana Laura Quiñonez, María del Rosario Obregón, Ivette Urizar, Dayanna Quiñonez, por su apoyo, cariño, paciencia y por no olvidar tantas anécdotas vividas durante esta etapa de mi formación profesional

A Mis Asesores: Dr. Edgar del Cid Chacón, Gladys Calderón por su apoyo, guía, paciencia en el transcurso de mi formación profesional

A mis Catedráticos: Ing. Silvia Guzmán, Dr. Marco del Cid Flores, Ing. Víctor Nájera, Ing. Solorzano, Ing. Enrique Cárcamo, Ing. Carlos Hernández, Dr. Edgar del Cid Chacón, Ing. Lili Esquit, Ing. Carolina Estrada, Ing. Aldo de León, Lic. Gladys Calderón, Ing. Marvin Sánchez, Ing. Dorita, por toda la paciencia, guía y las enseñanzas, que me permitiera desarrollar mi conocimiento a largo de mi carrera profesional.

A la Universidad de San Carlos de Guatemala: Alma mater, fuente de inspiración que da auge al desarrollo individual y profesional.

Dedicatoria

A Dios:

por ser mi fuente de inspiración, Por ser lo mejor que hay en mi vida a quien me consuela en momentos difíciles de mi vida

A mis padres:

Porque por su amor incondicional han luchado para darme lo mejor y se esfuerzan para que pueda superarme

A mi Hijo:

Tom Sebastián, porque es mi inspiración para ser mejor personal y darle un buen ejemplo a lo largo de su vida . por ser quien mas amo en mi vida

LISTA DE CONTENIDO

Contenido	Página
1. RESUMEN	1
2. ABSTRACT	3
3. INTRODUCCIÓN	5
4. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	6
5. JUSTIFICACIÓN	7
6. MARCO TEÓRICO	9
6.1 Búfalo	9
6.1.1 Origen y distribución	9
6.1.2 Razas y sus características	13
6.1.3 Principales razas empleadas para la producción de leche en América	16
6.2 Producción de leche de búfala	16
6.2.1 Leche de búfala	17
6.2.2 Propiedades nutricionales de la leche de búfala	18
6.3 Derivados lácteos	26
6.3.1 Queso mozzarella	27
6.3.1.1 Antecedentes	27
6.3.1.2 Definición	27
6.3.2 Yogurt	30
6.3.3 Queso Crema	34
7. OBJETIVOS	37
8. HIPÓTESIS	38
9. RECURSOS	39
9.1 Humanos	39

9.2 Institucionales.....	39
9.3 Materiales	39
9.3.1 Suministros	39
9.3.2 Materia Prima e Insumos	40
9.3.3 Equipo.....	40
9.3.4 Utensilios	41
9.3.5 Test de evaluación sensorial	41
10. MARCO OPERATIVO	42
10.1 Método de obtención del queso mozzarella	42
10.2 Método de obtención del yogurt.....	46
10.3 Método de obtención del queso crema.....	48
10.4 Metodología de evaluación sensorial	50
11. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	52
11.1 Determinar el rendimiento en peso de producción de queso mozzarella, queso crema, yogurt a partir de leche de búfala y de vaca	52
11.1.1 Rendimiento en peso de producción de queso mozzarella a partir de leche de búfala y de vaca	52
11.1.2 Rendimiento en peso de producción de queso crema a partir de leche de búfala y de vaca	53
11.1.3 Rendimiento en peso de producción de yogurt a partir de leche de búfala y de vaca	54
11.2 Evaluación de características fisicoquímicas (proteína, agua, grasa) de queso mozzarella, queso crema, yogurt elaborado a partir de leche de búfala y de vaca).....	55
11.2.1 Evaluación de características fisicoquímicas (proteína, agua, grasa) de queso mozzarella.....	56
11.2.2 Evaluación de características fisicoquímicas (proteína, agua, grasa) de queso crema.....	58
11.2.3 Evaluación de características fisicoquímicas (proteínas, agua, grasa) de yogurt	60

11.3 Evaluación de características sensoriales de queso mozzarella, queso crema, yogurt a partir de leche de búfala y de vaca	61
12. CONCLUSIONES	65
13. RECOMENDACIONES.....	66
14. REFERENCIAS.....	67
15. APÉNDICES.....	72
16. GLOSARIO	117

LISTA DE TABLAS

Tabla 1: Producción bufalina de diferentes regiones geográficas y país	11
Tabla 2: Clasificación zoológica del búfalo.....	12
Tabla 3: Rendimiento de productos derivados de la leche bubalina y bovina.....	19
Tabla 4: Composición fisicoquímica y química de la leche bufalina de algunas razas	20
Tabla 5: Composición del queso mozzarella	28
Tabla 6: Requerimientos de calidad del queso mozzarella.....	29
Tabla 7: Requisito microbiológico del queso mozzarella.....	29
Tabla 8: Concentración de los componentes del yogurt:	31
Tabla 9: Composición nutricional.....	35
Tabla 10: Identificación de muestras para panel piloto	51
Tabla 11: porcentajes de rendimiento de queso mozzarella a partir de 5 litros de leche.....	52
Tabla 12: Rendimientos de queso crema a partir de leche de búfala y de vaca a partir de 5 litros de leche	53
Tabla 13: Rendimiento del yogurt a partir de la leche de búfala y de vaca a partir de 5 litros de leche	54
Tabla 14: Resultados de las características fisicoquímicas de los productos lácteos, elaborados a partir de leche de búfala y de vaca:.....	55
Tabla 15: Resultados de las características fisicoquímicas de queso mozzarella de leche de búfala y de vaca	56
Tabla 16: Resultados de las características fisicoquímicas de queso crema de leche de búfala y de vaca	58
Tabla 17: Resultados de las características fisicoquímica de yogurt de leche de búfala y de vaca	60
Tabla 18: códigos de referencia de las muestras de leche utilizada para los productos lácteos ...	61
Tabla 19: Resumen de resultados del análisis de varianza de la evaluación sensorial del test Pareado de los productos queso mozzarella, yogurt y queso crema	62
Tabla 20: Resumen del análisis de t Student de las características sensoriales de queso mozzarella	63
Tabla 21: Resumen del análisis de t Student de las características sensoriales de queso crema .	63
Tabla 22: Resumen del análisis de t Student de las características sensoriales de yogurt	64

LISTA DE APÉNDICE

Apéndice uno: Boleta para evaluación sensorial, test de comparación pareada	72
Apéndice dos: Boleta para evaluación sensorial, escala hedónica	75
Apéndice tres: Formulación para queso crema utilizando 5 litros de leche de vaca	81
Apéndice cuatro: Formulación para queso crema utilizando 5 litros de leche de vaca	81
Apéndice cinco: Formulación para yogurt utilizando 5 litros de leche de vaca	81
Apéndice seis: Formulación para queso mozzarella utilizando 5 litros de leche de búfala.....	82
Apéndice siete: Formulación para queso crema utilizando 5 litros de leche de búfala	82
Apéndice ocho: Formulación para yogurt utilizando 5 litros de leche de búfala	82
Apéndice nueve: Balance de masa de queso mozzarella elaborado a partir de 5 litros de leche de vaca; Primera corrida	83
Balance de masa de queso mozzarella elaborado a partir de 5 litros de leche de búfala; Primera corrida	83
Balance de masa de queso crema elaborado a partir de 5 litros de leche de vaca; Primera corrida.....	84
Balance de masa de queso crema elaborado a partir de 5 litros de leche de búfala; Primera corrida.....	84
Balance de masa de Yogurt elaborado a partir de 5 litros de leche de vaca; Primera corrida.....	85
Balance de masa de Yogurt elaborado a partir de 5 litros de leche de búfala; Primera corrida.....	85
Balance de masa de queso mozzarella elaborado a partir de 5 litros de leche de vaca; Segunda corrida	86
Balance de masa de queso mozzarella elaborado a partir de 5 litros de leche de búfala; Segunda corrida	86
Balance de masa de queso crema elaborado a partir de 5 litros de leche de vaca; Segunda corrida	87
Balance de masa de queso crema elaborado a partir de 5 litros de leche de búfala; Segunda corrida	87

Balance de masa de Yogurt elaborado a partir de 5 litros de leche de vaca; Segunda corrida	88
Balance de masa de Yogurt elaborado a partir de 5 litros de leche de búfala; Primera corrida	88
Resultados de análisis químico proximal de los productos lácteos elaborados a partir de leche de búfala.....	89
Resultados de análisis químico proximal de los productos lácteos elaborados a partir de leche de vaca	90
Resultados del análisis de varianza de la evaluación sensorial de test pareado de los productos lácteos, queso mozzarella, queso crema, yogurt	91
Resultados del análisis de t Student de la evaluación sensorial de escala hedónica de queso mozzarella, a partir de leche de búfala y de vaca	92
Resultados del análisis de t Student de la evaluación sensorial de escala hedónica de queso crema a partir de leche de búfala y de vaca	98
Resultados de análisis de t Student de la evaluación sensorial de escala hedónica de yogurt a partir de búfala y de vaca.....	104
Fotografías	110

1. RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo general comparar el rendimiento y las características fisicoquímicas y sensoriales de queso mozzarella, yogurt y queso crema elaborado a partir de leche de búfala y de vaca. Para llegar a establecer los rendimientos de los productos lácteos de leche de búfala y de vaca; se estandarizó el proceso de elaboración utilizando la misma temperatura, tiempos, proveedor de leche y cantidades de materias primas.

Para determinar el rendimiento en peso de producción se obtuvo por balance de masa; la comparación de las características fisicoquímicas de los productos lácteos mencionados se analizó por medio de análisis químico proximal para conocer los porcentajes de agua, proteína, grasa; así mismo las características sensoriales se llevó a cabo por medio de un panel piloto utilizando la escala hedónica y la comparación pareada.

La comparación del rendimiento fue a través de dos repeticiones obteniendo los resultados; para queso mozzarella elaborado a partir de leche de búfala: 20.85%, queso mozzarella elaborado a partir de leche de vaca: 16.77%; queso crema elaborado a partir de leche de búfala: 39.57%; queso crema elaborado a partir de leche de vaca: 37.15%.

Para la evaluación de las características fisicoquímicas se analizaron los siguientes elementos, agua, proteína y grasa, y se obtuvieron los siguientes resultados para queso mozzarella elaborado a partir de leche de búfala; agua: 41.63%, proteína 36.44%, grasa: 58.37%; queso mozzarella elaborado a partir de leche de vaca; agua: 49.38%, proteína: 33.70%, grasa: 28.41%.

Así mismo para queso crema elaborado a partir de leche de búfala; agua: 61.66%, proteína: 9.67%, grasa: 53.71%; para queso crema elaborado a partir de leche de vaca; agua: 66.14%,

proteína: 9.67%, grasa: 46.28%. Y por último para yogurt elaborado a partir de leche de búfala; agua: 79.63% , proteína: 12.34% , grasa: 7.40% ; para yogurt elaborado a partir de leche de vaca; agua: 82.92% , proteína: 9.01% , grasa: 6.51%.

Los aspectos sensoriales evaluados fueron color, olor, sabor, olor+sabor y textura. Los datos se evaluaron mediante una prueba de t de Student y mediante un Análisis de Varianza. Prevaleció el criterio de que no existe diferencia estadística significativa, con un nivel de confianza del 95% en queso mozzarella y yogurt. En queso crema, donde existió diferencia estadística significativa en cuanto al factor color entre el producto elaborado a partir de leche de vaca y el de leche de búfala, con una media de aceptabilidad de 5.7619 para el queso crema elaborado de leche de búfala y de 4.6191 para el queso crema elaborado de leche de vaca. Situación similar ocurrió en cuanto a textura, pues en queso crema elaborado a partir de leche de búfala se tuvo una media de aceptación de 5.4762 en comparación con el queso crema elaborado de leche de vaca que fue de 4.2857.

Con base en lo anterior se concluye que la leche de búfala constituye un excelente sustituto de la leche de vaca para la producción de queso Mozzarella, queso Crema y Yogurt.

2. ABSTRACT

The objective of this research was to compare the performance and physicochemical and sensory characteristics of mozzarella cheese, yogurt and cream cheese made from buffalo and cow's milk. To get to establish the yields of dairy products of buffalo and cow's milk; the manufacturing process was standardized using the same temperature, times, milk supplier and quantities of raw materials.

To determine the yield in production weight was obtained by mass balance; the comparison of the physicochemical characteristics of the aforementioned dairy products was analyzed by means of proximal chemical analysis to know the percentages of water, protein, fat; Likewise, the sensory characteristics are carried out by means of a pilot panel using the hedonic scale and the paired comparison.

The performance comparison was through 2 repetitions obtaining the results; for mozzarella cheese made from buffalo milk: 20.85%, mozzarella cheese made from cow's milk: 16.77%; cream cheese made from buffalo milk: 39.57%; Cream cheese made from cow's milk: 37.15%.

For the evaluation of the physicochemical characteristics, the following elements, water, protein and fat were analyzed, and the following results were obtained for mozzarella cheese made from buffalo milk; water: 41.63%, protein 36.44%, fat: 58.37%; mozzarella cheese made from cow's milk; water: 49.38%, protein: 33.70%, fat: 28.41%.

Also for cream cheese made from buffalo milk; water: 61.66%, protein: 9.67%, fat: 53.71%; for cream cheese made from cow's milk; water: 66.14%, protein: 9.67%, fat: 46.28%. And finally

for yogurt made from buffalo milk; water: 79.63%, protein: 12.34%, fat: 7.40%; for yogurt made from cow's milk; water: 82.92%, protein: 9.01%, fat: 6.51%.

The sensory aspects evaluated were color, smell, taste, smell + taste and texture. The data was evaluated by a Student's t-test and by an Analysis of Variance. The criterion prevailed that there is no significant statistical difference, with a 95% confidence level in mozzarella cheese and yogurt. Presenting in cream cheese, where there was a significant statistical difference in the color factor between the product made from cow's milk and that of buffalo milk, with an average acceptability of 5.7619 for cream cheese made from buffalo milk and 4.6191 for cream cheese made from cow's milk. Similar situation occurred in terms of texture, because in cream cheese made from buffalo milk there was an average acceptance of 5.4762 compared to cream cheese made from cow's milk that was 4.2857.

Based on the above, it is concluded that buffalo milk constitutes an excellent substitute for cow's milk for the production of Mozzarella cheese, Cream cheese and Yogurt.

3. INTRODUCCIÓN

El presente tema de investigación de trabajo de graduación se refiere a la “Comparación del rendimiento y características fisicoquímicas y sensoriales de Queso Mozzarella, yogurt y queso crema de leche de búfala y de vaca”.

La leche de búfala, presenta características nutricionales lo que la hace tener acentuadas diferencias con relación con la leche de ganado bovino presentando un sabor peculiar levemente dulce y color muy blanco debido a la ausencia de carotenos en la grasa. Los atractivos de los derivados de la leche de búfalo es su valor nutricional debido a que tiene mayor porcentaje de grasa, proteínas, vitaminas y minerales.

Además resulta ser una excelente materia prima para la elaboración de mantequilla, leche en polvo, leche condensada, yogurt, helados, quesos.

Actualmente se estudia los beneficios de la leche de búfala para producir alimentos funcionales, y en lo que destaca la producción de yogurt debido a efectos terapéuticos comprobados científicamente (Huertas, 2012).

El estudio tuvo como objetivo analizar el rendimiento y las características fisicoquímicas y sensoriales de queso mozzarella, yogurt y queso crema de leche de búfala y vaca así como definir los flujograma de proceso de cada uno de los productos lácteos, y aplicando diversas ramas de la ingeniería en alimentos para sustentar los resultados a obtener y comprobar los kilogramos de leche de búfala y vaca para la obtención de productos lácteos en medio tropicales.

4. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Tomando en consideración que existen estudios relacionados de la comparación química y sensorial de queso fresco a base de leche de búfala y leche de vaca en la ciudad capital.

Los estudios publicados, carecen de la aplicación de la ciencia y tecnología de alimentos y no hay evidencia de estudios publicados en yogurt, queso mozzarella y queso crema en condiciones tropicales.

Además los estudios publicados carecen de la aplicación de la ingeniería de procesos como lo son el balance de masa, diagrama de flujo, tiempos y temperaturas para llevar a cabo el proceso tecnológico del procesamiento de quesos y productos lácteos derivados de la leche de búfala.

En la presente investigación se propone elaborar y evaluar los diferentes productos lácteos como lo son queso mozzarella, yogurt y queso crema, lo cual permitirá ampliar el conocimiento del rendimiento, características físicoquímicas y sensoriales de otros productos lácteos de consumo en Guatemala, tomando en consideración que los estudios elaborados no presentan aplicación de la ingeniería en alimentos al procesamiento inicial y final de los mismos; esto ocasiona que no se tengan tablas y flujogramas de proceso en medios tropicales.

Por lo expuesto se plantea la siguiente interrogante:

¿Habrá diferencia en el rendimiento de la leche de vaca y de búfala en la producción de queso mozzarella, yogurt y queso crema?

5. JUSTIFICACIÓN

La gran gama de los productos lácteos proviene de ganado bovino debido a que la leche con mayor número de productores y en el caso especial de queso son muchas las características que los definen como lo son el grado de curado o la procedencia de leche utilizada, la textura y su contenido graso.

Derivado del primer congreso internacional de ciencia y tecnología de alimentos, surgió la idea de buscar estudios y productos lácteos de la leche de búfala. Esta etapa consistió en la búsqueda de estudios efectuados en Guatemala y productos lácteos derivados de la misma.

De esta investigación preliminar se encontró que existe un estudio efectuado sobre la comparación del rendimiento de la leche de vaca para la elaboración de queso fresco y únicamente una comercializadora ubicada en la ciudad capital que expende dicho producto de manera artesanal siendo imposible encontrarlo en otras ciudades de la república de Guatemala.

En Guatemala no se ha industrializado los productos lácteos de leche de búfala, sin embargo la leche de búfala solamente se encuentra en Escuintla, Quetzaltenango, Petén.

En otros países se utiliza la leche de otros mamíferos como la búfala, sobre todo en la fabricación de queso mozzarella mas no en productos de queso crema y yogurt, en cual es difícil de encontrar en comparación con la leche de ganado bovino que presenta menores cantidades de nutrientes que la leche de búfala, siendo esenciales los nutrientes como proteínas, vitaminas y minerales para el crecimiento y desarrollo de los seres humanos.

La leche de búfala presenta características fisicoquímicas y sensoriales muy propias de la especie, su sabor es suavemente dulce y su coloración blanca opaca es provocada por la ausencia de pigmentos carotenoides, los glóbulos grasos de la leche de búfala son mayores que los de la

leche de bovino, la grasa bubalina tiene mayor densidad y temperatura de fusión más elevada que la de bovino

Luego del análisis del estudio y comercialización surge la necesidad de conocer los índices de rendimiento, características sensoriales y físicoquímicas del queso mozzarella, queso crema y yogurt de la leche de búfala; con el fin de innovar los productos lácteos factibles de procesar e innovar el mercado de productos lácteos y por no existir investigaciones locales en los productos a evaluar la comparación con leche de vaca.

6. MARCO TEÓRICO

6.1 Búfalo

6.1.1 Origen y distribución

En cuanto a sus orígenes, hay antecedentes de la India de hallazgos arqueológicos que demuestran la presencia de los búfalos desde hace 60, 000 años a. c pero se cree que fueron domesticados hace 3,000 a.c, en la India, Irak y China (Pérez Y. A., 2019).

El búfalo de agua es nativo de Asia, la especie *Bubalus bubalis* sp, incluye 19 razas (considerando también al Búfalo de pantano (Swamp buffalo), mundialmente las cuatro más conocidas son Carabao, Mediterránea, Murrah y Jafarabadi. Actualmente la población bufalina mundial ronda los 170 millones de cabezas, siendo Asia el continente que concentra la mayor cantidad de búfalos; dentro de Asia, el país que representativo es la India, seguido por Pakistán y China (Pérez Y. A., 2019).

Desde Asia el búfalo fue llevado a Europa, donde en la actualidad se le utiliza mayormente para la producción láctea, en países como Italia, Bulgaria, Rumania y Hungría. Posteriormente el búfalo fue introducido en Sudamérica por los europeos para ser utilizados como animal de tracción. Dada su gran rusticidad, longevidad y fuerza tuvo una rápida difusión en los países del norte de Sudamérica – especialmente en Venezuela, Colombia y Brasil. Tres de las más importantes razas de búfalos, desde el punto de vista económico, tienen presencia en nuestro país, a saber: Mediterránea (70%), Murrah y Jafarabadi, las tres son de doble propósito (leche y carne) y a veces triple (trabajo) (Pérez et al, 2019)

Hace 31 años introdujeron los primeros ejemplares de búfalos de agua a Guatemala desde Trinidad y Tobago, 10 búfalos hembras y un macho, con propósito de crianza, y ya se han

convertido en un opción para proveer productos cárnicos y lácteos a la población, en especial en temporadas como la actual, cuando el precio de la carne de res se ha incrementado (Perulactea, 2014).

Molina, Sucel (2019) administrador de la finca Rama Blanca, resaltó que la producción de leche de esa asociación varía entre dos mil y dos mil 500 litros diarios, que son distribuidos en restaurantes e industrias lácteas de la capital, y Antigua Guatemala, Sacatepéquez.

La producción es de carne de búfala es de 10 mil libras por semana y se vende en restaurantes exclusivos. Además, se tiene un rastro en Fraijanes, Guatemala, en el que se procesa de manera industrial y se distribuye a la cadena de tiendas Walmart en el país. Su producción es de dos mil 200 libras de carne y 500 litros de leche por día, que comercializan en restaurantes de la capital y en la empresa de lácteos Las Palmas, además se distribuyen en diferentes negocios de La Gomera, y elaboran productos lácteos y embutidos. También abastecen de ese ganado a finqueros que se interesan en este ganado (Perulactea et al, 2014).

La finca Rama Blanca ubicada en la Gomera, Escuintla cuenta con las razas Murrah, por su alta producción de leche, y Mediterránea, porque es más alta y robusta, con lo que rinde más la carne. Hacen cruces de las dos razas para obtener ambas cualidades en una sola. La raza de búfalo existentes en la Finca Rama Blanca es de la raza Murrah.se introdujo esta raza por la alta producción de leche, tamaño y Robusta por lo que la alta produciendo carne (Perulactea et al, 2014).

Tabla 1: Producción bufalina de diferentes regiones geográficas y país

Región/ País	Población (Millones)	Región/ País	Población (Millones)
Sur de Asia	123	Centro y Oeste de Asia, norte de	4.0
		África y Europa	
Blangladesh	0.83	Azerbaiján	0.30
Butao	0.01	Bulgaria	0.02
India	95.10	Cazaquistán	0.10
Nepal	3.70	Egipto	3.55
Pakistán	24.00	Irán	0.52
Sirilanka	0.72	Italia	0.09
Suroeste de		Rumania	0.17
Asia	38.0		0.20
Cambodia	0.62		
China	22.24		
Indonesia	2.30		
Laos	1.06		
Malasia	0.15	América Latina y el Caribe	4.0
Myanma	2.55	Argentina	0.12
Filipinas	3.12	Brasil	3.50
Tailandia	2.10	Colombia	0.08
Vietnam	2.80	Cuba	0.02
		Perú	0.03
		Trinidad y Tobago	0.01
		Venezuela	0.20
		Total de población Mundial -	
		170 Millones	

Fuente: (Pérez Y. A., 2019)

Tabla 2: Clasificación zoológica del búfalo

Búfalo	
Clase	Mammalia (mamífero)
Orden	Ungalata (ungulados) mamíferos con cascos
Sub-orden	Pecora (verdaderos rumiantes)
Familia de los rumiantes	Camellos jirafas, ciervos y bóvidos

Fuente: (Salazar, 2016)

El búfalo, al igual que los bovinos, son clasificados zoológicamente en la familia Bovidae y en la subfamilia bovinæ. Los bovinos pertenecen a la especie *Bos taurus* y los búfalos a la *Bubalus*. Dentro de esta última encontramos a su vez tres sub especies, *Bubalis*, *Karebau* o *Carabao* y *Fulvus*. La especie *Bubalus* también es clasificada como búfalo de agua (*Bubalus bubalis bubalis*) y de pantano (*Bubalus bubalis karebau*) (Patiño E. M., 2009).

Son animales extremadamente dóciles y se adaptan fácilmente a las condiciones tropicales adversas donde los vacunos difícilmente subsisten. Son animales muy longevos, pueden vivir más de 18 años de edad en producción (Navarro, 2019).

El Búfalo tiene una ventaja enorme sobre el Vacuno, ya que alcanza la plenitud de su desarrollo en poco tiempo, lo cual se traduce en mayor carne, en menor tiempo y a menor costo. El desarrollo muscular es superior al Vacuno especialmente en el cuarto posterior, cabeza, las patas y el cuero. Esto trae una gran ventaja: el factor costo en relación con el lapso de maduración influyen en el redimiendo, tanto en el comercio nacional como internacional (Castillo, 2019).

El búfalo de agua es un bovino al igual que los vacunos, y aunque son muy similares no deben ser tratados como iguales pues:

- ✓ no pueden ser cruzados entre sí
- ✓ tienen una termorregulación diferente
- ✓ ciclos vitales, reproductivos y características productivas diferentes (Meza, 2010)

La carne de búfalo tiene el mismo sabor y se le prepara igual que la carne de vacuno, resultados de investigaciones del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos revelan que la carne de búfalo tiene 40% menos de colesterol, 12 veces menos grasa, 55% menos calorías y más minerales y vitaminas que la carne de vacuno. Lo que hace resaltar la importancia de la carne de búfalo como una excelente fuente de proteína animal muy baja en colesterol (Meza et al, 2010).

Cabe destacar que la eficiencia de conversión al calor lo hace mejores ganadores de peso y eficientes productores de leche en condiciones tropicales y subtropicales. El estacionamiento natural del servicio en el otoño, permite una perfecta adaptación de los requerimientos a la curva forrajera del Subtrópico (Navarro, 2019).

6.1.2 Razas y sus características

6.1.2.1 Raza Murrah

Es originaria del Noroeste de la India, son animales de color negro azabache con pelos en la región torácica, con manchas blancas sólo en la punta de la cola, son macizos, robustos, con una conformación profunda y ancha, de extremidades cortas y huesos pesados, poseen una buena conformación carnífera. Sus cuernos son cortos y tienen forma de espiral cerrada, sus orejas son cortas. Tienen ubres bien desarrolladas y cuartos bien encuadrados, pezones de fácil manipulación y tracción, la bajada de la leche es rápida, está considerado como el búfalo más lechero, precoz y

resistente a enfermedades infectocontagiosas. La ganancia de peso promedio diaria es de 620 g. El período de incorporación de las hembras puede ser a los 18 y 22 meses de vida. El peso vivo de un macho adulto fluctúa entre 600 y 800 Kg., pudiendo alcanzar hasta 1.000 Kg., las hembras fluctúan entre 470 a 700 Kg., pudiendo alcanzar 900 Kg. Alcanza una producción promedio de 2.010 L/leche/lactancia y una duración de lactancia de 270 a 306 días (Pérez et al, 2019).

6.1.2.2 Raza Jafabaradi

Son originarios de la India. Su nombre se deriva de la ciudad de Jafarabad. Son de color negro, los cuernos son pesados y anchos hacia abajo, en su extremo se curvan haciendo un rulo espirado hacia atrás. El peso vivo promedio en machos adultos es de 700 a 1000 Kg., pudiendo alcanzar hasta 1500 kgs, las hembras promedian 700 kg. Pudiendo llegar hasta 1100 kg. Esta raza es la de mayor tamaño, la producción de leche fluctúa entre 1800 y 2700 lts. Por lactancia y grasa entre 8% y 10%. Requiere mayor volumen de alimentos para generar la energía necesaria y en estrictiones de alimento alarga el intervalo interparto, demorando su recuperación, tiene excelente conformación lechera y carnicera (Pérez et al, 2019).

6.1.2.3 Raza Mediterránea

Se originó en la India, a pesar de haberse definido como raza en Europa. Son de color negro, las manchas negras no se aceptan, los cuernos son medianos, dirigidos hacia tras y los costados. Con las puntas curvadas hacia arriba, formando una media luna. La cara es larga, angosta y presenta pelos largos en el borde inferior de la mandíbula. El cuerpo es ancho con relación a su largo y las extremidades son cortas y robustas. La cruz es prominente, es de pecho profundo y abdomen voluminoso. La cola es corta pero llega hasta el garrón por ser su inserción baja. En general es un animal compacto, musculoso y profundo, tiene buena conformación la grupa. El peso vivo

promedio en machos adultos es de 600 a 800 kg. y 600 Kgs., las hembras. La edad promedio al primer parto es de 40 meses, tienen buena conformación lechera y carnicera (Pérez et al, 2019).

6.1.2.4 Raza Carabao

Es una raza originaria del norte de Filipinas, es destinado para el trabajo en los arrozales y para la tracción. En el estado de Pará y en la Isla de Marajó, en Brasil se le destina para la producción de carne. Sus cuernos son largos y abiertos, tienen un corte transversal triangular y hacen un ángulo de 90° al apartarse de la cabeza. Son de color gris pardo, tiene manchas blancas en las patas, frente y cuello (en forma de collar). Su cuerpo es corto y su vientre ancho son de conformación compacta, maciza, con apreciables cortes carniceros. La frente es plana, los ojos prominentes, la cara corta y el morro ancho, el cuello es relativamente largo, la cruz y la grupa son prominentes. Sus extremidades y la cola son cortas. La ubre es pequeña y desplazada hacia atrás. Un rasgo distintivo es que no existen diferencias fenotípicas marcadas entre machos y hembras. Los machos pesan entre 600 y 700 Kgs y las hembras entre 450 y 500 Kgs. Son mayormente utilizados para la producción de carne y tiro (Pérez et al, 2019).

6.1.2.5 Bufalipso

Estos provienen de animales mestizos, denominado Bufalipso, cuya expresión deriva de la unión de las palabras buffalo y calypso, este último el nombre de un baile típico de Trinidad-Tobago. Es un cruzamiento un cruzamiento seleccionado para la producción de leche y carne. Alcanza producciones de hasta 1372 Kg. de leche con lactancias de 305 días, presenta el primer parto a los 37.69 ± 1.69 meses de edad con 320-570 Kgs. de peso vivo y un período interpartal de 415 ± 30.04 días, pueden ser de color amarillo, rojizo y negro. Los machos pesan entre 600-700 kgs y las hembras 450 -500 kgs (Pérez et al, 2019).

6.1.3 Principales razas empleadas para la producción de leche en América

En países americanos son tres las razas lecheras bubalinas predominantes: Mediterránea, Murrah, Jafarabadi.

6.2 Producción de leche de búfala

Según la FAO (2010), la producción mundial de leche de todas las especies en el año 2008 alcanzó las 693,7 millones de toneladas de las cuales 12,8% fueron de búfala. En los últimos treinta años, el crecimiento de la producción de leche de búfala fue la del 248,4%, en cambio la leche de vaca en ese mismo periodo apenas alcanzó el 40,5%, de cabra fue del 105,4% y la de oveja del 40,0%, lo que señala indiscutiblemente la importancia de la evolución de la lechería bubalina. (Patiño et al, 2009).

Actualmente por volumen de leche producido, la de búfala ocupa el segundo lugar en importancia, luego la leche de vaca y seguido por la de cabra y oveja que ocupan el tercer y cuarto lugar respectivamente. Los diez principales países productores de leche de búfala en el mundo (expresados en toneladas) son: India (60,9 millones), Pakistán (20,9 millones), China (2,9 millones), Egipto (2,6 millones), Nepal (980,000), Iran (240.000), Myanmar (ex Birmania) (220,464), Italia (220,000), Turquía (32,000) y Vietnam (31,422) (Patiño et al, 2009).

Los búfalos se pueden encontrar en todos los países americanos, se estima que existen 3,8 millones, distribuidos así: Brasil (3,5 millones de cabezas), Venezuela (350.000 cabezas), Colombia y Argentina (100.000 cabezas, respectivamente).

La lechería bufalina se posiciona actualmente como una alternativa pecuaria promisorio, tanto a nivel de grandes, medianos y pequeños productores en países de América Latina y el Caribe; resultando esencial para productores, técnicos e industriales conocer la composición química de la

leche de las diferentes razas de búfalos existentes y los factores que la afectan, principalmente los componentes de grasa, proteína y sólidos totales, los cuales influyen en la elaboración de derivados que resultan de gran importancia para la industria y para el comercio de lácteos (Meza et al, 2010)

6.2.1 Leche de búfala

La leche de búfala tiene acentuadas diferencias con relación a la leche vacuna que la colocan adelante en cuanto a su calidad. La Leche de búfala tiene un sabor peculiar, levemente endulzado y color muy blanco, debido a la ausencia de caroteno en la grasa, es un excelente suplemento de proteína, vitamina, sales minerales, y otros valiosos nutrientes así como las calorías. Al compararla con la vacuna y humana, la bufalina presenta mayor valor energético.

Uno de los atractivos de los derivados de la leche de búfala es su valor nutricional: “Esta leche tiene mayor porcentaje de vitaminas, proteínas, minerales y ayuda a prevenir el envejecimiento prematuro. También tiene un mayor porcentaje de grasa, pero es una grasa saludable. (EcuRed et al, 2019).

Los minerales que están presentes en la leche son de gran importancia, ya dependen propiedades como estabilidad al calor y capacidad de coagular. Su contenido puede variar debido a numerosos factores como raza, periodo de lactación, clima, estación del año, composición de la dieta y contaminación del suelo. (Rodríguez, 2017)

Existen factores que participan en el potencial de productividad láctea de los búfalos, los cuales pueden dividirse en tres grandes grupos:

- ✓ Endógenos de naturaleza genética,
- ✓ Ambientales y de nutrición,

✓ Externos de productividad, independientes de la constitución individual definida y propia de la raza lechera; se refieren a signos externos locales morfológicos propios de la inspección y palpación de las glándulas mamarias (Rodríguez et al, 2017).

6.2.2 Propiedades nutricionales de la leche de búfala

La leche de búfala tiene un valor altamente nutritivo, es excelente para la preparación de productos derivados y posee un óptimo rendimiento en la elaboración de los mismos. La economía de materia prima que se produce al utilizar leche de búfala oscila entre el 20 y el 40% con respecto a la leche de vaca, dependiendo del producto elaborado (Patiño et al, 2011).

La leche de búfalo es una de las leches más ricas en cuanto a su composición química, la grasa constituye su fracción principal. Por lo tanto, es muy importante desde el punto de vista nutricional en los países que cría búfalos (Hurtado, Muñoz Lopera, Bernal, & Cifuentes , 2019). En cuanto al aspecto nutricional, es un alimento que destaca por su significativo aporte de calcio, ácidos grasos saturados, fósforo, sodio, proteínas, grasa, cinc, ácidos grasos monoinsaturados, calorías, colesterol, vitamina B2 y selenio. El resto de nutrientes presentes en este alimento, ordenados por relevancia de su presencia, son: retinol, agua, vitamina B3, vitamina A, magnesio, vitamina B12, ácidos grasos poliinsaturados, vitamina B9, vitamina E, hidratos de carbono, potasio, yodo, vitamina B, vitamina D, hierro y vitamina B6. (DirectorCC, 2013).

La leche es dulce y contiene tres veces más materia grasa que la leche de bovino (6 a 16%); la producción diaria (7 a 12 l) es equivalente a 21-36 l de leche bovina, dado su tenor graso, y aporta entre 30 y 40% más de calorías que la leche de vaca. Comparada con esta última, las propiedades de la leche de búfalo son:

✓ Menor cantidad de agua,

- ✓ Mayor proporción de proteínas (caseína, albúminas y globulinas),
- ✓ Menor cantidad de colesterol (17 a 24 % menos),
- ✓ Menor cantidad de lactosa, levemente,
- ✓ Fuente de vitamina A,
- ✓ Menor cantidad de sales minerales, Na, Cl y K (González K. , 2017).

Tabla 3: Rendimiento de productos derivados de la leche bubalina y bovina

Producto	Rendimiento para 1 kg de producto		Economía de materia prima %
	Búfala (litros)	Vaca (litros)	
Yogurt	1.2	2.0	40
Queso Mozzarella	5.5	8.0 a 10.0	39
Dulce de Leche	2.5	3.5	29
Manteca	15	20	25
Queso Provolone	7.43	8.0 a 10.0	20

Fuente: (Patiño E. M., 2011)

Consideran que la leche de búfala es excelente para la preparación de productos tales como quesos, manteca, leche en polvo, leches maternizadas, leches fermentadas, helados, dulce de leche, entre otros y además posee un óptimo rendimiento en la elaboración de los mismos ya que tiene más sólidos totales, grasa, proteína y lactosa que la leche bovina. (Meza et al, 2010).

6.2.2.1 Composición fisicoquímica de la leche de búfala

La composición fisico-química de la leche de búfala ha sido estudiada en el continente americano en países como Brasil, Argentina, Venezuela, Trinidad y Tobago, Cuba y Colombia.

Los resultados de los distintos trabajos publicados sobre composición de la leche de búfala, reflejan que existe una gran variabilidad tanto de sus características físicas como de su composición química observada entre los distintos autores, inclusive dentro de la misma raza y país (Patiño et al, 2011).

Entre los factores que pueden afectar la composición físico-química de la leche bubalina se consideran la raza, la etapa de lactancia, el número de partos, la alimentación y las condiciones ambientales. Esta variación se debería a las diferentes condiciones en que se realizaron los trabajos tales como: utilización de búfalas puras y con diferentes grados de mestizaje, muestras tomadas en uno o dos ordeños, condiciones de análisis, transporte y diseño de muestreo (Meza et al, 2010).

Tabla 4: Composición fisicoquímica y química de la leche bufalina de algunas razas

Composición de la leche	Búfalos	Bovinos
Proteína	4.0%	3.5%
Grasa	8.0%	3.5%
Sólidos Totales	17.5%	12.8%
Densidad A 15°C	1.034%	1.131%
Lactosa	4.9%	4.7%
Cenizas	0.8%	0.7%
Colesterol Total y Libre	214 mg %	319 mg %
Agua	82.0%	87.3%

Fuente: (Patiño E. M., 2009)

La composición fisicoquímica de la leche puede variar de acuerdo con el periodo de lactación, número de partos, edad, alimentación y manejo entre otros, reportaron que la variación en los componentes de la leche obedece igualmente a factores como la higiene ambiental y procedimientos de manejo al momento del ordeño (Salazar, 2016).

Según las características físicas los valores medios de la leche bubalina de distintas razas en el continente americano se puede comprobar que la densidad oscila entre los 1.031 y 1.034; la acidez titulable entre los 17.60 y 20.11 ° Dornic y el pH entre los 6.66 y 6.75 (Patiño et al, 2009).

La característica física de la leche de búfalas que mayor variabilidad presenta son la acidez titulable, lo cual se debe a que las diferentes etapas de lactación la afectan, incrementándola a medida que avanza el ciclo productivo. Es importante destacar además, que la elevada acidez titulable que posee la leche bubalina en comparación con la bovina, se debe a que la primera posee mayor cantidad de caseína (Patiño et al, 2009).

La composición química de los valores medios de la leche bubalina, según razas estudiadas en el continente americano y a efectos de establecer parámetros generalizados se puede determinar valores medios para sólidos totales que oscilan entre 16.31 a 17.49%, grasa de 6.37 a 7.34%; proteína de 3.93 a 4.42%; lactosa 3.83 a 5.55% y cenizas 0.75 a 0.85%.

Entre los componentes químicos estudiados los que mayor variabilidad presentan son la grasa y los sólidos totales (Patiño et al, 2009).

6.2.2.1.1 Proteína

Es el componente más valioso. La proteína contenida en la leche de búfala es de $3,85 \pm 0,92\%$. Y es una mezcla de numerosas fracciones proteicas diferentes y de pesos moleculares distintos. Se clasifican en: Caseínas y Proteínas Séricas (Patiño et al, 2009).

La caseína es la proteína más abundante, además de ser la más característica de la leche, por no encontrarse en otros alimentos, Existen tres tipos de caseínas (α , β y Kapa caseína). El valor biológico de la caseína en la alimentación obedece a su contenido en aminoácidos esenciales que

se separan de la parte acuosa por acción de enzimas como la renina o la quimosina, que son las responsables de la precipitación de la proteína en la elaboración de quesos (Patiño et al, 2009).

La albumina es la proteína de la leche, que sigue en cantidad a la caseína, se desnaturaliza fácilmente por acción del calor, por esta razón durante el proceso de calentamiento a altas temperaturas se desnaturaliza gran parte de la proteína sérica (Patiño et al, 2009).

Las globulinas de la leche, son proteínas de alto peso molecular que se encuentran preformadas en la sangre. Son las proteínas que más fluctuaciones experimentan en el transcurso de un periodo de lactación (Pérez et al, 2019).

6.2.2.1.2 Grasa

El valor económico de la leche se ve afectado por su contenido de grasa. Por lo general, los esquemas de comercialización de este producto se basan en el nivel de grasa que ésta registra. La leche con un alto contenido de grasa es cremosa, suave y produce una mayor cantidad de mantequilla y queso. Contiene, más vitaminas liposolubles tales como las A, D y E, además de constituir una buena fuente de energía (Madrid, 1996).

La grasa de la leche constituye la fuente a partir de la cual se forman algunos componentes que son los responsables en parte del aroma, el bouquet y la textura de los quesos, sobre todo en aquellos que tienen que someterse a un proceso de maduración. La influencia de la misma en las características depende no solamente de la variedad del queso elaborado, sino también de las propiedades y composición de la misma. El efecto en los quesos con bajos contenidos de grasa se ve reflejado en el sabor y el aroma; además, tienden a secarse y endurecer rápidamente (Meyer, 1984).

La grasa se encuentra en la leche en forma de suspensión de pequeños glóbulos de dimensiones variables de acuerdo con la raza bufalina. Se cree que es favorable la presencia de glóbulos de diámetro pequeño en la leche cuando se utiliza con el fin de fabricar queso. Por otra parte, los glóbulos grandes se rompen con facilidad y van a parar en el suero y la cuajada dando a la misma un aspecto aceitoso (Madrid et al, 1996).

Como se mencionó, la grasa se encuentra presente en pequeños glóbulos suspendidos en agua. Cada glóbulo se encuentra rodeado de una capa de fosfolípidos, que evitan que los glóbulos se aglutinen entre sí repeliendo otros glóbulos de grasa y atrayendo agua. Siempre que esta estructura se encuentre intacta, la leche permanece como una emulsión. La mayoría de los glóbulos de grasa se encuentran en la forma de triglicéridos formados por la unión de glicerol con ácidos grasos, como se observa en la siguiente figura.

La grasa tiene un papel importante en la elaboración de quesos ya que no permite que la red que forma la caseína dentro del cuerpo del queso se endurezca y se vuelva difícil de consumir (Furtado, 2001). Menciona, que en quesos de características particulares como el Mozzarella, los contenidos de grasa en la leche, están relacionados directamente con la elasticidad típica de este queso. Además, en queso Mozzarella, el porcentaje de grasa en la leche, influye en la separación de ésta, en un proceso llamado oiling off (separación de la grasa en la superficie del producto) durante la preparación de platos horneados como pizza, que es donde más se utiliza este tipo de quesos.

De todos los componentes de la leche de búfala, el porcentaje de grasa es el más variable y el que más cambio sufre por efecto genético, fisiológico y nutricional. Varía entre 6,65 a 7,36%. Sin

embargo, se debe de tener en cuenta, que la nutrición ha sido considerada, como el primer factor que influencia la composición de grasa en la leche.

Reportaron que la variación en los valores de grasa, se encontraron altamente influenciados por el periodo seco, esta variación fue atribuida a la composición nutricional y escasez de las pasturas consumidas por los animales en este periodo.

Por otro lado, factores como el genotipo y estado de lactación, han sido considerados como factores de menor importancia, los cuales influyen sobre la composición de la grasa en la leche.

6.2.2.1.3 Carbohidratos

La lactosa es el principal azúcar presente en la leche, y le confiere su sabor dulce característico. Algunos individuos no toleran la lactosa, principalmente en aquellos países donde los productos lácteos no se incluyen en la dieta tradicional. La lactosa resulta igualmente importante en la producción de yogur y queso. Al fermentarse, deriva en ácido láctico y la leche se torna agria. El incremento en la acidez produce la coagulación de la caseína (Madrid et al, 1996).

La lactosa, oscila entre 3,83 y 5,55%, aporta hasta el 25% de la energía total del producto lácteo, pero también contiene otros azúcares en menores porcentajes (Glucosa y galactosa) y otros carbohidratos como glucolípidos, glucoproteínas y oligosacáridos (Patiño et al, 2009).

La lactosa favorece la absorción de calcio y ayuda a mejorar el desarrollo de la flora bacteriana del sistema digestivo. La leche es también fuente de galactosa, la cual es 26 componentes de los tejidos. La lactosa juega un papel considerable en la absorción de calcio y los aminoácidos en el intestino (Patiño et al, 2009).

6.2.2.1.4 Minerales y vitaminas

Los minerales en leche de búfala han sido estudiados en países como India, Italia, Egipto, EEUU, Brasil y Argentina. Los minerales presentes en la leche son de gran importancia puesto que de ellos dependen propiedades tales como estabilidad al calor y capacidad de coagular. Por consiguiente, es primordial conocer sus concentraciones, especialmente teniendo en cuenta que la leche es sometida a distintos procesos tecnológicos tales como esterilización y coagulación, entre otros (Patiño et al, 2011).

El contenido mineral en leche puede variar por numerosos factores como raza, periodo de lactación, clima, estación del año y composición de la dieta (Patiño et al, 2009).

La leche aporta elementos minerales indispensables para el organismo humano, es la fuente más importante de calcio, en un rango de 0,7 a 1,0 mmol/g. Otros minerales presentes en la leche son el sodio, potasio, magnesio, hierro, cobalto, cobre, fósforo, fluoruros y yoduros. Además se reconoce la presencia de otras en trazas como el aluminio, molibdeno y plata (Patiño et al, 2009).

Los niveles de minerales en el suelo juegan un importante rol en la regulación de la concentración de los minerales en el cuerpo animal, como resultado el contenido mineral en la leche está muy influenciado por los correspondientes niveles de minerales en el alimento y en el forraje (Patiño et al, 2011).

Las vitaminas son sustancias orgánicas que en cantidades vestigiales permiten el crecimiento, el mantenimiento y funcionamiento del organismo. Los animales necesitan incorporarlas en su ración ya que no pueden ser sintetizadas. Son clasificadas en dos grupos según su solubilidad en el agua o en las grasas.

La leche contiene vitamina como la A, D, E, K, B1, B2, B6, B12, C, biotina, ácido fólico, su concentración está sujeto a grandes oscilaciones. El calostro posee una extraordinaria riqueza vitamínica, contiene de 5 a 7 veces más vitamina C y de 3 a 5 veces más vitaminas B2, D y E que la leche normal (Patiño et al, 2009).

También influye la época del año, clima, ambiente y la alimentación; este último factor repercute especialmente en los carotenos cuando la base de la alimentación son forrajes frescos (Patiño et al, 2009).

La leche de búfala posee un contenido de calcio superior a otras leches. Esto es muy importante ya que la leche es uno de los principales alimentos que aporta calcio a la nutrición infantil. También presenta un elevado contenido de Boro, Hierro y Manganeseo (Patiño et al, 2009).

6.2.2.1.5 Agua

La leche registra un contenido promedio de agua del 87%. A este nivel se disuelven los componentes de la leche solubles en agua, entre los que se incluyen vitaminas tales como los complejos B y C. En la medida que la mayor parte de la leche está conformada por agua, la separación de ésta reduce su volumen de manera significativa, contribuyendo a superar los problemas de transporte y de almacenado, al existir menos cantidad de agua y más sólidos lácteos totales (Composición de la Leche , 2001).

6.3 Derivados lácteos

Los derivados lácteos son los diferentes productos elaborados a base de leche, mediante procesos tecnológicos específicos para cada uno de ellos. Los principales productos lácteos son:

leches en polvo y la nata (crema) en polvo, leche condensada edulcorada, leches evaporadas, sueros, queso, crema, mantequilla, leches fermentadas (Patiño et al, 2009).

6.3.1 Queso mozzarella

6.3.1.1 Antecedentes

Originalmente, el queso mozzarella fue hecho a partir de leche de búfala en el sur de Italia. Pertenece a la familia de los quesos de pasta hilada o filatada, en los cuales la cuajada una vez cortada se deja madurar en el mismo suero durante un tiempo para que adquiriera la característica adecuada para hilar, como consecuencia de una desmineralización por pérdida de calcio de la masa sólida. En este proceso interactúan fermentos lácticos que acidifican la cuajada permitiendo el proceso de hilado (Meyer et al, 1984).

Es un queso fresco ácido de pasta cocida e hilada, elaborado con leche entera o semi descremada pasteurizada, adicionada con cultivo láctico específico. Con un contenido de materia grasa mínima de 20,0% y humedad máxima 55,0%. Se le considera como una fuente proteica ya que contiene un 19,9% de proteínas en su composición. Presenta una vida útil de 30 días en refrigeración a una temperatura entre 2° y 5°C (Madrid et al, 1996).

6.3.1.2 Definición

Es un queso blanco amarillento que ofrece poco sabor en comparación a los quesos que nosotros estamos acostumbrados, pero tiene una textura suave y agradable. Sus características hacen de la mozzarella un ingrediente ideal para combinar en muchas elaboraciones culinarias. El queso genuino, original, presenta una forma esferoidal u ovoidal, y un peso que oscila entre unos 30 y 600 gramos. Su nombre, “Mozzarella”, proviene del verbo “mozzare” (mochar, cortar) ya que, efectivamente, para “hilar” la cuajada, se corta ésta (se mocha) en pequeñas porciones que se

plastifican y estiran al amasarlas con agua caliente, para luego darles forma a mano (Barzola, 2011).

6.3.1.3 Composición del queso mozzarella

La composición de un queso puede variar de acuerdo con varios factores, en el caso particular del queso Mozzarella, estos pueden ser: el proceso de elaboración, el origen de la leche, el porcentaje de grasa en la leche, el cultivo, el tiempo de maduración, etc. El cuadro siguiente muestra las características del queso Mozzarella de dos referencias distintas que presenta la literatura.

Tabla 5: Composición del queso mozzarella

Características	Mozzarella (Madrid,1996)	Mozzarella (Furtado,2001)
Humedad	60 – 61%	52 – 60%
Grasa	16 – 17%	20 – 22%
Proteína	19 – 20%	20 – 22%
Carbohidratos	1.0 %	1.5%
Minerales	3.6%	3.8%

Fuente: (Madrid, 1996) & (Furtado, 2001)

Tabla 6: Requerimientos de calidad del queso mozzarella

Determinación	Mínimo (%)	Máximo (%)
Extracto seco	35.00	--
Humedad	--	60.00
Cloruros	0.00	2.00
Acidez- Ácido Láctico	0.40	0.80
Impurezas macroscópicas	0.00	0.06
Almidón	Ausencia	Ausencia
Grasa	25.00	45.00

Fuente: (Barzola, 2011)

Tabla 7: Requisito microbiológico del queso mozzarella

Análisis	Resultados
Numeración Coliformes	$10^2 - 10^3 \text{ ufc/g}$
Totales	$10 - 10^2 \text{ NMP/g}$
Numeración E.Coli	Ausencia
Salmonella	

Fuente: (Barzola, 2011)

6.3.1.4 Usos

Este queso fibroso es muy usado para la fabricación de pizzas, cuando está casi seco y en ensaladas, cuando es fresco. Para comer sin derretir, se acostumbra a preferir la mozzarella fresca, en forma de queso lechoso de pasta blanda. Cuando se encuentra bastante seco y maduro es frecuente que su "piel" se torne de color amorronado siendo entonces llamado "pasita" (Barzola et al, 2011).

El queso mozzarella se puede utilizar en la elaboración de gran cantidad de platos, los usos más comunes que se le dan son: elaboración de pizzas, lasañas, pasta, ensaladas, pasa bocas, comidas rápidas y en general para todo plato que requiere un gratin especial en el proceso de horneado y calentado del queso. Fuente: (Barzola, 2011)

6.3.2 Yogurt

6.3.2.1 Antecedentes

El calificativo yogurt, tiene su origen en la palabra búlgara jaurt.

Este delicioso manjar lácteo procede de la zona de los Balcanes y Asia Menor, donde las tribus nómadas de las comunidades asiáticas, percibieron que la leche se convertía en una masa semisólida, al transportarla en sacos de piel de cabra. El contacto que se producía entonces entre la leche y la piel de cabra, unido al calor, fomentaban la fermentación de la leche, mediante la acción de bacterias ácidas (EcuRed et al, 2019).

La facilidad de transporte y conservación, así como sus propiedades nutritivas, convirtieron a ese producto en un alimento esencial para esos pueblos. El yogurt se conoció luego en distintas partes del mundo y se incorporó a la cocina de numerosas civilizaciones. En la India, fue conocido como dahi, alimento que se atribuía a los dioses. Por otra parte, en Grecia, este producto era utilizado para sanar los problemas de estómago e intestinales (Navarro, 2019).

6.3.2.2 Definición

Según la F.A.O./O.M.S. (1997) el yogurt es una leche coagulada obtenida por fermentación láctica ácida, producida por *Lactobacillus bulgaricus* y *Streptococcus thermophilus*, de la leche pasteurizada con o sin adición de leche en polvo. Los microorganismos del producto final deben ser viables y abundantes (Morales, 2005).

De Acuerdo al Codex Alimentarius, el yogurt se define como el producto de leche coagulada obtenida por fermentación láctica mediante la acción de dos bacterias lácticas *Lactobacillus Bulgaricus* y *Streptococcus Thermophilus* a partir de la leche pasteurizada y son responsables de la acidificación del medio. Es un alimento de alto valor nutritivo que regulariza la flora intestinal, restablece las funciones hepáticas y es de fácil digestibilidad. (Mendoza, 2008).

6.3.2.3 Valor nutritivo

La composición química del yogurt es la prueba más apta para indicar su valor nutritivo. En el cuadro se presentan las cifras típicas de concentración de los componentes mayoritarios del yogurt. (Jumbo, 2010)

Tabla 8: Concentración de los componentes del yogurt:

Compuesto (unidades/100g)	Yogurt		
	Entero	Desnatado	De frutas
Calorías	72	64	98
Proteínas (g)	3.9	4.5	5.0
Grasa (g)	3.4	1.6	1.25
Carbohidratos (g)	4.9	6.5	18.6
Calcio (g)	145	150	176
Fosforo (g)	114	118	153
Sodio (g)	47	51	-
Potasio (g)	186	192	254

Fuente: (Jumbo, 2010)

6.3.2.4 Fermentación láctica

Es el proceso efectuado por las bacterias *Streptococcus thermophilus* y el *Lactobacillus bulgaricus* que normalmente son inducida en forma de cultivos liofilizados de inoculación directa,

proceso que origina a partir de los azúcares (lactosa) ácido láctico principalmente y pequeñas cantidades de productos secundarios como compuestos carbonílicos, ácidos grasos volátiles (acético, propiónico, butírico y caproico), aminoácidos (valina, leucina, isoleucina, tirosina), cetoácidos (acetona, butanona), furfural, furfuralcohol, acetaldehidos y alcoholes (bencil-alcohol, bencilaldehído), la fermentación, también es conocida como etapa de acidificación y se compone de la fase de siembra y de incubación. (González P. , 2016)

Bacterias ácido lácticas: Es un grupo grande de bacterias con la característica común de producir ácido láctico como el principal producto final del metabolismo; se encuentran en la leche y en otros ambientes naturales. Las bacterias lácticas pueden ser homofermentativas: producen de un 70-90% de ácido láctico. Por ejemplo: *Lactobacilus bulgaricus*, *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacilus acidophilus* (González et al, 2016)

***Streptococcus thermophilus* :** Es una bacteria Gram-positiva, no móvil, anaerobia facultativo, se desarrolla a 37-40°C de temperatura pero puede resistir 50°C e incluso 65°C por media hora. Posee gran relevancia en la industria láctea, *S. thermophilus* utiliza principalmente azúcares como sustrato para la generación de productos de fermentación, siendo el ácido láctico el principal producto, esta bacteria tiene menor poder de acidificación que el *Lactobacilus*. (González et al, 2016)

***Lactobacilus bulgaricus*:** Es una bacteria láctea homofermentativas. Se desarrolla muy bien entre 42 y 45°C, produce disminución del pH, puede producir hasta un 2,7% de ácido láctico, es proteolítica, produce hidrolasas que hidrolizan las proteínas. Esta es la razón por la que se liberan aminoácidos como la valina, la cual tiene interés porque favorece el desarrollo del *Streptococcus thermophilus*. (González et al, 2016)

Tipos de yogurt

En la actualidad se elaboran diferentes tipos de yogurt, los cuales difieren en su composición química, método de producción, sabor, consistencia, textura y proceso post-incubación entre ellos están: yogurt afluado, yogurt batido, yogurt líquido así mismo también se encuentran otros tipos de yogurt muy poco difundidos tales como: yogurt pasteurizado, yogurt concentrado/condensado, yogurt congelado y yogurt en polvo. (Hernández, 2012)

6.3.2.5 Clasificación del Yogurt

Por el método de elaboración

- ✓ **Yogurt Batido:** es el producto en el que la inoculación de la leche pasteurizada, se realiza en tanques de incubación, produciéndose en ellos la coagulación, luego se bate y se envasa, pudiéndose presentar en estado líquido o semisólido.
- ✓ **Yogurt Coagulado o afluado:** es el producto en el que la leche pasteurizada, es envasada inmediatamente después de la inoculación, produciéndose la coagulación en el envase.

Por el contenido de grasa

- ✓ **Yogurt entero:** el contenido de grasa es igual o mayor al 3% en la leche destinada para elaborar yogurt. Los sólidos totales no grasos de la leche estarán como mínimo en un 8.2%
- ✓ **Yogurt parcialmente descremado:** el contenido de grasa en la leche se encuentra entre el 1% y 2.9%.
- ✓ **Yogurt Descremado:** la materia grasa de la leche es menor al 1%. Sólidos totales no grasos de la leche debe corresponder como mínimo a un 8.6%.

Por el sabor

- ✓ **Yogurt Natural:** es aquel sin adición alguna de saborizantes, azúcares y colorantes, permitiéndose solo la adición de estabilizantes y conservadores.
- ✓ **Yogurt Frutado:** es aquel al que se le ha agregado fruta procesada en trozos y aditivos permitido por la autoridad sanitaria.
- ✓ **Yogurt Saborizado:** es aquel que tiene saborizantes naturales o artificiales y otros aditivos permitidos por la autoridad sanitaria. (Hernández et al, 2012)

6.3.3 Queso Crema

6.3.3.1 Definición

El queso doble crema es un producto fresco, ácido, no madurado de pasta semicocida e hilada, elaborado a partir de leche fresca y acida. Es un alimento con un contenido de humedad y grasa altos, lo que lo hace un queso semiblando. Este producto se consume fresco, tiene un sabor moderadamente ácido y para su conservación se debe refrigerar (Paz, 2016).

Según (CODEX, 2010) el queso crema (queso de nata) es un queso blando, untable no madurado y sin corteza, presenta una coloración que va de casi blanco a amarillo claro; su textura es suave o ligeramente escamosa y sin agujeros y el queso se puede untar y mezclar fácilmente con otros alimentos. La Norma General para que Queso (CODEX STAN 283-1978).

Tabla 9: Composición nutricional

Composición Nutricional	
Carbohidratos	2%
Proteína	20 -22%
Materia grasa	21 – 24%
Humedad	49 – 51%
Minerales	0%
Calorías aportadas por 100g	286 cal

Fuente: (Muñoz, 2014)

6.3.3.2 Características sensoriales

El queso de crema es un producto fresco, ácido, no madurado de pasta semicocida e hilada

El queso tiene un estado natural sólido, sin embargo es posible obtener una textura más cremosa aumentando significativamente la cantidad de nata, y por lo tanto de grasa. Estos tipos de queso se consumen normalmente acompañados de pan, siendo común el uso de los mismos en tostadas. Ciertos quesos franceses tienen una gran tradición por su textura cremosa. El queso camembert, de características similares al brie, es uno de los más famosos, característico por su corteza blanca florida, consumida junto al queso y que le da un toque de sabor amargo. (Muñoz, 2014)

La denominación de origen de este queso lo obliga a comercializarse siempre de forma redonda, e incluido en una caja de madera. Un tipo de queso de producción más moderna es el queso crema, comúnmente llamada queso Philadelphia. Se trata de una crema blanca, distribuida en tarrinas similares a las de margarina o mantequilla. (Muñoz et al, 2014)

Se consume ampliamente en desayunos y postres, y una variedad de Estados Unidos es el ingrediente principal de algunas tartas de queso. En la elaboración de postres se suelen usar cremas de queso, combinadas con sabores dulces. (Muñoz et al, 2014)

Un ejemplo de ello es la crema de queso mascarpone, muy usada en la elaboración de tiramisús. El queso quark también se usa en multitud de recetas de postre en la cocina alemana o austriaca. También es posible encontrar quesos de textura semicremosa, pues no se puede considerar sólida ni crema, como la torta del Casar de Extremadura, en España. Este queso, aunque se puede consumir crudo, es típico por ser cocinado unos minutos al horno, de forma que quede total o parcialmente líquido. Al igual que el camembert, tiene una corteza florecida, consumida junto al queso por quienes gustan de sabores fuertes o amargos. (Muñoz et al, 2014)

7. OBJETIVOS

General

Comparar el rendimiento y características fisicoquímicas y sensoriales de productos lácteos elaborados a partir de leche de búfala y de vaca.

Específicos

- Determinar el rendimiento en peso de producción de queso mozzarella, yogurt y queso crema a partir de la leche de búfala y de vaca.
- Evaluar características físico-químicas (proteína, agua, grasa) de queso mozzarella, yogurt y queso crema
- Evaluar las características sensoriales (textura, sabor, olor y color) de queso mozzarella, yogurt y queso crema

8. HIPÓTESIS

La leche de búfala tendrá mayor rendimiento que la leche de vaca para producir queso mozzarella, yogurt, queso crema.

9. RECURSOS

9.1 Humanos

- a) Tesista: T.U. María José Robles Reina
- b) Docente asesores
 - Principal: M.V. Edgar Roberto del Cid Chacón
 - Adjunto: Q.B Gladys Calderón Castilla
- c) Panelistas de Laboratorio

9.2 Institucionales

- a) Biblioteca del Centro Universitario del Suroccidente – CUNSUROC-, de la Universidad de San Carlos de Guatemala.
- b) Laboratorio de Análisis Sensorial de la carrera de Ingeniería en Alimentos, ubicado en el Centro Universitario de Suroccidente de la Universidad de San Carlos de Guatemala.
- c) Planta Piloto de la Carrera de Ingeniería en Alimentos

9.3 Materiales

9.3.1 Suministros

- a) Jabón limpia grasa
- b) Detergente
- c) Hipoclorito
- d) Cerillos

- e) Esponjas
- f) Limpiadores
- g) Bolsas para basura
- h) Redecilla
- i) Mascarilla
- j) Bata blanca

9.3.2 Materia Prima e Insumos

- a) Leche de Búfala
- b) Leche de bovino
- c) Cultivos lácticos (Bacterias termófilas, mesofilas, yomix)
- d) Azúcar Blanca
- e) NaCl
- f) Suero acidificado
- g) Agua pura
- h) Hielo

9.3.3 Equipo

- a) Ecomilk
- b) Balanza Analítica
- c) Termómetro
- d) Estufa industrial de gas

9.3.4 Utensilios

- a) Mesa de acero inoxidable
- b) Ollas de acero inoxidable
- c) Cuchillo
- d) Tablas
- e) Colador
- f) Recipientes de acero inoxidable
- g) Trastos de plástico de queso
- h) Bolsas plásticas
- i) Picheles medidores de 1lt

9.3.5 Test de evaluación sensorial

- a) Vasos plásticos
- b) Servilletas
- c) Boleta de evaluación
- d) Agua purificada
- e) Muestras
- f) Etiquetas

10. MARCO OPERATIVO

10.1 Método de obtención del queso mozzarella

Descripción del diagrama de flujo

- a) **Recepción:** en esta etapa se realizaron estos análisis a la leche con el ecomilk, en donde nos indica la densidad, pH, grasa y agua.
- b) **Pasteurizado:** esta operación se llevo la leche a una temperatura de 65 °C por 30 minutos para la eliminación de microorganismos patógenos y el sistema enzimático de la leche.
- c) **Enfriamiento:** este primer enfriado se procede inmediatamente después de la pasteurización hasta 33-35 °C, condiciones en las que se activa la acción de microorganismos del cultivo láctico que se añade para la siguiente operación.
- d) **Coagulación:** se adiciono 1 ml de cuajo líquido a 5 lt de leche y luego se dejo en reposo hasta que coagulara a una temperatura de 33 °C por un promedio de 30 minutos. luego se le agrego el cultivo láctico.
- e) **Corte y Agitación:** se cortó con mucho cuidado cubos de 1 cm³ aproximadamente de manera de evitar el rompimiento del cuajo, dura aproximadamente cinco minutos. Se agito lento y constante con el fin de desuerar sin romper los coágulos
- f) **Maduración de la Cuajada:** esta unidad de proceso se realizó cuando la cuajada estuvo en reposo a una temperatura ambiente por un tiempo aproximado de tres horas, este es el tiempo que se requiere para incrementar la acidez hasta alcanzar un pH de 5.2 a 5.4 bajo una acidez en el suero de 42 °D – 43 °D.
- g) **Hilado de la Cuajada:** se adiciono agua caliente con la finalidad que obtener los gránulos de cuajada. Para un pH de 5.2 a 5.4 se adiciono agua caliente según el ejemplo siguiente:

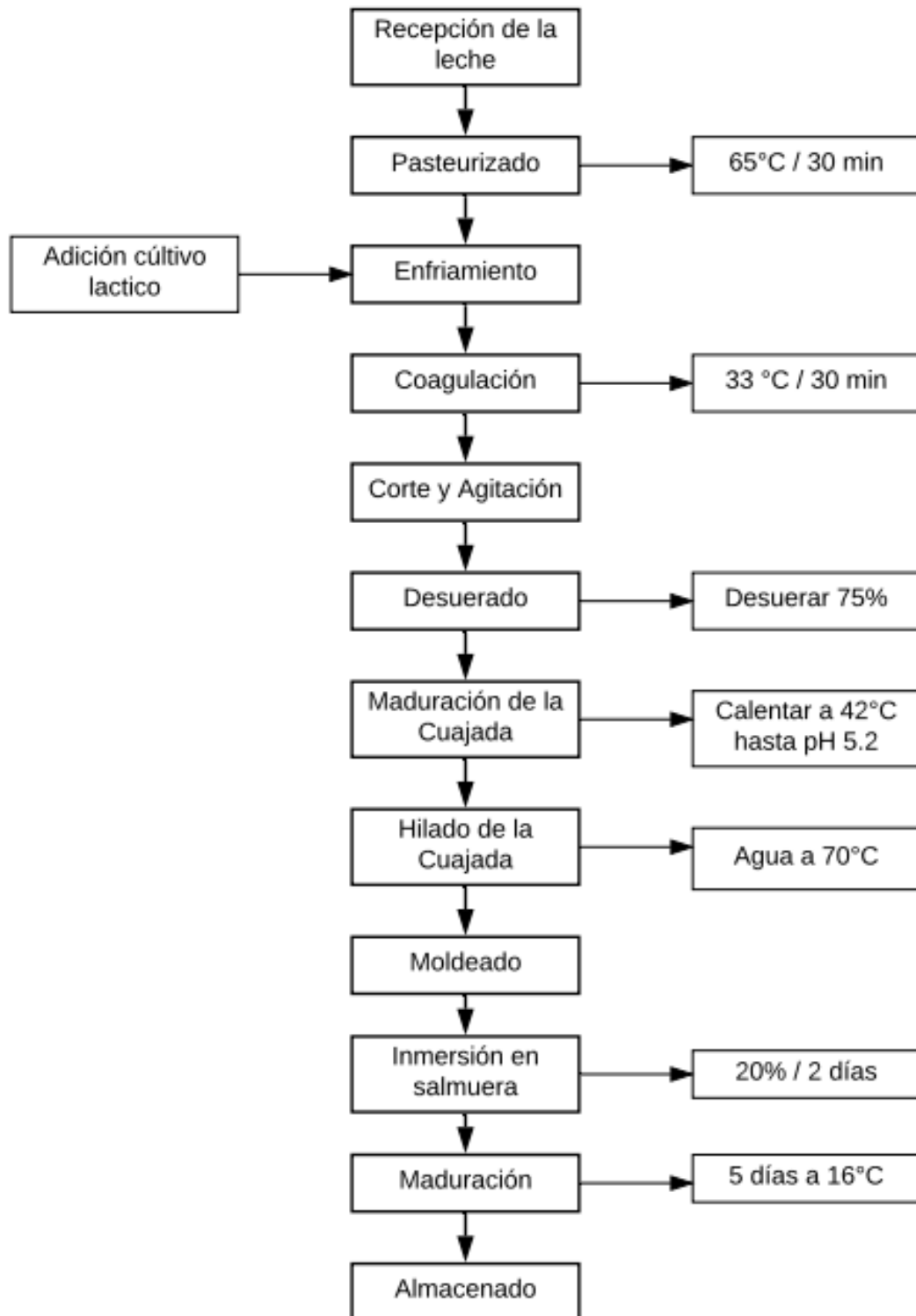
- ✓ Si se tiene cinco lb de cuajada, se debe adicionar con máximo el doble del volumen, por lo que se adiciona 15 litros de agua por cada etapa en tres partes por separado:
 - 1° parte: agua a 65 °C
 - 2° parte: agua a 75 °C
 - 3° parte: agua a 75 °C; hasta conseguir que se suelden los gránulos de cuajada entre sí, alcanzando la masa una temperatura de 57 °C y presenta un brillo característico.

Los gránulos desmenuzados después de formar una masa no debe sobrepasar los 60 °C por que la masa se toma muy suave y se rompe con facilidad y no permite ser moldeada, se modifica la estructura química que se requiere para el hilado del queso mozzarella.

- h) Moldeado:** concluido el tratamiento del hilado, se desuero totalmente luego se procedio al moldeado. Al moldeado a esta temperatura, aproximadamente a 50 °C cogiendo una porción, con guantes de goma estéril; una cantidad manejable de queso que permitió formar una bola de 250 g aproximadamente que por presión hacia dentro con los dedos, se fue logrando eliminar la humedad y el suero que aún quedo y al mismo tiempo de formar la bola; se rompio la colilla que va dejando, hasta quebrarla por la misma presión a la que es sometida con las manos, sin necesidad de romperla a la fuerza. Se recomienda elaborar bolas casi del mismo peso (250 g).
- i) Inmersión en Agua:** el queso Mozzarella se enfrio en agua helada menores a 4 °C para facilitar que el tipo llegue al punto medio y la bola no se deforme, este enfriamiento se produce en un tiempo de 2 horas; para luego almacenar en la cámara. Luego se dejo en salmuera al 20% por 2 días.

- j) Maduración:** este tiempo de maduración tardo cinco días a una temperatura de 16°C, bajo condiciones estériles para evitar la contaminación. En cada etapa se elimina el agua residual de la superficie del queso Mozzarella.
- k) Almacenado:** el tiempo de vida útil del queso Mozzarella es de 30 días bajo condiciones de refrigeración a una temperatura de 5 °C sin perder sus propiedades reologicas de un buen Queso Mozzarella. La estabilidad del queso Mozzarella con buenas características de buen queso se logra en un tiempo de 14 días aproximadamente.

Diagrama de bloques del queso mozzarella



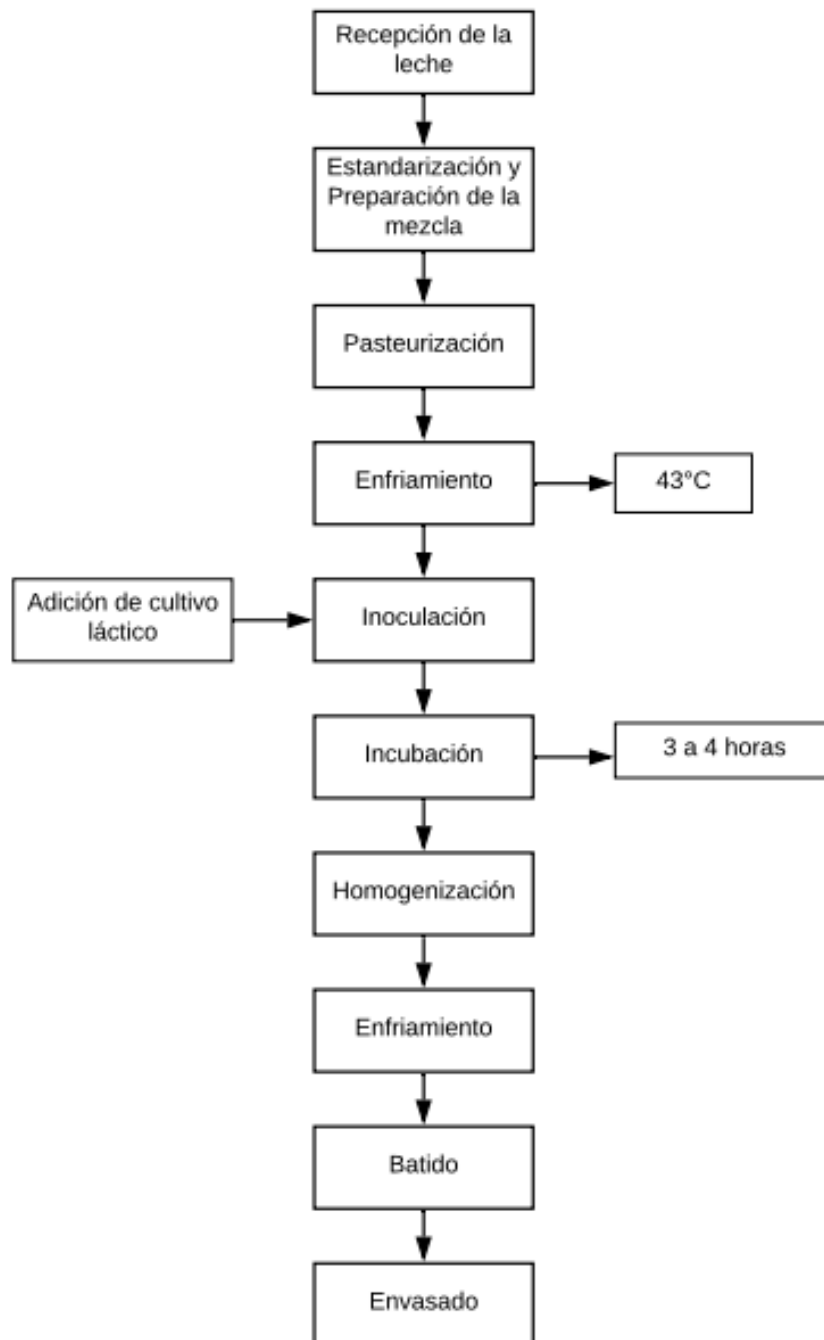
Fuente: Cruz (2001)

10.2 Método de obtención del yogurt

Descripción del diagrama de flujo

- a) **Recepción de la leche:** en esta etapa se le hacen los análisis a la leche con el ecomilk, que nos indica la densidad, pH, grasa, agua que contiene la leche.
- b) **Estandarización y preparación de la mezcla:** se regula el contenido de grasas y sólidos no grasos. Se agrega leche en polvo para mejorar la consistencia.
- c) **Pasteurización:** se lleva a una temperatura 65°C, por 30 minutos.
- d) **Enfriamiento:** es un punto de control porque asegura la temperatura óptima de inoculación, permitiendo la supervivencia de las bacterias del inóculo. se enfría hasta la temperatura óptima de inoculación (42-45° C) .
- e) **Inoculación:** se le agrega un 2 a 3% de cultivo, tiene que estar a una temperatura de 42 y 45° C, y un tiempo de incubación de 2 - 3 hs.
- f) **Incubación:** el proceso de incubación se inicia con el inóculo de los fermentos. Se caracteriza por provocarse, en el proceso de fermentación láctica, la coagulación de la caseína de la leche. El proceso de formación del gel se produce a partir de 4 a 8 horas, y que baje la temperatura a 20°C
- g) **Homogenización:** se agita con una paleta, de manera de romper los coágulos formados.
- h) **Enfriamiento:** se deja a enfriar a una temperatura de 7°C
- i) **Batido:** se mueve para mezclar bien el yogurt
- j) **Envasado:** se envasa en recipientes plásticos con tapadera, para evitar una contaminación cruzada.

Diagrama de bloques del yogurt



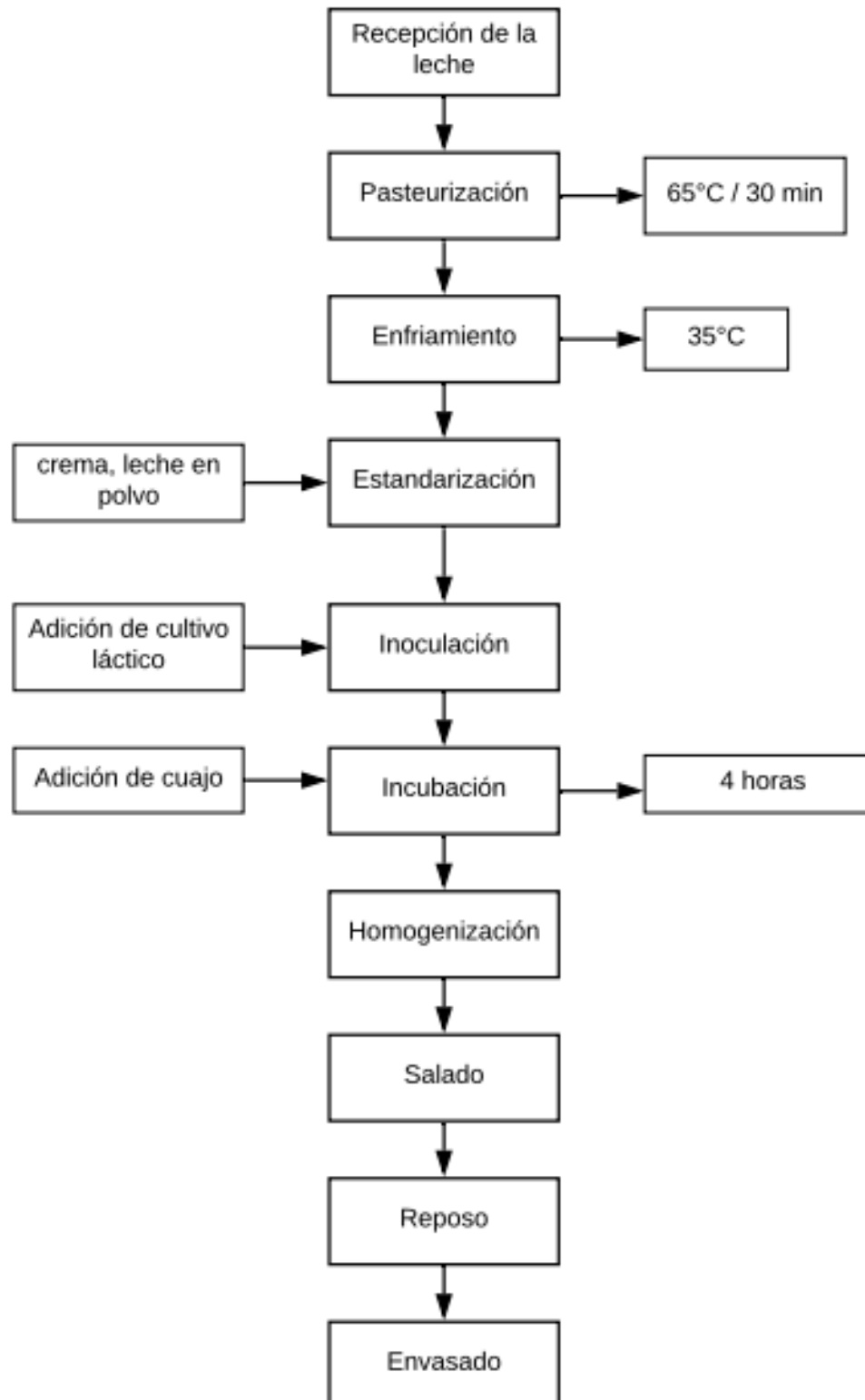
Fuente: elaboración propia, (2019)

10.3 Método de obtención del queso crema

Descripción de diagrama de flujo

- a) **Recepción de la leche:** en esta etapa se realiza los análisis a la leche con el ecomilk en donde nos indica la densidad, grasa, agua de la leche.
- b) **Pasteurización:** 65°C, por 30 minutos.
- c) **Enfriamiento:** la temperatura optima de inoculación es de 42–45°C
- d) **Estandarización y preparación de la mezcla:** se regula el contenido de grasas y sólidos no grasos. Se agrega crema y leche en polvo.
- e) **Inoculación:** adiciona de 2 a 3% de cultivo, a una temperatura de 42 y 45° C.
Incubación: en un tiempo de 4 horas y se le agrega cuajo liquido
- f) **Agitación de la cuajada:** se agita constantemente durante 5 minutos, de manera de romper los coágulos.
- g) **Salado:** esta parte es muy importante ya que se le adiciona sal al 1% de manera proporcional.
- h) **Moldeado:** se pasa a los recipientes blancos.
- i) **Reposo:** se deja reposar por 2 días para luego ser comercializado
- j) **Almacenamiento:** se almacena a una temperatura de 7°C

Diagrama de bloques del queso crema



Fuente: Zhelmical, (2015)

10.4 Metodología de evaluación sensorial

En esta evaluación se tomó en cuenta los atributos sensoriales que son color, olor, sabor, textura. La evaluación sensorial se llevó a cabo mediante un panel sensorial con los estudiantes del décimo semestre de la carrera de ingeniería en alimentos.

Se utilizó dos test, el primer es el test de respuesta objetiva del panel piloto utilizando la comparación pareada, con la finalidad de ver si existe o no diferencia con la muestra estándar que será los productos lácteos de vaca; comparando con los productos lácteos de leche de búfala: el segundo test es de respuesta subjetiva de preferencia, la escala hedónica de 7 puntos con el objeto de evaluar las características de color, olor, sabor, textura tanto de los productos lácteos elaborados a partir de leche de búfala y de vaca.

La escala hedónica que se utilizó es de un criterio de 7 puntos (ver apéndice 2)

0 = Gusta mucho
1 = Gusta moderadamente
2 = Gusta poco
3 = No gusta ni disgusta
4 = Disgusta poco
5 = Disgusta moderadamente
6 = Disgusta mucho

Fuente: elaboración propia, (2019)

El procedimiento de la evaluación de la comparación pareada se llevara a cabo; en el panel piloto de evaluación sensorial se analizaran 2 muestras de queso mozzarella, queso crema, yogurt con dos tipos de leches que son leche de búfala y de vaca. Las 2 muestras por producto lácteo se colocaran en un plato desechable color blanco y se identificaron cada una con un código diferente, los cuales se muestran a continuación.

Tabla 10: Identificación de muestras para panel piloto

Código	Tipo de leche
143	Leche de búfala
254	Leche de vaca

Fuente: elaboración propia, (2019)

Se le otorga a cada panelista participante dos diferentes muestras por cada tipo de leche, una boleta de evaluación de la escala hedónica de 7 puntos conformada por tres páginas, un lapicero, un vaso con agua pura para enjuague entre la degustación y un vaso de descarte para depositar el agua utilizada para el enjuague.

11. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

11.1 Determinación del rendimiento en peso de producción de queso mozzarella, queso crema, yogurt a partir de leche de búfala y de vaca

11.1.1 Rendimiento en peso de producción de queso mozzarella a partir de leche de búfala y de vaca

Tabla 11: Porcentajes de rendimiento de queso mozzarella a partir de 5 litros de leche

Tipo	% de rendimiento Primera corrida	% de rendimiento Segunda corrida	$\bar{X}$
Vaca	16.54	17	16.77
Búfala	20.7	21	20.85

Fuente: elaboración propia, (2019)

Los resultados que se muestran en la tabla 11 determinan la comparación del porcentaje de rendimientos de queso mozzarella de la leche de vaca y de búfala, se observan dos corridas de las cuales la leche de búfala tiene un promedio de 20.85% y la leche de vaca presenta un promedio de 16.77 % , por lo tanto el queso mozzarella de leche de búfala presenta un mejor rendimiento ya que según (Patiño E. M., 2009) la leche de búfala cuenta con 8% de grasa, mientras que la leche de vaca tiene 3.5%.

11.1.2 Rendimiento en peso de producción de queso crema a partir de leche de búfala y de vaca

A continuación, aparece la tabla 12, referente a los resultados obtenidos por el rendimiento de queso crema elaborado a partir de leche de vaca y de Búfala

Tabla 12: Rendimientos de queso crema a partir de leche de búfala y de vaca a partir de 5 litros de leche

Tipo	% de rendimiento Primera corrida	% de rendimiento Segunda corrida	$\bar{X}$
Vaca	36.36	37.94	37.15
Búfala	39	40.14	39.57

Fuente: elaboración propia, 2019

Los resultados que se muestran en la tabla 12 determinan la comparación del % de rendimiento de queso crema de leche de vaca y leche de búfala.

En la tabla 12 se observa los resultados obtenidos en la investigación los resultados de 2 corridas; el queso crema de leche de búfala presenta un mejor rendimiento de con un promedio de 39.57% mientras que el queso crema de leche de vaca presenta un promedio de 37.15%.

Según (Reyes, 2014) reportó que la caseína de la leche está altamente relacionada con el rendimiento del queso crema; han realizado estudios para medir los efectos por separado, la grasa y proteína de la leche sobre el rendimiento del queso y encontraron que es afectado por los cambios en la etapa de lactancia, época del año, conteo de células somáticas y la dieta.

11.1.3 Rendimiento en peso de producción de yogurt a partir de leche de búfala y de vaca

A continuación, aparece la tabla 13, referente a los resultados obtenidos por el rendimiento del Yogurt elaborado a partir de leche de vaca y de Búfala

Tabla 13: Rendimiento del yogurt a partir de la leche de búfala y de vaca a partir de 5 litros de leche

Tipo	% de rendimiento	% de rendimiento	$\bar{X}$
	Primera repetición	Segunda repetición	
Vaca	89.33	89.09	89.21
Búfala	90.52	90.35	90.44

Fuente: elaboración propia, 2019

El promedio de los resultados de los rendimientos del yogurt utilizando leche de búfala fue de 90.44% y 89.21% utilizando leche de vaca; esto quiere decir que no hay diferencia alguna en cuanto al rendimiento ya que utilizando ambas leches se obtuvieron resultados similares, según la investigación de (Aguirre, Ortega, Artero, & Romero, 2014), obtuvo un rendimiento de 96.37% utilizando leche entera de vaca. Por lo tanto comparando los resultados obtenidos con la investigación de (Aguirre, Ortega, Artero, & Romero, 2014), están dentro de los valores normales.

Respecto a la consistencia del yogurt, hubo una diferencia a que la leche de búfala posee 8% de grasa y 3.5% posee la leche de vaca; por tanto se obtuvo que el yogurt de leche de búfala presentó una consistencia más viscosa porque la cantidad de sólidos grasos es mayor que la leche de vaca.

11.2 Evaluación de características fisicoquímicas (proteína, agua, grasa) de queso mozzarella, queso crema, yogurt elaborado a partir de leche de búfala y de vaca)

A continuación, aparece la tabla 14, referente a los resultados obtenidos de las características fisicoquímicas de queso mozzarella, queso crema, yogurt elaborados a partir de leche de vaca y de Búfala

Tabla 14: Resultados de las características fisicoquímicas de los productos lácteos, elaborados a partir de leche de búfala y de vaca:

QUESO MOZZARELLA			
	Leche de búfala %	Leche de vaca %	Rendimiento %
Agua	41.63	49.38	7.75
Proteína	36.44	33.70	2.74
Grasa	58.37	28.41	29.96
QUESO CREMA			
Agua	61.66	66.14	4.48
Proteína	11.26	9.67	1.59
Grasa	53.71	46.28	7.43
YOGURT			
Agua	79.63	82.92	3.29
Proteína	12.34	9.01	3.33
Grasa	7.4	6.51	0.89

Fuente: elaboración propia, (2019)

Para poder llevar a cabo la evaluación de las características fisicoquímicas de queso mozzarella, queso crema, yogurt utilizando como materia prima la leche de búfala y la leche de vaca, se enviaron a analizar en el laboratorio de bromatología de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad de San Carlos de Guatemala, se analizaron los siguientes elementos, agua, proteína, grasa para los productos lácteos anteriormente mencionados.

11.2.1 Evaluación de características fisicoquímicas (proteína, agua, grasa) de queso mozzarella

El queso mozzarella elaborado a partir de leche de búfala y de vaca fueron analizados a través de análisis químico proximal; los resultados obtenidos se muestran en la tabla 15.

*Tabla 15: Resultados de las características fisicoquímicas de **queso mozzarella** de leche de búfala y de vaca*

Característica fisicoquímica	Leche de búfala %	Leche de vaca %
Agua	41.63	49.38
Proteína	36.44	33.70
Grasa	58.37	28.41

Fuente: elaboración propia, 2019

La leche de búfala utilizada en la elaboración del queso mozzarella presentó un % de grasa de 13.23 y la leche de vaca de 8.47 la cual sobre pasa los niveles normales de grasa. Según (Patiño E. M., 2009) el % de grasa de la leche de búfala es de 8% y de vaca es de 3.5%, estos datos van a variar por muchos factores como el tipo de alimentación, raza, etapa de lactación, edad, manejo de ordeño, entre otros.

Respecto a la comparación fisicoquímica del queso mozzarella utilizando leche de búfala y de vaca presenta valores altos; llevando ventaja del queso mozzarella de búfala ya respecto al agua: 41.63% mientras que de vaca 49.38; esto significa que mientras menos % de agua es mejor ya que el queso es más compacto y firme.

En cuanto al % de proteína el queso mozzarella de búfala tiene 36.44% siendo mayor que de vaca 33.70 y se debe porque la leche de búfala presente 4%, según (Patiño E. M., 2009).

De igual manera la grasa es notable en el queso mozzarella de búfala ya que presenta 58.37% de grasa y es mayor ya que el queso mozzarella posee 28.41%

Según (Rebechi, 2016) la comparación fisicoquímico del queso mozzarella de búfala posee 49.27% de agua, 21.98% de proteína, 50.11% de grasa.

Según (INCAP, 2018) , la composición fisicoquímica del queso mozzarella de leche de vaca posee 50% de agua. 22.17% de proteína y 22.35% de grasa.

11.2.2 Evaluación de características fisicoquímicas (proteína, agua, grasa) de queso crema

A continuación, aparece la tabla 116, referente a los resultados obtenidos de las características fisicoquímicas agua, proteína, grasa de leche de búfala y leche de vaca utilizadas en la elaboración de los productos lácteos.

*Tabla 16: Resultados de las características fisicoquímicas de **queso crema** de leche de búfala y de vaca*

Característica fisicoquímica	Leche de búfala %	Leche de vaca %
Agua	61.66	66.14
Proteína	11.26	9.67
Grasa	53.71	46.28

Fuente: elaboración propia, 2019

El queso crema elaborado a partir de leche de búfala (Pérez Y. A., 2019) y de vaca fueron analizados a través de una análisis químico proximal; los resultados obtenidos se muestran en la tabla 16.

La leche de búfala utilizada en la elaboración del queso crema presento un % de grasa de 13.23 la cual sobre pasa los niveles normales de grasa.

Según (Patiño E. M., 2009) el % de grasa de la leche de búfala es de 8% y de vaca es de 3.5%, estos datos van a variar por muchos factores como por el tipo de alimentación, raza, etapa de lactación, edad, manejo de ordeño, entre otros.

Respecto a la comparación fisicoquímica del queso crema utilizando leche de búfala y de vaca presentan valores altos llevando ventaja el queso crema de búfala ya que respecto al agua posee 61.66% y mientras que el queso crema de vaca 66.14% esto significa que mientras menos % de agua posee el queso es mejor ya que está más compacto, cremoso y firme.

En cuanto al porcentaje de proteína el queso crema de búfala obtuvo 11.26% siendo mayor % de queso crema de vaca ya que este posee 9.67%, según (Philadelphia, 1903) El % de proteína del queso crema es de 8.2%. Esto quiere decir que está entre los valores apropiados para que queso crema.

Según la norma de CODEX, 2010 para el queso crema, nos hace referencia que es un queso duro madurado con alto contenido de grasa que debe tener 25% de grasa, y (Philadelphia, 1903) Posee 37.1% de grasa; teniendo como referencia, en esta investigación el queso crema de leche de búfala posee 53.71% y el queso crema de vaca 46.28%, por lo tanto, también posee diferencia en cuanto al % de grasa.

Y por último se tomó de manera general como referencia de la tabla de composición de alimentos de Centroamérica que el queso crema de leche de vaca posee 53% de agua, 6.15% de proteína, 34.44% de grasa. INCAP, (2018)

11.2.3 Evaluación de características fisicoquímicas (proteínas, agua, grasa) de yogurt

El yogurt elaborado a partir de leche de búfala y de vaca fueron analizados a través de un análisis químico proximal; los resultados obtenidos se muestran en la tabla 17.

*Tabla 17: Resultados de las características fisicoquímica de **yogurt** de leche de búfala y de vaca*

Característica fisicoquímica	Leche de búfala %	Leche de vaca %
Agua	79.63	82.92
Proteína	12.34	9.01
Grasa	7.40	6.51

Fuente: elaboración propia, (2019)

En la tabla 17 se observa que la leche de búfala utilizada en la elaboración de yogurt presentó un 13.23% de grasa y la leche de vaca posee 8.47% de grasa, la cual sobre pasa los niveles normales de grasa. Según (Patiño E. M., 2009) el % de grasa de la leche de búfala es de 8% y de vaca es de 3.5% estos datos van a variar por muchos factores como el tipo de alimentación, raza, etapa de lactación, entre otros.

Respecto a la comparación fisicoquímica del yogurt de leche de búfala y de vaca, tuvo una diferencia ya que el yogurt de leche de búfala presenta los porcentajes más altos; en cuanto a agua, proteína, grasa ya que en cuanto a agua; el yogurt de búfala posee 79.63%; y de vaca 82.92% esto significa que mientras menos % de agua es mejor. Según INCAP(2018), el yogurt presenta un 88% de agua.

En cuanto al porcentaje de proteína el yogurt de búfala posee 12.34%; y el yogurt de vaca posee 9.01%. Según (Aguirre, Ortega, Artero, & Romero, 2014) el yogurt elaborado a partir de leche de vaca posee 3.5% de proteína; comparando los resultados con la teoría son altos, pero se encuentran dentro de los parámetros permitidos para el yogurt.

Y por último el % de grasa el yogurt de búfala posee 7.40% y el yogurt de vaca posee 6.51%.

11.3 Evaluación de características sensoriales de queso mozzarella, queso crema, yogurt a partir de leche de búfala y de vaca

Para llevar a cabo la comparación de las características sensoriales de los productos lácteos elaborados a partir de leche de búfala y de vaca se realizó un panel sensorial, utilizando dos metodologías estadísticas para el análisis de resultados se utilizó una escala hedónica y test pareado. Las muestras fueron evaluadas por 21 panelistas mediante una evaluación sensorial, en un panel piloto realizado en el laboratorio de evaluación sensorial de la carrera de Ingeniería en Alimentos. A continuación se muestra el resumen de resultados obtenidos (ver apéndice 17-20).

Tabla 18: códigos de referencia de las muestras de leche utilizada para los productos lácteos

Tipo de leche	Código para Tratamiento utilizado
Leche de búfala	143
Leche de vaca	254

Fuente: elaboración propia , (2019)

En la tabla 18 se muestran los códigos de los tratamientos utilizados en la evaluación sensorial para la comparación de las características sensoriales (color, olor, sabor y textura) de los productos; en textura se evaluó en queso mozzarella (elasticidad), queso crema (untabilidad), yogurt (rugosidad) utilizando leche de búfala y leche de vaca.

Los resultados obtenidos en las boletas de test Pareado se representan en el apéndice 17, página 79; el cual fue analizado por el método estadístico análisis de varianza (ANOVA) que indica las pequeñas diferencias sensoriales entre la muestra y el estándar. A continuación se presenta el resumen de resultados involucrando los productos del estudio (queso mozzarella, queso crema y yogurt) ver tabla 19.

Tabla 19: Resumen de resultados del análisis de varianza de la evaluación sensorial del test Pareado de los productos queso mozzarella, yogurt y queso crema

Fuentes de variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	Tcal	Ttab
Tratamientos	42.13	2	21.065	0.11	6.059 NS
Bloques	1813.73	4	453.43	2.45	5.053 NS
Error	1477.87	8	184.73		
Total	13333.73	14			

Fuente: elaboración propia, 2019

NS= NO SIGNIFICATIVA

El análisis de varianza indica que no existió diferencia significativa entre los tratamientos utilizando queso mozzarella, queso crema y yogurt elaborados a partir de leche de búfala y de vaca, puesto que, T calculado = 0.11 es menor que T tabulado = 6.059.

El estudio se realizó con un nivel de confianza del 95%, lo cual indica que no existe diferencia estadística en cuanto a los atributos sensoriales entre los tres productos lácteos anteriormente mencionados.

Del mismo modo, el análisis muestra los resultados de los bloques, lo cual indica, que no existe diferencia significativa entre los bloques, pues T calculado = 2.45 es menor que T tabulado = 5.053, utilizando el nivel de confianza del 95%.

*Tabla 20: Resumen del análisis de t Student de las características sensoriales de **queso mozzarella***

Característica sensorial	T calculado	T tabulado	Conclusiones
Color	0.6037	2.086 NS	No existe diferencia significativa
Olor	0.7214	2.086 NS	No existe diferencia significativa
Sabor	0.7385	2.086 NS	No existe diferencia significativa
Textura	1.1788	2.086 NS	No existe diferencia significativa

Fuente: elaboración propia, 2019

NS= NO SIGNIFICATIVA

El resumen del análisis de t Student (ver tabla 20) indica que para las muestras de queso mozzarella de leche de búfala y de vaca con códigos 143 y 254 no existió diferencia significativa en cuanto a: **color**, puesto que, T calculado= 0.6037 es menor que T tabulado= 2.086; **olor**, pues, T calculado= 0.7214 es menor que T tabulado=2.086; **sabor**, pues que, T calculado= 0.7385 es menor a T tabulado= 2.086; **Textura**, pues que T calculado= 1.1788 es menor que T tabulado=2.086.

*Tabla 21: Resumen del análisis de t Student de las características sensoriales de **queso crema***

Característica sensorial	T calculado	T tabulado	Conclusiones
Color	5.1408	2.086 *	Si existe diferencia significativa
Olor	1.8550	2.086 NS	No existe diferencia significativa
Sabor	1.1023	2.086 NS	No existe diferencia significativa
Textura	3.2742	2.086 *	Si existe diferencia significativa

Fuente: elaboración propia, 2019

NS= NO SIGNIFICATIVA

* = SI ES SIGNIFICATIVA

El resumen del análisis de t Student (ver tabla 21) indico que para las muestras de queso crema de leche de búfala y de vaca con códigos 143 y 254 no existe diferencia significativa en cuanto a:

olor, pues, $T_{\text{calculado}} = 1.8550$ es menor que $T_{\text{tabulado}} = 2.086$; **sabor**, pues que, $T_{\text{calculado}} = 1.1023$ es menor a $T_{\text{tabulado}} = 2.086$.

Sin embargo, para la característica sensorial de **color**, si existió diferencia significativa entre las muestras de queso crema a partir de leche de búfala con código 143 y con leche de vaca con código 254; puesto que, $T_{\text{calculado}} = 5.1408$ es mayor que $T_{\text{tabulado}} = 2.086$; **Textura**, pues que $T_{\text{calculado}} = 3.2742$ es mayor que $T_{\text{tabulado}} = 2.086$.

Tabla 22: Resumen del análisis de t Student de las características sensoriales de yogurt

Característica sensorial	T calculado	T tabulado	Conclusiones
Color	1.3517	2.086 NS	No existe diferencia significativa
Olor	-0.7209	2.086 NS	No existe diferencia significativa
Sabor	0.0771	2.086 NS	No existe diferencia significativa
Textura	-0.7641	2.086 NS	No existe diferencia significativa

Fuente: elaboración propia, (2019)

NS= NO SIGNIFICATIVA

El resumen del análisis de t Student (ver tabla 22) indica que para las muestras de queso mozzarella de leche de búfala y de vaca con códigos 143 y 254 no existió diferencia significativa en cuanto a: **color**, puesto que, $T_{\text{calculado}} = 1.3517$ es menor que $T_{\text{tabulado}} = 2.086$; **olor**, pues, $T_{\text{calculado}} = -0.7209$ es menor que $T_{\text{tabulado}} = 2.086$; **sabor**, pues que, $T_{\text{calculado}} = 0.0771$ es menor a $T_{\text{tabulado}} = 2.086$; **Textura**, pues que $T_{\text{calculado}} = -0.7641$ es menor que $T_{\text{tabulado}} = 2.086$.

12. CONCLUSIONES

- 12.1** Se acepta la hipótesis planteada puesto que si hubo mayor rendimiento utilizando la leche de búfala para producir queso mozzarella, queso crema, yogurt. Los resultados de la diferencia de rendimiento que se obtuvieron fueron de 4.08% para queso mozzarella, 2.42% para el queso crema y de 1.23% para queso crema; existe rendimiento significativo en el queso mozzarella y queso crema elaborados a partir de leche de búfala y de vaca. Mas no existe diferencia significativa del yogurt ya que el rendimiento es de 1.10%.
- 12.2** La comparación de las características fisicoquímicas de queso mozzarella, queso crema, yogurt entre leche de búfala y de vaca presentó diferencia puesto que los productos elaborados a partir de la leche de búfala contiene mayor porcentaje de proteína, grasa y menor cantidad de agua. Los resultados de la diferencia proteica del queso mozzarella es de 2.74%, así mismo para la diferencia de grasa es de 29.9%; queso crema contiene la diferencia proteica de 1.59% y la de grasa 7.43%; yogurt contiene la diferencia proteica de 3.33% y de grasa 0.89. por lo tanto se determinó que la leche de búfala contiene mayor cantidad de nutrientes en los tres productos lácteos.
- 12.3** En la evaluación de las características sensoriales de los productos lácteos, elaborados entre la leche de búfala y de vaca, utilizando una prueba subjetiva, de preferencia de escala hedónica y evaluada por un análisis de varianza, se determinó que no existe diferencia estadística significativamente entre los tratamientos pues que T calculado es 0.11 es menor que T tabulado es 6.069.

13. RECOMENDACIONES

- 13.1** Realizar análisis de antibióticos a la leche para la elaboración de productos lácteos ya que es un factor importante para determinar el rendimiento.
- 13.2** Realizar estudios en quesos frescos, ya que tomando los resultados de esta investigación se concluyó que si existe diferencia significativa del contenido de grasa, utilizando leche de búfala en quesos madurados.
- 13.3** Con el aporte realizado de esta investigación se determinó el rendimiento de proteína, grasa y agua (ver tabla 14) de los productos lácteos elaborados a partir de leche de búfala y de vaca.
- 13.4** Dar a conocer las propiedades nutricionales de la leche de búfala, ya que existe diferencia en relación con la leche de vaca.
- 13.5** Se recomienda realizar otras investigaciones que permitan evaluar otras características

14. REFERENCIAS

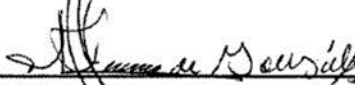
- Aguirre, C., Ortega, D., Artero, F., & Romero, A. (Noviembre de 2014). *Determinación de rendimientos para la elaboración de queso mozzarella, requeson, yogurt, yogurt griego por medio de balances de masa*. Obtenido de <https://es.slideshare.net/ElmarOrtega/determinacin-de-rendimientos-para-la-elaboracin-de-queso-mozzarella-requesn-yogurt-y-yogurt-estilo-griego-por-medio-de-balances-de-masa>
- Allada. (2000). *Procesamiento del Yogurt de Forma Industrial* . Obtenido de <https://www.ecured.cu/Yogurt>
- Almaguer Pérez, Y. (19 de Febrero de 2019). *Producción de Leche de Búfalo*. Obtenido de <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n080807/080709.pdf>
- Barzola, R. U. (09 de Mayo de 2011). *Queso Mozzarella* . Obtenido de <https://es.scribd.com/doc/55039649/Queso-Mozzarella>
- Castillo, B. (19 de 02 de 2019). *Docencia Agropecuaria* . Obtenido de <http://docenciaagropecuariabet.blogspot.com/2011/04/genetica-de-los-bufalos.html>
- CODEX. (2010). *Norma del CODEX para el Queso Crema*. Obtenido de [file:///C:/Users/HP/Downloads/CXS_275s%20\(5\).pdf](file:///C:/Users/HP/Downloads/CXS_275s%20(5).pdf)
- Collazos, C. (2009). *Tablas peruanas de composición de alimentos* (7a ed.). Lima, Perú: Centro Nacional de Alimentación y Nutrición.
- Composición de la Leche* . (2001). Obtenido de http://www.infocarne.com/bovino/composicion_leche.asp
- Cruz, J. C. (Diciembre de 2001). *Elaboración de Queso Mozzarella con diferentes porcentajes de grasa* . Obtenido de https://www.academia.edu/6327637/ELABORACION_DE_QUESO_MOZZARELLA_CON_DIFERENTES_PORCENTAJES_DE_GRASA_EN_LA_LECHE_DE_VACA
- DirectorCC. (18 de Abril de 2013). *Bio Plaza Food with Spirit*. Obtenido de <http://bioplaza.org/bioplaza/propiedades-de-los-lacteos-de-bufala/>

- Economipedia. (2007). *Qué es la Varianza*. Obtenido de <https://economipedia.com/definiciones/varianza.html>
- Furtado, M. (2001). *II Simposio de quesos y productos fermentados, Quesos y Mozzarellas*. San José, Costa Rica.
- García, O., & Ochoa, I. (1987). *Derivados Lácteos- Preparación de crema*. Obtenido de <https://es.scribd.com/document/272028676/Elaboracion-de-Queso-Crema>
- Generalidades del Búfalo*. (2019). Obtenido de <http://generalidadesdelosbufalos.blogspot.com/>
- González, K. (17 de Diciembre de 2017). *Características de la Leche de Búfalo*. Obtenido de <https://zoovetesmipasion.com/bufalos/caracteristicas-la-leche-bufalo/>
- González, P. (29 de Abril de 2016). *Elaboración del Yogurt*. Obtenido de <https://es.scribd.com/document/310866186/Marco-Teorico-Yogurt>
- Hernández, M. (12 de Mayo de 2012). *Elaboración de Yogurt*. Obtenido de <https://es.scribd.com/doc/93356015/INTRODUCCION-de-yogurt>
- Huertas, R. A. (02 de Julio de 2012). *Yogurt en la Salud Humana*. Obtenido de Revista Lasallista de Investigación: <http://www.redalyc.org/pdf/695/69525875008.pdf>
- Hurtado, L., Muñoz Lopera, M., Bernal, A., & Cifuentes, T. (20 de 02 de 2019). *Determinación de Parámetros físicoquímicos de la Leche de Búfalo*. Obtenido de <http://www.lrrd.org/lrrd17/1/hurt17001.htm>
- INCAP. (2018). *Tabla de Composición de Alimentos de Centroamérica*. Guatemala.
- Jumbo, C. T. (2010). *Estudio de Prefactibilidad para la Elaboración de Yogurt Batido a base de la Leche Descremada (Tesis Alimentos)*. Obtenido de <https://es.scribd.com/doc/150007229/Tesis-Elaboracion-de-Yogurt>
- Madrid, A. (1996). *Cursos de Industrias Lácteas*. México D.F.: Mundipresa AMB .
- Maths. (2010). *Varianza Estadística*. Obtenido de <https://es.plusmaths.com/la-varianza-en-estadistica.html>

- Mendoza, N. (2008). *Influencia de la acidez del Yogurt*. Obtenido de <http://repositorio.unajma.edu.pe/bitstream/handle/123456789/211/17-2015-EPIA-Mendoza%20Nieve-INFLUENCIA%20DE%20LA%20ACIDEZ%20DEL%20YOGURT%20Y%20LA%20TEMPERATURA%20DE%20ALMACENAMIENTO.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Meyer, M. (1984). *Elaboración de Productos Lácteos*. México D.F: Trillas S.A de C.V.
- Meza, M. L. (19 de Febrero de 2010). *Elaboración de Queso de Capa a partir de Leche de Búfala*. Obtenido de file:///C:/Users/HP/Downloads/tesis%20final.pdf
- Morales, G. C. (2005). *Modelización de la Consistencia del Yogurt Aflanado (Tesis Alimentos)*. Obtenido de <https://es.scribd.com/document/56816613/Tesis-Yogurt>
- Muñoz, D. (26 de Febrero de 2014). *Ficha técnica del Queso Crema*. Obtenido de <https://es.scribd.com/document/209335378/Ficha-Tecnica-Queso-Doble-Crema>
- Navarro, D. M. (19 de Febrero de 2019). *Manual Ganadero Rosenbusch*. Obtenido de <https://www.ecured.cu/B%C3%BAfalo>
- Patiño, E. M. (2009). *Producción y Calidad de la leche bubalina*. Obtenido de file:///C:/Users/HP/Downloads/Dialnet-ProduccionYCalidadDeLaLecheBubalina-4835762%20(5).pdf
- Patiño, E. M. (2011). *Producción y Calidad de la Leche Bubalina*. Obtenido de file:///C:/Users/HP/Downloads/Produccion%20y%20calidad%20leche%20bubalina%20(1).pdf
- Paz, R. (29 de Octubre de 2016). *Elaboración de Queso doble Crema*. Obtenido de <https://es.scribd.com/document/329280472/queso-doble-crema-docx>
- Pérez. (2019). *Media Aritmética*. Obtenido de <https://www.monografias.com/docs/Para-que-sirve-la-media-aritmetica-F3K5QGFC8G2Z>

- Perulactea. (14 de Julio de 2014). *La Experiencia de Guatemala en Crianza de Búfalos* .
Obtenido de <http://www.perulactea.com/2014/07/14/la-experiencia-de-guatemala-en-crianza-de-bufalos/>
- Philadelphia. (1903). *Información nutricional*. Obtenido de
<https://www.philadelphia.es/productos/philadelphia-original/philadelphia-original?p=243&provider=%7BD193998A-4A6D-4EA5-BAA8-209357B27A09%7D&categoryId=18842>
- Rebechi, M. S. (18 de Noviembre de 2016). *6° Simpósio em Ciencia y Tecnología de Alimentos del Mercosur*. Obtenido de
http://eventosunioeste.unioeste.br/images/cosimp/materiais_palestras/SIMPOSIO_09.PDF
- Revilla, A. (1983). *Tecnología de la leche. Procesamiento, Manufactura y análisis*. Mexico D.F.:
Herrero Hermanos .
- Reyes, H. M. (Octubre de 2014). *Evaluación de Factores que afectan el Rendimiento del Queso Crema y zamorella en la Planta de Lácteos de la EAP (Tesis Alimentos)*. Obtenido de
<https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/3364/1/AGI-2014-T030.pdf>
- Robinson, R. (1987). *Microbiología Lactológica*. Zaragoza España: Acribia, S.A .
- Rodríguez, K. (07 de Diciembre de 2017). *Características de la Leche de Búfalo*. Obtenido de
<https://zoovetespasion.com/bufalos/caracteristicas-la-leche-bufalo/>
- Romero, C. V. (2004). *Tecnología de Quesos*. Obtenido de
https://es.scribd.com/doc/60754167/Fundamentos-y-Elaboracion-de-Quesos?doc_id=60754167&download=true&order=459534855
- Salazar, A. L. (4 de Marzo de 2016). *Elaboración de Leche Condensada de Leche de Búfala adicionada con Oligofructosa (Tesis Alimentos)*. Obtenido de
<http://bdigital.unal.edu.co/49481/1/45761832.2015.pdf>
- Sangaku. (2019). *Media Aritmética* . Obtenido de <https://www.sangakoo.com/es/temas/media-aritmetica>

Zhelmical, M. (20 de Julio de 2015). *Elaboración de Queso Crema* . Obtenido de <https://es.scribd.com/document/272028676/Elaboracion-de-Queso-Crema>

Vo. Bo. 
Lcda. Ana Teresa de González.
Bibliotecaria CUNSUROC.



15. APÉNDICES

Apéndice 1: Boleta para evaluación sensorial, test de comparación pareada



BOLETA PARA EVALUACION SENSORIAL DE QUESO MOZZARELLA



Boleta No. _____

Fecha: _____ Hora: _____

Instrucciones: Sírvase indicar si hay diferencia entre las muestras y el estándar y el grado de diferencia dentro de cada par.

	Par estándar Muestra ---	Par estándar Muestra ---
No hay diferencia	0 -	0 -
Diferencia muy pequeña	1 -	1 -
Diferencia pequeña	2 -	2 -
Diferencia moderada	3 -	3 -
Gran diferencia	4 -	4 -
Extremadamente diferentes	5 -	5 -

La calidad de la muestra es:

	143	254
Inferior al estándar		
Igual al estándar		
Superior al estándar		

La diferencia se basa en:

	143	254
Color		
Olor		
Sabor		
Olor y sabor		
textura		

La calidad del estándar es:

Excelente _____ Buena _____ Regular _____ Mala _____

OBSERVACIONES:

MUCHAS GRACIAS!



BOLETA PARA EVALUACION SENSORIAL DE YOGURT



Boleta No. _____

Fecha: _____ Hora: _____

Instrucciones: Sírvase indicar si hay diferencia entre las muestras y el estándar y el grado de diferencia dentro de cada par.

	Par estándar Muestra ---	Par estándar Muestra ---
No hay diferencia	0 -	0 -
Diferencia muy pequeña	1 -	1 -
Diferencia pequeña	2 -	2 -
Diferencia moderada	3 -	3 -
Gran diferencia	4 -	4 -
Extremadamente diferentes	5 -	5 -

La calidad de la muestra es:

	143	254
Inferior al estándar		
Igual al estándar		
Superior al estándar		

La diferencia se basa en:

	143	254
Color		
Olor		
Sabor		
Olor y sabor		
textura		

La calidad del estándar es:

Excelente _____ Buena _____ Regular _____ Mala _____

OBSERVACIONES:

MUCHAS GRACIAS!



BOLETA PARA EVALUACION SENSORIAL DE QUESO CREMA



Boleta No. _____

Fecha: _____ Hora: _____

Instrucciones: Sírvase indicar si hay diferencia entre las muestras y el estándar y el grado de diferencia dentro de cada par.

	Par estándar Muestra ---	Par estándar Muestra ---
No hay diferencia	0 -	0 -
Diferencia muy pequeña	1 -	1 -
Diferencia pequeña	2 -	2 -
Diferencia moderada	3 -	3 -
Gran diferencia	4 -	4 -
Extremadamente diferentes	5 -	5 -

La calidad de la muestra es:

	143	254
Inferior al estándar		
Igual al estándar		
Superior al estándar		

La diferencia se basa en:

	143	254
Color		
Olor		
Sabor		
Olor y sabor		
textura		

La calidad del estándar es:

Excelente _____ Buena _____ Regular _____ Mala _____

OBSERVACIONES:

MUCHAS GRACIAS!

Apéndice 2: Boleta para evaluación sensorial, escala hedónica



**BOLETA PARA EVALUACION SENSORIAL
DE QUESO MOZZARELLA**



Boleta No. _____

Fecha: _____ **Hora:** _____

Instrucciones: A Continuación usted podrá evaluar dos muestras de Queso Mozzarella, las cuales debe calificar de acuerdo a su preferencia en la escala presentada, colocando una “X” en el aspecto que considere conveniente. Debe beber agua entre cada prueba que deguste.

COLOR

APRECIACION	143	254
Gusta mucho		
Gusta moderadamente		
Gusta poco		
No gusta ni disgusta		
Disgusta poco		
Disgusta moderadamente		
Disgusta mucho		

OBSERVACIONES:

OLOR

APRECIACION	143	254
Gusta mucho		
Gusta moderadamente		
Gusta poco		
No gusta ni disgusta		
Disgusta poco		
Disgusta moderadamente		
Disgusta mucho		

OBSERVACIONES:

SABOR

APRECIACION	143	254
Gusta mucho		
Gusta moderadamente		
Gusta poco		
No gusta ni disgusta		
Disgusta poco		
Disgusta moderadamente		
Disgusta mucho		

OBSERVACIONES:

TEXTURA

APRECIACION	143	254
Gusta mucho		
Gusta moderadamente		
Gusta poco		
No gusta ni disgusta		
Disgusta poco		
Disgusta moderadamente		
Disgusta mucho		

OBSERVACIONES:

MUCHAS GRACIAS!



BOLETA PARA EVALUACION SENSORIAL DE YOGURT



Boleta No. _____

Fecha: _____ Hora: _____

Instrucciones: A Continuación usted podrá evaluar dos muestras de Queso Mozzarella, las cuales debe calificar de acuerdo a su preferencia en la escala presentada, colocando una "X" en el aspecto que considere conveniente. Debe beber agua entre cada prueba que deguste.

COLOR

APRECIACION	143	254
Gusta mucho		
Gusta moderadamente		
Gusta poco		
No gusta ni disgusta		
Disgusta poco		
Disgusta moderadamente		
Disgusta mucho		

OBSERVACIONES:

OLOR

APRECIACION	143	254
Gusta mucho		
Gusta moderadamente		
Gusta poco		
No gusta ni disgusta		
Disgusta poco		
Disgusta moderadamente		
Disgusta mucho		

OBSERVACIONES:

SABOR

APRECIACION	143	254
Gusta mucho		
Gusta moderadamente		
Gusta poco		
No gusta ni disgusta		
Disgusta poco		
Disgusta moderadamente		
Disgusta mucho		

OBSERVACIONES:

TEXTURA

APRECIACION	143	254
Gusta mucho		
Gusta moderadamente		
Gusta poco		
No gusta ni disgusta		
Disgusta poco		
Disgusta moderadamente		
Disgusta mucho		

OBSERVACIONES:

MUCHAS GRACIAS!



BOLETA PARA EVALUACION SENSORIAL DE QUESO CREMA



Boleta No. _____

Fecha: _____ Hora: _____

Instrucciones: A Continuación usted podrá evaluar dos muestras de Queso Mozzarella, las cuales debe calificar de acuerdo a su preferencia en la escala presentada, colocando una “X” en el aspecto que considere conveniente. Debe beber agua entre cada prueba que deguste.

COLOR

APRECIACION	143	254
Gusta mucho		
Gusta moderadamente		
Gusta poco		
No gusta ni disgusta		
Disgusta poco		
Disgusta moderadamente		
Disgusta mucho		

OBSERVACIONES:

OLOR

APRECIACION	143	254
Gusta mucho		
Gusta moderadamente		
Gusta poco		
No gusta ni disgusta		
Disgusta poco		
Disgusta moderadamente		
Disgusta mucho		

OBSERVACIONES:

SABOR

APRECIACION	143	254
Gusta mucho		
Gusta moderadamente		
Gusta poco		
No gusta ni disgusta		
Disgusta poco		
Disgusta moderadamente		
Disgusta mucho		

OBSERVACIONES:

TEXTURA

APRECIACION	143	254
Gusta mucho		
Gusta moderadamente		
Gusta poco		
No gusta ni disgusta		
Disgusta poco		
Disgusta moderadamente		
Disgusta mucho		

OBSERVACIONES:

MUCHAS GRACIAS!

Apéndice 3: Formulación para queso crema utilizando 5 litros de leche de vaca

Entradas	%
Cuajo	0.02
Cultivo	0.11
Sal	0.26
Leche	99.61
	100%

Fuente: elaboración propia, 2019

Apéndice 4: Formulación para queso crema utilizando 5 litros de leche de vaca

Entradas	%
Cuajo	0.015
Cultivo	0.08
Sal	0.2
Crema	12.84
Leche en polvo	11.78
Leche	75.09
	100%

Fuente: elaboración propia, 2019

Apéndice 5: Formulación para yogurt utilizando 5 litros de leche de vaca

Entradas	%
Cultivo	0.1
Estabilizador	0.1
Leche en polvo	9.07
Leche	90.73
	100%

Fuente: elaboración propia, 2019

Apéndice 6: Formulación para queso mozzarella utilizando 5 litros de leche de búfala

Entradas	%
Cuajo	0.02
Cultivo	0.09
Sal	0.23
Leche	99.66
	100%

Fuente: elaboración propia, 2019

Apéndice 7: Formulación para queso crema utilizando 5 litros de leche de búfala

Entradas	%
Cuajo	0.013
Cultivo	0.074
Sal	0.18
Crema	11.49
Leche en polvo	10.54
Leche	77.71
	100%

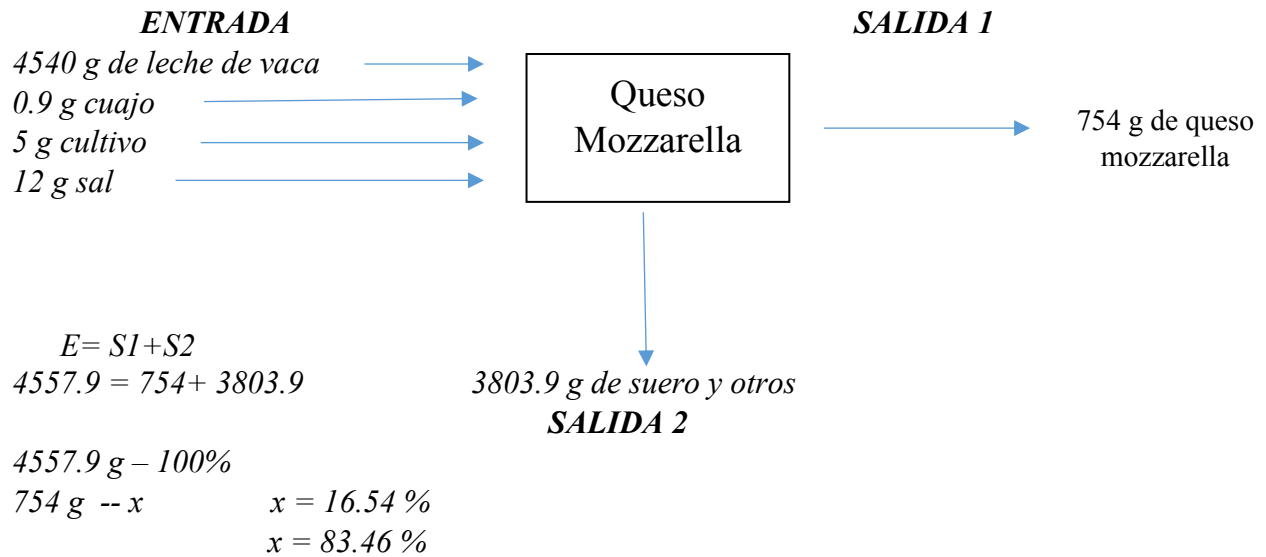
Fuente: elaboración propia, 2019

Apéndice 8: Formulación para yogurt utilizando 5 litros de leche de búfala

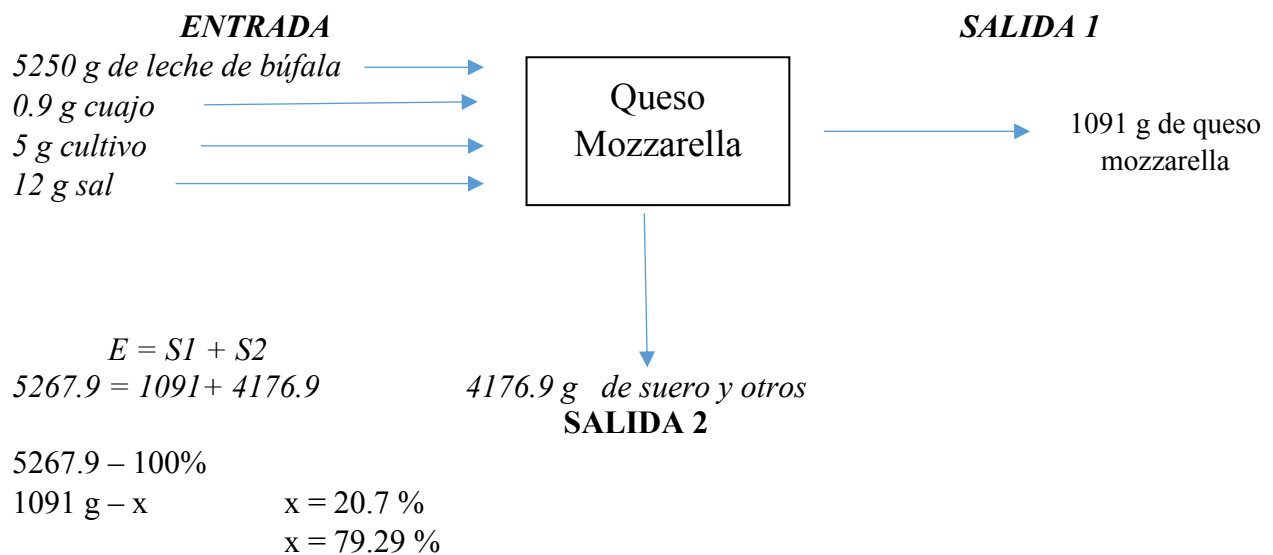
Entradas	%
Cultivo	0.1
Estabilizador	0.1
Leche en polvo	8
Leche	91.8
	100%

Fuente: elaboración propia, 2019

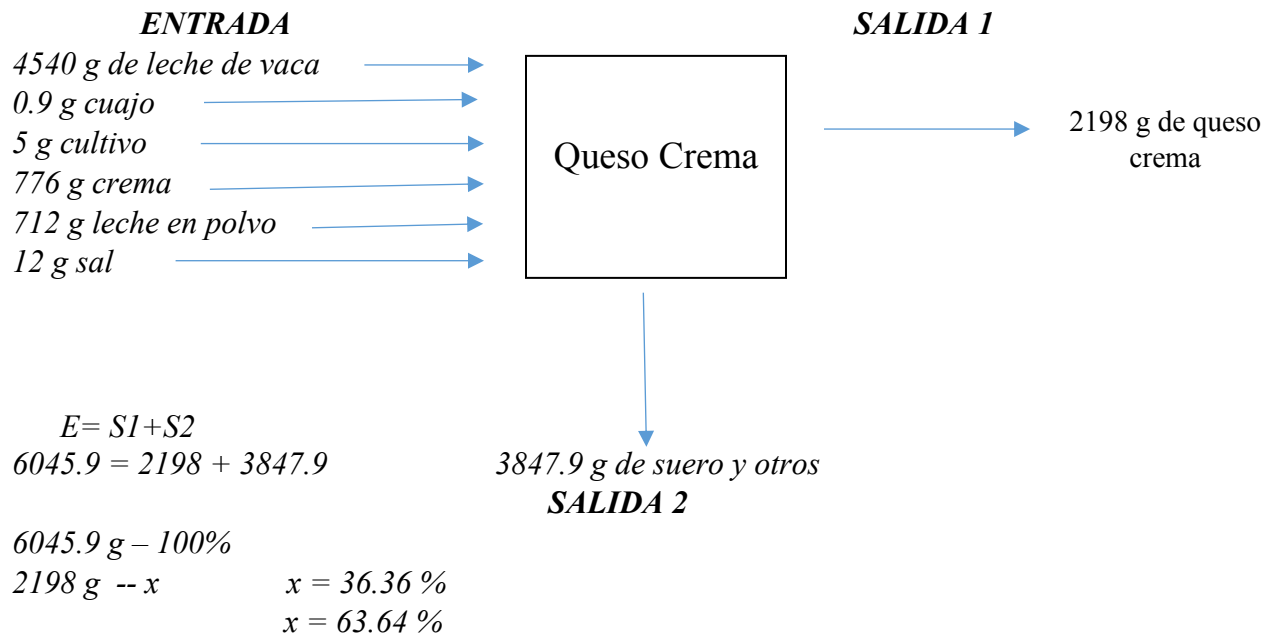
*Apéndice 9: Balance de masa de queso mozzarella elaborado a partir de 5 litros de leche de vaca;
Primera corrida*



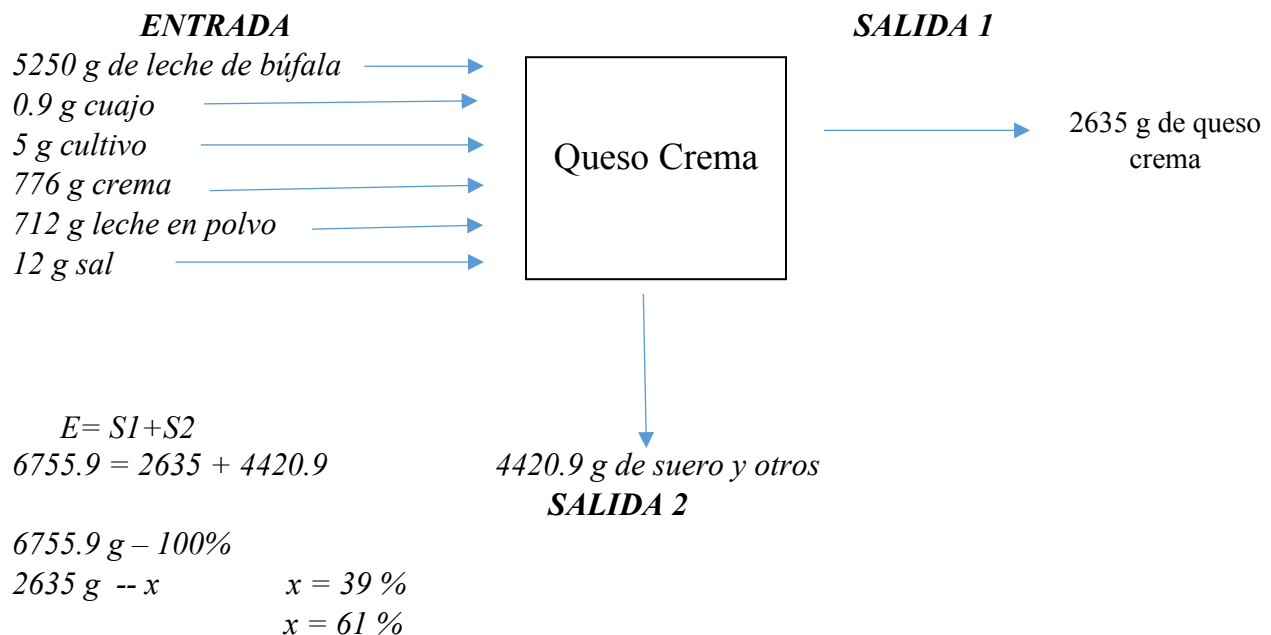
Apéndice 10: Balance de masa de queso mozzarella elaborado a partir de 5 litros de leche de búfala; Primera corrida



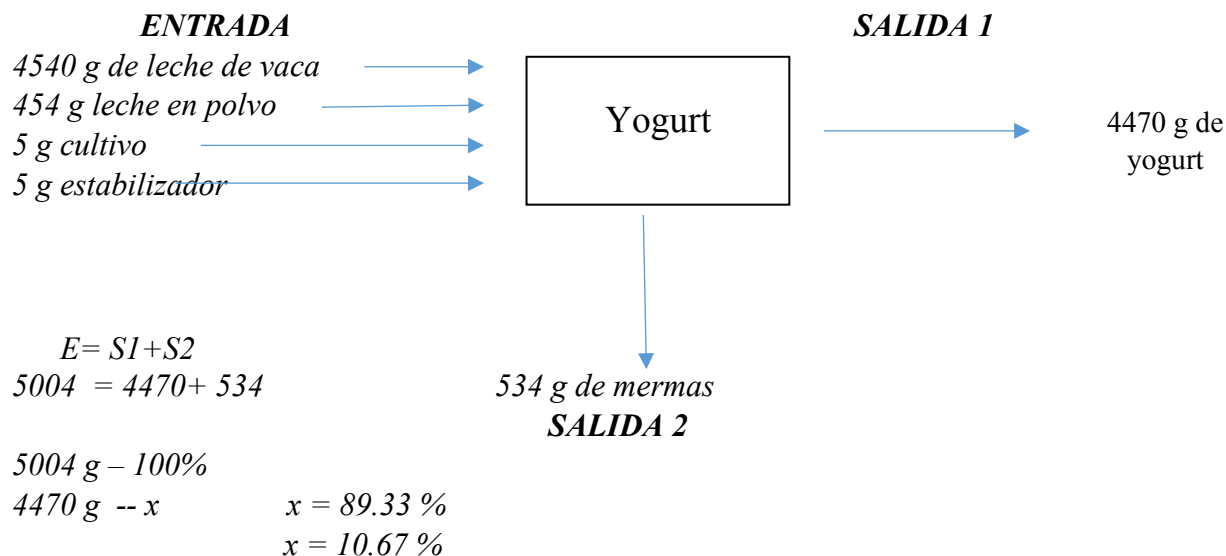
Apéndice 11: Balance de masa de queso crema elaborado a partir de 5 litros de leche de vaca; Primera corrida



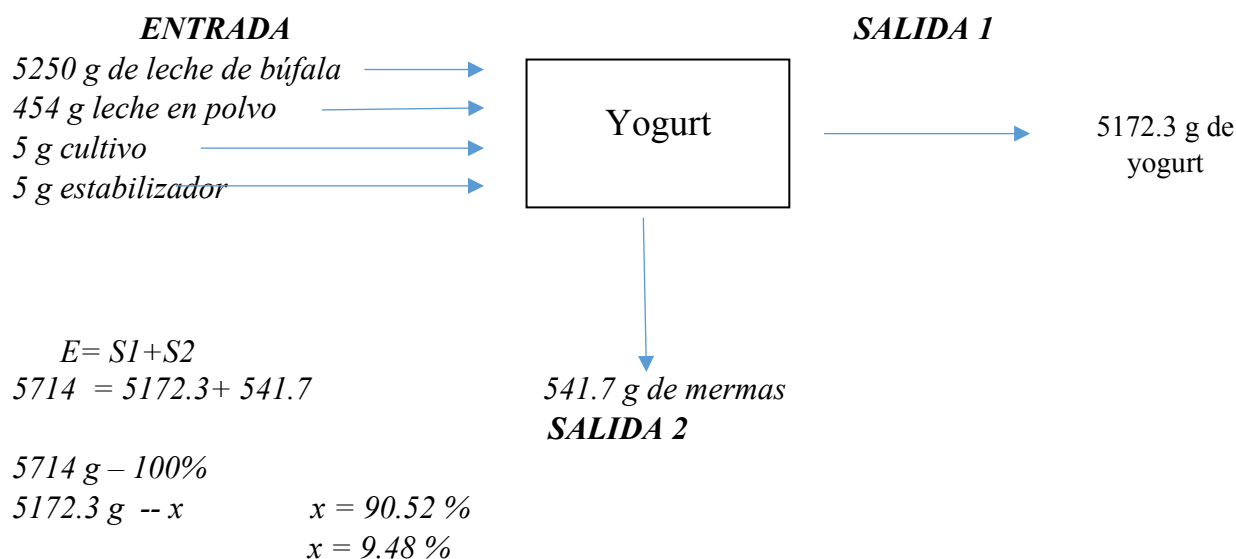
Apéndice 12: Balance de masa de queso crema elaborado a partir de 5 litros de leche de búfala; Primera corrida



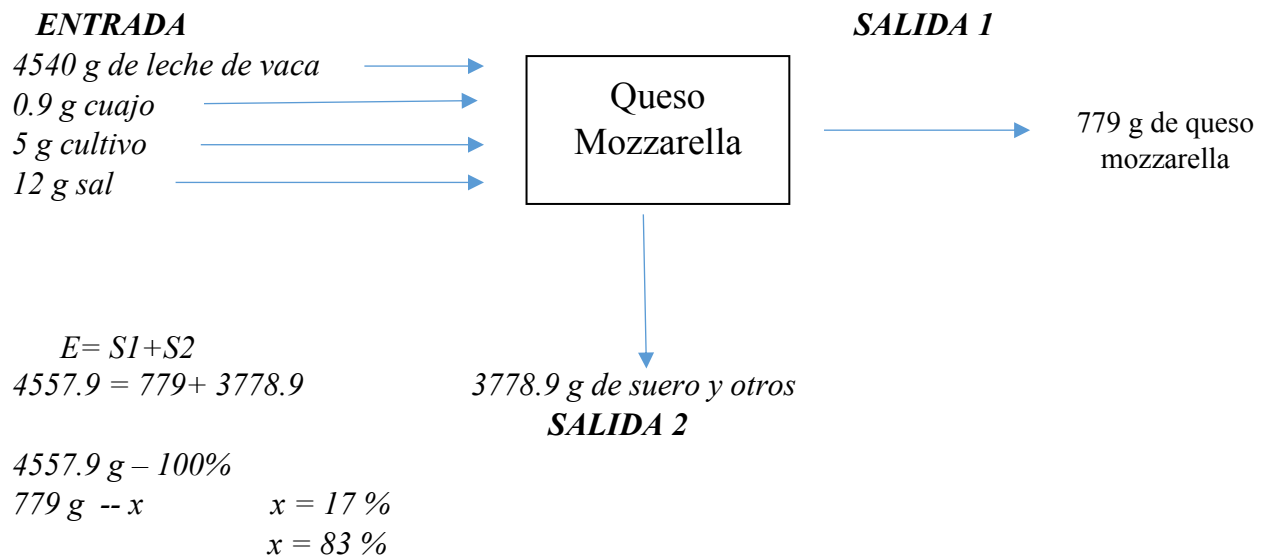
Apéndice 13: Balance de masa de Yogurt elaborado a partir de 5 litros de leche de vaca; Primera corrida



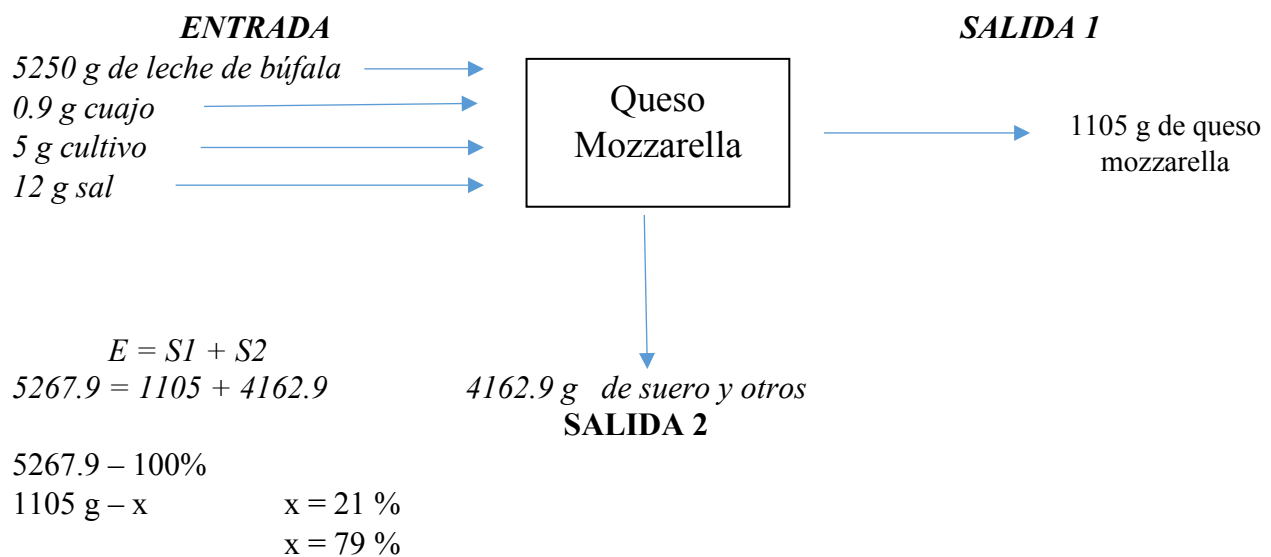
Apéndice 14: Balance de masa de Yogurt elaborado a partir de 5 litros de leche de búfala; Primera corrida



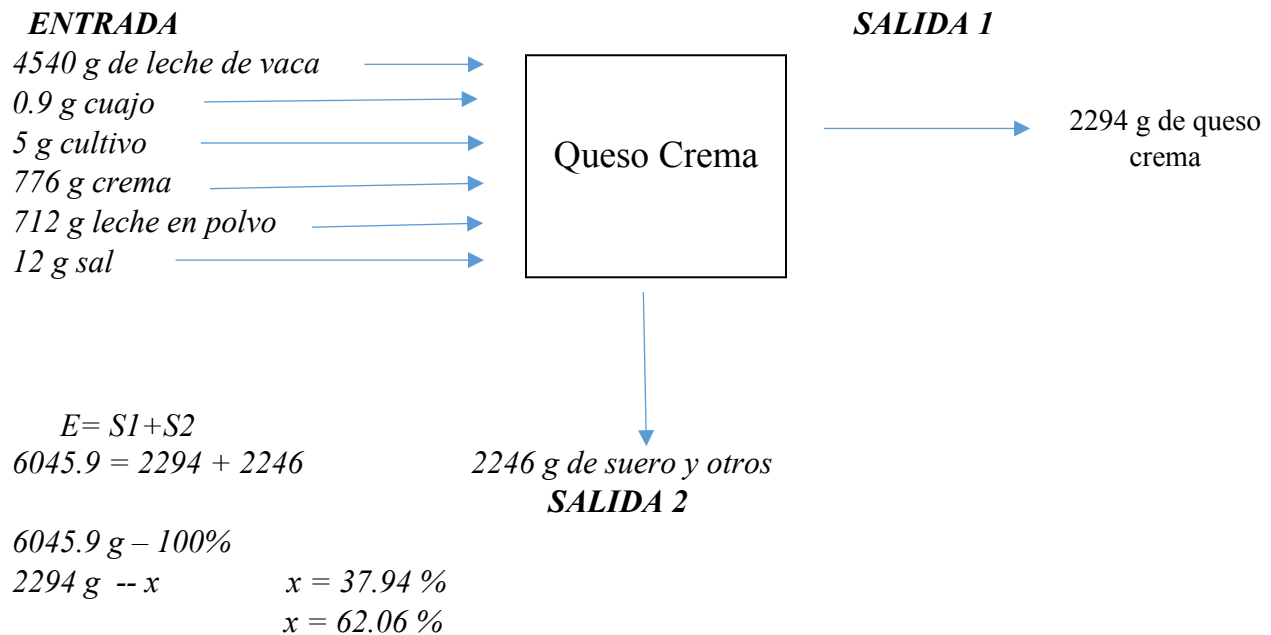
Apéndice 15: Balance de masa de queso mozzarella elaborado a partir de 5 litros de leche de vaca; Segunda corrida



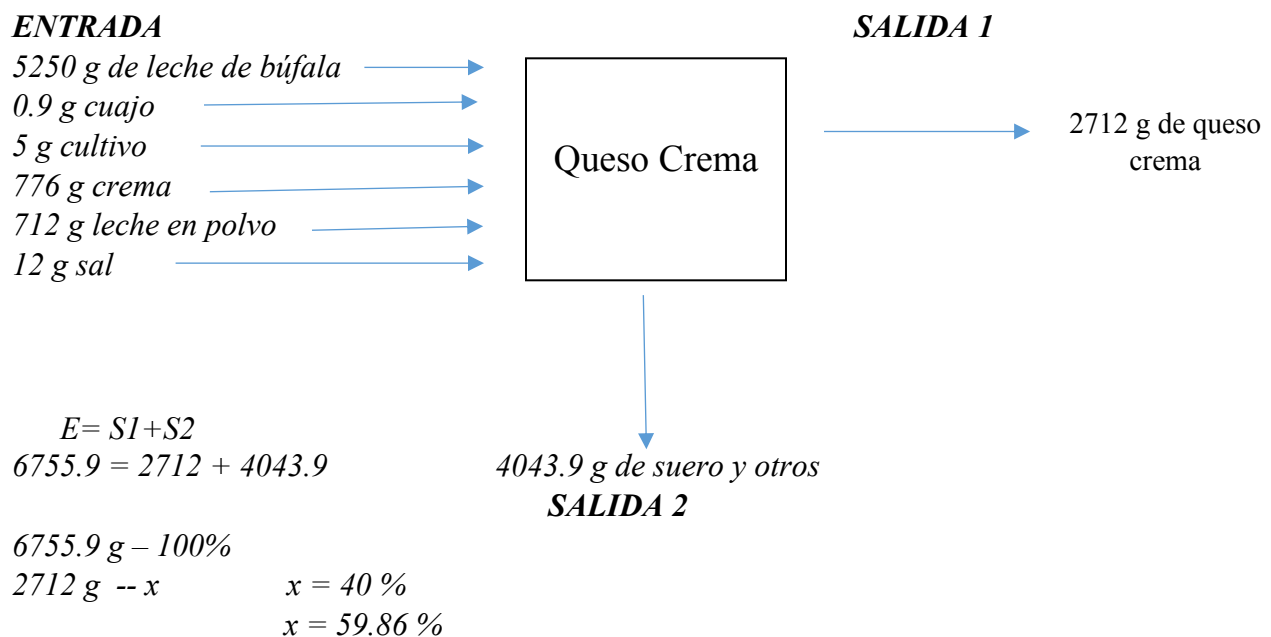
Apéndice 16: Balance de masa de queso mozzarella elaborado a partir de 5 litros de leche de búfala; Segunda corrida



Apéndice 17: Balance de masa de queso crema elaborado a partir de 5 litros de leche de vaca; Segunda corrida



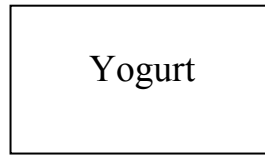
Apéndice 18: Balance de masa de queso crema elaborado a partir de 5 litros de leche de búfala; Segunda corrida



Apéndice 19: Balance de masa de Yogurt elaborado a partir de 5 litros de leche de vaca; Segunda corrida

ENTRADA

4540 g de leche de vaca →
 454 g leche en polvo →
 5 g cultivo →
 5 g estabilizador →



SALIDA 1

→ 4458.28 g de yogurt



545.72 g de mermas
SALIDA 2

$$E = S1 + S2$$

$$5004 = 4458.28 + 545.72$$

$$5004 \text{ g} - 100\%$$

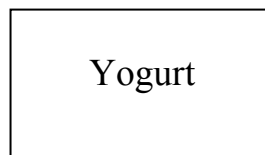
$$4458.28 \text{ g} \text{ -- } x \quad x = 89.09 \%$$

$$x = 10.91 \%$$

Apéndice 20: Balance de masa de Yogurt elaborado a partir de 5 litros de leche de búfala; Primera corrida

ENTRADA

5250 g de leche de búfala →
 454 g leche en polvo →
 5 g cultivo →
 5 g estabilizador →



SALIDA 1

→ 5162.85 g de yogurt



551.15 g de mermas
SALIDA 2

$$E = S1 + S2$$

$$5714 = 5162.85 + 551.15$$

$$5714 \text{ g} - 100\%$$

$$5162.85 \text{ g} \text{ -- } x \quad x = 90.35 \%$$

$$x = 9.65 \%$$

Apéndice 21: Resultados de análisis químico proximal de los productos lácteos elaborados a partir de leche de búfala



Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia
Escuela de Zootecnia
Unidad de Alimentación Animal

FORMULARIO BROMATO 7 INFORME DE RESULTADO DE ANÁLISIS



Edificio M6, 2° Nivel, Ciudad Universitaria zona 12
Ciudad de Guatemala
Telefax: 24188307 Teléfono: 24188300 ext. 84119
E-mail: bromato2000@yahoo.es

Solicitado por: MARÍA JOSÉ ROBLES Dirección: CIUDAD, GUATEMALA No. 430
Fecha de recibida la muestra: 26-09-2019 Fecha de realización: DEL 30-09 AL 04-10-2019

Reg.	Descripción de la muestra	BASE	Agua %	M.S.T. %	E.E. %	F.C. %	PROTEÍNA CRUDA %	Cenizas %	E.L.N. %	Calcio %	Fósforo %	F.A.D. %	F.N.D. %	Lignina %	Dig. En KOH %	A.G.L. %	TND %	E.D. kcal/Kg
583	MUESTRA No. 5 LECHE DE BÚFALO	SECA	85.18	14.82	13.23	3.86	41.21	5.24	36.46	---	---	---	---	---	---	---	---	---
		COMO ALIMENTO	---	---	1.96	0.57	6.11	0.78	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
584	MUESTRA NO. 6 QUESO CREMA LECHE DE BÚFALO	SECA	61.66	38.34	53.71	0.58	29.36	5.03	11.32	---	---	---	---	---	---	---	---	---
		COMO ALIMENTO	---	---	20.59	0.22	11.26	1.93	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
585	MUESTRA NO. 7 QUESO MOZZARELLA LECHE DE BÚFALO	SECA	41.63	58.37	58.64	0.28	35.44	3.04	1.39	---	---	---	---	---	---	---	---	---
		COMO ALIMENTO	---	---	34.34	0.17	21.27	1.77	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
586	MUESTRA NO. 8 YOGURT DE BÚFALO	SECA	79.63	20.37	7.40	2.81	60.57	6.09	23.12	---	---	---	---	---	---	---	---	---
		COMO ALIMENTO	---	---	1.51	0.57	12.34	1.24	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

OBSERVACIONES:

Dichos resultados fueron calculados en base a materia seca total y fresca. Se prohíbe la producción parcial o total de este informe, para mayor información comunicarse al teléfono 24188307.

T. L. Hans A. Moya R.
Laboratorista



Lic. Miguel Ángel Rodenas
Jefe Laboratorio de Bromatología

Apéndice 22: Resultados de análisis químico proximal de los productos lácteos elaborados a partir de leche de vaca



Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia
Escuela de Zootecnia
Unidad de Alimentación Animal

FORMULARIO BROMATO 7

INFORME DE RESULTADO DE ANÁLISIS



Edificio M6, 2° Nivel, Ciudad Universitaria zona 12
Ciudad de Guatemala
Telefax: 24188307 Teléfono: 24188300 ext. 84119
E-mail: bromato2000@yahoo.es

Solicitado por: MARÍA JOSÉ ROBLES Dirección: CIUDAD, GUATEMALA No: 429

Fecha de recibida la muestra: 26-09-2019 Fecha de realización: DEL 30-09 AL 04-10-2019

Reg.	Descripción de la muestra	BASE	Agua %	M.S.T. %	E.E. %	F.C. %	PROTEÍNA CRUDA %	Cenizas %	E.L.N. %	Calcio %	Fósforo %	F.A.D. %	F.N.D. %	Lignina %	Dig. En KOH %	A.G.L. %	TND %	E.D. kcal/Kg
579	MUESTRA NO. 1 LECHE DE VACA	SECA	90.27	9.73	8.47	3.09	41.30	7.71	39.43	---	---	---	---	---	---	---	---	---
		COMO ALIMENTO	---	---	0.82	0.30	4.02	0.75	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
580	MUESTRA NO. 2 QUESO MOZZARELLA LECHE DE VACA	SECA	49.38	50.62	28.41	0.35	33.70	4.37	33.17	---	---	---	---	---	---	---	---	---
		COMO ALIMENTO	---	---	14.38	0.18	17.06	2.21	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
581	MUESTRA NO. 3 QUESO CREMA LECHE DE VACA	SECA	66.14	33.86	46.28	0.29	28.57	6.50	18.36	---	---	---	---	---	---	---	---	---
		COMO ALIMENTO	---	---	15.67	0.10	9.67	2.20	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
582	MUESTRA NO. 4 YOGURT DE VACA	SECA	82.92	17.08	38.12	0.17	52.75	6.94	2.02	---	---	---	---	---	---	---	---	---
		COMO ALIMENTO	---	---	6.51	0.03	9.01	1.19	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

OBSERVACIONES:

Dichos resultados fueron calculados en base a materia seca total y fresca. Se prohíbe la producción parcial o total de este informe, para mayor información comunicarse al teléfono 24188307.

T. L. Hans A. Moya R.
Laboratorista



Lic. Miguel Ángel Rodenas
Jefe Laboratorio de Bromatología

Apéndice 23: Resultados del análisis de varianza de la evaluación sensorial de test pareado de los productos lácteos, queso mozzarella, queso crema, yogurt

Tratamientos	Bloques						Σ^2
	Color	Olor	Sabor	Olor + Sabor	Textura	Σ	
Queso mozzarella	69	28	52	51	48	248	61504
Queso crema	44	34	62	57	65	262	68644
yogurt	25	32	56	51	78	242	58564
Σ	138	94	170	159	191	758	188712
Σ^2	19044	8836	28900	25281	36481	118542	

Fuente: elaboración propia, 2019

Apéndice 24: Resultados del análisis de t Student de la evaluación sensorial de escala hedónica de queso mozzarella, a partir de leche de búfala y de vaca

1 Resultados de la evaluación del color

Resultados de la evaluación de los 21 panelistas

COLOR		
TRATAMIENTOS		
PANELISTAS	143	254
1	5	6
2	4	6
3	5	4
4	6	4
5	3	6
6	4	5
7	5	4
8	6	4
9	6	5
10	6	4
11	6	4
12	5	6
13	2	4
14	6	5
15	4	3
16	6	4
17	3	5
18	6	4
19	5	6
20	5	4
21	5	6

Fuente: elaboración propia, 2019

2 Resultados de la evaluación del olor

Resultados de la evaluación de los 21 panelistas

OLOR		
TRATAMIENTOS		
PANELISTAS	143	254
1	3	3
2	6	5
3	6	5
4	5	6
5	6	6
6	4	5
7	3	3
8	5	6
9	5	5
10	5	4
11	3	3
12	6	5
13	4	6
14	5	5
15	6	6
16	5	4
17	5	5
18	5	4
19	5	5
20	6	5
21	5	2

Fuente: elaboración propia, 2019

3 Resultados de la evaluación del sabor

Resultados de la evaluación de los 21 panelistas

SABOR		
TRATAMIENTOS		
PANELISTAS	143	254
1	5	4
2	6	6
3	6	6
4	4	5
5	5	6
6	5	3
7	4	5
8	6	4
9	4	6
10	6	5
11	5	6
12	5	6
13	6	5
14	5	2
15	2	5
16	5	6
17	5	1
18	5	2
19	5	6
20	4	4
21	5	4

Fuente: elaboración propia, 2019

4 Resultados de la evaluación del textura

Resultados de la evaluación de los 21 panelistas

TEXTURA		
TRATAMIENTOS		
PANELISTAS	143	254
1	4	5
2	5	5
3	6	6
4	5	5
5	3	5
6	6	6
7	5	6
8	4	1
9	6	4
10	5	6
11	5	6
12	4	6
13	6	5
14	6	5
15	4	5
16	5	6
17	5	5
18	5	6
19	5	6
20	6	6
21	6	2

Fuente: elaboración propia, 2019

Resultados de la evaluación del color

Resultados (COLOR)

Tratamientos	Panelistas	Suma	Medias	Varianza
143	21	103	4.91	1.1508
254	21	99	4.71	0.9332

Fuente: elaboración propia, 2019

Conclusión: Según la tabla anterior no existe diferencia significativa entre los tratamientos (muestras) en cuanto a color en el queso mozzarella de leche de búfala (143) y de vaca (254).

Resultados de la evaluación del olor

Resultados (OLOR)

Tratamientos	Panelistas	Suma	Medias	Varianza
143	21	103	4.91	0.9713
254	21	98	4.67	1.1269

Fuente: elaboración propia, 2019

Conclusión: Según la tabla anterior no existe diferencia significativa entre los tratamientos (muestras) en cuanto a olor en el queso mozzarella de leche de búfala (143) y de vaca (254).

Resultados de la evaluación de sabor

Resultados (SABOR)

Tratamientos	Panelistas	Suma	Medias	Varianza
143	21	103	4.91	0.9209
254	21	97	4.62	1.4953

Fuente: elaboración propia, 2019

Conclusión: Según la tabla anterior no existe diferencia significativa entre los tratamientos (muestras) en cuanto a sabor en el queso mozzarella de leche de búfala (143) y de vaca (254)

Resultados de la evaluación de textura

Resultados (TEXTURA)

Tratamientos	Panelistas	Suma	Medias	Varianza
143	21	106	5.0476	0.8438
254	21	107	4.6190	1.3899

Fuente: elaboración propia, 2019

Conclusión: Según la tabla anterior no existe diferencia significativa entre los tratamientos (muestras) en cuanto a textura en el queso mozzarella de leche de búfala (143) y de vaca (254)

Apéndice 25: Resultados del análisis de t Student de la evaluación sensorial de escala hedónica de queso crema a partir de leche de búfala y de vaca

1) Resultados de la evaluación del color

Resultados de la evaluación de los 21 panelistas

COLOR		
TRATAMIENTOS		
PANELISTAS	143	254
1	5	5
2	6	4
3	6	5
4	6	5
5	5	5
6	6	3
7	6	5
8	6	4
9	6	5
10	6	5
11	5	4
12	6	5
13	6	5
14	5	2
15	5	5
16	6	6
17	6	4
18	6	5
19	6	5
20	6	4
21	6	6

Fuente: elaboración propia, (2019)

2) Resultados de la evaluación del olor

Resultados de la evaluación de los 21 panelistas

OLOR		
TRATAMIENTOS		
PANELISTAS	143	254
1	4	3
2	6	6
3	5	6
4	6	5
5	5	4
6	5	4
7	6	5
8	6	5
9	6	4
10	3	5
11	6	3
12	6	5
13	5	5
14	4	4
15	4	1
16	6	6
17	5	5
18	6	5
19	6	6
20	6	5
21	4	5

Fuente: elaboración propia, 2019

3) Resultados de la evaluación del sabor

Resultados de la evaluación de los 21 panelistas

SABOR		
TRATAMIENTOS		
PANELISTAS	143	254
1	4	3
2	6	4
3	5	6
4	4	4
5	4	3
6	5	3
7	6	5
8	6	4
9	2	5
10	3	4
11	6	5
12	4	5
13	6	2
14	6	0
15	5	4
16	1	4
17	5	4
18	5	5
19	3	6
20	4	5
21	6	6

Fuente: elaboración propia, 2019

4) Resultados de la evaluación del textura

Resultados de la evaluación de los 21 panelistas

TEXTURA		
TRATAMIENTOS		
PANELISTAS	143	254
1	5	6
2	6	3
3	6	5
4	6	5
5	5	4
6	2	5
7	6	2
8	4	6
9	6	3
10	6	5
11	6	5
12	5	3
13	6	5
14	6	5
15	6	1
16	5	5
17	6	6
18	5	3
19	6	4
20	6	4
21	6	5

Fuente: elaboración propia, 2019

Resultados de la evaluación del color

Resultados (COLOR)

Tratamientos	Panelistas	Suma	Medias	Varianza
143	21	121	5.7619	0.4259
254	21	97	4.6191	0.8985

Fuente: elaboración propia, 2019

Conclusión: Según la tabla anterior si existe diferencia significativa entre los tratamientos (muestras) en cuanto a color en el queso crema de leche de búfala (143) y de vaca (254)

Resultados de la evaluación del olor

Resultados (OLOR)

Tratamientos	Panelistas	Suma	Medias	Varianza
143	21	110	5.2381	0.9209
254	21	97	4.6191	1.1742

Fuente: elaboración propia, 2019

Conclusión: Según la tabla anterior no existe diferencia significativa entre los tratamientos (muestras) en cuanto a olor en el queso crema de leche de búfala (143) y de vaca (254)

Resultados de la evaluación del sabor

Resultados (SABOR)

Tratamientos	Panelistas	Suma	Medias	Varianza
143	21	96	4.5714	1.3297
254	21	86	4.0952	1.3418

Fuente: elaboración propia, 2019

Conclusión: Según la tabla anterior no existe diferencia significativa entre los tratamientos (muestras) en cuanto a sabor en el queso crema de leche de búfala (143) y de vaca (254)

Resultados de la evaluación del textura

Resultados (TEXTURA)

Tratamientos	Panelistas	Suma	Medias	Varianza
143	21	115	5.4762	0.9572
254	21	90	4.2857	1.3145

Fuente: elaboración propia, 2019

Conclusión: Según la tabla anterior si existe diferencia significativa entre los tratamientos (muestras) en cuanto a textura en el queso crema de leche de búfala (143) y de vaca (254)

Apéndice 26: Resultados de análisis de t Student de la evaluación sensorial de escala hedónica de yogurt a partir de búfala y de vaca

1) Resultados de la evaluación del color

Resultados de la evaluación de los 21 panelistas

COLOR		
TRATAMIENTOS		
PANELISTAS	143	254
1	6	5
2	6	4
3	5	6
4	6	5
5	6	6
6	5	6
7	6	2
8	6	5
9	3	3
10	6	6
11	5	5
12	6	5
13	6	5
14	6	5
15	6	6
16	6	6
17	5	4
18	5	6
19	6	5
20	6	6
21	5	5

Fuente: elaboración propia, 2019

2) Resultados de la evaluación del olor

Resultados de la evaluación de los 21 panelistas

OLOR		
TRATAMIENTOS		
PANELISTAS	143	254
1	3	4
2	5	5
3	5	6
4	5	6
5	5	5
6	6	5
7	5	5
8	4	6
9	4	3
10	5	6
11	3	3
12	5	6
13	4	6
14	3	6
15	6	6
16	3	6
17	6	4
18	5	4
19	6	4
20	6	4
21	6	5

Fuente: elaboración propia, 2019

3) Resultados de la evaluación del sabor

Resultados de la evaluación de los 21 panelistas

SABOR		
TRATAMIENTOS		
PANELISTAS	143	254
1	5	4
2	6	4
3	4	6
4	6	6
5	5	4
6	6	5
7	6	1
8	5	5
9	2	4
10	2	1
11	1	5
12	0	3
13	4	5
14	0	1
15	1	0
16	2	5
17	5	4
18	6	6
19	3	2
20	6	4
21	4	5

Fuente: elaboración propia, 2019

4) Resultados de la evaluación del textura

Resultados de la evaluación de los 21 panelistas

TEXTURA		
TRATAMIENTOS		
PANELISTAS	143	254
1	6	4
2	6	4
3	6	5
4	6	6
5	6	3
6	2	6
7	5	6
8	6	6
9	1	4
10	4	6
11	2	5
12	2	5
13	5	5
14	3	3
15	6	6
16	5	6
17	4	6
18	6	5
19	4	3
20	6	5
21	6	5

Fuente: elaboración propia, 2019

Resultados de la evaluación del color

Resultados (COLOR)

Tratamientos	Panelistas	Suma	Medias	Varianza
143	21	116	5.5238	0.7316
254	21	106	5.0476	1.0455

Fuente: elaboración propia, 2019

Conclusión: Según la tabla anterior no existe diferencia significativa entre los tratamientos (muestras) en cuanto a color en el yogurt de leche de búfala (143) y de vaca (254)

Resultados de la evaluación del olor

Resultados (OLOR)

Tratamientos	Panelistas	Suma	Medias	Varianza
143	21	100	4.7619	1.0648
254	21	105	5	1.0235

Fuente: elaboración propia, 2019

Conclusión: Según la tabla anterior no existe diferencia significativa entre los tratamientos (muestras) en cuanto a olor en el yogurt de leche de búfala (143) y de vaca (254)

Resultados de la evaluación del sabor

Resultados (SABOR)

Tratamientos	Panelistas	Suma	Medias	Varianza
143	21	81	3.8571	2.1221
254	21	80	3.8095	1.7626

Fuente: elaboración propia, 2019

Conclusión: Según la tabla anterior no existe diferencia significativa entre los tratamientos (muestras) en cuanto a sabor en el yogurt de leche de búfala (143) y de vaca (254)

Resultados de la evaluación del textura

Resultados (TEXTURA)

Tratamientos	Panelistas	Suma	Medias	Varianza
143	21	97	4.6191	1.6468
254	21	104	4.9524	1.0455

Fuente: elaboración propia, 2019

Conclusión: Según la tabla anterior no existe diferencia significativa entre los tratamientos (muestras) en cuanto a textura en el yogurt de leche de búfala (143) y de vaca (254)

Apéndice 27: Fotografías

1) Búfalas de la raza Murrah, se encuentran en la Finca Rama Blanca



Fuente: elaboración propia, 2019

2) T.U María José Robles, en la finca Rama Blanca



Fuente: elaboración propia, 2019

3) Leche de búfala en el proceso de pasteurización



Fuente: elaboración propia, 2019

4) Leche de vaca en el proceso de pasteurización



Fuente: elaboración propia, 2019

5) Inoculación de cultivo, para elaborar queso mozzarella



Fuente: elaboración propia, 2019

6) Inoculación de cultivo, para elaborar queso crema



Fuente: elaboración propia, 2019

7) Grano de cuajo tierno en el proceso para el queso mozzarella elaborado a partir de leche de búfala



Fuente: elaboración propia, 2019

8) Grano de cuajo en el proceso para el queso mozzarella elaborado a partir de leche de vaca



Fuente: elaboración propia, 2019

9) Queso crema elaborado a partir de leche de búfala



Fuente: elaboración propia, 2019

10) Queso crema elaborado a partir de leche de vaca



Fuente: elaboración propia, 2019

11) Inoculación de cultivo para la elaboración de yogurt



Fuente: elaboración propia, 2019

12) Yogurt elaborado a partir de leche de vaca



Fuente: elaboración propia, 2019

13) Recepción de las muestras de los productos lácteos en el Laboratorio de Bromatología de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad de San Carlos de Guatemala



Fuente: elaboración propia, 2019

14) Ejecución de panel sensorial con estudiantes de la carrera de Ingeniería en Alimentos



Fuente: elaboración propia, 2019

16. GLOSARIO

- a) **Acidez:** La acidez de una sustancia es el grado en el que es ácida. El concepto complementario es la basicidad. La escala más común para cuantificar la acidez o la basicidad es el pH, que sólo es aplicable para disolución acuosa. Sin embargo, fuera de disoluciones acuosas también es posible determinar y cuantificar la acidez de diferentes sustancias.
- b) **Análisis:** Examen detallado de una cosa para conocer sus características o cualidades, o su estado, y extraer conclusiones, que se realiza separando o considerando por separado las partes que la constituyen.
- c) **Bacterias lácticas:** Las bacterias ácido lácticas (BAL) son microorganismos que tienen diversas aplicaciones, siendo una de las principales la fermentación de alimentos como la leche, carne y vegetales para obtener productos como el yogurt, quesos, encurtidos, embutidos, ensilados, la mantequilla, la crema de leche, el kefir y el koumiss, etc.,
- d) **Bovino:** Los bovinos son animales mamíferos y rumiantes que constituyen una subfamilia del grupo de los bóvidos. Disponen de una cola extensa que finaliza en un mechón y de un hocico ancho, mientras que el estuche de sus cuernos resulta liso.
- e) **Búfala:** Son animales extremadamente dóciles y se adaptan fácilmente a las condiciones tropicales adversas donde los vacunos difícilmente subsisten. Son animales muy longevos, pueden vivir más de 18 años de edad en producción.
- f) **Caroteno:** Se llama caroteno a un pigmento de tono rojizo o amarillento que los animales pueden convertir en vitamina A. Este compuesto químico está presente en la zanahoria, la yema de los huevos, el tomate, la manteca (mantequilla) y los pimientos (ajíes, morrones o chiles) rojos.
- g) **FAO:** La FAO es la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Es decir, es una organización supranacional (que está formada por países y funciona bajo el amparo de la ONU). Su función principal es conducir las actividades internacionales encaminadas a erradicar el hambre.
- h) **Fermentación de la leche:** Gran parte de los productos fermentados de la leche se logran mediante este tipo de fermentación. El azúcar que interviene en la fermentación es

la lactosa y aproximadamente un 30% es consumido durante el proceso.¹³ El proceso de fermentación de la leche es complejo e intervienen diversas teorías como la microbiología, la bioquímica, la enzimología, la química, y la física.

- i) **Glándula mamaria:** Las glándulas mamarias son los órganos que, en todos los mamíferos, producen leche para la alimentación de sus crías o hijos durante los primeros meses o semanas de vida
- j) **Grasa:** El término grasa tiene varios usos. Para la bioquímica, las grasas son sustancias orgánicas que se forman cuando los ácidos grasos se combinan con glicerina. Los ácidos grasos, a su vez, son elementos que se combinan con bases para la formación de sales y que, al estar en disolución, incrementan la concentración de iones hidrógeno.
- k) **Hilado:** Queso Hilado o Queso tipo pasta filata, cuyo origen se remonta al siglo XVI en las ciudades de Campania y Lacio, en el sur de Italia.
- l) **Humedad:** La humedad es un factor climatológico que se define como vapor de agua contenido en la atmósfera. Como es sabido, las dos terceras partes de la tierra, se encuentran cubiertas por agua (océanos, ríos, lagos) de las cuales proviene el vapor de agua.
- m) **Incubación:** periodo de tiempo, que requiere la leche cuando se inocula las bacterias lácticas, necesita ser controlada la temperatura.
- n) **Inmersión:** Inmersión, del latín immersio, es la acción de introducir algo o introducirse en un fluido. También puede tratarse de la introducción de alguien en un cierto ambiente, ya sea real o imaginario.
- o) **Inoculación:** Es la introducción del medio de cultivo en la leche
- p) **Leche:** La leche es un nutriente rico en calcio que aporta proteínas de buena calidad. Sin embargo, es uno de los alimentos comunes que tiene un mayor porcentaje de grasas saturadas (las menos sanas para la salud).
- q) **Procedimiento:** Un procedimiento, en este sentido, consiste en seguir ciertos pasos predefinidos para desarrollar una labor de manera eficaz.
- r) **Proteína:** Las proteínas son moléculas formadas por aminoácidos que están unidos por un tipo de enlaces conocidos como enlaces peptídicos. El orden y la disposición de los aminoácidos dependen del código genético de cada persona. Todas las proteínas están compuestas por: Carbono, Hidrógeno, Oxígeno, Nitrógeno

- s) **Queso:** Queso es el producto fresco o maduro, sólido o semisólido, que resulta de la coagulación de la leche natural (entera), de la desnatada total o parcialmente, de la nata, del suero de mantequilla, o de una mezcla de algunos de todos estos productos, por la acción del cuajo u otros coagulantes apropiados, seguida del desuerado del coágulo obtenido.
- t) **Recepción:** La recepción de materias primas es la primera etapa en la elaboración de los alimentos y en este paso es fundamental observar ciertas características de color, olor, textura, temperatura de llegada, empaque y etiquetado.
- u) **Untable:** producto suave, manejable que puede ser fácil de untar en pan u otro producto alimenticio.



30 de abril de 2019

T.U. Maria José Robles Reina
Carné 201443760
Estudiante
Ingeniería en Alimentos
Presente

Es para nosotros un gusto saludarlo (a) deseándole éxitos en sus actividades cotidianas

El motivo de la presente es para informarle que este Comité ha analizado su tema de Trabajo de Graduación denominado: "Comparación del rendimiento y análisis fisicoquímicos y sensoriales de queso mozzarella, yogurt y queso crema elaborado a partir de leche de búfala y bovina" y de acuerdo a las conclusiones a las que ha arribado este Comité y presentadas a su persona, se determinó que dicho tema de Trabajo de Graduación es ACEPTADO.

Atentamente

ID Y ENSEÑAD A TODOS


Ing. Marvin Manolo Sánchez López
Secretario
Comité de Trabajo de Graduación
Ingeniería en Alimentos



Mazatenango, 05 Octubre de 2019



Comisión de Trabajo de Graduación
Ingeniería en Alimentos
CUNSUROC, USAC
Presente

Respetables miembros de la Comisión Trabajo de Graduación por este medio nos dijimos a ustedes, deseándoles éxitos en sus labores diarias.

Por motivo de la presente me permito informar que hemos revisado y evaluado el Anteproyecto (Seminario II); que tiene como título **"COMPARACIÓN DEL RENDIMIENTO Y CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS Y SENSORIALES DE PRODUCTOS LÁCTEOS ELABORADOS A PARTIR DE LECHE DE BÚFALA Y DE VACA"** desarrollado por la estudiante MARIA JOSE ROBLES REINA, carnet: 201443760 quien ha realizado las correcciones indicadas y a nuestro criterio el documento cumple con los objetivos propuestos para su desarrollo.

Atentamente
"ID Y ENSEÑAR A TODOS"

Ing. Dora Emilia Rodas
Presidenta

Ing. Víctor Manuel Najera
Secretario

Dr. Marco Antonio Del Cid
Vocal I

Mazatenango, 10 de Octubre del 2019

Comisión de Trabajo de Graduación
Ingeniería en Alimentos
CUNSUROC, USAC
Presente

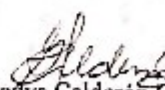
Respetables miembros de la Comisión Trabajo de Graduación por este medio nos dijimos a ustedes, deseándoles éxitos en sus labores diarias.

Por motivo de la presente me permito informar que hemos revisado el Informe Final (Seminario II); que tiene como título "Comparación del rendimiento y características físicoquímicas y sensoriales de productos lácteos elaborados a partir de leche de búfala y de vaca" de la estudiante MARIA JOSE ROBLES REINA, carnet: 201443760 quien ha realizado las correcciones indicadas y a nuestro criterio el documento cumple con los objetivos propuestos para su desarrollo.

Atentamente
"ID Y ENSEÑAD A TODOS"



Dr. Edgar Roberto del Cid Chacón
Asesor Principal



Q.B. Gladys Calderón Castilla

Asesora Adjunta
Gladys Calderón Castilla
Química Bióloga
Colegiado No. 1613



Mazatenango 27 de Mayo del 2021

Coordinación Académica
CUNSUROC, USAC
Presente

Respetables miembros de Coordinación académica del Centro Universitario del Suroccidente por este medio me dirijo a ustedes deseándoles éxitos en sus labores diarias.

Por motivo de la presente me permito informar que he revisado y evaluado el Trabajo de Graduación que tiene como título "COMPARACION DEL RENDIMIENTO Y CARACTERISTICAS FISICOQUIMICAS Y SENSORIALES DE PRODUCTOS LACTEOS ELABORADOS A PARTIR DE LECHE DE BÚFALA Y DE VACA" desarrollado por la estudiante MARIA JOSE ROBLES REINA, carnet: 201443760 quien ha realizado las correcciones indicadas y a mi criterio el documento cumple con los objetivos propuestos para su desarrollo.

Atentamente

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"



MSc. Víctor Manuel Nájera Toledo
Coordinador de Ingeniería en Alimentos



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DEL SUR OCCIDENTE
MAZATENANGO, SUCHITEPEQUEZ
DIRECCIÓN DEL CENTRO UNIVERSITARIO

CUNSUROC/USAC-I-40-2021

DIRECCION DEL CENTRO UNIVERSITARIO DEL SUROCCIDENTE,
Mazatenango, Suchitepéquez, el nueve de agosto dos mil veintiuno_____

Encontrándose agregados al expediente los dictámenes del Asesor y Revisor, se autoriza la impresión del Trabajo de Graduación Titulado: "COMPARACIÓN DEL RENDIMIENTO Y CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS Y SENSORIALES DE PRODUCTOS LÁCTEOS ELABORADOS A PARTIR DE LECHE DE BÚFALO Y DE VACA", de la estudiante: María José Robles Reina. Carné 201445760 CUI: 3487 79348 1101 la Carrera Ingeniería en Alimentos.

"ID Y ENSEÑAR A TODOS"

Lic. Luis Carlos Muñoz
Director



/gela