

UNIVERSIDAD NACIONAL “PEDRO RUIZ GALLO”



FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA E

INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE

INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

“ELABORACIÓN Y EVALUACIÓN DEL YOGURT



DE TUNA (*Opuntia ficus indica*) CON SUSTITUCIÓN PARCIAL DE LECHE DE CABRA (*Capra hircus*)”

TESIS

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERA DE INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

AUTORES:

Bach. MAXIMO ROMAN KORAIMA MAYUMI

Bach. SERQUEN TRAVERSSO KATHERINE DEL SOCORRO

ASESOR:

Ing. HECTOR LORENZO VILLA CAJAVILCA

LAMBAYEQUE – PERÚ

2020

UNIVERSIDAD NACIONAL “PEDRO RUIZ GALLO”**FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA E****INDUSTRIAS ALIMENTARIAS****ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE****INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**

**“ELABORACIÓN Y EVALUACIÓN DEL YOGURT DE TUNA (*Opuntia ficus indica*) CON
SUSTITUCIÓN PARCIAL DE LECHE DE CABRA (*Capra hircus*)”**

TESIS**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:****INGENIERA DE INDUSTRIAS ALIMENTARIAS****AUTORES:****Bach. MAXIMO ROMAN KORAIMA MAYUMI****Bach. SERQUEN TRAVERSSO KATHERINE DEL SOCORRO****APROBADO POR:**

Dr. LUIS ANTONTIO POSO SUCLUPE
CRUZ

Presidente

Dr. ABRAHAM G. YGNACIO SANTA

Secretario

Ing. MARIANO RICARDO ROSARIO ARMAS
CAJAVILCA

Vocal

Ing. HECTOR LORENZO VILLA

Asesor

AGRADECIMIENTO

Agradecemos a Dios, por estar presente no solo en esta etapa de nuestra vida, sino en todo momento ofreciéndonos lo mejor y buscando lo mejor para nosotras, por sus infinitas bendiciones y amor.

A nuestros padres, por confiar y creer en nosotras, por cada consejo y por cada palabra que nos guiaron durante este camino, por ayudarnos e impulsarnos a alcanzar nuestras metas, a ellos les decimos muchas gracias.

A nuestro asesor, Ing. Héctor Lorenzo Villa Cajavilca, por su apoyo, compromiso y por guiarnos en el desarrollo y culminación de la presente investigación.

A nuestro jurado, Ing. Abraham Ygnacio Santa Cruz, por dedicarnos su tiempo, por guiarnos y por su ayuda incondicional en parte de la elaboración de la presente investigación.

DEDICATORIA

*A Dios, por la oportunidad que me da al estar viva,
por la salud y fortaleza que me brinda para
superar cada obstáculo y alcanzar mis metas.*

*A mis padres José Serquén y Fatima Traversso,
por ser los principales promotores de mis sueños,
que, con su ejemplo de trabajo y responsabilidad
supieron guiarme hacia el sendero del éxito y por
su apoyo en cada etapa de mi vida.*

*A mi hijo por ser la fuente de mi esfuerzo y por
ser el motor de mi vida.*

Serquén Traversso Katherine del Socorro

*A Dios por estar conmigo siempre, guiar mi
camino y darme la fuerza para vencer
cualquier obstáculo con el anhelo de alcanzar
mis sueños y metas.*

*A mis padres Javier y Amparo por darme su
apoyo incondicional en este largo camino, por
sus consejos de superación y crecimiento
profesional y sobre todo por la confianza
puesta en mí persona.*

*A mis hermanas, por ser lo máspreciado en mi
vida y por ser su mayor ejemplo a seguir.*

*A mis abuelos, por inculcarme grandes valores
y su infinito amor.*

Máximo Roman Koraima Mayumi

RESUMEN

La presente investigación tiene como objetivo elaborar y evaluar las características fisicoquímicas, nutricionales y sensoriales del yogurt de tuna con sustitución parcial de leche de cabra. Para obtener el producto se procedió a caracterizar fisicoquímicamente la materia prima (leche de vaca y cabra).

Se formularon tres tratamientos (T1= 30% leche de cabra / 70% leche de vaca; T2= 50% leche de cabra / 50% leche de vaca y T3= 70% leche de cabra / 30% leche de vaca), se procedió a realizar el filtrado cuya finalidad fue eliminar las partículas extrañas de la materia prima, se procedió a realizar la pasteurización a una temperatura de 85°C por 10 minutos, el objetivo de esta etapa fue reducir la carga microbiana para así obtener un producto de calidad; seguidamente la incubación se realizó a una temperatura de 43°C por un lapso de 5 a 6 horas.

Las formulaciones se evaluaron a nivel fisicoquímico, microbiológico y sensorial a través de una encuesta con escala hedónica de cinco puntos y un panel de 30 panelistas semi entrenados, donde el análisis de varianza determina que no existe diferencia significativa para sabor y textura en los tratamientos, pero según las medias destacó el T3 y el T1 respectivamente; en cambio para el olor y color si existe diferencia significativa por lo que se realizó la prueba de comparaciones múltiples de Tukey, y según las medias resultó el T3 como la de mayor aceptabilidad. Para los resultados estadísticos se utilizó el software IBM SPSS Versión 22.

Como resultado destacó el T3 (70% de leche de cabra / 30% de leche de vaca) tanto a nivel sensorial como por su composición de 87% humedad; 5,10% carbohidratos; 3,92% proteína; 1,00% grasa; y 1,40% ceniza.

Finalmente se formuló un producto lácteo rico en proteínas.

Palabras clave: Yogurt, cabra, tuna.

ABSTRACT

This research aims to elaborate and evaluate the physicochemical, nutritional and sensory characteristics of prickly pear yogurt with partial replacement of goat's milk. To obtain the product, the raw material (cow's and goat's milk) was physicochemically characterized.

Three treatments were formulated (T1 = 30% goat's milk / 70% cow's milk; T2 = 50% goat's milk / 50% cow's milk and T3 = 70% goat's milk / 30% cow's milk), we proceeded To perform the filtering whose purpose was to eliminate foreign particles from the raw material, pasteurization was carried out at a temperature of 85 ° C for 10 minutes, the objective of this stage was to reduce the microbial load in order to obtain a quality product ; The incubation was then carried out at a temperature of 43 ° C for a period of 5 to 6 hours.

The formulations were evaluated at the physicochemical, microbiological and sensory level through a five-point hedonic scale survey and a panel of 30 semi-trained panelists, where the analysis of variance determines that there is no significant difference for flavor and texture in the treatments, but according to the means, T3 and T1 stood out, respectively; on the other hand for the smell and color if there is a significant difference, so the Tukey multiple comparisons test was performed, and according to the means, the T3 was the one with the highest acceptability. For the statistical results, the IBM SPSS Version 22 software was used.

As a result, T3 (70% goat's milk / 30% cow's milk) stood out, both at the sensory level and for its composition of 87% humidity; 5.10% carbohydrates; 3.92% protein; 1.00% fat; and 1.40% ash.

Finally a protein-rich dairy product was formulated.

Keywords: Yogurt, goat, prickly pear.

ÍNDICE GENERAL

Pág.

RESUMEN	v
ABSTRACT.....	vi
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I	3
I. ANTECEDENTES	3
II. MARCO TEÓRICO.....	5
1. LECHE.....	5
1.1. Leche de cabra.....	5
1.1.1. Situación mundial.	6
1.1.2. Situación actual y producción en el Perú.....	8
1.1.3. Características y aspectos nutricionales.	9
1.1.4. Composición nutricional.	11
1.1.4.1. Proteínas.	12
1.1.4.2. Grasas y ácidos grasos.....	13
1.1.4.3. Lactosa.....	14
1.1.4.4. Minerales.	14
1.1.4.5. Vitaminas.....	16
1.1.4.6. Agua.	17
1.1.5. Propiedades físicas y organolépticas.....	18
1.1.5.1. Densidad.....	18
1.1.5.2. Acidez y pH.....	18
1.1.5.3. Conductividad eléctrica.	19
1.1.5.4. Color.....	19
1.1.5.5. Olor y sabor.....	19
1.1.5.6. Aspecto.....	20
1.1.6. Factores nutricionales que afectan la composición de leche de cabra.	20
1.1.7. Calidad de la leche de cabra.....	21
1.1.7.1. Calidad fisicoquímica.....	21
1.1.7.2. Calidad microbiológica	22
2. TUNA	22
2.1. Generalidades.	22

2.2.	Descripción botánica.	24
2.2.1.	Raíces.	24
2.2.2.	Tallos y ramas.	24
2.2.3.	Hojas.	25
2.2.4.	Flores.	25
2.2.5.	Fruto.	25
2.3.	Taxonomía.	26
2.4.	Características.	27
2.5.	Composición y valor nutricional.	27
2.6.	Beneficios.	28
2.7.	Derivados y usos.	29
2.8.	Variedades.	29
2.8.1.	Por la coloración del fruto.	29
2.8.2.	Por la presencia de espinas.	29
3.	YOGURT.	30
3.1.	Clasificación.	30
3.1.1.	Por el método de elaboración.	30
3.1.1.1.	Yogurt batido.	30
3.1.1.2.	Yogurt bebible.	30
3.1.1.3.	Yogurt aplanado.	30
3.1.2.	Por el sabor.	31
3.1.2.1.	Yogurt natural.	31
3.1.2.2.	Yogurt saborizado o aromatizado.	31
3.1.2.3.	Yogurt frutado.	31
3.1.3.	Por el contenido de grasa.	31
3.1.3.1.	Yogurt entero.	31
3.1.3.2.	Yogurt demidescremado.	31
3.1.3.3.	Yogurt descremado.	31
3.2.	Mecanismos bioquímicos que ocurren en el proceso de elaboración.	31
3.2.1.	Carbohidratos.	32
3.2.2.	Proteínas.	32
3.2.3.	Vitaminas.	33
3.3.	Beneficios nutricionales.	33
3.4.	Características sensoriales.	35
3.4.1.	Sabor.	35
3.4.2.	Olor.	35

3.4.3.	Color.	35
3.4.4.	Aspecto.	35
3.5.	Características fisicoquímicas.	35
3.5.1.	Acidez.	35
3.6.	Cultivos bacterianos usados en la elaboración.	36
3.6.1.	Streptococcus termophilus.	36
3.6.2.	Lactobacillus bulgaricus.	36
4.	EVALUACION SENSORIAL	37
CAPÍTULO II		38
2.1.	Lugar de ejecución.	38
2.2.	Tipo de investigación	38
2.2.1.	De acuerdo al fin que persigue.	38
2.2.2.	De acuerdo al diseño de investigación.	38
2.3.	Población y muestra	38
2.3.1.	Población.	38
2.3.2.	Muestra.	38
2.4.	Variables de estudio	38
2.4.1.	Variable dependiente.	38
2.4.2.	Variable independiente.	39
2.5.	Materia prima e insumos.	39
2.6.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos	39
2.6.1.	Materiales.....	39
2.6.2.	Equipos.	40
2.6.3.	Reactivos.....	41
2.7.	Método de análisis.....	41
2.7.1.	Caracterización de la leche fresca.	41
2.7.1.1.	Análisis fisicoquímico.	41
2.7.2.	Caracterización de los tratamientos.	41
2.7.2.1.	Análisis fisicoquímico.	41
2.7.2.2.	Análisis microbiológico.....	42
2.7.3.	Análisis sensorial.	42
2.8.	Metodología experimental	43
2.8.1.	Diseño y formulación del yogurt de tuna con sustitución parcial de leche de cabra.	43
2.8.2.	Descripción del proceso de elaboración del yogurt de tuna.....	44
2.8.3.	Descripción de las etapas de proceso para la elaboración de yogurt de tuna con sustitución parcial de leche de cabra.	45

2.8.3.1.	Recepción.....	45
2.8.3.2.	Filtración.	45
2.8.3.3.	Pasteurización.	45
2.8.3.4.	Enfriamiento.	45
2.8.3.5.	Inoculación.....	45
2.8.3.6.	Incubación.....	46
2.8.3.7.	Enfriamiento.	46
2.8.3.8.	Batido.....	46
2.8.3.9.	Frutado.	46
2.8.3.10.	Envasado.	47
2.8.3.11.	Almacenamiento.	47
2.9.	Análisis estadístico.	47
CAPÍTULO III.....		48
3.1.	Análisis realizados a la materia prima.	48
3.1.1.	Evaluación fisicoquímica.....	48
3.2.	Análisis realizados a los tratamientos.....	50
3.2.1.	Composición fisicoquímica y proximal.	50
3.2.2.	Evaluación sensorial.	52
3.2.2.1.	Olor.....	52
3.2.2.2.	Color.....	54
3.2.2.3.	Sabor.....	56
3.2.2.4.	Textura.....	57
3.2.3.	Evaluación microbiológica.	59
3.3.	Resumen de las puntuaciones del análisis sensorial	60
3.4.	Diagrama del tratamiento con mayor aceptabilidad	61
3.5.	Balance de masa	62
CAPÍTULO VI.....		63
CAPÍTULO VI.....		65
CAPÍTULO VII		74
ANEXOS		74

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Producción mundial en toneladas de leche de cabra por año, hasta el año 2013.....	8
Figura 2. Cabra de raza Saanen.....	11
Figura 3. Síntesis de los componentes de la leche de cabra.....	17
Figura 4. Tuna (Opuntia Ficus – Indica).....	23
Figura 5. Partes de la planta de la tuna	26
Figura 6. Diagrama de bloques para la elaboración de yogurt.....	44
Figura 7. Medias para la variable olor en cada formulación.....	52
Figura 8. Medias para la variable olor en cada formulación.....	54
Figura 9. Medias para la variable sabor en cada formulación.....	56
Figura 10. Medias para la variable olor en cada formulación.....	57
Figura 11. Diagrama del tratamiento con mayor aceptabilidad por los panelistas.	61
Figura 12. Balance de masa para la elaboración de yogurt.....	62
Figura 13. Recepción de la leche	74
Figura 14. Filtración de la leche.....	74
Figura 15. Pasteurización.....	74
Figura 16. Enfriamiento	74
Figura 17. Inoculación	75
Figura 18. Incubación	75
Figura 19. Enfriamiento	75
Figura 20. Batido	75
Figura 21. Frutado.....	76
Figura 22. Envasado.....	76
Figura 23. Almacenamiento.....	76
Figura 24. Recepción	77
Figura 25. Pelado	77
Figura 26. Cocción.....	77
Figura 27. Acidez de la leche.....	78
Figura 28. Resultado de la acidez	78
Figura 29. pH de la leche	78
Figura 30. Densidad de la leche.....	78

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Composición porcentual de la leche de diferentes especies	12
Tabla 2. Cantidad total de oligosacáridos y lactosa en leche de cabra, vaca, oveja y humana	14
Tabla 3. Contenido de minerales en la leche de cabra y vaca (cantidad en 100g).....	15
Tabla 4. Caracterización fisicoquímica de la pulpa de tuna	27
Tabla 5. Composición de la tuna.....	28
Tabla 6. Contenido de nutrientes	33
Tabla 7. Características fisicoquímicas del yogurt	36
Tabla 8. Escala hedónica.....	43
Tabla 9. Formulaciones empleadas para la elaboración de yogurt	43
Tabla 10. Resultados fisicoquímicos de la materia prima	48
Tabla 11. Resultados de los tratamientos.....	50
Tabla 12. Pruebas de efecto inter-sujetos para variable olor.	53
Tabla 13. Pruebas de Tukey para variable olor.....	53
Tabla 14. Pruebas de efecto inter-sujetos para variable color.	55
Tabla 15. Pruebas de Tukey para variable color.....	55
Tabla 16. Pruebas de efecto inter-sujetos para variable sabor.	57
Tabla 17. Pruebas de efecto inter-sujetos para variable textura.....	58
Tabla 18. Resultados microbiológicos de los tratamientos.....	59
Tabla 19. Puntuaciones de los atributos sensoriales	60

ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 1: Proceso de elaboración de yogurt sustituido parcialmente con leche de cabra.....	74
Anexo 2: Proceso de elaboración de la mermelada de tuna.....	77
Anexo 3: Análisis fisicoquímicos	78
Anexo 4: Proceso de evaluación sensorial.....	79
Anexo 5: Formato de encuesta.....	80
Anexo 6: Resultado de la encuesta aplicada	81
Anexo 7: Reporte microbiológico y fisicoquímico de los tratamientos	85

INTRODUCCIÓN

La industrialización de la leche constituye uno de los sectores agroindustriales más representativos, en constante crecimiento, y uno de los procesos más dinámicos de América Latina (Morón et al. 2005). No obstante, el sector lácteo del país se fundamenta casi en forma exclusiva en derivados de la leche de vaca; los derivados de leche de otras especies menos tradicionales, como la de cabra, están supeditados al sector artesanal, con limitadas cadenas de distribución y venta (Chacón 2004).

Según Brito (2000), la leche de algunas especies como la de vaca y la de cabra se utilizan como un importante alimento para los humanos por su calidad nutricional al ser fuente de proteínas y de vitaminas (A, D, B1, B2 y B12, principalmente).

En los últimos años el consumo de leche de vaca aumentado en el mercado, debido a su mayor demanda (Espinoza et al., 2012).

Sin embargo, hay personas intolerables al consumo de leche de vaca debido a la proteína que ésta posee (Bezerra, 2019). Es por ello que la leche de cabra constituye una alternativa a la leche de vaca muy beneficiosa en ciertos aspectos en la alimentación humana, además que la leche de cabra posee muchas propiedades bioquímicas que favorecen su valor nutricional (Pellerin, 2001).

En Perú la producción de derivados lácteos es predominante sobre la base de leche de ganado vacuno y en menor escala a la producción de yogurt con leche de cabra, por la limitada producción de leche de cabra comparativamente a la de vaca.

El presente estudio comprende la utilización de leche de cabra y de vaca debido a que la leche de cabra es de más fácil asimilación por el tamaño pequeño del glóbulo graso, así como a la menor intolerancia que puede originar su consumo respecto a la leche de vaca, tanto en lo que se refiere a la lactosa como a la proteína presente, no siendo apreciada como potencial lechero. Así mismo debido a la escasa tecnología en la producción, procesamiento y comercialización

de esta materia prima, por parte de los productores, se contribuye a dar a conocer a los consumidores sus beneficios.

La finalidad del presente trabajo de investigación tiene como objetivo principal elaborar y evaluar las características fisicoquímicas, nutricionales y sensoriales del yogurt de tuna con sustitución parcial de leche de cabra. Así mismo determinar los parámetros óptimos en la elaboración del yogurt de tuna, evaluar las características fisicoquímicas del producto elaborado, evaluar las características sensoriales del producto final, caracterizar microbiológicamente el producto elaborado y evaluar la calidad nutricional de los tratamientos realizados.

CAPÍTULO I

FUNDAMENTO TEÓRICO

I. ANTECEDENTES

Alvarado Mamani Yuliana Reyna (2010), en su investigación titulada **“Determinación de parámetros en la elaboración de un producto lácteo fermentado a base de leche de cabra (*Capra Hircus*) y vaca (*Bos Taurus Taurus*) con la adición de cultivo probiótico”**, indica que empleó la metodología de Superficie de Respuesta (MSR) con el modelo de Box-Benken para 3 factores y 15 tratamientos, se consideró 3 variables independientes: concentración de leche de cabra (25%, 50% y 75%); cultivo probiótico (1%; 2% y 3%) y tiempo de incubación (4, 5 y 6 horas). Una vez obtenido los resultados experimentales, realizó un análisis individual para cada variable respuesta a fin de estudiar el efecto de las variables independientes en las variables respuesta y con el análisis de optimización de múltiples respuestas, determinó los parámetros de elaboración: Concentración de leche de cabra 25,0 %; concentración de cultivo probiótico 2,31 % y tiempo de fermentación 6,0 horas. Se obtuvo como resultado una acidez de 0,94% y un pH = 4,08. El análisis sensorial del producto final mostró un puntaje mayor de 7: Olor 7,22; Sabor 7,86 y Consistencia 7,82 lo que confirma la buena aceptabilidad. La composición proximal del producto final fue el siguiente: Proteína 5,33 %; Grasa 1 ,30 %; Carbohidratos 12,75 %; Humedad 80,06 % y Minerales 0,56 %.

Wendy Natalia Rojas Castro, Alejandro Chacón Villalobos y María Lourdes Pineda Castro (2004), en su investigación titulada **“Características del yogurt batido de fresa derivadas de diferentes proporciones de leche de vaca y cabra”**, determinaron las concentraciones adecuadas de la leche de vaca y cabra para elaborar yogurt batido de fresa con características sensoriales idóneas, para lo cual realizaron pruebas para evaluar los efectos de las diferentes concentraciones de leche de cabra(c) y leche de vaca(v): (0%c/100%v; 30%c/70%v;

50% c/50% v; 70% c/30% v; 100% c/0% v), donde midieron el pH, viscosidad y sinéresis durante 4 semanas a un tiempo de refrigeración de 4-5°C. Se llegó a la conclusión que hay variación significativa en el pH, aunque se hayan utilizado concentraciones diferentes, los microorganismos utilizados presentaron una actividad similar en ambos tipos de leche, en la viscosidad las muestras que contienen mayor concentración de leche de vaca poseen una viscosidad menor, en lo que respecta a sinéresis la muestra con un 100% de leche de vaca presentó una mayor sinéresis y la muestra con 100% de leche de cabra una menor. Sensorialmente se evaluó el agrado, color y textura a 105 jueces. La formulación con mayor agrado global fue la de 30% leche de cabra/70% leche de vaca.

Parra Huertas Ricardo, Barrera Rojas Luis y Rodríguez Diana (2012), en su artículo titulado **“Adición de stevia y avena en la elaboración de yogurt con mezcla de leche semidescremada de cabra y bovino”**, utilizaron leche de cabra y de bovino en una proporción 70/30, respectivamente, añadieron 3% de avena y 2% de stevia, para comparar el efecto de éstos se elaboró un yogurt el cual no contenía avena ni stevia. Finalizada la incubación se empacó y refrigeró. El estudio se realizó durante 1 mes para lo cual se realizó análisis fisicoquímico, proximal, sensorial y microscopía electrónica de barrido (SEM). Los resultados indicaron una acidez de 0,94% durante el almacenamiento para la muestra de yogurt con stevia, avena y almíbar de mango, igualmente los valores nutricionales para esa misma muestra para proteína fue 3,82%, fibra 0,14% y 10,51% de carbohidratos. La evaluación sensorial mostró aceptación favorable para los dos tratamientos; sin embargo, el yogurt con avena y stevia tuvo mayor aceptabilidad en comparación con la muestra control. Los resultados de SEM evidenciaron la presencia de cristales de stevia y avena. Se concluyó que la elaboración de yogurt con mezcla de leche de vaca y cabra presentó características aceptables de calidad.

II. MARCO TEÓRICO

1. LECHE

La Norma Técnica Peruana (**NTP 202.085:2006**), define la leche como el producto integro de la secreción mamaria normal sin adición ni sustracción alguna y que ha sido obtenido mediante uno o más ordeños higiénicos, regulares y complejos de vacas sanas y bien alimentadas sin calostro y exento de color, olor, sabor y consistencia anormales y que no ha sido sometido a procesamiento alguno.

Es un líquido de composición compleja, se puede aceptar que está formada aproximadamente por un 87.5% de sólidos o materia seca total (Ramírez, 2010).

La composición de la leche puede variar considerablemente dentro de un rango normal. La variación más frecuente es la correspondiente al contenido graso y al contenido proteico, mientras el contenido de cenizas varía muy poco (Barberis, 2002).

Los principales componentes de la leche que determinan su calidad son: la grasa, el extracto seco magro y la proteína, de lo cual las proteínas se encuentran en suspensión, la lactosa y las sales minerales en solución y la materia grasa bajo forma globular, a esto se añaden otros componentes como lecitinas, vitaminas, enzimas, etc.

1.1. Leche de cabra.

La leche de cabra, al igual que la leche de otros mamíferos, es una matriz de características fisicoquímicas muy diversas. Se ha estimado que existen más personas en el planeta que consumen leche de cabra, que las que consumen cualquier otro tipo de leche (Chacón, 2005).

La leche de cabra como sustituto de la tradicional leche de vaca ha comenzado a merecer la atención de gobiernos y entidades privadas; el interés radica en la potencialidad que tiene este producto de ser consumido por grupos que presentan intolerancia a los lácteos de origen bovino, alergias, diabetes y en la lactancia de recién nacidos (Oliszewski et al., 2002).

Las principales razas de cabras especializadas en la producción de leche son: Alpina, La Mancha, Anglo Nubia, Saanen y Toggenburg (Bidot, 2006).

1.1.1. Situación mundial.

La producción de leche a nivel mundial estimada es de 754 millones de toneladas de las cuales el 83 % es de vaca, 12,9 % de búfala, 2,37 % de cabra, 1,34 % de oveja y 0,37 camella (Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2013).

Asia es el continente con el mayor número de cabezas de caprinos (67% del total) y también con la mayor producción de leche (56,2%), e India es el principal productor de esa región. Le sigue en importancia África, con un 25,2% y un 22,2% del total respectivamente. Sin embargo, en estas dos regiones, los rendimientos promedios son significativamente inferiores a los de Europa, donde con un número de cabezas que representa el 2,6% del total mundial se genera el 18,8% del volumen total de leche caprina. Dentro de esa región, países como Francia y España muestran el mayor desarrollo en producción de quesos, tecnologías, calidad de productos y agregación de valor (Cofré, 2001).

En cuanto a la producción de leche de cabra, el principal país es India (27 %) seguido por Bangladesh (14 %) y Sudán (8 %), los tres países representan casi el 50% de la producción mundial de leche de cabra.

En función a lo antes mencionado se puede concluir que la producción mundial de leche caprina se concentra en pocos países, mayormente en Asia y África; un factor común de estos sistemas es que son extensivos, de subsistencia, familiares y ubicados en zonas desfavorables como las tropicales o áridas. Estos caprinos tienen propósitos múltiples y están bien adaptados a las condiciones locales, pero con bajo potencial genético para la producción de leche. En estos países el destino principal de la leche es el consumo humano. En estos países el destino principal de la leche es el consumo humano. Contrariamente, aunque con mucho menor número de cabezas (1,7 % de cabezas) en la Unión Europea (UE) los rendimientos por animal son

significativamente mayores, en con una producción que alcanza 1,93 millones de toneladas. Francia, España y Grecia, además de ser los principales países productores de leche dentro de la UE son a su vez los que presentan el mayor desarrollo en cuanto a la producción de quesos, tecnologías, calidad de productos y valor agregado (FAO, 2013).

Las tendencias en el mundo sobre el consumo de leche de cabra y sus derivados difiere entre países y aun entre continentes. De acuerdo con Peraza (1986), es posible observar cuatro situaciones:

- En la mayoría de los países de Asia y África la leche de cabra se consume en forma líquida en sistemas de autoconsumo familiar.
- En los países mediterráneos: Francia, España, Italia y Grecia, la mayor parte de la producción de leche caprina se destina a la elaboración de quesos.
- En países de influencia anglosajona como Canadá, Estados Unidos, Inglaterra y Australia, la leche de cabra se consume pasteurizada.
- En América Latina, se ubica un sistema mixto en vías de cambio. En Brasil que es el primer país con el mayor inventario de caprinos, la leche se consume tanto en forma líquida como transformada en quesos. En México en forma similar pero también como dulces y cajeta.

A nivel mundial, la leche de cabra (*Capra hircus*) es consumida principalmente como un producto fluido sin que medie una transformación de la misma en otros derivados lácteos, razón por la cual sus características prístinas son muy importantes a nivel nutricional. Se ha estimado que existen más personas en el planeta que consumen leche de cabra, que las que consumen cualquier otro tipo de leche (Capra, 2004).

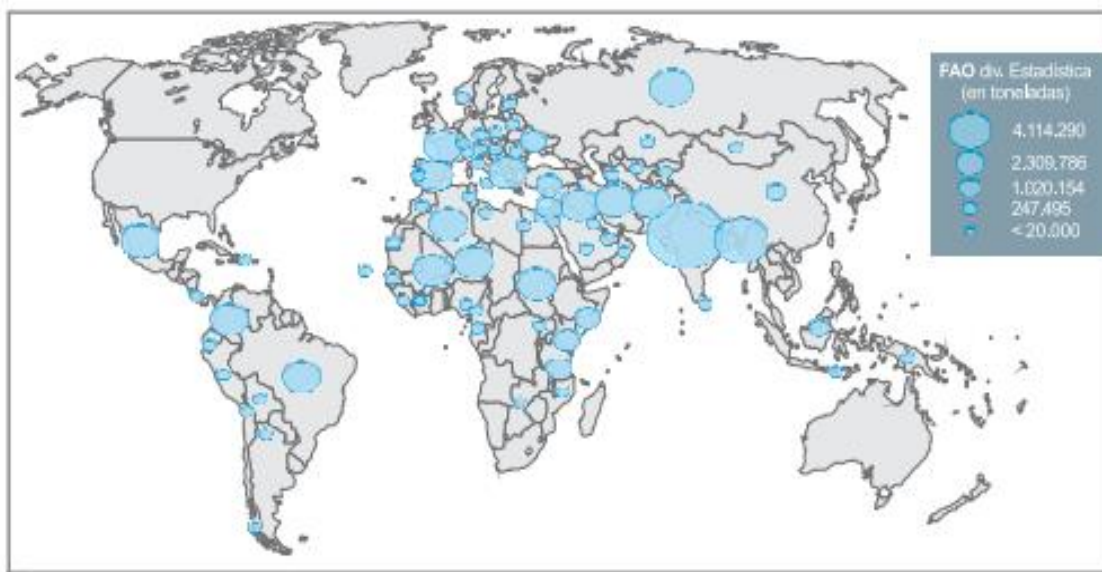


Figura 1. Producción mundial en toneladas de leche de cabra por año, hasta el año 2013. (FAO, 2013).

1.1.2. Situación actual y producción en el Perú.

Son pocos los criadores de caprinos que aplican con propiedad las reglas de la genética, obteniendo resultados realmente valiosos. En principio, muchos creen que basta cruzar las cabras criollas con un buen chivo Anglonubia, para mejorar la raza, y obtener mayor producción de leche, mayor tamaño, aumentar la fertilidad, etc. Eso solo es cierto, cuando a esa medida, precede la mejora previa de la alimentación y el manejo.

Otra idea difundida, es que la cabra criolla es un animal de baja producción y que necesariamente se debe cruzar para mejorar la producción. Son las malas condiciones de manejo, sanidad y alimentación, las que ocasionan la baja producción de las cabras criollas. Si se sometiera a las cabras de razas lecheras a las mismas condiciones, no sólo se reduciría la producción, sino que aumentaría la mortalidad y aparecerían muchos otros problemas.

Hay cabras criollas en la costa peruana, que tienen excelente conformación, tamaño y capacidad de producción. Las hay también de características indeseables, que podrían eliminarse

mediante una buena selección. Igual ocurre con las de razas puras: hay animales excelentes, regulares y malos.

En Piura y Lambayeque, así como en los valles costeros de Ancash, Lima e Ica, hay una fuerte influencia de la raza Anglonubia. Estas cabras han tenido una buena adaptación (Nolte, 2019).

En nuestro país existen más de dos millones de cabras, siendo Piura, Ayacucho, Lima y Callao los departamentos que albergan a casi la mitad de la población total de dicha especie.

La producción anual alcanza aproximadamente 10 000 TM de carne, 20 000 TM de leche y más de 600 000 pieles empleadas en curtiembre y artesanía (Vargas, 2019)

La producción de leche de cabra en el mundo aumentó un 25%, y en el Perú un 19%. Se menciona que este incremento, es resultado del fomento de la producción, así como de la investigación científica en la mejora de la calidad (García et al., 2014).

Pirisi et al., (2007) menciona que, en países en desarrollo es probable que la producción de leche de cabra sea mucho mayor a lo reportado en las estadísticas oficiales, principalmente por la gran cantidad de consumo doméstico no declarado, ya que es común que la leche de cabra sea procesada directamente por agricultores, que en su mayoría no informan de la cantidad producida o procesada.

1.1.3. Características y aspectos nutricionales.

La leche de cabra es más blanca que la de vaca, por no contener carotenos. Su olor es fuerte, como consecuencia de la absorción de compuestos aromáticos durante su manejo, generalmente inadecuado, con la presencia de machos en los lugares de ordeño, mala higiene de los establos al que queda expuesta la leche, tardanza en el filtrado y enfriamiento tras el ordeño, etc. El sabor y olor se pueden eliminar en gran parte por un tratamiento de desodorización al vacío (Boza y Sanz, 2000).

Desde el punto de vista tecnológico, la composición de la leche determina su calidad nutritiva, sus propiedades y su valor como materia prima para fabricar productos alimenticios. La leche de cabra posee los mejores valores nutricionales y terapéuticos; sólo la supera la leche materna humana con alta calidad nutricional y de sabor agradable; las propiedades terapéuticas de la leche de cabra se reconocen desde los inicios de la civilización, al mostrar poder contra los malestares gastrointestinales (Flores et al., 2009).

En niños que presentan malnutrición por mala alimentación o lactancia deficiente, la leche de cabra ha demostrado ser un sustituto superior a la leche de vaca (Gilbere y Hom, 2002; Capra, 2004).

La demanda de leche de cabra se ha incrementado debido fundamentalmente a la respuesta de consumo por el crecimiento poblacional y por especial interés en los países desarrollados hacia los productos de la leche de cabra, especialmente quesos y yogurt, porque pueden ser consumidos por grupos de personas que presentan intolerancia a los lácteos de origen bovino. Por su composición, la leche de cabra se encuentra asociada con ciertos beneficios nutrimentales en niños, así como en el desarrollo de alimentos funcionales y productos derivados con características sensoriales demandadas por consumidores. Este alimento y sus derivados, son también una opción para dinamizar las economías regionales (Vega et al., 2010). El yogur elaborado con leche de vaca se consume ampliamente en el mundo. Por otro lado, existe un deseo de alternativas a la leche de vaca debido a problemas relacionados con la intolerancia gastrointestinal y la demanda del mercado para la formulación de nuevos productos lácteos. Se informa que la leche de cabra tiene una digestibilidad más alta y propiedades alergénicas más bajas en comparación con la leche de vaca (Senaka et al., 2012).



Figura 2. Cabra de raza Saanen. Recuperado de:

https://www.google.com/search?q=cabra+saanen&rlz=1C1CHBD_esPE775PE775&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=2ahUKEwipgK_DjOjmAhVxplkKHbaPBxYQ_AUoAXoECBMQAw&biw=1366&bih=576#imgsrc=zDxb9v5jJrROHM

1.1.4. Composición nutricional.

El conocimiento de los componentes de la leche de cabra es fundamental para el desarrollo de la industria caprina, ya que finalmente de la calidad nutricional que tenga el producto, dependerán en gran medida el rendimiento, la productividad y la aceptación por parte del consumidor.

La composición de la leche de cabra es diferente a la del ganado ovino, bovino y a la leche humana, y se caracteriza por sus altos tenores de grasa y proteína, así como por su mayor digestibilidad, sin embargo, la calidad composicional de la leche no sólo depende de la especie o de la raza, sino que también puede variar por múltiples factores, entre ellos, se ve influenciada en gran medida el tipo de dieta que se le suministra , medioambiente, manejo, sistema productivo, etapa de lactancia e inclusive estado sanitario de los animales (Park, 2007).

A continuación, en la tabla 3 se puede observar la composición de la leche de diferentes especies:

Tabla 1

Composición porcentual de la leche de diferentes especies

COMPOSICIÓN	CABRA	OVEJA	HUMANA	VACA
Sólidos totales	12.97	19.30	12.50	12.01
Grasa	4.14	7.00	4.38	3.34
Lactosa	4.45	5.36	6.89	4.66
Proteínas	3.56	5.98	1.03	3.29
Caseína	3.03	4.97	0.37	2.68
Minerales	0.82	0.96	0.20	0.72

Nota. Park, (2006).

1.1.4.1. Proteínas.

Una característica importante de la leche de cabra es que su composición proteica varía mucho de una raza a otra, debido a la gran variabilidad genética que caracteriza a este animal. Si consideramos un genotipo “estándar”, la composición proteica global, así como la cantidad de proteínas es muy similar en las leches caprina y bovina. Sin embargo, y aunque la proporción caseínas/proteínas del lactosuero es también similar (80/20), las caseínas de la leche de cabra son más solubles y por tanto su absorción es mucho más fácil. Las proteínas que contiene la leche de cabra, tienen dos orígenes diferentes: unas se sintetizan en la glándula mamaria de la ubre, como es el caso de los diferentes tipos de caseínas y proteínas del suero como beta lactoglobulinas y alfa albúminas, y las que provienen de la vía sanguínea como seroalbúminas. El perfil de proteínas de la leche de cabra se asemeja más al humano del que lo hace la leche de vaca; de la misma manera la β -lactoglobulina caprina ha demostrado ser de más fácil digestión que la vacuna. Aproximadamente el 40 % de todos los pacientes sensibles a las proteínas de la leche de vaca toleran las proteínas de la leche de cabra, posiblemente debido a que la lactoalbúmina es inmuno-específica entre ambas especies (Chacón, 2005).

1.1.4.2. Grasas y ácidos grasos.

Constituye desde el 3 hasta el 6 % de la leche. La calidad de la grasa láctea caprina es un factor importante porque define la capacidad de la leche para ser procesada; y tiene un rol relevante en las cualidades nutricionales y sensoriales de los productos que de esta se obtengan (Chávez et al., 2007).

Richardson (2004), plantea que la grasa de la leche de cabra es una fuente concentrada de energía, lo que se evidencia al observar que una unidad de esta grasa tiene 2,5 veces más energía que los carbohidratos comunes. Los triglicéridos representan casi el 95 % de los lípidos totales, mientras que los fosfolípidos rondan los 30-40 mg/100 ml y el colesterol 10 mg/100 ml.

Por otra parte, tanto la leche de vaca como la de cabra, contienen cantidades muy importantes de la enzima lipoproteína-lipasa (LPL). Esta enzima juega un papel crucial en la lipólisis espontánea de la leche (hidrólisis de triglicéridos, principalmente en posición 3, para producir ácidos grasos libres). En el caso de la leche de vaca, la LPL se encuentra ligada a las moléculas de caseína, mientras que en la leche de cabra está más ligada a los glóbulos de grasa, facilitando la hidrólisis. Es por esta razón que la leche de cabra excede en cantidad a la de vaca en la mayoría de los ácidos grasos esenciales de cadena corta, media y larga, así como en las cantidades de ácidos poli y mono insaturados, lo cual es muy valioso en términos de la aceptación de la leche de cabra en la población nutricionalmente consciente, y por el hecho de que grasa de características como las descritas es de más fácil digestión (Maree, 1978). Es, sin embargo, bajo su contenido en el ácido linolénico.

La leche de cabra tiene por lo general un 35% de ácidos grasos de cadena mediana contra el 17% de la leche de vaca, de los cuales tres (caprónico, caprílico y cáprico) representan un 15% en la leche de cabra contra un 5 % en la de vaca.

1.1.4.3. *Lactosa.*

El contenido de lactosa es bajo en la leche de cabra en comparación con la leche de otras especies animales (aproximadamente de 1% a 13% menos que la de vaca y hasta 41% menos que la humana), lo cual está directamente relacionado con que esta leche presente menos problemas asociados con la intolerancia (Richardson, 2004).

La lactosa es sintetizada a partir de glucosa en la glándula mamaria con la participación activa de la proteína α -lactoalbúmina y favorece la absorción intestinal de calcio, magnesio y fósforo, y la utilización de la vitamina D. Sin embargo, la importancia de este carbohidrato radica en el mantenimiento del equilibrio osmótico entre el torrente sanguíneo y las células alveolares de la glándula mamaria durante la síntesis de la leche, razón por la cual es un componente que varía según el nivel de producción láctea y no por efecto directo del tipo de dieta suministrada.

Tabla 2

Cantidad total de oligosacáridos y lactosa en leche de cabra, vaca, oveja y humana

ORIGEN	OLIGOSACARIDOS (g/L)	LACTOSA (g/L)
Leche caprina	0.25 - 0.30	45
Leche bovina	0.03 - 0.06	46
Leche ovina	0.02 - 0.04	48
Leche humana	0.5 - 0.8	68

Nota. Martínez, (2004).

1.1.4.4. *Minerales.*

La leche es la principal fuente de calcio dietario para el ser humano, sin importar si es de cabra, vaca u otra especie. Comparativamente, la leche de cabra aporta 13% más calcio que la leche de vaca (Rodden, 2004).

El cloro representa el 14,7% de las cenizas totales de la leche de cabra, a diferencia de la de vaca en la que representa el 14,3%. Este contenido alto de cloro tiende a asociarse con las propiedades laxantes de la leche de cabra (Richardson, 2004).

La cantidad de fósforo (en forma de fosfatos) que hay en la leche de cabra no sólo ayuda nutricionalmente a las personas que tiene dietas basadas exclusivamente en raíces de plantas, frutas y vegetales verdes; si no que además contribuye junto con las proteínas a la alta capacidad buffer, la cual es mayor a la que presenta la leche de vaca (Rodden, 2004).

Tabla 3

Contenido de minerales en la leche de cabra y vaca (cantidad en 100g)

MINERALES	CABRA	VACA
Ca (mg)	134	122
P (mg)	121	119
Mg (mg)	16	12
K (mg)	181	152
Na (mg)	41	58
Cl (mg)	150	100
S (mg)	28	32
Fe (mg)	0.07	0.08
Cu (mg)	0.05	0.06
Mn (mg)	0.032	0.02

Nota. Park, (2006).

La leche de la cabra contiene selenio, el cual actúa como antioxidante (USDA, 2004). El selenio es muy importante no sólo porque suele ser deficiente en el cuerpo humano, si no por que ayuda a controlar el sistema inmunológico, así como por que actúa directamente sobre ciertos virus impidiendo su multiplicación.

El hierro es un claro ejemplo de cómo las interacciones entre componentes pueden aumentar la biodisponibilidad. La leche de cabra contiene una cantidad de hierro ligeramente superior a la de vaca, sin embargo, la biodisponibilidad de este elemento es mucho mayor en la leche de cabra.

1.1.4.5. Vitaminas.

La leche de cabra provee aproximadamente el doble de vitamina A que la leche de vaca (2.074 unidades internacionales litro contra 1.560). El alto contenido de esta vitamina a la vez explica la ausencia de carotenoides en la leche de cabra, pues todos estos se encuentran ya convertidos a vitamina A.

También es rica en colina, tiamina, ácido nicotínico y biotina, mientras que posee cantidades inferiores de ácido ascórbico, vitamina B 12 y B 6, ácido fólico, vitamina K y piridoxinas. A esto se suma el hecho de que la leche de cabra es muy rica en riboflavina, importante como un factor del crecimiento (Richardson 2004).

El contenido de vitamina E suele considerarse como bajo, el contenido de ácido fólico tiende a ser más bajo en la leche caprina (12 mg en la leche de vaca contra menos de 1 mg para la leche de cabra en base a 300 ml, y para cubrir unas necesidades diarias de 75-100 mg en los niños) (USDA, 2004).

Autores como Rodden (2004) señalan que la leche de cabra contiene alrededor de 350% más niacina que la de vaca y 25% más vitamina B6.

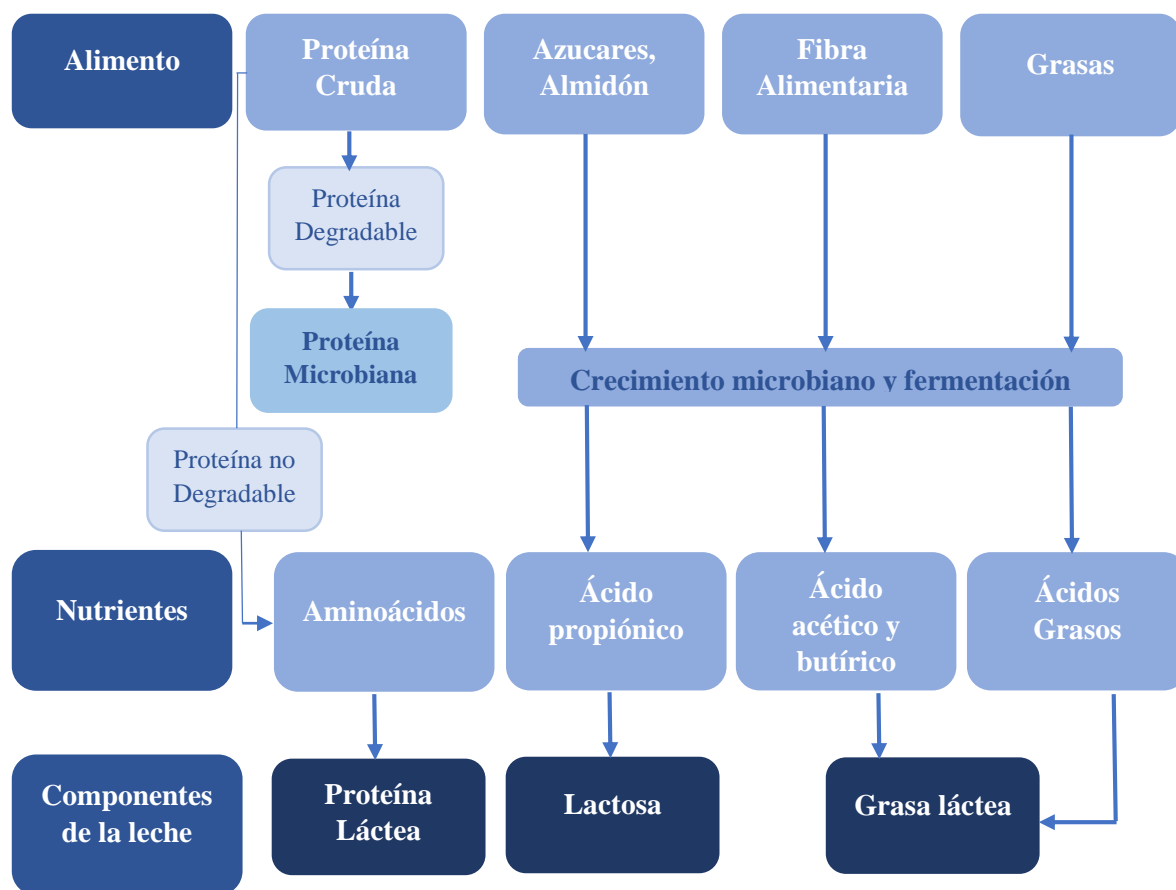


Figura 3. Síntesis de los componentes de la leche de cabra. Elaborado por la tesistas Máximo Roman y Serquén Traversso (2020).

1.1.4.6. Agua.

El agua de la leche se encuentra en dos formas: libre y ligada, esta última no interviene en los procesos enzimáticos ni en los procesos microbiológicos.

El agua libre es de gran importancia, participa de los procesos físicos, químicos y microbiológicos que tienen lugar en la elaboración de productos lácteos. Asimismo, la regulación del contenido de agua en el producto final, permite la obtención de la consistencia deseada (Garrido, 2014).

1.1.5. Propiedades físicas y organolépticas.

1.1.5.1. Densidad.

Su densidad relativa es la relación entre su masa volúmica y la del agua, dado que la masa volúmica de cualquier sustancia varía con la temperatura, es importante especificar ésta cuando se dan los resultados de densidad. La densidad varía en función de la cantidad de materia seca y de la proporción de grasa.

Según Schlimme y Buchheim (2002), la densidad de la leche de vaca medida a 20°C oscila entre 1,028 y 1,034 g/ml, mientras que la leche de cabra oscila entre 1,030 y 1,033 g/ml.

1.1.5.2. Acidez y pH.

La acidez es la suma de cuatro reacciones, donde las tres primeras forman la denominada acidez natural la cual es debido a las caseínas, ácidos orgánicos, reacciones secundarias de los fosfatos y de otros ácidos procedentes de la degradación microbiana de la lactosa.

Por norma general la acidez se expresa en grados Dornic (°D). En el momento del ordeño la acidez de la leche de cabra suele oscilar entre 14 y 16 °D.

La acidez está en función de la curva de lactación, toda vez que las caseínas, sales minerales e iones, varían en las distintas fases de la lactación. De tal manera que, en la última fase de lactación, la acidez puede oscilar entre 16-18°D, debido principalmente a la mayor riqueza de caseínas (Quiles y Hevía, 1994).

El pH representa la acidez natural de la leche, da una información precisa del estado de frescura y de éste depende fundamentalmente la estabilidad de las caseínas.

La leche de vaca es ligeramente ácida con un pH de 6,6 a 6,7; mientras que en la leche de cabra la variación es mínima, siendo su valor medio de 6,70 (Quiles y Hevía, 1994).

Según López y Barriga (2016), el pH es una medida empleada para mostrar la acidez o alcalinidad de una sustancia (concentración de iones hidrógeno) y constituye un parámetro útil para el procesado de productos lácteos. Generalmente, la leche presenta un valor ligeramente

ácido. Este autor menciona que el pH de la leche depende de la especie del animal, indicando que la leche de vaca tiene un pH de 6,65-6,71 y la leche de cabra tiene un pH de 6,50-6,80.

1.1.5.3. Conductividad eléctrica.

El paso de la corriente eléctrica a través de la leche esta disminuido, principalmente por la presencia de electrolitos minerales (cloruros, fosfatos y citratos) y, en menor medida, por los iones colodiales.

La conductividad varía con la temperatura de la leche, normalmente se suele medir a 25°C y se expresa en mhos/cm. Como valores medios la conductividad en la leche de cabra suele oscilar entre 43×10^{-4} y 139×10^{-4} mhos/cm.

La conductividad eléctrica se puede ver afectada por una serie de factores tales como el aguado de la leche, una mayor acidez o, bien, por alteraciones patológicas de la leche. En este sentido, se ha observado una correlación positiva entre el recuento de células somáticas y la conductividad (Quiles y Hevíá, 1994).

1.1.5.4. Color

Haza (1995), afirma que la leche de cabra es más blanca que la de vaca, debido a que no tiene carotenos, que amarillean en parte a la última.

1.1.5.5. Olor y sabor

El olor de la leche de cabra recién ordeñada suele ser un olor neutro, si bien algunas veces y sobre todo en la leche del final de la lactación, aparece un olor característico llamado cáprico, debido en gran parte a los ácidos grasos caproico, cáprico y caprílico, característicos de la leche de cabra.

El sabor característico de la leche de cabra se debe a los ácidos grasos libres, especialmente a los de cadena ramificada 4- metiloctanoico y 4-etiloctanoico. También contribuyen al fuerte sabor de la leche caprina las mayores concentraciones de ácidos grasos caproico, caprílico y cáprico, de 6, 8 y 10 átomos de carbono respectivamente. Además, su mayor contenido con

respecto a otras leches de cloro y minerales, le confieren un sabor ligeramente salobre (Haza, 1995).

1.1.5.6. Aspecto

Por lo general, la leche de cabra, presenta un aspecto limpio y sin grumos. Generalmente forma nata con dificultad, debido a su gran viscosidad, que impide la subida de los glóbulos de grasa de menor tamaño que los de la leche de vaca (Quiles y Hevia, 1994).

1.1.6. Factores nutricionales que afectan la composición de leche de cabra.

Según Bedoya, Rosero y Posada la composición de la leche es el resultado de varios factores extrínsecos e intrínsecos del animal, entre ellos, el factor nutricional es el de mayor impacto sobre la composición láctea; en este sentido, el consumo de materia seca, los carbohidratos estructurales y no estructurales presentes en la ración, el tamaño de partícula, el uso de aditivos, pro bióticos y suplementos energéticos, así como la interacción entre cada uno de estos elementos son los principales puntos que afectan la composición de la leche en el plano nutricional.

El contenido graso de la leche de cabra es el componente más sensible a los cambios nutricionales en la dieta de los animales; mientras que el contenido proteico, además de ser modificado por la dieta, su mayor efecto depende del componente genético; de igual forma, las concentraciones de lactosa y minerales en la leche son apenas influenciadas directamente por el tipo de dieta. Por lo tanto, el efecto de la dieta sobre la composición de la leche se ve reflejado básicamente en el componente graso, el cual es fundamental para optimizar el rendimiento del producto y mejorar la calidad organoléptica del mismo, de tal forma que se hace indispensable conocer y analizar cada uno de los componentes de la ración que influyen sobre la interacción alimento-composición láctea.

La lactosa también decrece significativamente variando de un contenido total de 4,46 - 4,30% en las primeras semanas hasta 3,96% al final de la lactancia. El nitrógeno no proteico suele mantenerse invariable a lo largo de período anual.

En el caso del sabor y el aroma, los mejores niveles sensoriales se obtienen para las etapas intermedias de la lactancia.

Aunque parezca asombroso, la composición nutricional de la leche de cabra puede variar en un mismo día. Aún antes de los procesos que provocan la coagulación y la fermentación industrial, los métodos de procesamiento previos como la pasteurización y en enfriamiento pueden provocar cambios profundos en la composición de la leche.

1.1.7. Calidad de la leche de cabra.

1.1.7.1. Calidad fisicoquímica.

Según Ramírez (2016), la leche que excede los límites permisibles de metales y toxinas naturales no debe ser destinada para la elaboración de productos lácteos para el consumo humano. La leche debe estar libre de materia extraña que afecte la inocuidad del producto. El equipo usado en la obtención y proceso de leche y productos lácteos, debe estar diseñado de tal forma que prevenga la contaminación física del producto. Es recomendable usar filtros para la detección de materia extraña que pueda contaminar la leche. El producto contaminado con materia extraña debe ser aislado.

La leche que tenga residuos de antibióticos y otros químicos de uso veterinario y que excedan los límites especificados por las normas sanitarias debe ser excluida. Es importante evitar el riesgo de contaminación cruzada con otros químicos (refrigerantes, lubricantes, entre otros) o con aquellos usados para la limpieza y sanitización del equipo.

El manejo adecuado de productos contaminados debe ser de tal forma que no puedan contaminar o reintroducirse a la cadena productora. La composición de la leche determina su

calidad nutritiva, sus propiedades y su valor como materia prima para fabricar productos alimenticios. A esta composición se le denomina calidad de la leche.

1.1.7.2. Calidad microbiológica

Según Ramírez (2016), la calidad microbiológica de la leche debe ser de acuerdo a lo establecido por las normas sanitarias para la producción de alimentos para consumo humano, y cumplir con los estándares de calidad. Para evitar cualquier riesgo de contaminación ambiental de la leche se debe tomar en consideración el control de los alrededores de la granja y el buen manejo para evitar cualquier contaminación ambiental.

Una forma rápida y eficiente de medir la salud de la ubre es la cantidad de recuento de células somáticas (RCS) en leche. Sin embargo, la secreción de leche en cabras es apocrina, mientras que en vacas es merocrina, lo cual explica por qué la leche de cabra puede tener un alto RCS, especialmente al final de la lactancia o en las últimas porciones de leche al escurrir la ubre, sin que esto tenga alguna relación con mastitis.

2. TUNA

2.1. Generalidades.

Esta planta es originaria de México y de Perú donde es conocida y usada desde tiempos prehispánicos y desde allí se han distribuido en varios países del mundo. El fruto es ovalado con un pericarpio grueso, la pulpa es jugosa y dulce, y contiene numerosas semillas. (Fernández y Almela, 2001).

La tuna (*Opuntia ficus-indica*) es una especie perteneciente a la familia de las Cactáceas, que se desarrolla principalmente en las regiones áridas y semiáridas del continente americano. Es originaria del Golfo de México y el Caribe, desde donde emigró a América del Norte y América del Sur.

La tuna es una fruta carnosa (67 a 216 g de peso total) que varía en forma, tamaño y color dependiendo de la variedad, y tiene la característica de poseer una gran cantidad de semillas, un alto contenido de carbohidratos y una baja acidez, lo que le proporciona un sabor dulce y agradable (Piga, 2004).

Tineo (2004) menciona que la tuna es un fruto que puede crecer en terrenos donde otros cultivos se ven limitados por falta de agua, considerada como una planta rústica capaz de cultivarse en terreno de zonas marginales al observar la planta creciendo incluso sobre rocas.

Se adapta bien a suelos con diversas texturas y composiciones, pero se desarrolla mejor en suelos arenosos, calcáreos, con al menos 30 cm de profundidad, bien drenados, pH 6,5- 8,5 Y pedregosos (Ríos y Quintana, 2004).

Según Ponce y Vela (2010): “El fruto de tuna (*Opuntia Ficus – Indica*) es una baya ovoide, cilíndrica, de diversos colores, umbilicada en el extremo superior (cicatriz floral), pericarpio correoso, con numerosos colchones de ahuates distribuidos en trebolillo, semillas de color variable.”



Figura 4. Tuna (*Opuntia Ficus – Indica*). Recuperado de:

https://www.google.com/search?q=tuna+morada&rlz=1C1CHBD_esPE775PE775&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=2ahUKEwi22_rSuejmAhWhwVkkHaUVDAcQ_AUoAXoECBAQAw&biw=1366&bih=625#imgsrc=oAPIjjHtXO0ujM.

2.2. Descripción botánica.

La *Opuntia ficus – indica* o “tuna” es sin duda el cactus más conocido, son plantas arbustivas arborescentes, de 1,70 m – 3,0 m de altura, con tallo primario lignificado, bien definido, castaño oscuro, verde o gris, cladodios usualmente elípticos, circulares, oblongos o romboidales con espinas, hasta 10 flores por cladodio, fruto esférico, cilíndrico o elíptico, amarillo o rojo, pulposa, jugosa y dulce, semillas duras, lenticulares, de 200 a 300 por fruto (Rosillo, 2016).

2.2.1. Raíces.

Por su origen, las raíces, derivan de la radícula, aunque en ocasiones puede estimularse el desarrollo de raíz a partir de tallo. Por su forma, son raíces típicas o pivotantes con ejes primarios que sirven para fijar a la planta. Generalmente son gruesas, pero no suculentas; de tamaño y ancho variables; en general, su tamaño es proporcional al tamaño del tallo o de la parte aérea (Álvarez, 2007).

Por su duración, es perenne o permanente. Otras características de la raíz es la ausencia de pelos absorbentes mientras el medio edáfico (suelo) se encuentre con escasa humedad. En cambio, cuando existe agua disponible, se estimula el desarrollo y la velocidad de absorción de agua y nutrientes se torna sorprendentemente alta (Álvarez, 2007).

El nopal o tuna posee un sistema radical superficial y carnoso, que se distribuye horizontalmente. La distribución de la raíz depende del tipo de suelo y del manejo del cultivo (Snyman, 2005).

2.2.2. Tallos y ramas.

El tallo y las ramas están constituidos por pencas o cladodios ovoides y aplanados, unidos unos a otros y alcanzan hasta 5 m de altura y 4 m de diámetro. Las pencas, poseen una cutícula gruesa de color verde y cumple funciones fotosintéticas y de almacenamiento de agua en los tejidos (Álvarez, 2007).

Según la Gerencia Regional Agraria La Libertad (2009), en el Perú las variedades más usuales desarrollan portes de aproximadamente 1,5 a 2,00 m de altura. El tallo, a diferencia de otras especies de cactáceas, está conformado por un tronco y ramas aplanadas que posee cutícula gruesa de color verde de función fotosintética y de almacenamiento de agua en los tejidos.

2.2.3. Hojas.

Las hojas son pequeñas de menos de 10 mm, de forma cónica, ápice agudo y se ubican en cada una de las aréolas de los botones tanto vegetativos como florales (Álvarez, 2007).

2.2.4. Flores.

Las flores son solitarias, localizadas en la parte superior de la penca, de 6 a 7 cm de longitud. En cada axila produce por lo general una flor, aunque no en una misma época de floración, unas pueden brotar el primer año, otras el segundo y tercero. Las flores se abren a los 35 a 45 días de su brotación. Sus pétalos son de colores vivos: amarillo, anaranjado, rojo, rosa. Los sépalos son de color amarillo claro a rojizo o blanco (Álvarez, 2007).

2.2.5. Fruto

El fruto es una falsa baya con ovario ínfero simple y carnoso. La forma y tamaño de los frutos es variable. Ochoa (2003) describe en detalle los tipos de frutos; los hay ovoides, redondos, elípticos y oblongos, con los extremos aplanados, cóncavos o convexos. Los colores son diversos: hay frutos rojos, anaranjados, púrpuras, amarillos y verdes, con pulpas también de los mismos colores. La epidermis de los frutos es similar a la del cladodio, incluso con aréolas y abundantes gloquidios y espinas, que, a diferencia del cladodio, persisten aún después de la sobre madurez del fruto.

La cáscara de los frutos difiere mucho en grosor, siendo también variable la cantidad de pulpa. Esta última presenta numerosas semillas, que se consumen junto con la pulpa. Hay frutos que presentan semillas abortadas, lo que aumenta la proporción de pulpa comestible. Debido a que

existen preferencias en algunos mercados por frutos con pocas semillas o sin semillas, el mejoramiento genético está orientado hacia la búsqueda y multiplicación de variedades que presenten esta característica (Mondragón, 2004).

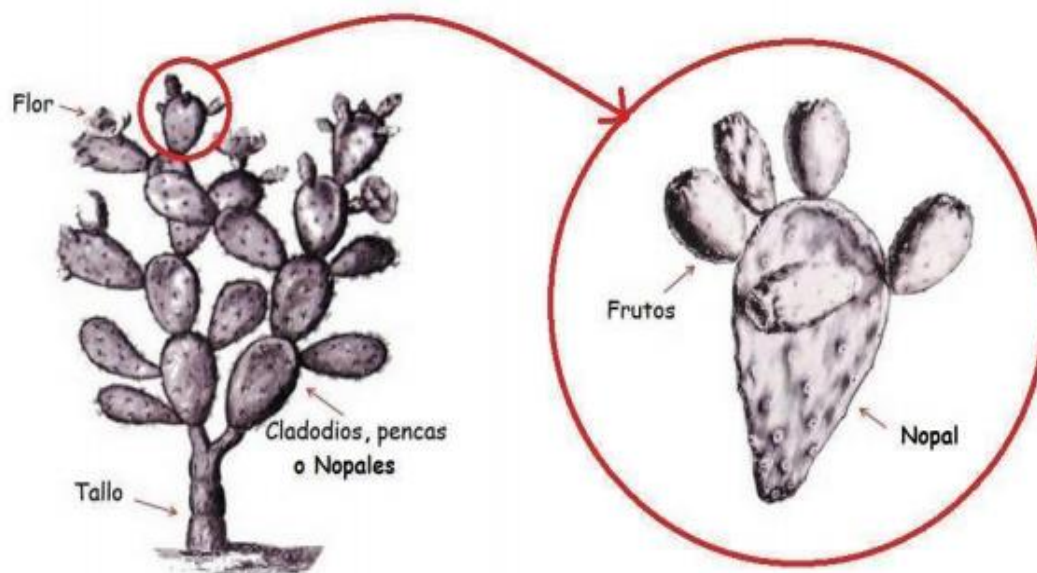


Figura 5. Partes de la planta de la tuna. Recuperado de: https://www.google.com/search?q=partes+de+la+planta+tuna&rlz=1C1CHBD_esPE775PE775&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ved=2ahUKEwiHvsmzu-jmAhXDuFkKHb7JCCUQ_AUoAXoECA0QAw&biw=1366&bih=625#imgsrc=IqNCWkWWsBpt1M.

2.3. Taxonomía.

De acuerdo al sistema de clasificación botánica se ubica en la siguiente categoría taxonómica (Mostacero, Mejía, y Gamarra, 2002).

REINO: Plantae

DIVISION: Magnoliophyta

SUBREINO: Tracheobionta

CLASE: Magnoliopsida

SUBCLASE: Caryophyllidae

ORDEN: Caryophyllales

FAMILIA: Cactaceae

GÉNERO: Opuntia

ESPECIE: Opuntia ficus-indica

2.4. Características

Matos y Aguilar (2010), en cuanto a caracterización fisicoquímica en el cuadro se muestra los resultados obtenidos de la caracterización físico química de la pulpa de tuna.

Tabla 4.

Caracterización fisicoquímica de la pulpa de tuna

CARACTERÍSTICA	CONTENIDO
Humedad (%)	79,40
°Brix	13
Ph	6,33
Densidad (g/ml)	1,05
Acidez total (ácido cítrico)	0,06

Nota. Matos y Aguilar (2010).

2.5. Composición y valor nutricional.

La composición química de la tuna consiste de 85 % de agua, 14 % de azúcares y de 1 % de proteína. En la pulpa los compuestos bioactivos encontrados en mayor cantidad son la vitamina C, vitamina E y polifenoles; algunos aminoácidos que se presentan en la pulpa son la prolina, la glutamina y en mayor cantidad la taurina. Además, tiene altas cantidades de minerales como calcio y magnesio. Cuando la fruta es pelada, la gran cantidad de fibra insoluble la proveen las semillas (Flores et al., 2004).

Dichos estudios reportan que el 15% de la actividad antioxidante total de la tuna es responsabilidad de la vitamina C y el resto de la actividad antioxidante es debido a los compuestos polifenólicos, flavonoides y a las betalaínas (Galati et al., 2003).

Recientemente, se han propuesto a estos pigmentos como una alternativa para sustituir los colorantes sintéticos en industrias como la alimentaria, cosmética y farmacéutica. Algunos estudios han evaluado la biodisponibilidad en humanos de los pigmentos betalaínas de las tunas púrpuras. Se ha observado que las betalaínas están involucradas en la protección antioxidante de las células (Butera et al., 2002).

Las pencas son ricas y contienen además sales minerales (calcio, fosforo, hierro) y vitaminas sobre todo la vitamina C.

Tabla 5

Composición de la tuna

CARACTERÍSTICA	CONTENIDO
Humedad	85 – 90 %
Cenizas	0.25 – 0.44 %
Proteína	0.75 – 5.41 %
Grasa bruta	0.12 – 0.25 %
Carbohidratos	19 %
Fibra cruda	0.02 %

Nota. Gerencia Regional Agraria La Libertad (2009).

2.6. Beneficios.

Saénz, (2006); las propiedades funcionales de la tuna es que tiene compuestos funcionales beneficiosos para la salud, posee un valor nutritivo alto, rica en calcio, potasio y fosforo, aporta vitaminas C y complejo B que tiene propiedades antioxidantes. La fibra dietética es uno de los componentes más estudiados desde el punto de vista de la nutrición y la relación que existe entre la fibra la salud, por ejemplo, para el control del colesterol y prevención de algunas enfermedades como diabetes y prevención de enfermedades al colon.

2.7. Derivados y usos.

Según Sánchez, Sumarriva y Naupari (2010), la tuna tiene muchísimos usos, utilizándose la totalidad de la planta en alimentación y en la industria; además la fruta tiene una buena aceptación en el mercado nacional e internacional, mostrando alto contenido de minerales y algunas vitaminas, entre sus usos podemos enumerar:

- En la alimentación humana: brotes internos, fruta de mesa, colorantes de alimentos, para la industria alimentaria en néctares, jaleas, mermeladas, almíbares, mieles, etc.
- En química industrial: caucho sintético, mucílagos, adherentes, anticorrosivos, gomas y otros.
- En aspectos pecuarios: en apicultura, semillas molidas (por su alto contenido de aceites), forraje proveniente de las pencas y frutos, y como sustento de la cochinilla.
- En protección de parcelas: en la conformación de setos vivos.
- En conservación de suelos: en formación, mejoramiento y protección de suelos.

2.8. Variedades.

Las variedades de tunas existentes se diferencian por la coloración del fruto de tuna y por la presencia o ausencia de espinas esto es muy variable a continuación se describe:

2.8.1. Por la coloración del fruto.

- Blanca: Dulce, cristalina jugosa, con espinas.
- Amarilla: Muy dulce, muchas semillas, con espinas
- Colorada: Grande, delicada, arenosa, con espinas.

2.8.2. Por la presencia de espinas.

- Espinosas.
- Semi- espinosas.
- Sin espinas

3. YOGURT

La Norma Técnica Peruana (NTP 202.092, 2014), define el yogurt como el producto obtenido por fermentación láctica, mediante la acción de *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus* y *Streptococcus thermophilus*, a partir de leche pasteurizada y/o productos obtenidos de la leche con o sin modificaciones en su composición, pasteurizados; pudiendo o no agregarse otros cultivos de bacterias adecuadas productoras de ácido láctico, además de los cultivos esenciales. Estos cultivos de microorganismos serán viables, activos y abundantes en el producto, hasta la fecha de duración mínima.

3.1. Clasificación.

Según Alcazar (2002), el yogurt puede ser clasificado en:

3.1.1. Por el método de elaboración.

3.1.1.1. Yogurt batido.

Es un producto de consistencia suave y espesa y suficientemente viscosa, se caracteriza por su contenido en sólidos, que es mayor que el yogur bebible (12-14 % de sólidos totales), en los yogures batidos se lleva a cabo una etapa particular que da el nombre al producto, el batido de la cuajada, que es lo que confiere al producto una untuosidad.

3.1.1.2. Yogurt bebible.

Es una bebida fluida en el que la leche pasteurizada presenta un contenido de sólidos totales entre el 8 a 9%, por tanto, la coagulación se da en la leche.

3.1.1.3. Yogurt aflanado.

Es el yogurt de apariencia de flan que posee una consistencia firme y gelificada. Es el producto en el que la leche pasteurizada se envasa inmediatamente después de la inoculación del cultivo lácteo, produciendo la coagulación en el envase.

3.1.2. *Por el sabor.*

3.1.2.1. *Yogurt natural.*

Es aquel que no tiene adición de azúcar, fruta, saborizantes y colorantes, permitiéndose solo la adición de estabilizantes y conservadores.

3.1.2.2. *Yogurt saborizado o aromatizado.*

Es aquel que tiene saborizantes naturales y/o artificiales y otros aditivos permitidos por la autoridad sanitaria.

3.1.2.3. *Yogurt frutado.*

Es aquel que tiene el agregado de frutas jarabeada, ya sea en trozos o en forma de pulpa y/o zumo.

3.1.3. *Por el contenido de grasa.*

3.1.3.1. *Yogurt entero.*

El contenido de grasa es igual o más del 3%.

3.1.3.2. *Yogurt demidescremado.*

El contenido de grasa se encuentra entre 1 y 2,9 %.

3.1.3.3. *Yogurt descremado.*

El contenido de grasa es menor a 1%.

3.2. Mecanismos bioquímicos que ocurren en el proceso de elaboración.

La conversión de leche en yogurt se acompaña de una intensa actividad metabólica de los organismos fermentadores ST y LB. El yogurt es un producto único que suministra al consumidor los nutrientes vitales de la leche, así como productos metabólicos de fermentación y abundantes cantidades de cultivos de yogurt vivo y activo. Como resultado del crecimiento del cultivo, se observa la transformación de atributos químicos, físicos, microbiológicos, sensoriales, nutricionales y fisiológicos en medio lácteo básico. Los cambios durante la fermentación son profundos y muchos son relevantes para los atributos de salud del yogurt (Chandan y Kilara, 2013).

3.2.1. Carbohidratos.

El contenido de lactosa de la mezcla de yogurt es generalmente alrededor del 6%. Durante la fermentación, la lactosa es la principal fuente de carbono, dando como resultado una reducción de aproximadamente el 30 %.

La fermentación reduce el contenido de lactosa, pero el proceso no se desarrolla hasta que se agotan los azúcares, porque el pH sería excesivamente bajo y el producto demasiado ácido. Cuando el contenido en ácido láctico alcanza, por ejemplo, el 0,9 %, la fermentación se detiene por refrigeración. En ese momento se ha hidrolizado aproximadamente el 20 % de lactosa de la leche, cuando se fermentan tanto la glucosa como la galactosa. En el caso concreto del yogurt, se fermenta aproximadamente el doble de la cantidad de lactosa, ya que las bacterias del yogurt no descomponen la galactosa. La cantidad de ácido láctico presente en el yogurt es de 0.7% - 0.9% p/p (80 – 100 mM).

3.2.2. Proteínas.

Se ha observado la agregación de proteínas de suero en el yogurt que contribuye a la consistencia del yogurt durante el almacenamiento. La hidrólisis de las proteínas de la leche se mide fácilmente mediante la liberación de grupos $-NH_2$ durante la fermentación. LB muestra una actividad proteolítica apreciable en la leche. La proteólisis continúa durante la vida útil del yogurt, duplicando el grupo amino libre de nuevo en 21 días de almacenamiento a 7 ° C. Los principales aminoácidos liberados son la prolina y la glicina. Los aminoácidos esenciales liberados aumentan de 3,8 a 3,9 veces durante el almacenamiento del yogurt, lo que indica que varias enzimas proteolíticas y peptidasas permanecen activas durante toda la vida útil del yogurt (Mori, 2017).

3.2.3. Vitaminas.

Generalmente, las bacterias lácticas necesitan para su desarrollo vitaminas del grupo B y son capaces de producir otras vitaminas. Por lo tanto, las características del cultivo determinan las diferencias del contenido vitamínico de la leche fermentada con respecto a la original. El contenido de vitaminas de las leches fermentadas, depende también de las condiciones de almacenamiento y, especialmente, del pre tratamiento que recibe la leche. La composición puede modificarse en diversas etapas del proceso, como el descremado y también por adición de leche en polvo desnatada, pulpa de frutas (Jimenez y Rojas, 2015).

Tabla 6

Contenido de nutrientes

NUTRIENTES	YOGURT DESCREMADO	YOGURT ENTERO
Calorías (Cal/L)	400	690
Agua (%)	90.6	87.6
Grasa (%)	1.1	4.5
Proteína (%)	3.7	3.7
Glúcidos (%)	3.9	3.5
Minerales (%)	0.7	0.7

Nota. Vayas (2002).

3.3. Beneficios nutricionales.

El yogur de leche de cabra representa un producto superior al yogur de leche de vaca, debido a que las características más resaltantes de la leche de cabra son menos alergénicas y poseen mayor digestibilidad que la leche de vaca (García et al., 2014).

Respecto al carácter hipoalergénico de la leche de cabra, se dice que a pesar de que no hay datos exactos de las alergias a las proteínas de la leche de vaca, ya sea por la variedad de

proteínas o por la dificultad de realización de métodos de diagnóstico diferencial, el bajo contenido de caseína α -s-1 en la leche de cabra puede ser la razón de su baja alergenicidad.

En la producción de yogurt de leche de cabra, los beneficios de la leche de cabra pueden ser potenciados por la adición de bacterias ácido lácticas que actúan como probióticos, cuyos beneficios en pro de la salud están bien documentados, como puede ser la mejora del sistema inmune, reducción de la intolerancia a la lactosa, la reducción del nivel de colesterol y posibles propiedades anticancerígenas (Senaka et al., 2012).

El yogurt elaborado con leche de cabra es de los alimentos procesados con mayor propiedad nutritiva para reforzar el arma invisible que determinan las bacterias benéficas de dicho tracto, con el fin de restaurar el equilibrio microbiológico. Entre los probióticos está el *Lactobacillus acidophilus*, bacteria ácido-láctica muy necesaria en el tracto; produce enzimas como la proteasa, la lipasa y la lactasa que respectivamente digieren las proteínas, las grasas y la lactosa (Farnsworth et al., 2003).

El yogurt preparado con la leche de cabras alimentadas por pastoreo es más rico en sólidos y tiene una viscosidad mayor en comparación con el yogurt de leche de vaca o el de cabras alimentadas en espacios cerrados. Debido a la poca información disponible en este tópico y a las contradicciones encontradas con respecto a la consistencia del yogurt de leche de cabra (Merin, 2000).

El consumo del yogurt intensifica la retención de fósforo, calcio y hierro, en comparación con la leche; también cabe destacar su participación en la disminución de problemas alérgicos. La ingesta diaria de yogurt puede mejorar la calidad de vida y el sistema inmune de pacientes afectados de cáncer (sobre todo de colon), osteoporosis, patología cardiovascular, anorexia, alcoholismo e infecciones (Mejía, 2006).

3.4. Características sensoriales.

Según Hernández *et al*, (2003), indica que las características sensoriales del yogurt son las siguientes:

3.4.1. Sabor.

El yogur tendrá el sabor característico para cada forma de presentación y estará libre de sabor excesivamente ácido por sobre maduración, sabor amargo o cualquier sabor extraño.

3.4.2. Olor.

El producto deberá tener el olor característico para cada forma de presentación y estará libre de cualquier olor extraño.

3.4.3. Color.

El yogur natural deberá tener color blanco o ligeramente amarillento; los otros productos deberán tener el color característico para cada forma de presentación.

3.4.4. Aspecto.

El yogur en cualquiera de sus formas de presentación, deberá tener aspecto de coágulo uniforme, libre de grumos y/o burbujas y estará libre de suero separado. El producto con fruta deberá tener aspecto característico con la fruta uniformemente distribuida.

3.5. Características fisicoquímicas.

3.5.1. Acidez.

La acidez es producida por el crecimiento de las bacterias ácido lácticas transformando la lactosa en ácido láctico, acético y propiónico; ácidos grasos y acetona provenientes de la utilización de las grasas. El metabolismo de las proteínas produce indicadores de putrefacción como indol, estos metabolitos llegan a desestabilizar la leche por aumento de la acidez, fruto de la proliferación bacteriana (Cotrino y Gaviria, 2006).

En la siguiente tabla se muestra los requisitos fisicoquímicos que todo yogurt debe cumplir:

Tabla 7

Características fisicoquímicas del yogurt

REQUISITOS	YOGURT ENTERO
Materia grasa de leche, % (m/m)	Mínimo 3,0
Sólidos totales no grasos de la leche % (m/m)	Mínimo 8,2
Acidez en gramos de ácido láctico % (m/m)	0,6-1,5

Nota. NTP 202.092.2014.

3.6. Cultivos bacterianos usados en la elaboración.

Las bacterias más usadas son *Streptococcus thermophilus* y *Lactobacillus bulgaricus*, las cuales producen ácido láctico y un descenso del pH, resultado de un mayor tiempo de conservación de la leche y un medio inadecuado para el desarrollo de bacterias patógenas, es requisito indispensable aplicar la cantidad adecuada de cultivo, ya que, al usar una mayor cantidad de cultivo, el tiempo que la leche mantiene la baja acidez es menor, lo que causa un deterioro del producto.

3.6.1. *Streptococcus thermophilus*.

Hidroliza la lactosa y asimila la glucosa, pero no la galactosa; también asimila la sacarosa y fructosa, es un microorganismo termófilo 35-45°C, termodúrico (resistente a pasteurización), y puede crecer en un medio salino con más del 2.4% de sal.

3.6.2. *Lactobacillus bulgaricus*.

Es termófilo, no se desarrolla a menos de 15°C, pero crece muy bien a 45°C. Normalmente no es termo resistente, y puede no resistir la pasteurización, no se desarrolla en medios salinos con

más del 2% de sal. Estos cultivos pueden adquirirse en el mercado en forma líquida, liofilizada y congelada. Los cultivos congelados pueden guardarse un año en congelación (-4 a 0°C).

4. EVALUACION SENSORIAL

La evaluación sensorial de alimentos, hace referencia principalmente a si existen o no diferencia entre dos o más muestras o productos (pruebas discriminativas), se trata de describir y medir las diferencias que se pueden presentar (pruebas descriptivas) y por último se pretende conocer el grado de preferencia, de gusto o disgusto y de satisfacción que puede presentar un panelista por un producto determinado (Hernández, 2005).

Según Sancho et al. (1999), caracteriza al análisis sensorial como: La valoración sensorial es una función que la persona realiza desde la infancia, y que la lleva, consciente o inconscientemente, a aceptar o rechazar los alimentos de acuerdo con las sensaciones experimentadas al observarlos o ingerirlos, sin embargo, las sensaciones que motivan este rechazo o aceptación depende de la persona, y el entorno que lo rodea.

El análisis sensorial es una disciplina muy útil para conocer las propiedades organolépticas de los alimentos, se realiza con los sentidos y desde el momento que se prueba algún producto se reconoce las características del mismo y a su vez se puede emitir algún criterio acerca de este, por ejemplo, si le gusta o le disgusta (Bautista, 2013).

El sistema sensitivo del ser humano es una herramienta muy útil para el control de calidad de los productos de diversas industrias. En la industria alimentaria la vista, el olfato, el gusto y el oído son elementos idóneos para determinar el color, aroma, gusto, sabor y textura, ya que aportan al buen aspecto y calidad del alimento, características propias con las que los podemos identificar (Bautista, 2013).

CAPÍTULO II

METODOLOGÍA

2.1. Lugar de ejecución.

La presente investigación se realizó en los laboratorios de la Facultad de Ingeniería Química e Industrias Alimentarias de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, en el departamento de Lambayeque. El trabajo se realizó durante los meses de abril a noviembre del 2019, los cuales fueron distribuidos en la elaboración de yogurt, los análisis físicos químicos, microbiológicos y organolépticos, recolección de datos y análisis estadístico.

2.2. Tipo de investigación

2.2.1. De acuerdo al fin que persigue.

Aplicada

2.2.2. De acuerdo al diseño de investigación.

Experimental

2.3. Población y muestra

2.3.1. Población.

Leche de vaca (*Bos taurus*) y cabra (*Capra hircus*), proveniente del mercado modelo de Lambayeque y del establo “Cleopatra” de Mórrope, respectivamente.

2.3.2. Muestra.

Constituida por 6 litros de mezcla de la leche de vaca y de cabra.

2.4. Variables de estudio

2.4.1. Variable dependiente.

- Características fisicoquímicas
- Características microbiológicas
- Características sensoriales
- Nutrientes

2.4.2. *Variable independiente.*

Concentración de leche de cabra

2.5. Materia prima e insumos.

- Leche de cabra procedente del establo “Cleopatra”, carretera a Mórrope.
- Leche de vaca fresca, obtenida del mercado de Lambayeque
- Tuna, obtenida del mercado de Lambayeque
- Cultivo láctico probiótico, marca Lyofast
- Azúcar blanca refinada Cartavio

2.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

2.6.1. *Materiales.*

- Ollas de acero inoxidable, Record, 5 l.
- Jarras plásticas, marca Rey, 1 l.
- Cuchillos de acero inoxidable, marca Tramontina
- Cucharas de acero inoxidable, marca Facusa
- Tela tocuyo 1 m.
- Envases PET para envasar el yogurt de 1 l.
- Vasos de precipitación, marca pyrex de 50 y 100 ml.
- Matraces, marca pyrex, 50 ml.
- Balón, marca pyrex, 250 ml
- Balón Kjendahl, marca pyrex
- Probeta graduada, marca giardino, 100 ml
- Matraz de Erlenmeyer, marca pyrex, 125 ml
- Tubos de ensayo de vidrio, marca pyrex, 10 ml
- Pinzas de metal, marca humbolot
- Crisoles de porcelana, 25 ml

- Papel filtro, 10cm²
- Cápsulas de porcelana, marca premiere, 50 ml
- Vasos de precipitación, marca kimax, 500 ml
- Picnómetro, marca giardino, 50ml
- Pipetas graduadas de 10 y 25 ml
- Gradillas para tubos de ensayo
- Placas Petri
- Bureta, marca brand, 25 ml
- Cintas de pH, marca civeq, 0 - 14

2.6.2. Equipos.

- Balanza analítica electrónica Ohaus Modelo Ap 2103 serial # 113032314, sensibilidad 0.0001 gr. EE. UU
- Estufa, marca Memmert electric tipo IR-202
- Mufla, marca Thermo
- Cocina semi industrial
- Refrigeradora, marca Samsung, con rango de T° 0-10°C
- Licuadora, marca Oster, capacidad de 1L, 220 voltios
- Equipo de titulación
- Equipo kjendahl
- Centrifuga Gerber
- Extractor tipo Soxhlet de capacidad de balón de 250 ml
- Termómetro, marca Eurolab, - 10°C a 50°C
- Lactodensímetro, T° 15°C
- Brixómetro, marca atago, 0.0 a 53.0%, ±0.2 %
- Cronómetro, marca CkeyiN

- Potenciómetro digital, marca HANNA, rango 0 a 14
- Incubadora

2.6.3. Reactivos.

- Indicador fenolftaleína al 1%
- Agua destilada
- Hidróxido de sodio 0.1N
- Alcohol etílico al 95%
- Éter de petróleo
- Ácido sulfúrico diluido: se mezcla cuidadosamente 1 volumen de ácido sulfúrico 98 % con 3 volúmenes de agua destilada.

2.7. Método de análisis.

Los métodos de análisis que se emplearon en el desarrollo del trabajo fueron:

2.7.1. Caracterización de la leche fresca.

2.7.1.1. Análisis fisicoquímico.

- Acidez. Método volumétrico, método 202.009. (AOAC, 2000).
- pH. Basado en el método del potenciómetro, método 11.032 (AOAC, 2000).
- Densidad. Método del lactodensímetro, método 925.22 (AOAC, 2000).
- Prueba del alcohol. NTP 202.030

2.7.2. Caracterización de los tratamientos.

2.7.2.1. Análisis fisicoquímico.

- pH. Basado en el método del potenciómetro. método 11.032 (AOAC, 1993).
- Acidez titulable. Método 15.004 (AOAC, 1993)
- Densidad. método del lactodensímetro, método 925.22 (AOAC, 1993).
- Grasa. Mediante el método de Gerber, NTP 202.028.

- Proteína. Se determinó por el método semimicro Kjeldahl, usándose el factor 6,38 (AOAC, 1993)

2.7.2.2. Análisis microbiológico

Se tomó como referencia a la NTP 202.092.2014: Leche y Productos Lácteos. Leches fermentadas. Yogurt. Requisitos.

- Coliformes. AOAC 989 – 10. ISO 4832. Método horizontal para la enumeración de coliformes. Técnica de recuento de colonias.
- Mohos. FIL - IDF 94B:1990. ISO 21527-1. Método horizontal para el recuento de levaduras y mohos.
- Levaduras. FIL - IDF 94B:1990. ISO 21527-1. Método horizontal para el recuento de levaduras y mohos.

2.7.3. Análisis sensorial.

La evaluación sensorial se aplicó a un panel semi entrenado de 30 personas de ambos sexos, estudiantes y docentes de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, Facultad de Ingeniería Química e Industrias Alimentarias, de la Escuela profesional de Ingeniería en Industrias Alimentarias los cuales tenían conocimiento en análisis sensorial.

Se les proporcionó las tres formulaciones en estudio, en vasos de 5 ml cada uno con su respectiva identificación y un vaso aparte de agua. Luego se les hizo entrega de la encuesta y se explicó brevemente el proceso, en la encuesta se evaluaron las características organolépticas (color, olor, sabor y textura), haciendo uso de la escala hedónica de 5 puntos (me gusta mucho – me disgusta mucho), la cual permitió manifestar a los panelistas el grado de aceptación por cada formulación.

El objetivo del análisis sensorial es evaluar el nivel de aceptabilidad del producto final y elegir la formulación con mayor aceptabilidad respecto a los atributos antes mencionados.

Tabla 8

Escala hedónica

Descripción	Puntuación
Me gusta mucho	5
Me gusta ligeramente	4
Ni me gusta ni me disgusta	3
Me disgusta ligeramente	2
Me disgusta mucho	1

Nota. Elaborado por la tesis de Máximo Roman y Serquén Traversso (2020).

2.8. Metodología experimental

2.8.1. Diseño y formulación del yogurt de tuna con sustitución parcial de leche de cabra.

Tabla 9

Formulaciones empleadas para la elaboración de yogurt

MATERIA PRIMA E	T1 (%)	T2 (%)	T3 (%)
INSUMOS			
Leche de cabra	30	50	70
Leche de vaca	70	50	30
Cultivo probiótico	3*	3*	3*
Mermelada de tuna	10*	10*	10*

*Los porcentajes de insumos son tomados en base a la leche de cabra y de vaca.

T1: Tratamiento 1; T2: Tratamiento 2; T3: Tratamiento 3

Nota. Elaborado por las tesis de Máximo Roman y Serquén Traversso (2020).

2.8.2. Descripción del proceso de elaboración del yogurt de tuna con sustitución parcial de leche de cabra.

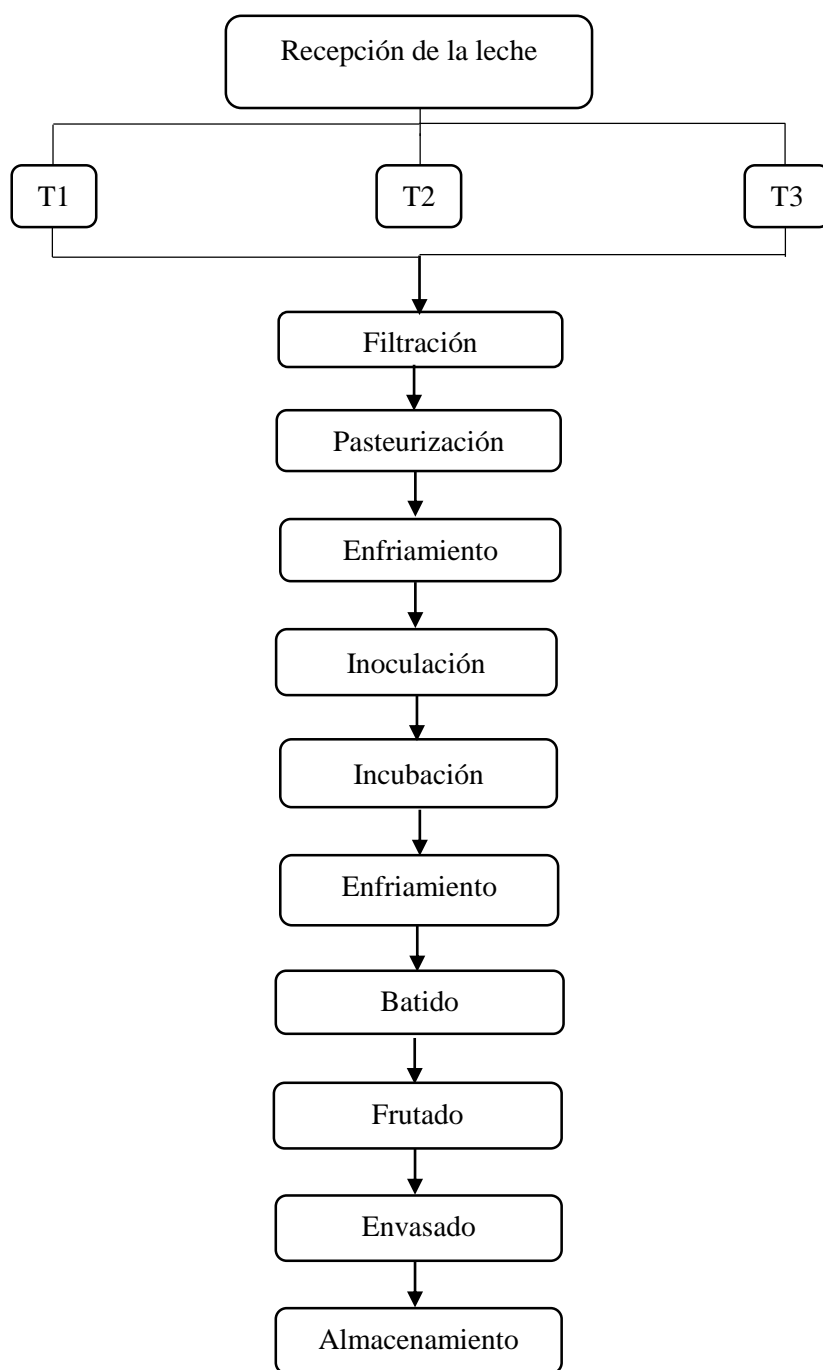


Figura 6. Diagrama de bloques para la elaboración de yogurt. Elaborado por la tesistas Máximo Roman y Serquén Traversso (2020).

2.8.3. Descripción de las etapas de proceso para la elaboración de yogurt de tuna con sustitución parcial de leche de cabra.

2.8.3.1.Recepción.

Después del ordeño de la cabra se obtuvo la materia prima lo antes posible para evitar contaminaciones por manipulación o por el ambiente. La leche fue recepcionada en ollas de acero inoxidable.

2.8.3.2.Filtración.

Una vez recepcionada la leche, se filtró con una tela tocuyo para así retener sólidos o materias extrañas contenidos en ella. La leche se colocó en ollas de acero inoxidable.

2.8.3.3.Pasteurización.

Se vertió la leche en una olla grande y se sometió a temperatura de 85°C, con agitación constante durante todo el proceso para favorecer el calentamiento evitando que la caseína se precipite al fondo del recipiente, manteniendo esta temperatura durante 10 minutos, con el fin de reducir la carga microbiana como: levaduras, mohos y bacterias.

2.8.3.4.Enfriamiento.

Después de la pasteurización la leche pasó a ser enfriada a una temperatura de 43°C; el enfriamiento se realizó sumergiendo las ollas en agua fría, para el desarrollo de las bacterias ácido lácticas. En este caso es muy importante evitar toda posible contaminación después del tratamiento térmico.

2.8.3.5.Inoculación.

Se adicionó el cultivo láctico liofilizado en una proporción del 3%, marca Lyofast, conformado por una mezcla de las siguientes cepas: *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus acidophilus* y *Bifidobacterium animalis ssp*, a una temperatura de 43°C. Para la activación del cultivo se

utilizó un litro de leche gloria UHT, a la que se añadió un sobre completo del cultivo; agitando suavemente hasta disolverlo por completo.

2.8.3.6. *Incubación.*

En esta etapa la leche con el cultivo láctico se mantuvo a una temperatura de 43 °C por un espacio de 5 a 6 horas, con el objetivo de que las bacterias degraden la lactosa hasta ácido láctico y otros compuestos secundarios, tales como: acetaldehído, diacetilo y acetoina, los cuales contribuyen al sabor, olor y aroma característicos del yogurt.

2.8.3.7. *Enfriamiento.*

La refrigeración es uno de los métodos más utilizados para controlar la actividad metabólica de los cultivos iniciadores y sus enzimas. El enfriamiento se realizó con la mayor brusquedad posible para evitar que el yogurt siga acidificándose.

Se colocó el yogurt en refrigeración hasta alcanzar 4-5 °C, por un tiempo de entre 12 y 14 horas.

2.8.3.8. *Batido.*

Consistió en la ruptura del coágulo y la reincorporación del lacto suero, generalmente para obtener un gel homogéneo es suficiente una agitación muy suave durante unos 5 a 10 min. Además, la agitación tiene un efecto inhibitor sobre la actividad del cultivo y reduce la producción de ácido láctico.

2.8.3.9. *Frutado.*

En esta etapa se incorporó la mermelada de tuna, esta adición corresponde al 10 % para todos los tratamientos.

2.8.3.10. *Envasado.*

El yogurt de leche de cabra se envasó en envases PET previamente esterilizados, para cada uno de los tratamientos con sus respectivas repeticiones.

2.8.3.11. *Almacenamiento.*

La refrigeración del yogurt resultó esencial para reducir al mínimo de reacciones biológicas, permitiendo conservar la calidad del producto hasta varias semanas después de su fabricación. Los envases de yogurt se almacenaron a 4 °C durante tres días; para verificar cambios posteriores, luego se realizaron los análisis fisicoquímicos, microbiológicos y sensoriales.

2.9. **Análisis estadístico.**

Los resultados obtenidos de la evaluación organoléptica serán evaluados mediante un análisis de varianza (ANOVA) con un nivel de confianza de 95% y una prueba de Tuckey para determinar la diferencia existente entre los tratamientos. Se empleó el software estadístico SPSS versión 23.

El modelo estadístico que se siguió fue un modelo de diseño experimental al azar completamente aleatorio.

$$E_{ij} = \mu + \alpha_i + \varepsilon_{ij}$$

E_{ij} = Variable respuesta observada

μ = Media general

α_i = Efecto del i-ésimo nivel

ε_{ij} = Error experimental asociado a la ij-ésima variable

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIONES

3.1. Análisis realizados a la materia prima.

3.1.1. Evaluación fisicoquímica.

Los resultados se muestran en la tabla 9, los cuales son el promedio de tres repeticiones por cada análisis realizado para caracterizar las materias primas.

Tabla 10

Resultados fisicoquímicos de la materia prima

PARÁMETRO	LECHE DE VACA	LECHE DE CABRA
pH	6,5	6,7
Acidez (°D)	18	19
Densidad (g/cm ³)	1,027	1,030
Prueba de alcohol	No coagulable	No coagulable

Nota. Elaborado por la tesisistas Máximo Roman y Serquén Traversso (2020).

pH: Según López & Barriga (2016), menciona que el pH de la leche depende de la especie, dándole un valor al pH de la leche de cabra de 6,50 – 6,80. De acuerdo con lo mencionado anteriormente podemos deducir que nuestro resultado con respecto al pH de la leche de cabra se encuentra dentro del rango establecido por este autor.

El resultado del pH de la leche de cabra, se encuentra dentro del rango establecido según Quiles y Hevia (1994), quien indica valores entre 6,3 – 6,8.

Alaís (1985), señala que el pH de la leche puede variar según el periodo de la lactación y la influencia de la alimentación, este autor menciona que valores inferiores a un pH de 6,5 o superiores a 6,9 en lo que respecta la leche de vaca, se consideran anormales. Por lo tanto,

podemos deducir que el resultado obtenido es un valor apto para el procesamiento de un producto lácteo

Acidez: Los valores de acidez obtenidos en este estudio fueron en la leche de vaca 18°D y en la leche de cabra, 19°D. Estos resultados concuerdan con los reportados por Walstra et al., (2001); donde indica que los valores promedio de una leche de vaca y dependiendo de la raza, se encuentran en un rango de 14°D a 21°D, y con la NTP 202.001:2016 (LECHE Y PRODUCTOS LÁCTEOS. Leche cruda).

Con respecto a la leche de cabra y de acuerdo con Quiles y Hevia (1994) menciona que la leche de cabra se sitúa en el rango entre 18 y 22°D.

Densidad: Estos resultados concuerdan con los reportados por Buchheim y Schlimme (2002), quienes indican que la densidad de la leche de vaca medida a 15° C oscila entre 1,028 y 1,034 g/ml. Parámetros similares reportan la NTP 202.001:2016 (LECHE Y PRODUCTOS LÁCTEOS. Leche cruda) y la NTP 105.001:2016 (LECHE Y PRODUCTOS LÁCTEOS. Leche cruda de cabra.), las cuales indican que la densidad de la leche cruda entera de vaca a 15°C se encuentra entre 1.0296 - 1.0340 g/ml, y la densidad de la leche de cabra es de 1,027-1,039.

3.2. Análisis realizados a los tratamientos

3.2.1. Composición fisicoquímica y proximal.

Tabla 11

Resultados de los tratamientos

COMPONENTE	T1	T2	T3
Ph	4,48	4,50	4,60
Acidez expresada en g. de ácido láctico (g/100 g)	1,22	0,96	1,13
Densidad (kg/m ³)	1,029	1,029	1,028
Humedad (%)	89,85	88,35	87,00
Carbohidratos (%)	4,51	4,81	5,10
Proteína (%)	3,25	3,44	3,92
Grasa (%)	1,10	1,30	1,00
Ceniza (%)	1,0	1,40	1,40

Nota. Resultado de los promedios de las repeticiones realizadas por el Informe de análisis químico proximal del Laboratorio de análisis Microservilab. Elaborado por la tesisistas Máximo Roman y Serquén Traversso (2020).

pH: Según Mori (2017), el pH del yogurt es una de las propiedades principales, ya que contribuye al olor y sabor característico. De acuerdo con lo mencionado anteriormente, el Real Decreto 179 (2003) menciona que todos los yogures deben tener un pH igual o inferior a 4,6. Por lo tanto, podemos deducir que los tratamientos obtenidos tienen un pH óptimo.

Acidez: De acuerdo a la NTP 202.092 (2014), la acidez para cualquier tipo de yogurt expresada en g de ácido láctico se encuentra entre 0.6- 1.5%. Los resultados de las muestras analizadas se encuentran dentro del rango aceptable.

Densidad: Los valores obtenidos en este estudio se encuentran entre 1,028 y 1,029 kg/m³. Según Apórtela (2003), la densidad es un parámetro que permanece constante durante toda vida útil del yogurt y menciona que la densidad el yogurt se encuentra en un rango de 1,0 a 1,050 kg/m³; por lo tanto, nuestro yogurt elaborado se encuentra dentro del rango establecido por el autor.

Humedad: Los valores obtenidos para los tres tratamientos se encontraron fueron de 89,85%, 88,35% y 87,00%. Según la Tabla de Composición de Alimentos (2009) indica una humedad para el yogurt de leche entera de 87,9%.

Carbohidratos: Los resultados obtenidos fueron de 4,51%, 4,81% y 5,10% para los tratamientos. Walstra (2006) señala un contenido de carbohidratos de 3,5 – 4%.

Proteína: El CODEX STAN 243(2003) indica el contenido mínimo de proteína láctea en cualquier tipo de yogurt es 2,7 %. El valor determinado para el yogurt probiótico superó el valor mínimo de la norma.

Grasa: El contenido de materia grasa en las muestras de yogurt fueron menores a lo establecido por la NTP 202.092 (2014), esto se debió a que en el yogurt se produce una hidrólisis enzimática de los lípidos, debido a las enzimas lipasas presentes en el yogurt, las cuales pueden proceder del cultivo o de los microorganismos contaminantes que resistan el propio tratamiento térmico de la leche, las lipasas propias de la leche se inactivan a las temperaturas de pasteurización, por tanto, cualquier disminución en el porcentaje de grasa, aumento de la concentración del ácido graso o incremento de la concentración de ácidos grasos volátiles en el yogurt, puede atribuirse al metabolismo lipídico de los microorganismos (Walstra, 2006).

Los resultados obtenidos en el presente trabajo fueron similares a los que obtuvo Risco (2015) en su producto de yogurt frutado de mango elaborado a partir de leche de cabra.

Cenizas: García (2008) reporta valores entre 0,85 y 0,91%, dichos valores se encuentran dentro del límite, ya que el contenido de cenizas en el yogurt debe contener 0,7 como mínimo.

3.2.2. Evaluación sensorial.

3.2.2.1. Olor.

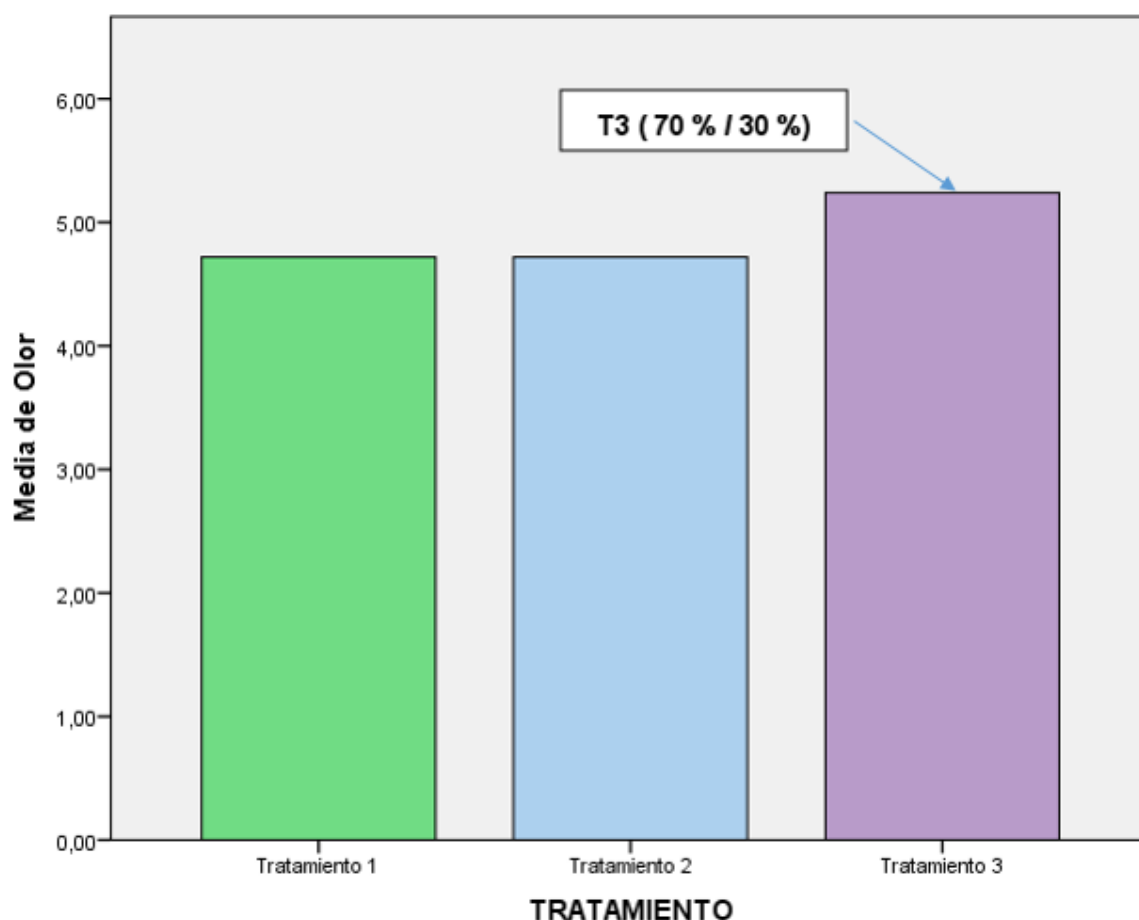


Figura 7. Medias para la variable olor en cada formulación. Elaborado por la tesistas Máximo Roman y Serquén Traversso (2020).

En la figura 7 se muestra la distribución de las medias de cada formulación, siendo la formulación 70 C % / 30 V %, la que presenta mayor aceptación, con una media de 3,93.

En la tabla 12 del análisis de varianza ANOVA para la variable olor, la significancia es de 0,018 siendo $p < 0,05$ existiendo diferencia significativa entre las formulaciones con respecto a la variable olor, por lo que se realiza la prueba de Tukey de acuerdo a la tabla 13, donde se puede decir que el mejor tratamiento es el de 70 C % / 30 V %.

Tabla 12

Pruebas de efecto inter-sujetos para variable olor.

ANOVA

	Suma de		Media		
	cuadrados	Gl	cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	3,756	2	1,878	4,221	0,018
Dentro de grupos	38,700	87	0,445		
Total	42,456	89			

Nota. Elaborado por la tesis de Máximo Roman y Serquén Traversso (2020).

Tabla 13

Pruebas de Tukey para variable olor.

Resultados

HSD Tukey^a

Subconjunto para alfa = 0.05			
Tratamiento	N	1	2
T1	30	3,93	
T2	30	3,93	
T3	30		4,37
Sig.		1,000	1,000

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos

homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 30,000.

Nota. Elaborado por la tesis de Máximo Roman y Serquén Traversso (2020).

3.2.2.2. Color.

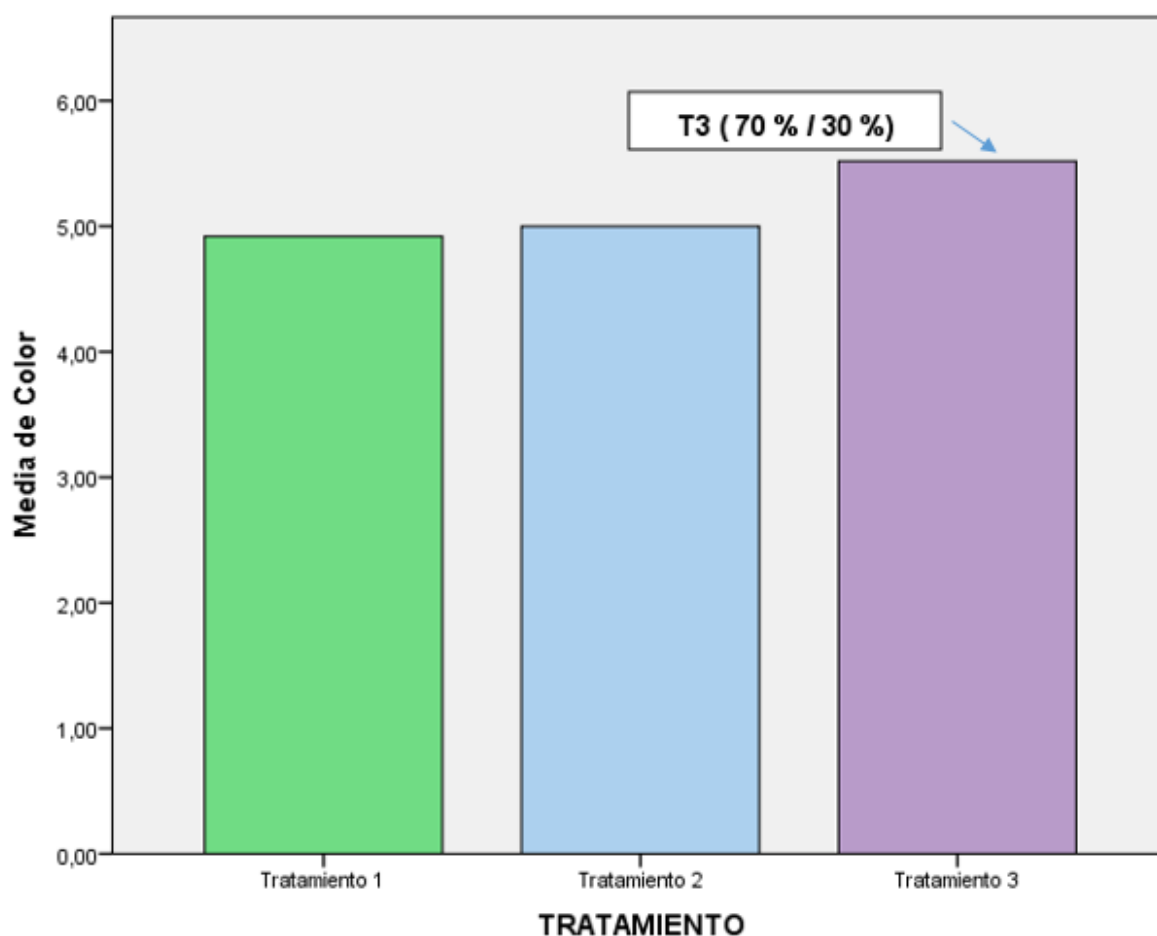


Figura 8. Medias para la variable olor en cada formulación. Elaborado por la tesisistas Máximo Roman y Serquén Traversso (2020).

En la figura 8 se muestra la distribución de las medias de cada formulación, siendo la formulación 70 C % / 30 V %, la que presenta mayor aceptación, con una media de 4,60.

En la tabla 14 del análisis de varianza ANOVA para la variable color, la significancia es de 0,002 siendo $p < 0,05$ existiendo diferencia significativa entre las formulaciones con respecto a la variable color, por lo que se realiza la prueba de Tukey de acuerdo a la tabla 15, donde se puede decir que el mejor tratamiento es el de 70 C % / 30 V %.

Tabla 14

Pruebas de efecto inter-sujetos para variable color.

ANOVA

Resultado

	Suma de		Media		
	cuadrados	gl	cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	4,422	2	2,211	6,854	0,002
Dentro de grupos	28,067	87	0,323		
Total	32,489	89			

Nota. Elaborado por la tesisistas Máximo Roman y Serquén Traversso (2020).

Tabla 15

Pruebas de Tukey para variable color.

Resultado

HSD Tukey^a

Subconjunto para alfa = 0.05			
Tratamiento	N	1	2
T1	30	4,10	
T2	30	4,17	
T3	30		4,60
Sig.		,892	1,000

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos

homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 30,000.

Nota. Elaborado por la tesisistas Máximo Roman y Serquén Traversso (2020).

3.2.2.3. Sabor

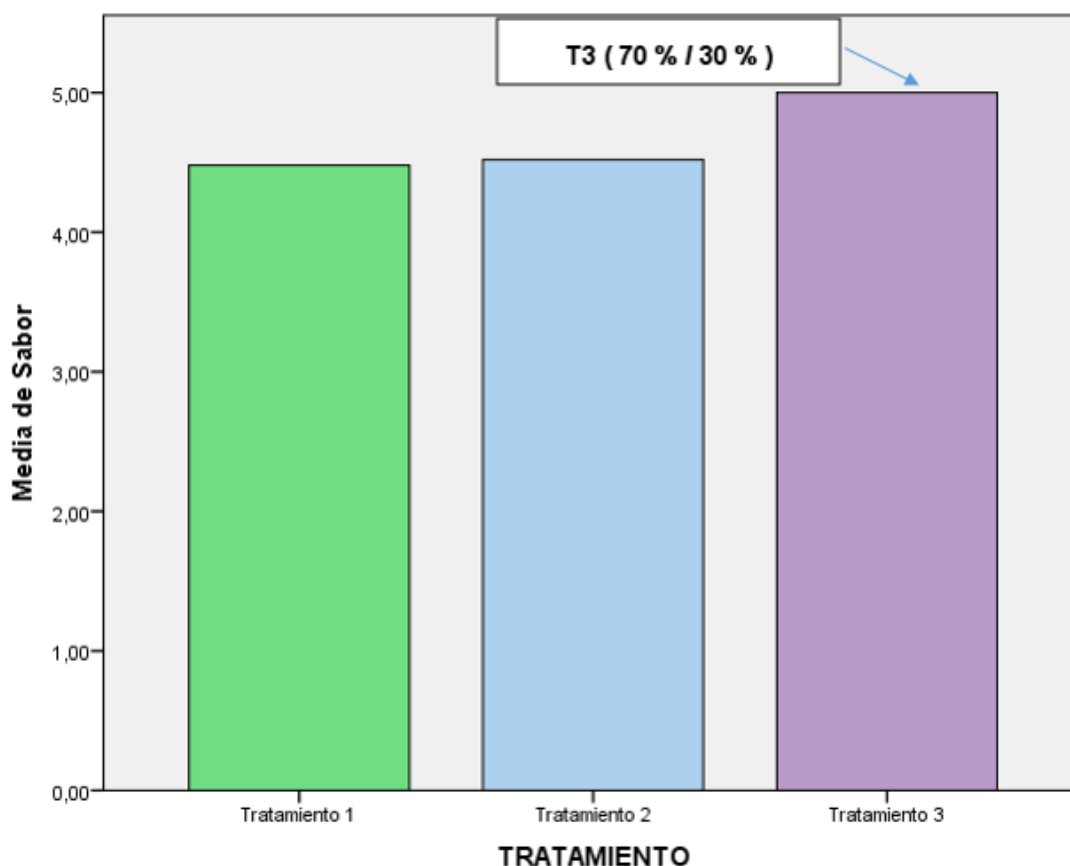


Figura 9. Medias para la variable sabor en cada formulación. *Elaborado por la tesistas Máximo Roman y Serquén Traversso (2020).*

En la figura 9, se muestra la distribución de las medias de cada tratamiento, siendo el tratamiento 70 C % / 30 V %, la que presenta mayor aceptación, con una media de 4,17.

En la tabla 16 del análisis de varianza ANOVA para la variable sabor, la significancia es de 0,104 siendo $p > 0,05$ no existiendo diferencia significativa entre los tratamientos, ya que los panelistas las calificaron como iguales.

Tabla 16

Pruebas de efecto inter-sujetos para variable sabor.

ANOVA

Resultado

	Suma de		Media		
	cuadrados	Gl	cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	3,489	2	1,744	2,321	0,104
Dentro de grupos	65,400	87	,752		
Total	68,889	89			

Nota. Elaborado por la tesisistas Máximo Roman y Serquén Traversso (2020).

3.2.2.4. Textura.

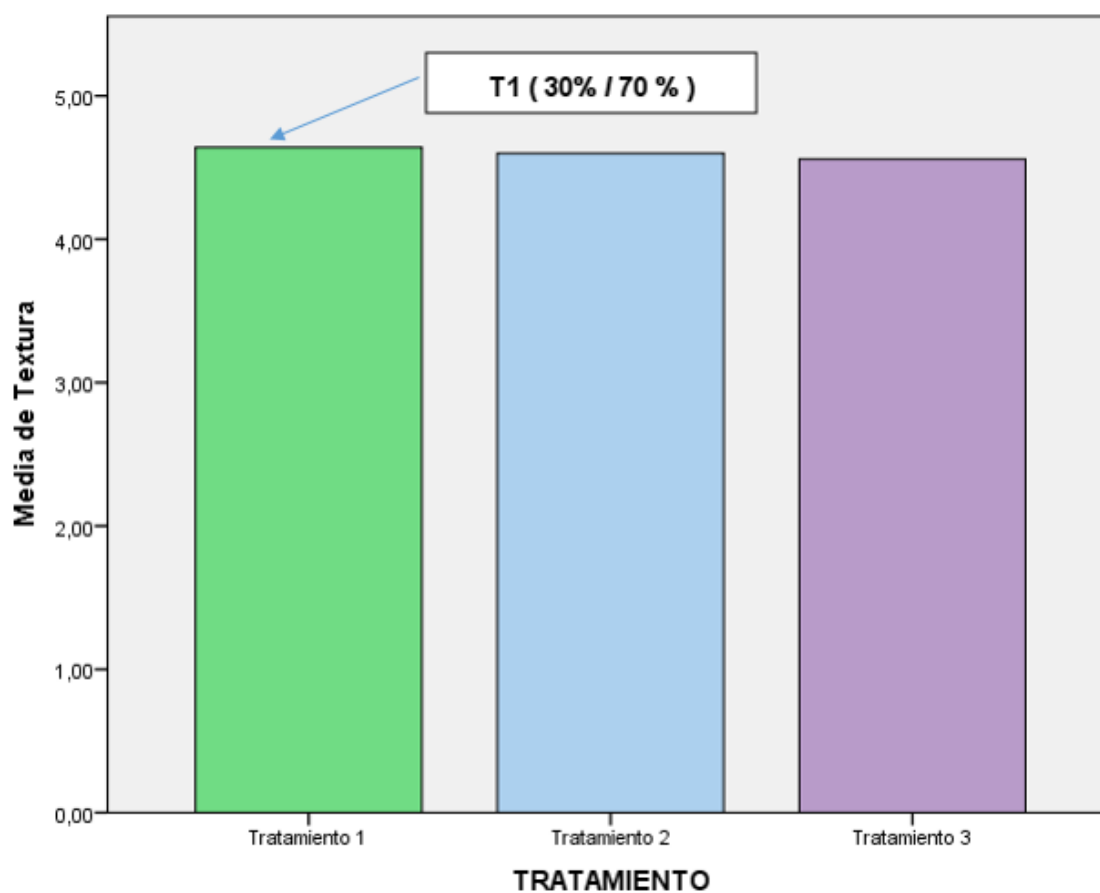


Figura 10. Medias para la variable olor en cada formulación. Elaborado por la tesisistas Máximo Roman y Serquén Traversso (2020).

En la figura 10 se muestra la distribución de las medias de cada tratamiento, siendo el tratamiento 30 C % / 70 V %, el que presenta mayor aceptación, con una media de 3,87.

Tabla 17

Pruebas de efecto inter-sujetos para variable textura.

ANOVA

Resultado

	Suma de		Media		
	cuadrados	gl	cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	0,067	2	0,033	0,051	0,950
Dentro de grupos	56,433	87	0,649		
Total	56,500	89			

Nota. *Elaborado por la tesisistas Máximo Roman y Serquén Traversso (2020).*

En la tabla 17 del análisis de varianza ANOVA para la variable textura, la significancia es de 0,950 siendo $p > 0,05$ no existiendo diferencia significativa entre los tratamientos, ya que los panelistas las calificaron como iguales.

3.2.3. Evaluación microbiológica.

Tabla 18

Resultados microbiológicos de los tratamientos

ENSAYOS	T1	T2	T3
Mohos (ufc/ml)	0	0	0
Levaduras (ufc/ml)	0	0	0
Coliformes totales (ufc/ml)	<1,1	<1,1	<1,1
<i>Staphylococcus aureus</i> (ufc/ml)	0	0	0
Bacterias lácticas totales (ufc/ml)	4×10^7	6×10^7	5×10^7
Aerobios mesófilos (ufc/ml)	40	30	40

Nota. Resultado de los promedios de las repeticiones realizadas por el Informe microbiológico del Laboratorio de análisis Microservilab. Elaborado por la tesisistas Máximo Roman y Serquén Traversso (2020).

Como se puede observar en la tabla 18, el contenido de Coliformes fue <1,1 ufc/ml, valor que es menor a lo que indica la NTP 202.092,2016.

El contenido de Mohos y levaduras fue menor a lo que indica la NTP 202.092,2016, por lo que se puede concluir que la pasteurización fue buena puesto que destruyó las células vegetativas, no obstante, cabe señalar que las levaduras y los mohos ácido tolerantes los cuales, si pueden crecer a bajos niveles de pH y temperatura, son microorganismos alterantes más frecuentes en las leches fermentadas, su crecimiento produce diferentes sabores y olores anómalos y además defectos visuales (colonias de mohos). Pero en este caso no se presentó.

El CODEX STAN 243 (2003) establece como requisito de identidad en el yogurt un contenido mínimo de bacterias lácticas de 10^7 . Sin embargo, se presentaron valores de 4×10^7 , 5×10^7 y 6×10^7 , además se comprobó el incremento de la biomasa de las bacterias ácido-lácticas puesto que la cepa que se le agregó fue para elaborar un yogurt probiótico, superando a los comercialmente elaborados hoy por hoy, además Palacios (2006), indica que la presencia y

numero de la flora especifica en el yogurt deben mantenerse viables en una tasa mínima de 10^7 gérmenes por gramo. Añade además que su presencia y número en el producto en las cantidades adecuadas hacen inviable la presencia de flora de contaminación patógena, pues producen un pH bajo lo que es una garantía de salubridad.

3.3. Resumen de las puntuaciones del análisis sensorial

Tabla 19

Puntuaciones de los atributos sensoriales

ATRIBUTOS SENSORIALES /			
TRATAMIENTO	T1	T2	T3
OLOR	4,72	4,72	5,24
COLOR	4,92	5,00	5,52
SABOR	4,48	4,52	5,00
TEXTURA	4,64	4,60	4,56

Nota. Elaborado por la tesistas Máximo Roman y Serquén Traversso (2020).

En la Tabla 19 se muestran las puntuaciones de los promedios de los atributos sensoriales (olor, color, sabor y textura) obtenidos en la encuesta aplicada a los panelistas semi entrenados.

Demostrándose según las medias que el T3 destaca en los atributos con respecto a los otros tratamientos.

3.4. Diagrama del tratamiento con mayor aceptabilidad

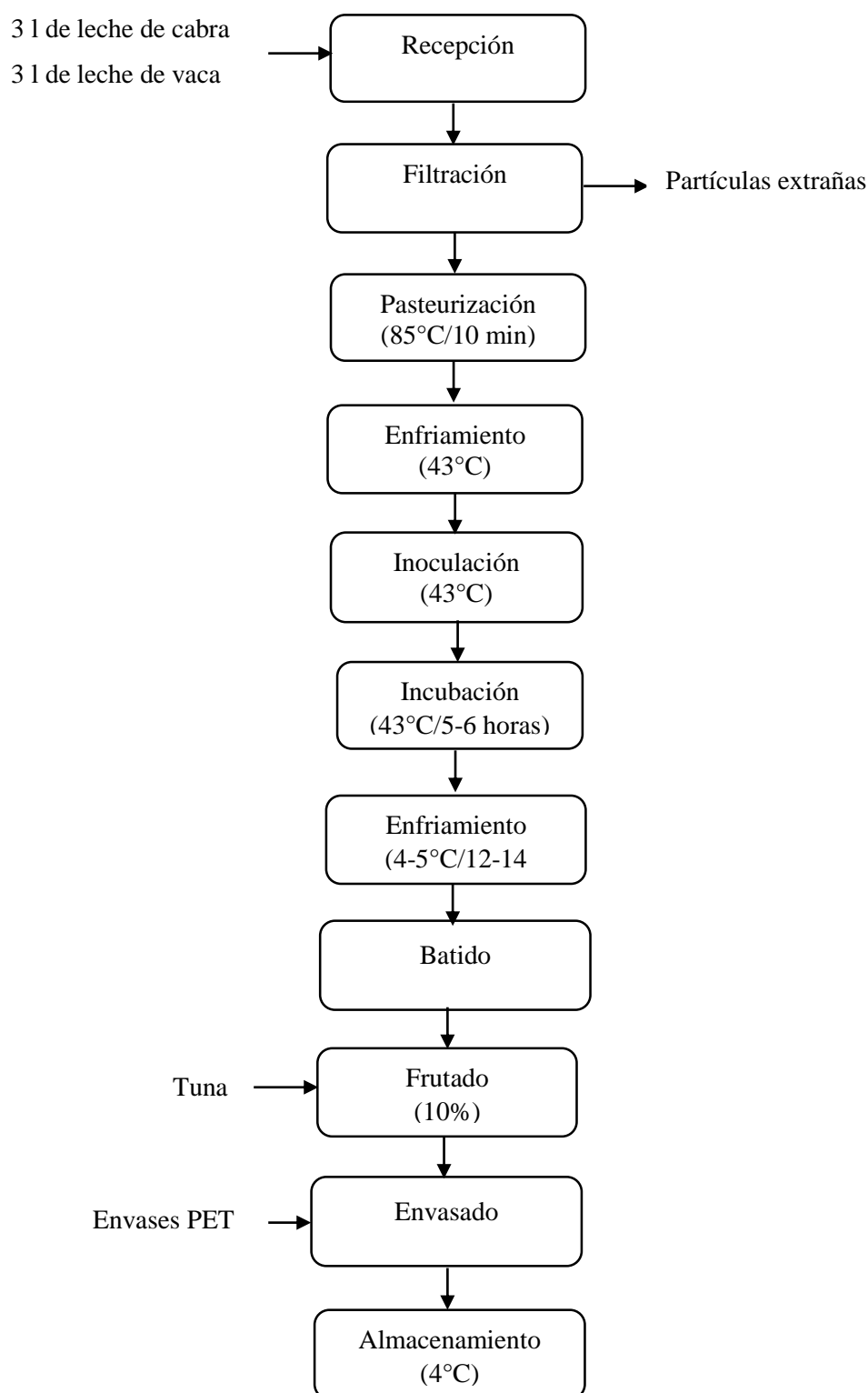


Figura 11. Diagrama del tratamiento con mayor aceptabilidad por los panelistas. Elaborado por la tesis de Máximo Roman y Serquén Traversso (2020).

3.5. Balance de masa

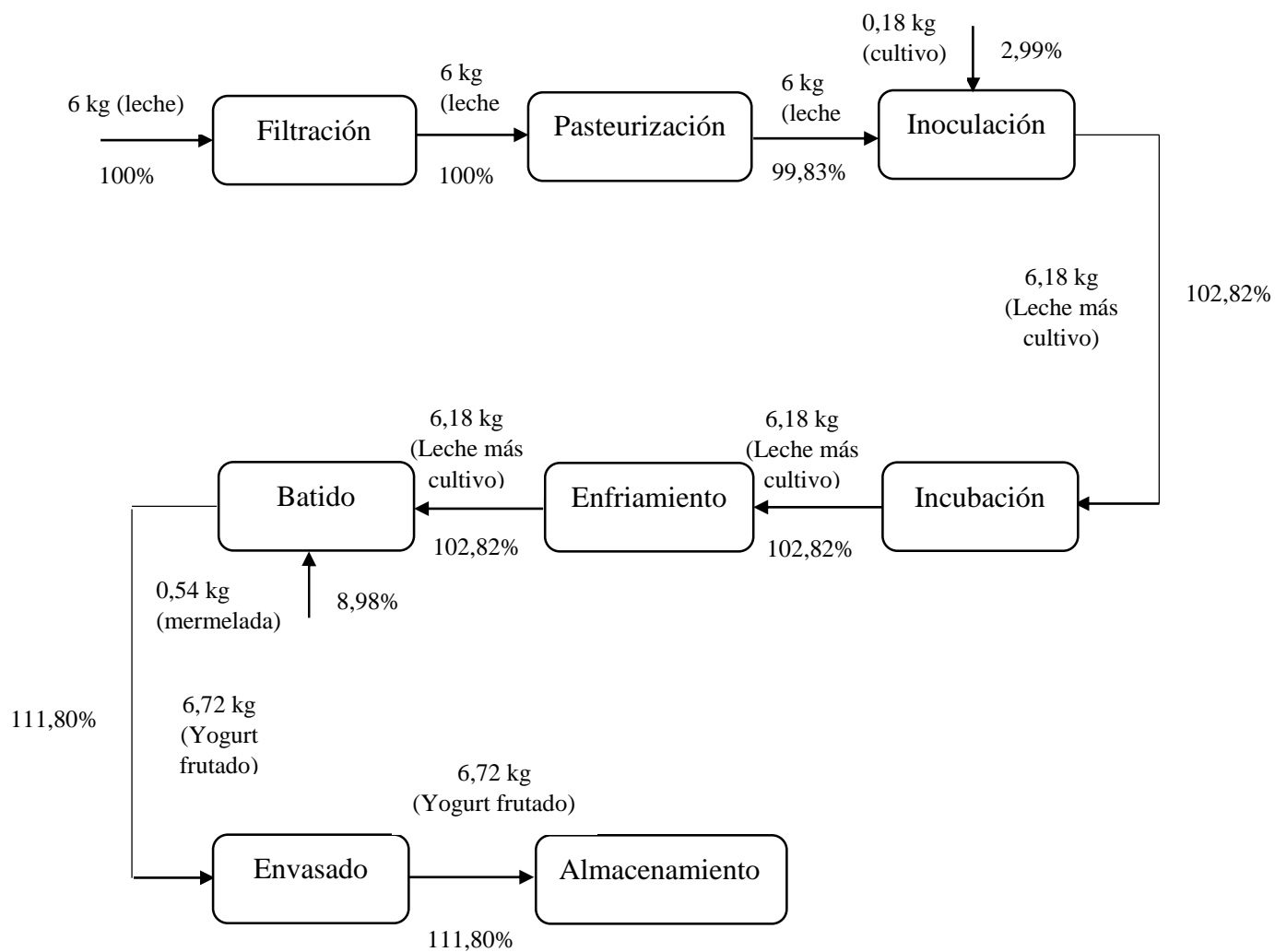


Figura 12. Balance de masa para la elaboración de yogurt. Elaborado por la tesistas Máximo Roman y Serquén Traversso (2020).

CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES

- Se logró elaborar y evaluar las características del yogurt de tuna con sustitución parcial de leche de cabra, asegurando un producto inocuo y de calidad.
- Se reconoció el proceso y los parámetros adecuados de la elaboración de yogurt con un diagrama de flujo en el cual se mencionan las siguientes etapas: Recepción, filtrado, tratamiento térmico, enfriamiento, inoculación del cultivo, incubación, enfriamiento, batido, envasado y almacenado.
- Se realizó el análisis fisicoquímico y microbiológico a los tres tratamientos, donde se determinó que el T3 (70 C% / 30V%) logró alcanzar el mayor contenido de proteínas debido a que la leche de cabra presenta un mayor contenido de proteínas en comparación con la leche de vaca.
- Con respecto a las características organolépticas del yogurt, se evaluó sensorialmente las tres formulaciones teniendo en cuenta los atributos de Olor, Color, Sabor y Textura, los que se determinaron mediante una prueba de medición del grado de satisfacción global con escala hedónica de 5 puntos; para lo cual se utilizó la prueba estadística de Tukey con un nivel de significancia de 5%, obteniendo como resultado el T3 (70 C% / 30V%), el tratamiento con mayor aceptabilidad.

CAPÍTULO V

RECOMENDACIONES

- Se sugiere hacer un estudio de pre-factibilidad que comprenda los análisis de viabilidad técnica, económica, social y legal con la finalidad de ejecutar de manera satisfactoria un proyecto piloto para la producción del producto.
- El presente producto puede ser consumido por la población en general, sobre todo aquellas personas que sufren alguna alergia a la proteína de la leche de vaca, ya que es una buena alternativa de consumo.
- La pasteurización en la elaboración de yogurt es un parámetro crítico, ya que por medio de esta operación se garantiza que la materia prima de como resultado un producto inocuo y de calidad.
- El presente trabajo de investigación recomienda que se sigan desarrollando tesis relacionadas con la utilización de materias primas tales como leche de cabra, oveja, burra, etc., para seguir innovando con respecto a la nueva tendencia de productos lácteos como el yogurt.
- Para el frutado del yogurt, se recomienda la utilización de frutas exóticas tales como la tuna, con la finalidad de innovar y proponer nuevas tendencias respecto a los sabores tradicionales que se ofrecen en el mercado.
- Realizar al producto final un estudio de determinación de vida útil, analizando sus características sensoriales, físicas y químicas.

CAPÍTULO VI

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alcázar, J. (2002). *Diccionario Técnico de Industrias Alimentarias*. Cuzco, Perú: Cibercopy.
- Alvarez, B. (2007). Análisis de Factibilidad del Cultivo de la Tuna en la Localidad de Icaño. Scribd. Recuperado de <https://es.scribd.com/document/96313995/19-Analisis-de-Factibilidad-del-Cultivo-de-la-Tuna-en-la-Localidad-de-Icano>.
- Barberis, S. (2002). *Bromatología de la leche*. Buenos Aires: Hemisferio Sur.
- Bautista, K. (2013). *Elaboración de una bebida nutritiva utilizando: spirulina (Spirulina platensis), y mora (Morus nigra), con tres concentraciones y dos tipos de conservantes (benzoato de sodio y sorbato de potasio)* (Tesis de Pregrado). Universidad Técnica de Cotopaxi, Lacatunga, Ecuador.
- Bedoya, O., Rosero, R., y Posada, S. (s.f). Composicion de la leche de cabra y factores nutricionales que afectan el contenido de sus componentes. Recuperado de https://www.academia.edu/8060655/Composicion_de_la_leche_de_cabra_y_factores_nutricionales_que_afectan_el_contenido_de_sus_componentes.
- Bezerra, M. (2010). *Caracterización físico-química, reológica y sensorial de yogurt obtenido mezclando leche de búfalo y cabra* (Tesis de maestría). Universidad Federal de Río Grande de Norte, Brasil.
- Bidot G. (2006). La producción de leche caprina y sus formas de comercialización. *Revista Agroenfoque*, (3), 30-35.
- Boza, J. y Sanz, M. (2000). Aspectos nutricionales de la leche de cabra. Estación Experimental del Zaidín C.S.I.C. Granada, España.

Brito, M. (2000). *La leche, Alimento indispensable*. Sao Paulo, Brasil: Editora y Consultora en Nutrición.

Butera, D., et al. (2002). Las actividades antioxidantes de los extractos de fruta de nopal de Sicilia (*Opuntia Ficus Indica*) y las propiedades reductoras de sus betalaínas: betanina e indicaxantina. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, (50), 6895-6901.

Capra (2004). La composición de la leche de cabra y su papel en la alimentación humana. España: *Capra*. Recuperado de <http://www.iespana.es/CAPRA/HOMBRE/HOMBRE.HTM>

Chacón, A. (2004). Acidez y peso específico de la leche de cabra de un grupo de capricultores de la Meseta Central Costarricense. *Agronomía Mesoamericana*, (15), 179-183. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5039938>

Chacón, A. (2005). Aspectos nutricionales de la leche de cabra (*Capra hircus*) y sus variaciones en el proceso agroindustrial [archivo PDF]. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/437/43716214.pdf>

Chandan, R., y Kilara, A. (2013). *Manufacturing yogurt and fermented milks*. USA: John Wiley y Sons.

Chavez, M., Margalef, M. y Martínez, M. Cuantificación de lipólisis en leche caprina (Saanen) cruda y térmicamente tratada [archivo PDF]. Recuperado de http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_caprina/leche_caprina/38-Cuantific-lipolisis-leche.pdf

Cofré, P. (2001). Producción de cabras lecheras [archivo PDF]. Recuperado de <http://biblioteca.inia.cl/medios/biblioteca/boletines/NR28591.pdf>

Cotrino, V., y Gaviria, B. (2006). *Como se determina la calidad microbiológica de la leche cruda*. Recuperado de <http://lmvltlda.com/programas/index.%20html#articulos>

- Espinoza, D.; Jáuregui, M. & Leveau, O. (2012). *Plan Estratégico del Sector Lácteo en Cajamarca*. (Tesis de maestría). Pontífica Universidad Católica del Perú, Perú.
- FAO. (2013). *FAO Statistical year book*. Recuperado de <http://www.fao.org/3/ca6463en/CA6463EN.pdf>
- Farnsworth, J., Li, M., y Guo, M. (2003). Improved structure and consistency of probiotic goat's milk yogurt. *Australian Journal of Dairy Technology*. 58(2), 187.
- Haza, A. (1995). *Obtención de anticuerpos monoclonales frente a las caseínas de la leche de cabra y su utilización en la diferenciación de mezclas lácteas y quesos* (Tesis doctoral). Universidad Complutense de Madrid, España.
- Hernández, A. E. (2005). *Evaluación sensorial*. Recuperado de <http://www.inocua.org/site/Archivos/libros/m%20evaluacion%20sensorial.pdf>
- Fernández, J. y Almela, L. (2001). Aplicación de cromatografía líquida de alto rendimiento para la caracterización de los pigmentos de betalatina en frutos de tuna. *Journal of Chromatography*, (3), 41doi: 10.1016.
- Flores, A., Orolla, I., Murillo, B., Valdez, R., y García, J. (2004). Producción y calidad de nopalito en la región de la Comarca Lagunera de México y su relación con el precio en el mercado nacional. *Journal of the Professional Association for Cactus Development*, (6), 23-34.
- Flores, M.; Pérez, R., Basurto, M. y Jurado, M. (2009). La leche de cabra y su importancia en la nutrición. *Tecnociencia Chihuahua*, (3), 107-113. Recuperado de <https://biblat.unam.mx/es/revista/tecnociencia-chihuahua/articulo/la-leche-de-cabra-y-su-importancia-en-la-nutricion>
- Galati, M., et al. (2003). Caracterización química y efectos biológicos de la Opuntia Ficus-Indica siciliana. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, (51), 4903-4908.

- Garcia, V., Rovira, S., y Bouthoal, K. (2014). Improvements in goat milk quality: A review. *Small Ruminant Research*, (121), 51-57. doi: <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2013.12.034>.
- Garrido, R. (2014). *Elaboración de queso fresco tipo mezcla (leche de cabra y leche de vaca) y determinación de sus características físico-químicas y sensoriales*. (Tesis de pre grado). Universidad Nacional de Piura, Perú.
- Gerencia Regional Agraria La Libertad (2009). El cultivo de tuna. Recuperado de <http://www.agrolalibertad.gob.pe/sites/default/files/MANUAL%20TECNICO%20DE%20TUNA.pdf>
- Gilbere, G. y Hom, D. (2002). The Magic of Goat Milk. Recuperado de http://freedompressonline/FPO_featuredArticles_carpa.htm
- Hernández, A., Alfaro, I., y Arrieta, R. (2003). *Microbiología industrial*. Recuperado de: https://books.google.com.pe/books?id=KFq4oEQQjdEC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false
- Jimenez, W., y Rojas, J. (2015). *Instalacion de una planta de producción de yogurt de frutas no tradicionales (sachatomate, aguaymanto, chirimoya y guayaba) parcialmente descremado* (tesis de pregrado). Universidad nacional Pedro Ruíz Gallo, Lambayeque, Perú.
- López, A & Barriga, D. (2016). *La Leche.Composición y características*. Recuperado de <https://es.scribd.com/document/365982585/La-Leche-Composicion-y-Caracteristicas>
- Mahaut, M., Jeantet, R., Brulè, G., y Schuck, P. (2004). *Productos lácteos industriales*. Málaga, España: Acribia.
- Maree, M. (1978). Leche y productos cárnicos. GoatConnection. Recuperado de http://goatconnection.com/articles/publish/printer_152.shtml

- Martínez, A. (2004). *Obtención de oligosacaridos de leche de diferentes especies por tecnología de membranas*. (Tesis Doctoral). Universidad de Granada, España.
- Matos, C. y Aguilar, A. (2010). Influencia de la temperatura y concentración sobre el transporte reológico de la pulpa de atún (*Opuntia ficus Indica*). España: Acribia.
- Merin, U. (2000). Influence of breed and husbandry on viscosity of Israeli goat milk yogurt. *Small Ruminant Research*, 35(2), 175-179. doi: [10.1016/S0921-4488\(99\)00090-5](https://doi.org/10.1016/S0921-4488(99)00090-5)
- Mejía, V. (2006). *Extracción del gel de Opuntia ficus para la elaboración de yogurt dietetogeriátrico* (Tesis de pregrado). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador.
- Mondragón, C. (2004). Mejoramiento genético del nopal: avances al 2003 y perspectivas. México. Universidad Autónoma de Chapingo, México: El nopal.
- Mori, C. (2017). *Efecto de la carragenina y sacarosa en la actividad de agua, ph, sinéresis y acidez del yogurt* (tesis de pregrado). Universidad Nacional Agraria la Molina, Lima, Perú.
- Morón, C; Alonso, L; Crovetto, M. (2005). Cambios en la estructura del consumo de alimentos y nutrientes de América Latina 1979-1981 a 1999-2001. [Archivo PDF]. Recuperado de http://www.fao.org/tempref/GI/Reserved/FTP_FaoRlc/old/prior/segalim/pdf/consumo.pdf.
- Mostacero, J., Mejía, F. y Gamarra, O. (2002). Taxonomía de las fanerógamas útiles del Perú. Trujillo, Perú: Concytec.
- Nolte, E. (2019). Producción Caprina en el Perú del Siglo XXI – Parte II. Lima, Perú: Perulactea. Recuperado de <http://www.perulactea.com/2019/04/05/produccion-caprina-en-el-peru-del-siglo-xxi-parte-ii/>

Norma Técnica Peruana 202.085:2006. LECHE Y PRODUCTOS LÁCTEOS. Leche cruda. Requisitos. 6ª Edición.

Norma Técnica Peruana 202.092:2014. LECHE Y PRODUCTOS LÁCTEOS. Leches fermentadas. Yogurt. Requisitos

Ochoa, J. (2003). Principales características de las distintas variedades de tuna. Argentina: CactusNet.

Oliszewski R, et al (2002). Composición química y rendimiento quesero de la leche de cabra Criolla Serrana del noroeste argentino. *Zootecnia Trop.*, (20), 179-189.

Park, Y. (2006). Leche de cabra - Química y nutrición. *Manual de leche de mamíferos no bovinos*, (1), 34-58. doi: 10.1002

Park, Y. (2007). Características reológicas de cabra y leche de oveja. *Small Ruminant Research*, (-68), 73-87. doi: 10.1016.

Pellerin, P (2001). Leche de cabra en nutrición. *Annales Pharmaceutiques Françaises*, (59), 51-62. Recuperado de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11223579>.

Peraza, C. (1986). Notas preliminares sobre la comercialización de leche de cabra y productos lácteos de cabra en México. *Revista Internacional de Lechería*, (49), 197-200.

Piga, A. (2004). Cactus Pear: un fruto de importancia nutracática y funcional. *Departamento de ciencias agropecuarias ambientales y biotecnologías agroalimentarias*, (6), 9-22. Recuperado de <https://pdfs.semanticscholar.org/426b/96b43c4fc854b2e5c61635eabe951f9ae095.pdf?ga=2.219002777.185273125.1576760621-73492183.1576760621>

Pirisi, A., Lauret, A., y Dubeuf, J. (2006). Basic and incentive payments for goat and sheep milk in relation to quality. *Science Direct*, (68), 167-168. doi: [10.1016/j.smallrumres.2006.09.009](https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2006.09.009)

- Ponce, A. J. & Vela, D. T. (2010). *Manejo poscosecha de dos variedades de tuna (Opuntia ficus – indica) producida en el valle del Chota*. (Tesis de Grado). Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales, Ibarra- Ecuador.
- Quiles, S. y Hevia, M. (1994), La leche de cabra. Recuperado de https://books.google.com.pe/books?id=C6L1TSKJJQUC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false
- Ramirez, D. (2010). Elaboración de yogurt. Lima, Perú: Editorial Macro E.I.R.L.
- Ramírez, R. (2016). Servicio de Consultoría para Elaborar un Programa de Buenas Prácticas en Caprinocultura dentro de la Reserva de la Biosfera El Vizcaíno [archivo PDF]. Recuperado de <https://www.biodiversidad.gob.mx/especies/Invasoras/gef/pdf/2.2-3-programa-buenas-practicas-caprinocultura.pdf>
- Richardson, C. (2004). Let's learn about dairy goats and goat's milk. *Oklahoma Cooperative Extension Service Oklahoma State University*. (424), 1-4.
- Rios, J. y Quintana, V. (2004). Manejo general del cultivo del nopal. DocPlayer. Recuperto de <https://docplayer.es/13234515-Manejo-general-del-cultivo-del-nopal.html>
- Rodden, D. (2004). Dairy goat composition. GoatWorld. Recuperado de <http://www.goatworld.com/articles/goatmilkcomposition.shtml#about>
- Rosillo, C. (2016). *Estudio de los principios bioactivos y obtención de colorantes naturales de la cáscara de Opuntia ficus - indica (L.) Miller "tuna"*. (Tesis de pre grado). Universidad Nacional mayor de San marcos, Lima, Perú.
- Saenz, C (2006). *Servicio de Tecnologías de Ingeniería Agrícola y Alimentaria (AGST) con la colaboración de la Red Internacional de Cooperación Técnica del nopal*. Recuperado de <https://books.google.com.pe/books?id=llaxlnmJjFoC&pg=PA15&lpg=PA15&dq=La+fibra+diet%C3%A9tica+es+uno+de+los+componentes+m%C3%A1s+estudiados+d>

desde+el+punto+de+vista+de+la+nutrici%C3%B3n+y+la+relaci%C3%B3n+que+existe&source=bl&ots=AeJ4w3xm6v&sig=ACfU3U35gM5-qVmfv-RuKH1cV2P-GECLIQ&hl=es-419&sa=X&ved=2ahUKEwjEqtmBvOjmAhXCq1kKHZRmBR4Q6AEwDXoECAoQAg#v=onepage&q=La%20fibra%20diet%C3%A9tica%20es%20uno%20de%20los%20componentes%20m%C3%A1s%20estudiados%20desde%20el%20punto%20de%20vista%20de%20la%20nutrici%C3%B3n%20y%20la%20relaci%C3%B3n%20que%20existe&f=false

Sánchez, M., Sumarriva, L., y Naupari, M. (2010). *Proyectos educativos-productivos e industrialización de la tuna (opuntia ficus) como estrategia en la enseñanza de la educación en industria alimentaria y nutrición en la fan y en la comunidad de san bartolome* (Tesis de pre grado). Universidad Enrique Guzmán y Valle - La Cantuta, Lima, Perú.

Sancho, J., De Castro, J., y Bota, E. (1999). *Introducción al análisis sensorial de alimentos*. Barcelona, España: Universidad de Barcelona.

Schlimme, E. y Buchheim, W. (2002). *La leche y sus componentes. Propiedades químicas y físicas*. España: Acribia.

Senaka, C., Evans, C., Adams, M. y Baines, S. (2012). Viabilidad probiótica y propiedades fisicoquímicas y sensoriales de yogures de frutas naturales y agitados hechos con leche de cabra. *Food Chemistry*, (135), 1411-1418. doi: 10.1016.

Snyman, H. (2005). Un estudio de caso sobre perfiles de enraizamiento in situ y eficiencia en el uso del agua de Cactus Pears, *Opuntia ficus-indica* y *O. robusta*. ResearchGate. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/228982588_A_case_study_on_in_situ_rooti

ng profiles and Water-Use Efficiency of cactus pears *Opuntia ficus-indica* and *O. robusta*

Tineo, J. (2004). Evaluación y Caracterización del Banco Nacional de Germoplasma de Tuna.

Scribd. Recuperado de <https://es.scribd.com/doc/274706888/Tuna>

U.S.D.A. (2004). National Nutrient Database for Standard Reference (17). Recuperado de

<http://www.nal.usda.gov/fnic/foodcomp>

Vargas, P. (2019). Crianza de Caprinos en Perú. Lima, Perú: Perulactea. Recuperado de

<http://www.perulactea.com/2019/01/10/crianza-de-caprinos-en-peru/>

Vayas, E. (2002). *Resúmenes de la materia de Procesamiento de la leche* (tesis de pregrado).

Facultad de Ciencias Pecuarias. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador.

Vega, S., Gutiérrez, R., Díaz, G., Gonzáles, M. y Ramírez, A. (2010). Leche de cabra:

producción, composición y aptitud industrial. Scribd Recuperado de [https://es.scribd.com/document/257680668/Leche-de-Cabra-Produccion-](https://es.scribd.com/document/257680668/Leche-de-Cabra-Produccion-Composicion-y-Aptitud-Industrial)

[Composicion-y-Aptitud-Industrial](https://es.scribd.com/document/257680668/Leche-de-Cabra-Produccion-Composicion-y-Aptitud-Industrial)

CAPÍTULO VII

ANEXOS

Anexo 1: Proceso de elaboración de yogurt sustituido parcialmente con leche de cabra



Figura 13. Recepción de la leche



Figura 14. Filtración de la leche



Figura 15. Pasteurización



Figura 16. Enfriamiento



Figura 17. Inoculación



Figura 18. Incubación



Figura 19. Enfriamiento



Figura 20. Batido



Figura 21. Frutado



Figura 22. Envasado



Figura 23. Almacenamiento

Anexo 2: Proceso de elaboración de la mermelada de tuna



Figura 24. Recepción



Figura 25. Pelado



Figura 26. Cocción

Anexo 3: Análisis fisicoquímicos



Figura 27. Acidez de la leche



Figura 28. Resultado de la acidez



Figura 29. pH de la leche



Figura 30. Densidad de la leche

Anexo 4: Proceso de evaluación sensorial



Anexo 5: Formato de encuesta



**UNIVERSIDAD NACIONAL “PEDRO RUIZ
GALLO” FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA
E INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE
INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**



**“TEST DE EVALUACION DE LAS CARACTERISTICAS
ORGANOLEPTICAS PARA DETERMINAR EL GRADO DE
ACEPTABILIDAD DEL PRODUCTO”**

PRUEBA DE ACEPTABILIDAD

NOMBRE: _____ **FECHA:** _____

PRODUCTO: Yogurt de tuna (*Opuntia ficus indica*)

NOTA: Deguste cuidadosamente el producto e indique su grado de aceptabilidad, indicando el número en el reglón que corresponda a la calificación para cada muestra de acuerdo a la siguiente escala hedónica.

ESCALA HEDONICA	
Me gusta mucho	5
Me gusta	4
Me es indiferente	3
Me disgusta	2
Me disgusta mucho	1

ESCALA	TRATAMIENTO T₁	TRATAMIENTO T₂	TRATAMIENTO T₃
Olor			
Color			
Sabor			
textura			

COMENTARIOS Y SUGERENCIAS: _____

MUCHAS GRACIAS

Anexo 6: Resultado de la encuesta aplicada

6.1. Datos del análisis sensorial para la variable olor

Panelista	Tratamiento 1	Tratamiento 2	Tratamiento 3
1	5	4	3
2	5	4	4
3	5	5	5
4	4	4	5
5	4	4	4
6	3	4	4
7	4	3	4
8	4	3	3
9	4	4	5
10	3	5	4
11	4	3	4
12	3	3	3
13	4	4	5
14	5	4	5
15	4	4	5
16	4	3	5
17	4	4	4
18	3	4	5
19	4	4	5
20	3	4	4
21	3	3	4
22	4	4	4
23	4	4	5
24	5	4	5
25	4	3	4
26	4	5	5
27	3	4	4
28	3	5	5
29	4	4	4
30	5	5	5

6.2. Datos del análisis sensorial para la variable color

Panelista	Tratamiento 1	Tratamiento 2	Tratamiento 3
1	4	4	4
2	5	5	5
3	4	4	5
4	4	4	4
5	5	5	5
6	4	4	4
7	4	5	5
8	5	5	5
9	4	4	5
10	4	4	5
11	3	3	5
12	3	4	4
13	4	4	4
14	4	4	4
15	3	3	5
16	4	4	5
17	4	4	5
18	4	4	5
19	5	5	5
20	4	4	4
21	3	3	4
22	4	4	4
23	4	4	5
24	5	5	5
25	4	4	4
26	5	5	5
27	4	4	5
28	4	5	4
29	4	4	5
30	5	4	4


6.3. Datos del análisis sensorial para la variable sabor

Panelista	Tratamiento 1	Tratamiento 2	Tratamiento 3
1	2	3	4
2	4	5	5
3	3	3	5
4	3	4	5
5	5	4	4
6	4	3	4
7	4	4	5
8	5	3	3
9	3	4	5
10	2	4	4
11	5	5	5
12	2	4	4
13	4	4	5
14	3	4	2
15	4	4	5
16	4	3	5
17	4	5	3
18	3	3	5
19	4	3	3
20	3	4	4
21	3	3	4
22	4	4	4
23	4	4	5
24	5	4	2
25	4	3	4
26	5	5	5
27	5	4	4
28	5	3	4
29	2	4	3
30	4	3	5


6.4. Datos del análisis sensorial para la variable textura

Panelista	Tratamiento 1	Tratamiento 2	Tratamiento 3
1	4	4	3
2	5	5	5
3	3	2	5
4	4	4	5
5	5	4	4
6	3	4	4
7	4	5	4
8	5	3	3
9	4	4	4
10	4	4	5
11	4	5	4
12	3	3	3
13	3	4	5
14	3	3	4
15	4	4	4
16	4	3	4
17	3	4	3
18	3	3	5
19	4	3	3
20	3	4	4
21	3	3	4
22	4	4	4
23	4	4	5
24	5	4	2
25	4	3	4
26	4	5	2
27	5	4	3
28	4	5	3
29	3	4	4
30	5	4	2

Anexo 7: Reporte microbiológico y fisicoquímico de los tratamientos



**LABORATORIO DE ANALISIS
FISICOQUIMICOS Y MICROBIOLOGICOS
"MICROSERVILAB"
LAMBAYEQUE – PERU**



CERTIFICACIÓN DE CALIDAD DE ALIMENTOS Nº 092

I. DATOS DE LOS SOLICITANTES:

- Bach. Koraima Mayumi Maximo Roman
- Bach. Katherine del Socorro Serquen Traversso

II. PROYECTO :
"Elaboración y evaluación de yogurt de tuna (*Opuntia ficus indica*) con sustitución parcial de leche de cabra (*Capra hircus*)

III. DATOS DE LA MUESTRA

Nombre	: Yogurt de Tuna
Código	: T1
Forma de presentación	: Bolsa hermética
Estado del envase	: Bueno
Naturaleza del envase	: Plástico
Procedencia	: Chiclayo
Fecha de producción	: Octubre 2019
Llegada al laboratorio	: 01-09-19
Fecha de análisis	: 01-09-19

IV. TIPO DE ANALISIS
FISICOQUIMICO-MICROBIOLOGICO

V. DOCUMENTO NORMATIVO
Reglamento sobre vigilancia y control Sanitario de Alimentos y Bebidas (05.007- 98-SA)


VI. RESULTADO DEL ANALISIS

1. Determinación de criterios microbiológicos

• Mohos	(ufc/ml)	: 0 ufc/ml
• Levaduras	(ufc/ml)	: 0 ufc/ml
• Coliformes totales	(ufc/ml)	: <1.1 ufc/ml
• <i>Staphylococcus aureus</i>	(ufc/ml)	: 0 ufc/ml
• Bacterias lácticas totales	(ufc/ml)	: $4 \cdot 10^7$ ufc/ml
• Aerobios mesofilos	(ufc/ml)	: 40 ufc/ml

2. Determinación de criterios fisicoquímicos

• Humedad	(%)	: 89.85 %
• Carbohidratos	(%)	: 4.51 %
• Proteína	(%)	: 3.25 %
• Grasa	(%)	: 1.10 %
• Ceniza	(%)	: 1.0 %
• Acidez	(%)	: 0.1 %
• Densidad	(%)	: 1.029



LABORATORIO DE ANALISIS
FISICOQUIMICOS Y MICROBIOLOGICOS
"MICROSERVILAB"
Big. Fernando G. Chacón Capuñay
Gerente General

VII. CONCLUSIONES
La muestra cumple con los requisitos del Reglamento sobre vigilancia y control Sanitario de Alimentos y Bebidas (05.007- 98-SA)

Lambayeque, Octubre del 2019

Correo: microservilab@hotmail.com

Cel: 949019545



**LABORATORIO DE ANALISIS
FISICOQUIMICOS Y MICROBIOLOGICOS
"MICROSERVILAB"
LAMBAYEQUE – PERU**



CERTIFICACIÓN DE CALIDAD DE ALIMENTOS Nº 093

I. DATOS DE LOS SOLICITANTES:

- Bach. Koraima Mayumi Maximo Roman
- Bach. Katherine del Socorro Serquen Traversso

II. PROYECTO :

"Elaboración y evaluación de yogurt de tuna (*Opuntia ficus indica*) con sustitución parcial de leche de cabra (*Capra hircus*)

III. DATOS DE LA MUESTRA

Nombre : Yogurt de Tuna
Código : T2
Forma de presentación : Bolsa hermética
Estado del envase : Bueno
Naturaleza del envase : Plástico
Procedencia : Chiclayo
Fecha de producción : Octubre 2019
Llegada al laboratorio : 01-09-19
Fecha de análisis : 01-09-19

IV. TIPO DE ANALISIS

FISICOQUIMICO-MICROBIOLOGICO

V. DOCUMENTO NORMATIVO

Reglamento sobre vigilancia y control Sanitario de Alimentos y Bebidas (05.007- 98-SA)

VI. RESULTADO DEL ANALISIS

1. Determinación de criterios microbiológicos

• Mohos (ufc/ml)	:	0 ufc/ml
• Levaduras (ufc/ml)	:	0 ufc/ml
• Coliformes totales (ufc/ml)	:	<1.1 ufc/ml
• <i>Staphylococcus aureus</i> (ufc/ml)	:	0 ufc/ml
• Bacterias lácticas totales (ufc/ml)	:	6 10 ⁷ ufc/ml
• Aerobios mesofilos (ufc/ml)	:	30 ufc/ml

2. Determinación de criterios fisicoquímicos

• Humedad (%)	:	88.35 %
• Carbohidratos (%)	:	4.81 %
• Proteína (%)	:	3.44 %
• Grasa (%)	:	1.30 %
• Ceniza (%)	:	1.30 %
• Acidez (%)	:	0.1 %
• Densidad (%)	:	1.029

LABORATORIO DE ANALISIS
FISICOQUIMICOS Y MICROBIOLOGICOS
"MICROSERVILAB"
Bto. Fernando G. Chalchac Capuray
Gerente General

VII. CONCLUSIONES

La muestra cumple con los requisitos del Reglamento sobre vigilancia y control Sanitario de Alimentos y Bebidas (05.007- 98-SA)

Lambayeque, Octubre del 2019



**LABORATORIO DE ANALISIS
FISICOQUIMICOS Y MICROBIOLOGICOS
"MICROSERVILAB"
LAMBAYEQUE – PERU**



CERTIFICACIÓN DE CALIDAD DE ALIMENTOS N° 094

I. DATOS DE LOS SOLICITANTES:

- Bach. Koraima Mayumi Maximo Roman
- Bach. Katherine del Socorro Serquen Traversso

II. PROYECTO :

"Elaboración y evaluación de yogurt de tuna (*Opuntia ficus indica*) con sustitución parcial de leche de cabra (*Capra hircus*)

III. DATOS DE LA MUESTRA

Nombre : Yogurt de Tuna
 Código : T3
 Forma de presentación : Bolsa hermética
 Estado del envase : Bueno
 Naturaleza del envase : Plástico
 Procedencia : Chiclayo
 Fecha de producción : Octubre 2019
 Llegada al laboratorio : 01-09-19
 Fecha de análisis : 01-09-19

IV. TIPO DE ANALISIS

FISICOQUIMICO-MICROBIOLOGICO

V. DOCUMENTO NORMATIVO

Reglamento sobre vigilancia y control Sanitario de Alimentos y Bebidas (05.007- 98-SA)

VI. RESULTADO DEL ANALISIS

1. Determinación de criterios microbiológicos

• Mohos	(ufc/ml)	: 0	ufc/ml
• Levaduras	(ufc/ml)	: 0	ufc/ml
• Coliformes totales	(ufc/ml)	: <1.1	ufc/ml
• <i>Staphylococcus aureus</i>	(ufc/ml)	: 0	ufc/ml
• Bacterias lácticas totales	(ufc/ml)	: 5 10 ⁷	ufc/ml
• Aerobios mesófilos	(ufc/ml)	: 40	ufc/ml

2. Determinación de criterios fisicoquímicos

• Humedad	(%)	: 87.0	%
• Carbohidratos	(%)	: 5.10	%
• Proteína	(%)	: 3.92	%
• Grasa	(%)	: 1.0	%
• Ceniza	(%)	: 1.4	%
• Acidez	(%)	: 0.1	%
• Densidad	(%)	: 1.028	

LABORATORIO DE ANALISIS
FISICOQUIMICOS Y MICROBIOLOGICOS
"MICROSERVILAB"
Bto. Fernando G. Chalcoque Cepeda
Gerente General

VII. CONCLUSIONES

La muestra cumple con los requisitos del Reglamento sobre vigilancia y control Sanitario de Alimentos y Bebidas (05.007- 98-SA)

Lambayeque, Octubre del 2019

Correo: microservilab@hotmail.com

Cel: 949019545