

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1 ANTECEDENTES

En la actualidad debido a los efectos del calentamiento global, va disminuyendo la producción lechera en nuestro medio y para compensar esta escasez, se pretende sustituir la leche de vaca por leche de soja, para la elaboración de algunos productos lácteos.

La producción de leche disminuyó en un 70%. Un ganadero sacaba unos 500 litros de leche y ahora sólo unos 180 litros, entonces disminuyó terriblemente debido a la sequía, En San Javier (Santa Cruz) se produce alrededor de 57.000 litros de leche a diario, de los cuales 37.000 litros se destina para la fabricación de quesos, que son afamados por su calidad y excelencia (El Deber, 2010).

En Bolivia, Cochabamba es la región de los Valles que lideriza la producción de leche que arranca de la iniciativa privada en los años 1920 y 1930 y que fue apoyada firmemente por el Servicio Agrícola Interamericano, a comienzos de los años 1950. Esta institución bi-nacional inició el mejoramiento genético, importando reproductores de los Estados Unidos, de alta calidad genética (Recursos ganaderos, _).

Las zonas lecheras más importantes del país son: el Valle Central de Cochabamba, el área integrada de Santa Cruz, los Valles de Tarija y Chuquisaca, los departamento de La Paz y Oruro. Las zonas comprendidas entre Trinidad y San Javier, en el Beni, de Tupiza (Potosí) y Sopachuy (Chuquisaca) tienen menor importancia pero de gran potencial en la producción lechera (Recursos ganaderos, _).

En el Altiplano existen establecimientos en las cercanías de La Paz y Oruro, formando el llamado “cordón lechero”, conformado por las regiones de Achacachi, Batallas, Pucarani, Viacha, Machacas, Patacamaya, Cercado, Machacamarca hasta Challapata (Recursos ganaderos, _).

La leche puede calificarse como el alimento más valioso para la nutrición del hombre ya que contiene todos los principios para la conservación y el desarrollo de la vida (Spreer, 1975).

El consumo de la leche promedio en Bolivia es de 38 litros anuales por persona siendo este uno de los más bajos del mundo ya que solo representa el 25% del consumo recomendado por la organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. En el departamento de Tarija, el consumo familiar de leche y productos lácteos procesados depende del nivel de ingresos, el cual determina las preferencias de calidad de los mismos (FAO, 2000).

La leche más utilizada como alimento humano en todas las edades es la de vaca, la leche es un alimento muy versátil, ya que mediante diversas operaciones y procesos pueden transformarse en un gran número de derivados, entre ellos se encuentra los quesos que son muy antiguos y variados, a la vez ampliamente distribuidas en todo el mundo (Anónimo, _).

La soya ha constituido la base de la nutrición en países orientales, ya que representa una excelente fuente de proteínas. Los productos hechos con soja actualmente han incrementado su producción, debido a la preocupación de los consumidores por adquirir productos nutritivos.

La leche de vaca es valiosa, especialmente para niños; pero no es indispensable. La leche de vaca es un producto que cada día escasea más, por su precio es un privilegio de pocas gentes y solo se encuentra disponible algunas regiones; además produce alergia a casi el 7% de los infantes, diarrea en un gran número de gentes y otros trastornos (Peterson, 1979).

La leche de soja puede reemplazar con ventaja a la de vaca, ya que además de carecer de los defectos anteriormente citados tiene 2/3 de la grasa de la leche de vaca, es muy rica en ácido linoleico y linolénico que tienen la propiedad de ser disolventes del colesterol, además aporta menos calorías, no contiene caseína ni lactosa (Peterson; Klevin, 1979).

La actividad quesera es conocida por siglos en el país; hasta hace 40 años era común la operación de queserías caseras en inmensas haciendas ganaderas de propiedad de un reducido número de familias. Posteriormente, se convirtieron las grandes haciendas en productores de leche cruda y queso fresco (FAO, 2000).

Los productores de quesos en el departamento de Tarija provienen de las comunidades de los municipios de San Lorenzo, Uriondo, Padcaya y Cercado, lugares donde se elabora el queso criollo (FAO, 2000).

El queso es uno de los principales productos agrícolas del mundo. Según la Organización para la Alimentación y la Agricultura (FAO) de las Naciones Unidas, en 2004 se produjeron en el mundo más de 18 millones de toneladas. El mayor productor de queso es Estados Unidos, que asume un 30 por ciento de la producción mundial (Fao, 2005)

Tradicionalmente, el queso se ha utilizado por las civilizaciones como una forma de conservar los nutrientes de la leche, siendo éste uno de los alimentos más consumidos alrededor del mundo. Existe una gran variedad de quesos de acuerdo a las necesidades y preferencias del

consumidor, se consume sólo o acompañado de diferentes platillos. Tiene gran importancia nutricional debido a que es una buena fuente de calcio y proteína (FAO; 2005).

Según el Departamento de Agricultura de Estados Unidos (2001), el 30% de los niños entre 1 y 5 años no consumen la porción diaria recomendada es importante consumir el calcio necesario para proteger los huesos y dientes, también ayuda en la contracción muscular, función cardíaca y los procesos de coagulación sanguínea y previene la osteoporosis (Agnielsen, 2002).

Los quesos procesados, según su consistencia y untabilidad, se dividen en quesos cortables y untables, cuyas diferencias están sustentadas en sus características físico-químicas, de pH, materia grasa y humedad. No se han realizado con anterioridad estudios de factibilidad para este tipo de producto. Sin embargo, se conoce que en la actualidad se comercializan en los mercados marcas importadas de queso procesado untable las cuales son utilizadas con bocadillos o acompañados de nachos (Agnielsen, 2002).

El queso de tipo untable se caracteriza por tener un cuerpo débil y marcadas características de esparcibilidad. Se busca en este tipo de quesos que tengan finalmente un pH entre 5,7-6,0 un contenido de humedad de 58-60% y un porcentaje de materia grasa de 45-60%. (Capdevila, 2006).

1.2 JUSTIFICACIÓN

- Obtener un producto novedoso, utilizando un porcentaje de leche de soja, para mejorar la calidad nutricional de la población, ya que esta leguminosa cuenta con muchas cualidades nutritivas.
- El tipo de queso que se va a elaborar en este trabajo de investigación será un producto nuevo a ser desarrollado con la finalidad de diversificar e innovar la producción de lácteos como quesos enriquecidos con leche vegetal.
- La tendencia actual en el mundo es consumir productos saludables e inoos, por este motivo se pretende elaborar un producto nutritivo e innovador con importante aporte proteico para el organismo y que al mismo tiempo tenga buenos atributos organolépticos.

- Este trabajo de investigación sentará ciertas bases cualitativas para realizar a futuro trabajos sobre productos similares derivado de productos lácteos o de interés comercial para propiciar la implementación y/o diseño de prefactibilidad.

1.3 OBJETIVOS

Los objetivos para este trabajo de investigación son los siguientes:

1.3.1 OBJETIVO GENERAL

Elaborar queso untable de leche de vaca y un porcentaje de leche de soja mediante el proceso de elaboración de queso por coagulación, con la finalidad de obtener un producto innovador, inocuo, nutritivo y de alta calidad que contemple las propiedades nutricionales de las materias primas, siendo de gran beneficio para el consumidor.

1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Caracterizar las propiedades fisicoquímicas de la leche de vaca, con la finalidad de establecer su composición.
- Determinar las características fisicoquímicas de la leche de soja empleada en la realización del trabajo experimental, para conocer su composición.
- Determinar las propiedades fisicoquímicas de la mezcla de leches, con la finalidad de establecer su composición, y conocer el incremento de nutrientes que pueda llegar a tener en relación a la leche de vaca.
- Determinar los porcentajes de las leches a ser empleadas en la elaboración del producto, para conocer la mezcla óptima.
- Determinar el proceso de coagulación de la mezcla de leches, para establecer sus variables experimentales.
- Realizar el diseño experimental para determinar las variables importantes durante el proceso de coagulación.
- Realizar análisis organoléptico del producto terminado con el fin de conocer sus atributos sensoriales y su grado de aceptación.

- Determinar las propiedades fisicoquímicas del producto terminado con la finalidad de valorar sus características nutricionales.
- Determinar los parámetros microbiológicos más significativos del producto terminado con el fin de garantizar su inocuidad.
- Realizar los balances de materia y energía del proceso a nivel experimental, para conocer el rendimiento real del producto y la cantidad total de calor utilizada durante el proceso.
- Determinar el rendimiento real del producto terminado, con la finalidad de conocer el rendimiento del queso untable en comparación con el rendimiento de quesos madurados y quesos criollos.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 ASPECTOS GENERALES DE LOS QUESOS

2.1.1 HISTORIA DE LOS QUESOS

La elaboración de queso procesado comenzó en el siglo XIX pero fue exitosamente elaborado hasta cuando el ácido cítrico fue introducido como sal fundente en Suiza en 1912, ya que cuando el queso es fundido sin ningún aditivo la grasa se separa de la proteína (Eck, 1990). Se trata de un alimento antiguo cuyos orígenes pueden ser anteriores a la historia escrita. Alcanzó su cúspide a principios de la era industrial y ha declinado en cierta medida desde entonces debido a la mecanización y los factores económicos (Google, _).

Desde las antiguas civilizaciones, el queso se ha almacenado para las épocas de escasez y se le considera un buen alimento para los viajes, siendo apreciado por su facilidad de transporte, buena conservación y alto contenido en grasa, proteínas, calcio y fósforo. El queso es más ligero, más compacto y se conserva durante más tiempo que la leche a partir de la que se obtiene. Los fabricantes de queso pueden establecerse cerca del centro de una región productora y beneficiarse así de leche más fresca, más barata y con menor coste de transporte. La buena conservación del producto permite a los fabricantes vender sólo cuando los precios están altos o necesitan dinero. Algunos mercados incluso pagan más por quesos viejos, justo al contrario de lo que ocurre con la producción de leche (Google, _).

Los años 1860 mostraron las posibilidades de la producción de queso, y sobre el cambio de siglo la ciencia comenzó a producir microbios puros. Antes de esto, las bacterias se obtenían del medio ambiente o reciclando otras ya usadas. El uso de microbios puros significó una producción mucho más estandarizada. Se empezaron a producir lo que se denomina queso procesado (Google, _).

2.1.2 DEFINICIÓN

Queso es el producto blando, semiduro, duro o extra duro, madurado o no madurado, obtenido mediante coagulación total o parcial de la proteína de leche, por acción del cuajo u otros coagulantes idóneos (Codex, 2001).

De acuerdo a la FAO/OMS: “Es el producto fresco o madurado obtenido por la coagulación y separación de suero de la leche, nata leche parcialmente desnatada, mazada o por la mezcla de estos productos” (FAO, _).

De acuerdo a la composición: Es el producto fermentado o no, constituido esencialmente por la caseína de la leche, en forma de gel mas o menos deshidratado que retiene casi toda la materia grasa, si se trata de queso graso, un poco de la lactosa en forma de ácido láctico y una fracción variable de sustancias minerales (Smith, 1995).

Tradicionalmente, el queso se ha utilizado por las civilizaciones como una forma de conservar los nutrientes de la leche, siendo éste uno de los alimentos más consumidos alrededor del mundo. Existe una gran variedad de quesos de acuerdo a las necesidades y preferencias del consumidor, se consume sólo o acompañado de diferentes platillos (Smith, 1995).

2.1.3 TIPOS DE QUESOS

La gran gama de quesos existentes hace imposible una clasificación única de los mismos. Son muchas las características que los definen, como el grado de añejamiento, o curado, la procedencia de la leche usada, su textura o su contenido en grasa. A continuación se describen varios tipos, o características, de ellos (Harris, 1991).

2.1.3.1 Quesos frescos

Los quesos frescos son aquellos en los que la elaboración consiste únicamente en cuajar y deshidratar la leche. A estos quesos no se les aplican técnicas de conservación adicionales, por lo que aguantan mucho menos tiempo sin caducar. Su mantenimiento se podría comparar al de los yogures, pues es necesario conservarlos en lugares refrigerados. El hecho de procesar la leche en menor medida hace que tengan sabores suaves y texturas poco consistentes (Harris, 1991).

Con estas características, son utilizados como ingredientes para ensaladas, como el queso de Burgos, la mozzarella, que se elabora introduciendo la cuajada de la leche en agua caliente, de tal forma que se van creando masas en forma de bolas por efecto de la temperatura. La mozzarella también es el más utilizado como ingrediente de las pizzas, sin embargo, para ello se utiliza una variedad más deshidratada, que no corresponde a

un queso fresco. También se utilizan quesos frescos en postres, o como ingredientes de salsas. El mascarpone italiano y el queso quark alemán son ejemplos de ello, con texturas muy cremosas (Harris, 1991).

Fig. 2-1 Queso Mozzarella Fresca



Fuente: Harris, 1991

2.1.3.2 Quesos cremosos

El queso tiene un estado natural sólido, sin embargo es posible obtener una textura más cremosa aumentando significativamente la cantidad de nata, y por lo tanto de grasa. Estos tipos de queso se consumen normalmente acompañados de pan, siendo común el uso de los mismos en tostadas (Harris, 1991).

Fig. 2-2 Aspecto de queso Untable



Fuente: Harris, 1991

Ciertos quesos franceses tienen una gran tradición por su textura cremosa. Un tipo de queso de producción más moderna es el queso crema, comúnmente llamada *queso philadelphia*. Se trata de una crema blanca, distribuida en tarrinas similares a las de margarina o mantequilla. Se consume ampliamente en desayunos y postres, es el ingrediente principal de algunas tartas de queso (Harris, 1991).

En la elaboración de postres se suelen usar cremas de queso, combinadas con sabores dulces. Un ejemplo de ello es la crema de queso mascarpone, muy usada en la elaboración de tiramisús. El queso quark también se usa en multitud de recetas de postre en la cocina alemana o austriaca (Harris, 1991).

También es posible encontrar quesos de textura semi cremosa, pues no se puede considerar sólida ni crema, como la torta del Casar de Extremadura. Este queso, aunque se puede consumir crudo, es típico por ser cocinado unos minutos al horno, de forma que quede total o parcialmente líquido. Al igual que el camembert, tiene una corteza florecida, consumida junto al queso por quienes gustan de sabores fuertes o amargos (Harris, 1991).

Fig. 2-3 Rosquilla con queso crema



Fuente: Harris, 1991

Tabla 2-1

Clasificación de quesos por grado de maduración

Quesos	Ejemplos
Frescos	Panela, quesos rancheros, <i>queso crema</i> , cottage.
Mediamente maduros	Chapingo, chihuahua, tipo manchego, gouda.
Fuertemente maduros	Cotija (genuino), parmesano, añejo, camembert, roquefort.

Fuente: Villegas 1993

2.1.4 PROPIEDADES NUTRICIONALES DE LOS QUESOS

Los datos nutricionales del queso pueden variar en función de su contenido en grasa, pero en general se puede decir que es una rica fuente de calcio, proteínas, y fósforo. 100 gramos de queso manchego contienen 21 gramos de proteínas y entre 600 y 900 miligramos de calcio. Al tratarse básicamente de leche concentrada, hacen falta 600 gramos de leche para igualar esta cantidad de proteínas, y 550 gramos para la de calcio (Arch. CNN, _).

El queso también comparte con la leche sus problemas nutricionales, derivados del alto contenido en grasas saturadas, consistentes en triglicéridos y ácido graso saturado. Este tipo de grasas influyen muy negativamente en enfermedades cardiovasculares (Arch. CNN, _).

Muchas agencias de todo el mundo advierten de los riesgos del consumo de quesos hechos con leche fresca (no pasteurizada). La Administración de Drogas y Alimentos estadounidense sostiene que los quesos de leche fresca pueden causar enfermedades infecciosas como la listeriosis, brucelosis, salmonelosis, y hasta incluso tuberculosis (FDA, _).

Se trata de uno de los alimentos con contenido más alto en calcio y fósforo, así como de caseína y otras proteínas, que son los principales componentes del esmalte de los dientes, por lo que la ingesta de queso puede ayudar a su remineralización. Aparte de esto, algunos ácidos grasos tienen propiedades antimicrobianas, controlando así el nivel de placa. Muchos tipos de queso estimulan también el flujo salival, lo que ayuda a limpiar la cavidad bucal de restos de

alimentos, amortiguando también el medio ácido. Después de las comidas el pH de la saliva desciende, pero el calcio y el fósforo del queso ayudan a prevenirlo (FDA, _).

Las personas que sufren intolerancia a la lactosa normalmente evitan consumirlo, sin embargo quesos como el cheddar sólo contienen un 5% de la lactosa encontrada en la leche entera, y en los quesos más añejos es prácticamente despreciable. Hay gente que sufre reacciones ante aminas encontradas en el queso, especialmente la histamina y la tiamina (FDA, _).

Tabla 2-2
Valor nutricional de Quesos más comunes

Tipos de Quesos	Energía (Kcal)	Proteínas (gr)	Grasa (gr)	Grasa saturada (gr)	Grasa monoinsat. (gr)	Grasa poliinsaturada (gr)	Colesterol (mg)	Carbohidratos (gr)
Queso blanco desnatado	78.18	13.30	1.40	0.90	0.40	Tr.	5.00	3.30
Queso Brie	329.90	20.60	27.50	17.30	8.00	0.80	80.00	Tr.
Queso Cheddar	413.60	26.00	34.40	21.70	9.40	1.40	110.00	Tr.
Queso de Bola	348.50	29.00	25.00	14.70	7.20	0.62	85.00	2.00
Queso Emmental	380.05	28.00	29.70	18.40	9.20	1.30	100.00	0.20
Queso Gallego	351.50	23.00	28.00	15.03	8.02	0.69	85.00	2.00
Queso Parmesano	420.10	40.00	28.90	17.20	8.50	1.10	100.00	Tr.
Queso Roquefort	370.90	18.70	32.90	20.70	8.00	1.50	100.00	Tr.
Queso Villalón	491.13	17.50	46.00	-	-	-	-	1.90
Requesón	97.15	13.60	4.00	2.46	1.03	0.12	19.00	1.80

Fuente: Valor nutricional de quesos

2.1.5 FACTORES INDEPENDIENTES QUE PARTICIPAN EN EL RESULTADO Y LA CARACTERIZACIÓN DEL QUESO

- a) La composición de la leche
- b) Factores microbianos (composición de la flora microbiana presente en la leche cruda o la añadida).
- c) Factores bioquímicos (concentración y propiedades de las enzimas presentes).
- d) Factores físico-químicos (temperatura, pH, presión atmosférica).

- e) Factores químicos (proporción de calcio en la cuajada, agua, sales minerales, etc.)
- f) Factores mecánicos (corte, removido y presión mecánica) (Google, _).

2.1.5.1 PREPARACIÓN DE LA LECHE E IMPORTANCIA EN LA ADICIÓN DE FERMENTOS

Preparación de la leche:

Se somete a tratamientos para obtener un producto homogéneo y con parámetros óptimos para la obtención del queso que se va a elaborar.

Tratamientos:

- a) Filtrado
- b) clarificación
- c) Desnatado o añadido de nata (obtener contenido grasos óptimo)
- d) Homogenización de los glóbulos grasos en el ceno de la leche
- e) Pasteurización (72°C/15seg HTST). En cubas (63°C/30 min).

Importancia de la adición de fermentos a la leche:

La función principal de las bacterias lácticas (fermentos), es la producción de ácido láctico a partir de la lactosa. El ácido láctico promueve la formación de desuerado de la cuajada, evita que crezcan en esta microorganismos patógenos debido a que disminuye el pH a 5.0 – 5.2 y le confiere sabor ácido.

Además, las bacterias dan lugar a sustancias responsables del aroma y contribuyen a la maduración mediante la proteólisis (ruptura de proteínas) y la lipólisis (ruptura de las grasas o lípidos).

Los fermentos se clasifican esencialmente por su temperatura óptima de crecimiento en dos grupos:

- ***Mesófilos:*** 20 – 30°C

Cepas: *Streptococcus lactis*, sbsp. *Diacety lactis* y *Leuconostoc* spp.

- **Termófilos:** 37 – 43°C. Se utilizan cuando la temperatura de calentamiento de la cuajada es elevada (37 – 43°C).

Con el fermento se logra:

- Proporción de ácido requerido
- No debe ocasionar sabores desagradables.
- Condiciones de sabores buscados.

2.2 QUESOS UNTABLES

2.2.1 DEFINICIÓN

Un alimento untable es aquél que se unta con un cuchillo sobre pan, crackers u otros productos similares, con el fin de aportar sabor y textura. A diferencia de los condimentos, se consideran parte integral del plato al que se incorporan, y no un aditamento.

El queso untable es un producto fresco obtenido por coagulación enzimática, desuerado y madurado a base de leche.

Son alimentos untables comunes el queso crema y la mantequilla (salados), así como la mermelada (dulce).

Otro tipo de queso untable es el obtenido por molturación, mezcla, fusión y emulsión con tratamiento térmico y agentes emulsionantes de una o más variedades de queso, con o sin la adición de productos alimenticios (Codex, 2001).

El queso procesado untable es elaborado a partir de queso fundido, es un queso suave, viscoso que puede ser fácilmente untable, actualmente es usado acompañado de nachos, bocadillos y en la elaboración de diferentes tipos de comidas.

Fig. 2-4 Tostada con queso untable



Fuente: Harris, 1991

2.2.2 FACTORES QUE AFECTAN EL PROCESAMIENTO DEL QUESO UNTABLE

Proteínas de la leche

Las proteínas de la leche pueden funcionar como emulsificantes primarios, proveen viscosidad y adhesión. En el queso, las proteínas emulsificantes son las caseínas y sus fragmentos (Przybyla, 1992). Los tipos de proteínas presentes en la leche son afectados por el calentamiento de diversas maneras, como se muestra en la *tabla 2-3*.

Tabla 2-3

Efectos del tratamiento térmico en las proteínas de la leche

Efectos en las proteínas	Comportamiento bajo tratamiento térmico
Tamaño micela	Depende de la temperatura y del equilibrio entre calcio, magnesio y los fosfatos y iones de citrato.
Caseína	No es afectada por tratamiento térmico normal en al elaboración de queso pero es posiblemente afectada por interacciones con proteínas del suero.
Proteínas del suero	Las interacciones con la caseína y sales minerales de la leche dependen de la temperatura y el pH. Interacciones entre β -lactoglobulina y el complejo de caseína no toma lugar en tratamientos de calentamiento normal. Las proteínas del suero comienzan a desnaturizarse a 70°C y se desnaturaliza progresivamente a altas temperaturas.
β -lacto globulina	La más sensible al calor de las proteínas del suero. La sensibilidad del calentamiento de la leche depende de la cantidad presente. Cuando cantidades substanciales están presentes, el tratamiento térmico del queso en el rango 74-80°C causa formaciones severas del cuajo.
Proteólisis	El tratamiento térmico no puede restaurar las proteínas que han sido parcialmente desnaturizadas por enzimas proteolíticas las cuales son resistentes al calor. El tratamiento térmico de la leche para producción de queso destruye bacterias productoras de reacciones proteolíticas, esto puede reducir la cantidad de proteínas desnaturizadas y estas son disponibles para la coagulación de toda la proteína en la leche.

Fuente: Law (1999).

2.2.3 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS PARA QUESOS PROCESADOS

Los análisis microbiológicos son de vital importancia para garantizar la inocuidad del producto y cumplir con las regulaciones legales que implica. Además son indicador de las condiciones en que fue elaborado el producto (Fox P.F, 1987).

Tabla 2-4

Parámetros microbiológicos aceptables para queso procesado

Microorganismos	Valor aceptable para Quesos Procesados (UFC / g)
Mohos y levaduras	100
Staphylococcus aureus	<100
Aerobios totales	10,000
Listeria monocitogenes	Negativo
Salmonella en 25 g	Negativo
Fosfatasa residual	<12
Coliformes totales	10
Coliformes fecales	Ausente

Fuente: Reglamento para la inspección y certificación sanitaria de la leche y los productos lácteos (1997).

2.2.4 ANÁLISIS NUTRIMENTAL PARA QUESOS CON SOJA

A continuación se presenta el análisis nutrimental del producto tipo queso untable de soya, comparado con un queso elaborado a partir de leche de vaca, mediante acidificación con ácido acético al 12% y calentamiento (Salas, 1997), y un tofu comercial del tipo firme (Mirona, _).

Tabla 2-5

Análisis Nutricional de Queso de leche de soja y suero de leche de vaca, por cada 250 g.

Determinación	Queso de leche de vaca (%)	Tofu Comercial (%)	“Queso” de leche de soja y suero de leche de vaca (%)
Humedad	67.52	*	76.53
Calcio	*	2	1.86
Proteína	11.29	12	9.48
Grasa	15.88	4	7.30
Fibra cruda	ppm	*	0.4
Carbohidratos solubles	*	1	4.63
Valor energético (Kcal)	*	143.26	305

*Datos no encontrados

Fuente: Salas, 1997

En la *tabla 2-5* se observa que el producto tipo queso untable de soja tiene un contenido de humedad del 76.53 %, lo cual lo clasifica dentro de los quesos frescos sin cuerpo, que presentan de un 60 a 80% de humedad según (Alais, 1985).

Otro dato interesante en la *tabla 2-5* es que el porcentaje de calcio en el producto queso de leche de soja y suero de leche de vaca es elevado así como también en el tofu. Este contenido es muy importante ya que una de las enfermedades más frecuentes en la actualidad es la “osteoporosis”, causada principalmente por deficiencia de calcio. La ingestión diaria recomendada de calcio varía entre 500 y 2500 mg, por lo que el consumo de 100gr de este producto nos estaría aportando la dosis recomendada. Con respecto al porcentaje proteico este resulta menor en el producto queso de leche de soja y suero de leche de vaca, sin embargo, también es necesario considerar la calidad, ya que en el producto elaborado, a diferencia del tofu se pretendió neutralizar las deficiencias de aminoácidos azufrados a partir de la utilización de suero de leche (Alais, 1985).

De acuerdo al porcentaje lipídico del producto queso de leche de soja y suero de leche de vaca, se puede clasificar como un “queso magro” ya que posee menos del 10% de grasa (De la Paz, 1999). No obstante, este producto posee la plasticidad propia de los quesos untables, que

llegan a tener hasta un 40% de lípidos. Este efecto esta dado por el suero que se utilizo como sustituto de grasa (Alais, 1985).

Tabla 2-6
Macronutrientes para algunos tipos de quesos suaves

Tipos de Quesos/100 gr.	Calorías (Kcal)	Hidratos de Carbono (gr)	Proteínas (gr)	Grasas (gr)
Queso Philadelphia lighth	200	6.6	10	16.6
Queso Blanco diet	100	7.4	9.9	3.5
Queso Camembert-Brie	527	-	26.7	29.7
Queso Cottage	95	2	11.4	4.5
Queso Crema	245	3.7	8.2	22
Queso Cremoso	305	1.3	18.7	25
Queso de Cabra	173	3.7	16	10.3
Queso Edam	345	26	22	27
Queso Edam diet	268	1	30	16
Queso Fresco	307	1	24	23
Queso Fresco diet	230	1	24	15
Queso Fundido Untable	285	2.9	10	25.9
Queso Gruyere	357	10	28	26
Queso Mozzarella	334	-	24	26
Queso Ricotta	185	2.5	14.5	13
Queso Rocotta descr.	105	2	13	5
Queso Tofu	134	1	13	9

Fuente: Valor nutricional de quesos

2.2.5 ANÁLISIS FISICOQUÍMICO DE QUESO UNTABLE

2.2.5.1 pH: Existe una disminución gradual en el pH del producto a medida que transcurre el periodo del almacenamiento, fluctuando este parámetro entre 5.21 y 4.79. La disminución en este parámetro, aún cuando puede modificar el sabor, también contribuye a una mayor conservación del producto, por lo que esta disminución hasta cierto punto se puede considerar positiva. Las normas de la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial reportan valores de pH entre 5-6 para quesos procesados untables, de acuerdo con estas normas no podemos considerar este producto como queso Untable.

2.2.5.2 Actividad de agua (Aw): La actividad de agua del queso oscila entre 0.983-0.992, este pequeño incremento en el valor de actividad de agua probablemente tenga relación con el descenso de pH del producto, ya que al bajar pH se modifica la carga eléctrica de las proteínas y la capacidad de retención de agua disminuye, dejando una mayor disponibilidad de agua.

2.2.5.3 Sólidos Totales: El contenido de sólidos totales en el queso se mantiene relativamente constante. La Secretaria de Comercio y Fomento Industrial especifica para quesos untables un porcentaje de sólidos de 35-40%, dentro de los cuales el mayor porcentaje esta representado por los lípidos, con el fin de dar la textura untable del producto. Así, por ejemplo el queso Philadelphia presenta un porcentaje de lípidos del 35%.

2.2.5.4 Acidez: El volumen de NaOH se aumenta conforme aumentan los días de almacenamiento, donde se aprecia una disminución de pH y por lo tanto un incremento en la acidez del producto.

2.2.5.5 Humedad: El porcentaje de humedad desciende de un valor de 78.4 al día cero a 77.5 al final del almacenamiento, esto coincide con el incremento de sólidos totales. El porcentaje de humedad de 77.5 clasifica al producto, según Alais (1985) en un queso fresco, sin cuerpo dado que este tipo de quesos presentan rangos de humedad de 60 a 80 %. La Secretaria de Comercio y Fomento Industrial especifica un máximo de humedad de 65% para quesos untables.

2.3 CARACTERÍSTICAS DE LAS MATERIAS PRIMAS E INSUMOS

2.3.1 ASPECTOS GENERALES DE LA LECHE DE VACA

El consumo regular de leche por parte de las personas se remonta al momento en que los antepasados dejaron de ser nómadas y comenzaron a cultivar la tierra para alimentar a los

animales capturados que mantenían junto al hogar. Este cambio se produjo en el Neolítico aproximadamente 6000 años a.C. (Gonzales y Godoy, _).

En aquellos tiempos, la leche se guardaba en pieles, tripas o vejigas animales que, en ocasiones, no estaban bien lavadas o se dejaban expuestas al sol, por lo que el producto coagulaba. De este modo surgió el que probablemente fuera el primer derivado lácteo, al que ya se hacían alusiones en la Biblia: la leche cuajada (Gonzales y Godoy, _).

La leche es uno de los alimentos más nutritivos puesto que tiene un alto contenido de proteínas de alta calidad que proporcionan los diez aminoácidos esenciales. La leche contribuye a la ingesta calórica diaria total, como también, aporta ácidos grasos esenciales, inmunoglobulinas, y otros micronutrientes. La leche de vaca es el tipo principal de leche que se consume en la mayoría de los países, aun cuando las leches de cabra y oveja también son consumidas (FAO, 1997).

2.3.1.1 CARACTERÍSTICAS DE LA LECHE DE VACA

La leche es uno de los principales alimentos para el ser humano, debido principalmente a su alto contenido de proteínas y a la calidad de las mismas; sin embargo, también es uno de los alimentos que más tiende a descomponerse por la acción de los microorganismos y los factores ambientales como temperatura, entre otros.

2.3.1.2 PROPIEDADES QUÍMICAS DE LA LECHE DE VACA

La composición de la leche de vaca varía dentro de ciertos límites como se muestra en la *tabla 2-7*:

Tabla 2-7

Composición química de la leche de vaca

Componentes	Contenido medio (%)	Rango (%)
Agua	87.4	83-89
Extracto seco	12.6	11-17
Grasa	3.9	2.7-6.0
Proteínas	3.3	2.5-4.5
Caseína	2.7	2.2-4.0
Albuminas	0.4	0.2-0.6
Globulina y otras	0.12	0.05-0.2
Lactosa	4.7	4.0-5.6
Sales (cenizas)	0.7	0.6-0.85

Fuente: Dilanjan 1996

2.3.1.2.1 Agua

El agua constituye la fase continua de la leche y es medio de soporte para sus componentes sólidos y gaseosos. Se encuentran en dos estados.

1. **Agua libre (intersticial).**- Representa la mayor parte del agua y en esta se mantiene en solución la lactosa y las sales.
2. **Agua de enlace.**- Esta agua es el centro de cohesión de los diversos componentes no solubles y es absorbida a la superficie de estos compuestos, no forman parte de la fase hídrica de la leche y es más difícil de eliminar que el agua libre (Patrick, 1996).

2.3.1.2.2 Grasa

Normalmente, la grasa (o lípido) constituye desde el 3,5 hasta el 6,0% de la leche, variando entre razas de vacas y con las prácticas de alimentación. Una ración demasiado rica en concentrados que no estimula la rumia en la vaca, puede resultar en una caída en el porcentaje de grasa (2,0 a 2,5%).

La grasa se encuentra presente en pequeños glóbulos suspendidos en agua. Cada glóbulo se encuentra rodeado de una capa de fosfolípidos, que evitan que los glóbulos se aglutinen entre sí repeliendo otros glóbulos de grasa y atrayendo agua. Siempre que esta estructura se encuentre intacta, la leche permanece como una emulsión (Patrick, 1996).

En la grasa pueden distinguirse dos grupos de compuestos.

1.- Los lípidos.- Reúnen a triglicéridos, monoglicéridos, lecitinas, cefalinas, estinogomelina y cerebrosidos.

2.- Las grasas no saponificables.- Reúnen a beta caroteno, xantofilas, colesterolos, dihidrocolesterolos, ergosterolos y las vitaminas liposolubles A, D, E y K (Patrick, 1996).

2.3.1.2.3 Proteínas

La leche de vaca contiene de 3 a 3,5 % de proteínas, distribuida en caseínas, proteínas solubles o seroproteínas y sustancias nitrogenadas no proteicas. Son capaces de cubrir las necesidades de aminoácidos del hombre y presentan alta digestibilidad y valor biológico. Además del papel nutricional, se ha descrito su papel potencial como factor y modulador del crecimiento (Patrick, 1996).

Las sustancias nitrogenadas de la leche de vaca se encuentran en forma de micelas dispersas en suspensión coloidal y la mayor parte pertenece para próticos divididos en dos grupos:

1.- Holoprotidos.- Lactoalbumina que representa menos de 0.05% y cuya proporción puede aumentar en la leche de animales enfermos de mastitis y en las leches calostradas. La latoalbumina es rica en lisina y triptófano, esta sustancia es muy importante en la alimentación de los niños. No coagula por la acción del “cuajo” o de los ácidos, pero lo hace por efecto del calor (Patrick, 1996).

2.- Heteroprotidos.- El principal heteroprotido de la leche lo constituye la caseína y esta compuesta a su vez de 20 aminoácidos.

La caseína puede ser precipitada por la acción de una enzima. La quimosina o renina. En este fenómeno de enzima transforma el caseinato de calcio a paracaseinato de calcio que es soluble y luego la expone a los iones de calcio que al irse fijando a este último, se insolubiliza y forma un gel (Patrick, 1996).

2.3.1.2.4 Lactosa

En la composición de la leche entra a formar parte la lactosa 37 a 34 g/l. Prácticamente la lactosa es el único azúcar de la leche, aunque en ella existan poliácidos libres y glúcidos combinados en pequeña proporción. La lactosa tiene un débil sabor dulce en comparación con otros azúcares (Patrick, 1996).

El calor afecta a la lactosa a temperatura arriba de 110°C. A esta temperatura la lactosa hidratada (alfa lactosa) pierde su agua y se transforma en lactosa anhidra. Esta reacción produce un pardeamiento de la leche y puede observarse en leches esterilizadas (Patrick, 1996).

2.3.1.2.5 Sales Minerales

Las sales presentes en la leche se encuentran en disolución y las principales son: calcio, fósforo, sodio, potasio y magnesio. En caso de enfermedades de la vaca el contenido de cloruro sódico aumenta, disminuyendo el resto de las sales (Alais, 1985)

Se encuentran en dispersión iónica y representan en la leche del 0.6 al 1%.

Las más importantes de estas son:

Fosfato de potasio, calcio y magnesio.....	0.33%
Cloruro de potasio.....	0.2%
Citratos de sodio, potasio, calcio y magnesio.....	0.32%
Sulfato de potasio.....	0.018%
Carbonato de potasio y sodio.....	0.025%

Los minerales que existen en la leche son potasio, calcio, sodio, fosforo, cloro, rubidio, flúor, sílice, boro, zinc, cobre, hierro, molibdeno, litio, magnesio, manganeso, cobalto, yodo y níquel (Patrick, 1996).

Tabla 2-8

Concentraciones de minerales y vitamínicas en la leche (mg/100ml)

Minerales	mg/100 ml	Vitaminas	ug/100 ml
Potasio	138	Vitamina A	30.0
Calcio	125	Vitamina D	0.06
Cloro	103	Vitamina E	88.0
Fosforo	96	Vitamina K	17.0
Sodio	8	Vitamina B1	37.0
Azufre	3	Vitamina B2	180.0
Magnesio	12	Vitamina B6	46.0
Otros minerales trazas	<0.1	Vitamina B12	0.42
		Vitamina C	1.7

Fuente: Técnicas ganaderas

2.3.1.2.6 Enzimas

La leche de vaca contiene numerosas enzimas relacionadas con el grupo de las albuminas, con las cuales generalmente precipitan. Algunas se encuentran concentradas en la membrana superficial de los glóbulos grasos y son arrastradas por la nata (reductasa, aldehida, fosfatasa) otras precipitan con la caseína (proteasa, catalasa, etc.) (Patrick, 1996).

Por otra parte en la leche se encuentran activadores e inactivadores de la enzima cuya acción depende de su concentración en la fracción considerada (Alais, 1985).

2.3.1.2.7 Vitaminas

Es fuente importante de vitaminas para niños y adultos. La ingesta recomendada de vitaminas del grupo B (B₁, B₂ y B₁₂) y un porcentaje importante de la vitamina A y ácido pantoténico se cubre con el consumo de un litro de leche (Patrick, 1996).

Tiene una estrecha relación con las enzimas, pues la mayor parte de ellas actúan como coenzimas y están asociados a una apoenzima proteica en su actividad biocatalítica. La leche de vaca contiene casi todas las vitaminas pertenecientes a los dos grandes grupos (Patrick, 1996).

1.- Vitaminas liposolubles (A, D y E).- Asociadas a la materia grasa por esta razón se encuentra en la nata y en la mantequilla tras el desnatado y no se hallan en la leche desnatada ni en el lactosuero. Su contenido obedece a la influencia de factores exógenos: alimentación y radiaciones solares; por lo tanto es muy variable.

2.- Vitaminas hidrosolubles (B₁, B₂, B₁₂, etc.).- Se encuentran en la fase acuosa: la leche desnatada y lactosuero. La riqueza de la leche de vaca en estas vitaminas depende poco de la influencia exterior; por ello su contenido varía relativamente poco (Patrick, 1996).

2.3.1.3 PROPIEDADES FÍSICAS DE LA LECHE DE VACA

2.3.1.3.1 Aspecto

La coloración de la leche de vaca es blanca, cuando es muy rica en grasa presenta una coloración ligeramente crema, debida en parte al caroteno de la grasa de la leche de vaca. La leche pobre en grasa o descremada es ligeramente de tono azulado (Patrick, 1996).

2.3.1.3.2 Olor

La leche fresca casi no tiene un olor característico, pero debido a la presencia de la grasa, la leche conserva con mucha facilidad los olores del ambiente o de los recipientes en los que se la guarda. La acidificación le da un olor especial a la leche (Patrick, 1996).

2.3.1.3.3 Sabor

La leche fresca y limpia tiene un sabor medio dulce y neutro por la lactosa que contiene y por contacto adquiere fácilmente sabores a ensilaje, hierbas, etc (Patrick, 1996).

2.3.1.3.4 Concentración Hidrogeniónica (pH)

Las variaciones del pH dependen generalmente del estado sanitario de la glándula mamaria, de la cantidad de CO₂ disuelto en la leche, del desarrollo de los microorganismos que al desdoblar la lactosa, promueven la producción del ácido láctico (Patrick, 1996).

2.3.1.3.5 Acidez

La acidez presentada por la leche en la titulación es la resultante de cuatro reacciones, de las cuales las tres primeras representan la acidez natural (acidez de la caseína, de sustancias minerales, CO₂ y ácidos orgánicos) y la última a la acidez desarrollada (debido a la formación de ácido láctico). Generalmente una leche fresca posee una acidez de 15 a 16 °D; valores menores a 15 °D pueden ser debidos a leches mastíticas, aguadas o bien alteradas con algún producto alcalinizante, valores mayores a 16 °D son indicadores de contaminación bacteriana (Revilla, 1996).

2.3.1.3.6 Viscosidad

La leche es un líquido más viscoso que el agua, esta viscosidad es debido a la materia grasa en emulsión y a las proteínas de la fase coloidal. La viscosidad varía en general entre 1.7 a 2.2 centipoises, la viscosidad de la leche completa a 20°C es de 2.2 y el de la leche descremada de 1.2 centipoises (Patrick, 1996).

2.3.1.3.7 Calor específico

El calor específico de la leche es el número de calorías necesarias para elevar un 1°C la temperatura de la unidad de peso de la leche. Este valor es mas elevado que el del agua (Patrick, 1996).

Calor específico de:

Leche entera.....	0.93 – 0.94
Leche descremada.....	0.94 – 0.96
Suero de queso.....	0.97
Grasa.....	0.40 – 0.60

2.3.1.3.8 Punto de Ebullición

La temperatura de ebullición de la leche se inicia a los 100.17°C al nivel del mar, sin embargo, se puede inducirse este fenómeno a menor temperatura con solo disminuir la presión del liquido se aplica en la elaboración de leches concentradas (Patrick, 1996).

2.3.1.4 PROPIEDADES MICROBIOLÓGICAS DE LA LECHE DE VACA

La leche representa un medio de cultivo ideal para los microorganismos. Estos gérmenes pueden actuar de diversas maneras. Por una parte los hay técnicamente perjudiciales, es decir, influyen negativamente sobre los procesos tecnológicos de la industria lechera y por otra, pueden causar enfermedades (gérmenes patógenos). Por eso es imprescindible higienizar la leche antes de su transformación industrial (Spreer, 1975).

La leche posee escasa cantidad de gérmenes inmediatamente después de su extracción de la ubre. Sin embargo, el contenido microbiano puede ser considerable cuando la vaca padece alguna enfermedad mamaria. La cantidad de gérmenes aumenta posteriormente con rapidez al establecer la leche con el aire, los utensilios del ordeño, las manos del ordeñador y en virtud de otras causas de contaminación (Spreer, 1975).

2.3.2 CARACTERÍSTICAS DE LA LECHE DE SOYA

La leche de soja, se obtiene a partir de las semillas de la soja. Es especialmente adecuada para aquellas personas que no toleran bien la leche o que no pueden tomarla porque tienen intolerancia a la lactosa, un componente que este alimento no posee. Además puede servir para evitar aquellas sinusitis que se originan debido a la intolerancia a la leche de vaca (Waweru, M.A., 2005).

En realidad, la leche de soja es mucho más digerible que la leche de vaca. La razón se encuentra en que la leche animal precisa de las enzimas de lactasa para digerir la lactosa de la leche. Este alimento sienta muy bien tanto a los niños pequeños como a los ancianos, a las personas sanas como a las que están enfermas (Waweru, M.A., 2005).

Además de que la soja es rica en calcio, la leche de soja suele estar enriquecida con este mineral. En todo caso es importante comprar aquella que lo lleva añadido. La leche de soja aporta todas las propiedades de este mineral. No debemos olvidar tampoco la importancia del calcio en las personas que poseen osteoporosis, especialmente las mujeres menopáusicas o los hombres mayores (Waweru, M.A., 2005).

Comer este alimento habitualmente es una buena manera de conservar los huesos en buen estado y prevenir fracturas. Una ración de 250 g de soja proporciona el 50 % de las necesidades diarias de calcio. No debemos olvidar que también posee mucha riqueza en fósforo, un mineral que es muy importante para el organismo ya que contribuye a la formación de los huesos después del calcio e interviene en la formación de muchas enzimas, además de ser importante para la buena salud de los nervios y el buen funcionamiento del cerebro (Waweru, M.A., 2005).

2.3.2.1 VENTAJAS DE LA LECHE DE SOYA

La leche de soja tiene muchas ventajas se mencionan a continuación alguna de ellas (Waweru, M.A., 2005).

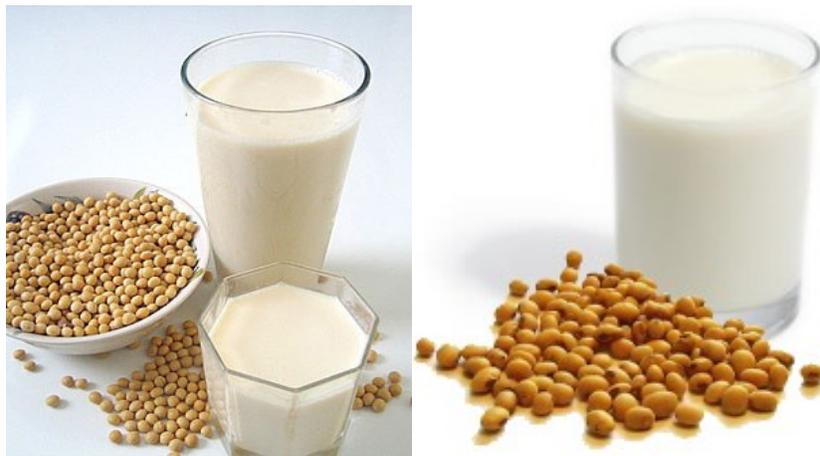
- Es una fuente muy buena de aminoácidos esenciales, muy necesarios para el crecimiento y desarrollo. Y además la leche de soja es un complemento dietético adecuado tanto para niños como para ancianos.
- La soja es una planta leguminosa que contienen una proporción muy alta de proteínas, que representan el 35% de su contenido calórico total. Y lo mejor es que la calidad de sus proteínas es muy alta, equivalente a las de las proteínas de origen animal.
- Desde 1967 se han realizado casi un centenar de investigaciones que señalan que las proteínas de la soja reducen los triglicéridos y el colesterol (Colesterol Total, Colesterol-LDL y Colesterol-VLDL) hasta un 15% más que las dietas tradicionales que limitan la ingesta de grasas y colesterol.
- Las proteínas de la soja también reducen la velocidad de la oxidación con oxígeno del colesterol, factor muy importante en la génesis de las aterosclerosis. Además, la isoflavona genisteína disminuye la agregación plaquetaria.
- Respecto a la osteoporosis los efectos también son muy favorables. La sustitución de estas proteínas por las de la leche de soja inhibe la descalcificación y ayuda a conservar el calcio corporal. Además las isoflavonas inhiben el proceso de destrucción ósea.
- La soja contiene isoflavonas, que son estrógenos vegetales, que poseen una acción estrogénica muy pequeña comparada con la de los verdaderos estrógenos corporales. Se cree que en este mecanismo radica la comprobada acción protectora de la soja frente al cáncer de mama en las mujeres. Las isoflavonas de la soja, como la genisteína, son capaces de inhibir los cultivos de células cancerosas.
- No contiene ni lactosa, ni azúcar, ni colesterol, siendo una alternativa perfecta para personas intolerantes a la lactosa.
- Producto apto para diabéticos.
- Regulador del peristaltismo intestinal.

2.3.2.2 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LA LECHE DE SOYA

- **Apariencia:** Homogénea y estable, libre de aglomeramientos y grumos a su apariencia general.

- ☛ **Olor:** A vegetal propio del grano de soya
- ☛ **Sabor:** Libre de sabores extraños
- ☛ **Color:** Blanquecino.

Fig. 2-5 Vasos de leche de Soya



Fuente: Waweru, 2005

2.3.2.3 CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DE LA LECHE DE SOYA

La leche de soya debe cumplir con los requisitos químicos anotadas en la *tabla 2-8*.

Tabla 2-9

Características químicas de la leche de soya

Características	Limites
pH	6,8 - 7,4
Proteína	Min 3,0 %
Grasa	Min 1,6 %
Inactiva (Prueba Ureasa)	pH 0,05 a 0,1

Fuente: Ficha técnica; leche de soja

2.3.2.4 CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS DE LA LECHE DE SOYA

La leche de soya fluida debe cumplir con los criterios microbiológicos indicados en la tabla siguiente:

Tabla 2-10
Requisitos microbiológicos para la leche de soya

Requisitos	n	c	m	M
Recuento de bacterias Mesófilos, (ufc/MI)	5	2	100	500
Coliformes totales (UFC/mL)	5	0	<10	<10
Mohos y levaduras (UFC/mL)	5	2	100	1 000
Esporulados mesófilos	5	2	100	1 000

Fuente: Ficha técnica; leche de soja

2.3.2.5 COMPOSICIÓN NUTRICIONAL DE LA LECHE DE SOYA

2.3.2.5.1 Información nutricional de la leche de soja

- Por su buena relación calcio/fósforo (Ca/P), es la leche de soya un alimento ideal para diversos grupos de población; por un lado, durante las etapas de crecimiento y adolescencia, donde ambos nutrientes juegan un papel esencial en la formación y remodelación del hueso y por otro lado, en mujeres gestantes o durante la lactación y personas de edad avanzada, donde una dieta rica en calcio constituye una medida importante de prevención contra el desarrollo de la osteoporosis (Google, _).
- La leche de soya también es rica en Magnesio, mineral que interviene en la asimilación del Calcio y muy útil en problemas cardiacos, de hipertensión, artrosis, etc.
- Su contenido en hierro también es alto y además contiene zinc para mejorar la asimilación de las proteínas.

- La leche de soja es muy buena fuente de vitaminas B, especialmente vitamina B6 y Ácido Fólico (Google, _).

Tabla 2-11

Composición nutricional de leche de soja y dosis diaria recomendada

Nutrientes		Dosis diaria recomendada para un hombre entre 30 y 50 años	% de la dosis diaria recomendada	Dosis diaria recomendada para una mujer entre 30 y 50 años	% de la dosis diaria recomendada
Calorías	79.2 kcal	2900	2.73%	2900	2.73%
Proteínas	6.72 gr	63	10.67%	63	10.67%
Grasa	4.56 gr	96.67	4.72%	96.67	4.72%
Fibra	3.12 gr	30	10.40%	30	10.40%
Calcio	9.6 mg	1000	0.96%	1000	0.96%
Hierro	1.44 mg	700	16.80%	700	16.80%
Sodio	28.8 mg	10	14.40%	10	14.40%
Potasio	338.4 mg	2400	1.20%	2400	1.20%
Fosforo	117.6 mg	800	14.7%	800	14.7%
Vitamina A	76.8 UI	5000	1.54%	5000	1.54%
Vitamina C	0 mg	1.2	32.50%	1.2	32.50%
Tiamina	0.39 mg	1.3	13.08%	1.3	13.08%
Riboflavina	0.17 mg	16	2.25%	16	2.25%
Niacina	0.36 mg	90	0.00%	90	0.00%
Grasas saturadas	0.5 gr	32.22	1.55%	32.22	1.55%
Grasas monoinsaturadas	0.79 gr	32.22	2.45%	32.22	2.45%
Grasas poliinsaturadas	1.99 gr	32.22	6.18%	32.22	6.18%
Colesterol	0	300	0.00%	300	0.00%

Fuente: Botanical, 1999

Tabla 2-12

Caracterización de la leche de soya en comparación con leche de vaca

Determinación	ph	Humedad	Proteínas	Lípidos	Sólidos Totales	H.C.
Leche de vaca (%)	6.8	88.6	2.9	3.3	11.4	4.5
Leche de Soja (%)	7.01	94.11	2.55	1.6	5.89	1.74

Fuente: ASA (Programa Internacional de Soya <<INTSOY>>)

Tabla 2-13

Composición de la leche de soja con respecto a la leche de vaca por cada 240 grs.

Nutrientes	Leche entera de vaca	Leche de Soja
Calorías (Kcal)	148.84	79.20
Proteínas (gr)	8.05	6.72
Grasa (gr)	8.05	4.56
Carbohidratos (gr)	11.47	4.32
Sodio (mg)	119.56	28.80
Vitamina A (UI)	307.44	76.80
Vitamina C (mg)	2.20	0.00
Grasas saturadas (gr)	5.08	0.50
Colesterol (mg)	34.16	0.00

Fuente: Botanical, 1999

2.3.3 CARACTERÍSTICAS DE LOS INSUMOS

2.3.3.1 ENZIMAS COAGULANTES O CUAJO

Es la enzima comercial que se utiliza como catalizador biológico que transforma la lactosa en ácido láctico, provocando la coagulación de la caseína de la leche (Compendios informativos, 2004).

En los quesos elaborados mediante coagulación enzimática o mixta, las enzimas coagulantes constituyen un elemento esencial. Tradicionalmente se utiliza la quimosina o renina, extraída del cuarto estomago (cuajar) de los becerros lactantes. Pero debido al aumento en la demanda de cuajos se han desarrollado técnicas para la utilización de enzimas provenientes de microorganismos y vegetales (Compendios informativos, 2004).

El cuajo se debe diluir en aproximadamente 40 veces su volumen, usando siempre agua microbiológicamente limpia, pero nunca agua clorada pues el cloro inactiva al cuajo en cuestión de unos cuantos minutos. La dilución se debe hacer justo antes de añadir el cuajo a la leche (Compendios informativos, 2004).

El propósito de esta dilución es permitir que la concentración de cuajo sea uniforme en todo el volumen de la leche. De otra manera, la cuajada quedará con firmeza desigual en distintas

regiones de la tina de quesería y esto también promueve la formación innecesaria de “finos” de cuajada durante el corte, que disminuyen el rendimiento de queso (Compendios informativos, 2004).

Fig. 2-6 Enzimas coagulantes o cuajo HANSEN



Fuente: Elaboración propia

2.3.3.2 CULTIVO PARA QUESO LD – CH – N11

En los quesos de leche pasteurizada es necesario inocular bacterias seleccionadas de características conocidas. La función de tales bacterias es la producción de ácido láctico mediante la fermentación de lactosa. El ácido láctico promueve la formación y desuerado de la cuajada, evita que crezcan en ésta microorganismos patógenos debido a que disminuye el pH a valores de 5.0-5.2 y le confiere un sabor ácido. Además estas bacterias dan lugar a sustancias responsables del aroma y contribuyen a la maduración mediante la proteólisis y lipólisis (Medina, 1987).

Esta adición de cultivo para queso se realiza directamente en el recipiente que contiene la mezcla, el cual se encuentra dentro la tina que contiene agua caliente a 45°C, para que la temperatura de la mezcla se mantenga constante a 40°C.

Para la realización de las pruebas se utilizó cultivo para queso de HANSEN que se describe en la *tabla 2-14*.

Tabla 2-14

Descripción de cultivo para queso HANSEN

CRH HANSEN CULTIVO LD – CH – N11	
Descripción	Cultivo mesófilo aromático, tipo LD. Cultivo de una mezcla múltiple de cepas que contiene <i>Lactococcus lactis</i> subesp. <i>Cremoris</i> , <i>Lactococcus lactis</i> subesp. <i>Lactis</i> , <i>Leuconostoc mesenteroides</i> subesp. <i>Cremoris</i> y <i>Lactococcus lactis</i> subesp. <i>Diacetylactis</i> . El cultivo produce aroma y CO ₂ .
Aplicación	El cultivo es aplicado en la producción de leche fermentada, manteca y principalmente en variedades de quesos como gouda, Edam y queso crema.
Características	Actividad ¹⁾ 6 horas pH 5.15 – 5.45 Concentración celular ²⁾ <i>Leuc. Mesenteroides</i> sebsp. <i>Cremoris</i> 1 – 10%. <i>Lactococcus lactis</i> subesp. <i>Diacetylactis</i> 5 – 30%. Sabor y producción de gas ³⁾ Aroma: alto (diacetilo) Gas: Alto (CO ₂) Proteólisis: Media (5.3 mM Leucina). Sensibilidad salina ⁴⁾ 50% inhibición: 3.5% NaCl. 100% inhibición: 5.8%NaCl

Fuente: Información de producto DVS liofilizado, 1998

Fig. 2-7 Cultivo para queso HANSEN



Fuente: Elaboración propia

2.3.3.3 CLORURO DE CALCIO

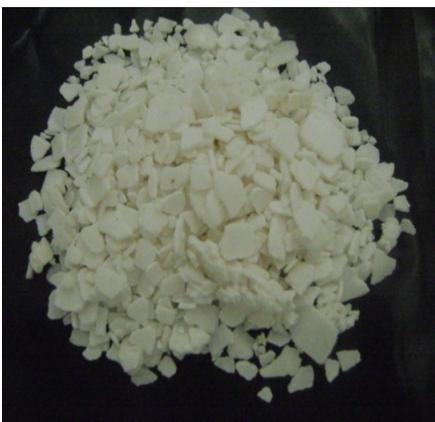
El calcio soluble de la fase acuosa de la leche está en constante equilibrio con el calcio coloidal ligado a las micelas de caseína. Para conseguir una buena coagulación, las micelas deben estar saturadas de calcio. La refrigeración prolongada de la leche a 3-4 °C y especialmente la pasteurización, provocan el aumento del contenido de calcio coloidal a expensas del calcio soluble. Para restablecer el equilibrio, normalmente se añade a la leche cloruro de calcio después del tratamiento térmico. Una parte de este compuesto pasa a la forma coloidal con las caseínas (Amiot, 1991).

La adición de cloruro de calcio evita las pérdidas de caseína durante la coagulación y hace que la textura del queso sea más firme. Si el lactosuero tiene una apariencia lechosa, quiere decir que faltó calcio (Amiot, 1991).

Su uso permite disminuir las pérdidas de rendimiento en estos casos y permite obtener una cuajada más firme a la vez que permite acortar el tiempo de coagulación. La dosis máxima a utilizar es del 0,02% (1 gramo por cada 5 litros de leche). Una dosis excesiva conduce a una cuajada dura y quebradiza y con sabor amargo (Compendios informativos, 2004).

La ausencia de cloruro de calcio hace que muchas veces la cuajada tenga poca firmeza mecánica y entonces al cortarla se generarán cantidades innecesarias de “polvo” o “finos” de cuajada, que se depositan en el fondo de la tina de quesería y se van con el lactosuero, en lugar de contribuir al rendimiento de queso (Compendios informativos, 2004).

Fig. 2-8 Sales de cloruro de calcio



Fuente: Elaboración propia.

2.3.3.4 CLORURO DE MAGNESIO

El cloruro de magnesio es un coagulante importante usado en la preparación de queso a partir de la leche de soja. En Japón se vende como nigari, término que deriva de la palabra japonesa para amargo (nigari), es un polvo blanco obtenido a partir del agua del mar después de eliminar el cloruro de sodio y el agua. El nigari contiene además sulfato de magnesio, otras sustancias u oligoelementos en menores cantidades (Aminot, 1991).

Fig. 2-9 Sales de cloruro de magnesio



Fuente: Elaboración propia

2.3.3.5 CLORURO DE SODIO (SAL)

La sal se adiciona con el objetivo principal de darle sabor al queso, aunque además sirve para alargar la vida útil de los mismos al frenar el crecimiento microbiano (Compendios informativos, 2004).

2.3.3.6 SABORIZANTE NATURAL PARA QUESO

El saborizante natural para quesos le brinda al producto mejores atributos sensoriales, además de camuflar en cierta manera el escaso sabor amargo y afrijolado de la leche de soja.

Figura 2-10

Saborizante natural para quesos



Fuente: Elaboración propia

2.3.3.7 CARACTERISTICAS DEL PRODUCTO

Queso untable es el producto blando, madurado o no madurado, obtenido mediante coagulación total de la proteína de leche, por acción del cuajo u otros coagulantes idóneos (Codex, 2001).

En este tipo de quesos la cuajada se escurre ligeramente para que retenga mayor cantidad de suero y obtenga una textura suave y cremosa.

El queso de tipo untable se caracteriza por tener un cuerpo débil y marcadas características de esparcibilidad. Se busca en este tipo de quesos que tengan finalmente un pH entre 5,7-6,0 un contenido de humedad de 58-60% y un porcentaje de materia grasa de 45-60% en los sólidos totales (Zenhren y Nusbaum, 2000).

CAPÍTULO III
METODOLOGÍA
EXPERIMENTAL

3.1 INTRODUCCIÓN

3.1.1 SITIO EXPERIMENTAL

La parte experimental del trabajo de investigación, “Elaboración de queso untable con leche de soya” fue realizado en las instalaciones de la fábrica de productos lácteos “DELICIOUS”, ubicado en Av. España entre pasaje Soruco de la ciudad de Tarija.

3.2 REQUERIMIENTO DE EQUIPOS, INSTRUMENTOS Y MATERIAL DE LABORATORIO

Para la realización de la parte experimental del trabajo de investigación se utilizó equipos, materiales e instrumentos necesarios para el proceso de elaboración, además de materia prima, insumos y reactivos que se describen a continuación.

3.2.1 EQUIPOS

Los equipos utilizados en la realización experimental del trabajo son los siguientes:

3.2.1.1 Tina de atemperación

Se utilizó la tina (*figura 3-1*) para realizar el proceso de pre-fermentación y la posterior formación de cuajada de la leche, también se realizó en la misma el escaldado de la cuajada. Esta tina no entra en contacto directo con la leche, más bien contiene agua que se puede acondicionar a la temperatura deseada ya que está adaptada a conductos de agua fría, agua caliente y vapor de agua, también cuenta con un termómetro que indica la temperatura del agua.

Fig. 3-1 Tina de atemperación con agua caliente



Fuente: Elaboración propia

3.2.1.2 Refrigerador

El refrigerador (*figura 3-2*) es utilizado para la conservación en condiciones óptimas y aceptables del producto terminado a 4-5°C.

Fig. 3-2 Refrigerador o frigo bar



Fuente: Elaboración propia

3.2.1.3 Balanza analítica

La balanza analítica (*figura 3-3*) se utilizó para realizar las mediciones en peso de los diferentes insumos utilizados para dosificar la materia prima. La capacidad máxima de la balanza es de 2510 gramos.

Fig. 3-3 Balanzas analítica y digital



Fuente: Elaboración propia

3.2.2 INSTRUMENTOS

Los instrumentos utilizados son los siguientes:

3.2.2.1 Refractómetro de bolsillo

El refractómetro de bolsillo (*figura 3-4*), se utilizó para medir la cantidad de sólidos solubles expresado en °Brix de la leche de soja como materia prima y la mezcla de leches vaca-soja.

Fig. 3-4 Refractómetro de bolsillo



Fuente: Elaboración propia

Las especificaciones técnicas del refractómetro de bolsillo, se describen en la *tabla 3-1*

Tabla 3-1

Especificaciones técnicas del refractómetro de bolsillo

Especificaciones técnicas	Detalle
Modelo	N1
Marca	ATAGO
Fábrica	Japonesa
Rango	0-80°Brix

Fuente: Elaboración propia

3.2.2.2 Termómetro digital aguja

El termómetro digital aguja (*figura 3-5*) se utiliza para medir las temperaturas requeridas de la mezcla de leche durante las diferentes etapas en el proceso de elaboración.

Fig. 3-5 Termómetro digital



Fuente: Elaboración propia

Las especificaciones técnicas del termómetro digital se describen en la *tabla 3-2*.

Tabla 3-2

Especificaciones técnicas del termómetro digital

Especificaciones técnicas	Detalle
Modelo	-
Marca	Multy®
Fábrica	Argentina
Rango	-50°C hasta +200°C

Fuente: Elaboración propia

3.2.3 MATERIALES

Los materiales utilizados se detallan en la *tabla 3-3*.

Tabla 3-3

Materiales y utensilios utilizados durante el proceso de elaboración

Descripción	Cantidad	Capacidad	Tipo de material
Balde contenedor	1	20 litros	Acero inoxidable
Balde	1	10 litros	Plástico
Vaso de precipitado	1	50 ml	Plástico
Jarra graduada	2	1 litro	Plástico
Pipetas	2	10 ml	Vidrio
Probetas	2	50 ml 100 ml	Plástico
Bureta	1	-	Plástico
Frascos	3	850 ml	Vidrio
Agitador	1	-	Acero inoxidable
Cuchillo	1	-	Acero inoxidable
Vasos	3	350 ml	Acero inoxidable
Bowls	1	3 kg	Plástico
Cucharas	3	-	Acero inoxidable
Colador	1	-	Acero inoxidable
platillos	2	-	Porcelana

Fuente: Elaboración propia

3.3 REQUERIMIENTO DE MATERIA PRIMA E INSUMOS

3.3.1 MATERIA PRIMA

Las materias primas utilizadas en la realización de este trabajo son leche entera de vaca previamente pasteurizada adquirida de la misma fábrica y leche de soya cocida que también se adquirió de la fábrica de productos lácteos Delicious, por lo que se garantiza la inocuidad de estas materias primas.

3.3.2 INSUMOS

Los insumos utilizados en la elaboración de queso untable con leche de soya se detalla en la *tabla 3-4*.

Tabla 3-4
Insumos utilizados para la elaboración del producto

Insumos	Descripción	Procedencia/Industria
Ácido láctico	Frasco 1000 ml Código 02020627	Distribuidora Sur Brasilera
Sales de cloruro de calcio	Frasco 30 grs Telchi _{Ltda.}	Distribuidora Sur Boliviana
Sales de cloruro de magnesio	Frasco 500 grs Techi _{Ltda.}	Distribuidora Sur Boliviana
Cultivo para queso	CHR HANSEN CNH-11 <i>Mesophilic aromatic culture</i>	Columbia
Cuajo para queso	Cuajo HANSEN Tres muñecas	Columbia
Sal fina de mesa	Bolsa de 1kg Saladita	Boliviana
Saborizante para queso natural	Frasco de 0.5 kg	Esencial _{s.r.l}

Fuente: Elaboración propia

3.3.3 REACTIVOS

Los reactivos utilizados en el proceso de elaboración se detallan en la *tabla 3-5*.

Tabla 3-5

Reactivos utilizados en la elaboración de queso untable

Reactivos	Cantidad	Concentración
Solución de hidróxido de sodio	1 litro	0.1 N
Fenolftaleína	20 ml	0.1 %

Fuente: Elaboración propia.

Fig. 3-6 Reactivos (solución de hidróxido de sodio y fenolftaleína)



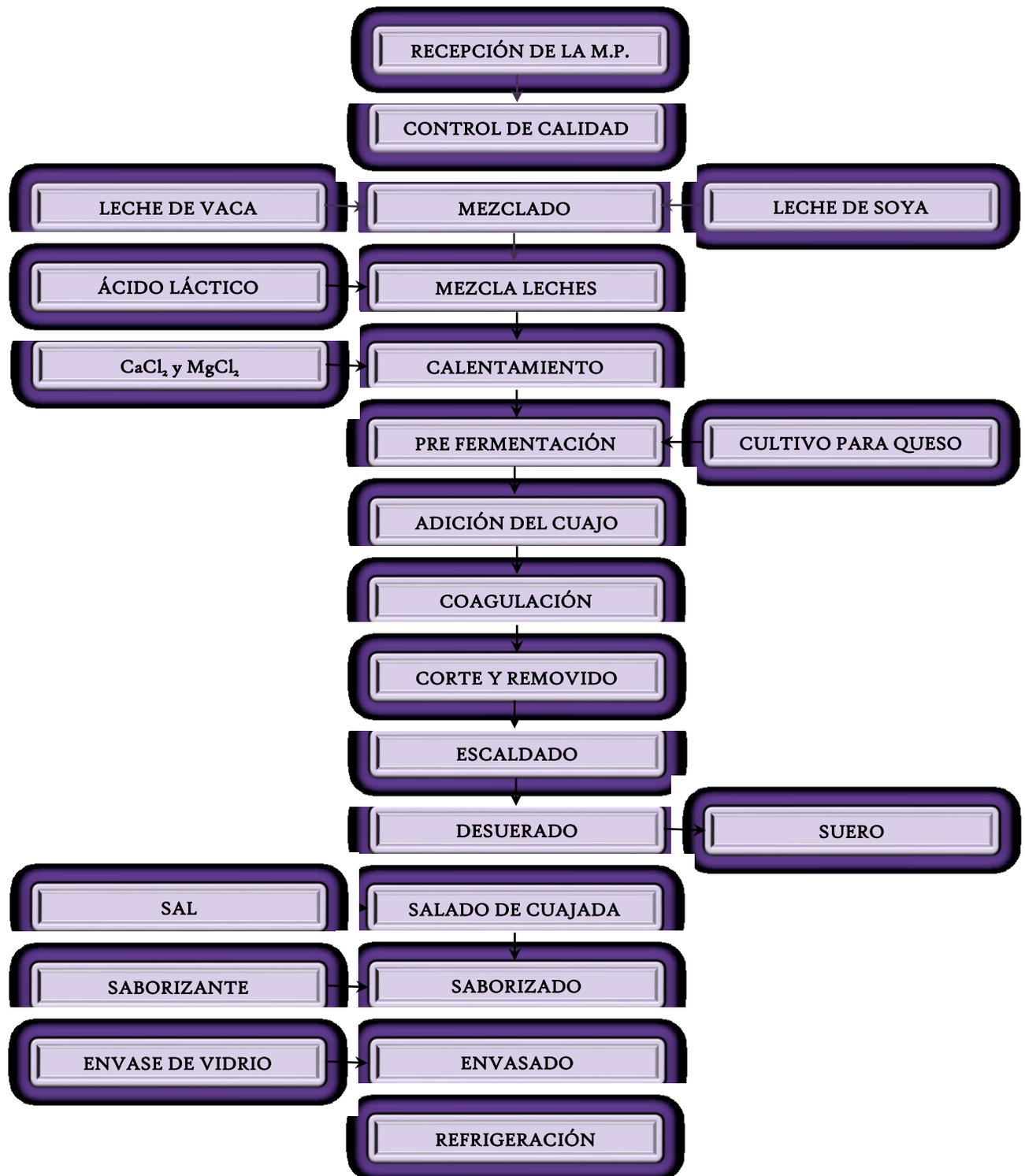
Fuente: Elaboración propia

3.4 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

En la *figura 3-7*, se muestra el diagrama de proceso de elaboración de queso Untable con leche de soja. Para tal efecto, se adoptó el método de elaboración del queso madurado tradicional.

3.4.1 DIAGRAMA DEL PROCESO

Fig. 3-7 Diagrama de bloques del proceso de elaboración



Fuente: Elaboración propia

3.4.1.1 MATERIA PRIMA

La materia prima con la que se realiza el trabajo proviene de la fábrica de lácteos Delicious, de donde se adquiere la leche de vaca previamente pasteurizada y la leche de soja previamente cocida que se elabora en dicha fábrica, por lo que se garantiza la inocuidad de la materia prima.

3.4.1.2 RECEPCIÓN DE LA MATERIA PRIMA

La materia prima se recepciona de la planta de lácteos Delicious, la leche de soja se consigue después de un previo proceso de elaboración de donde se obtiene uno de los productos de la empresa como es el Vida Soy, y la leche de vaca proviene de la leche fresca del día previamente pasteurizada del cual se elabora leche entera para la venta al mercado local.

3.4.1.3 CONTROL DE CALIDAD

Se realiza el control de calidad para cerciorarse de que la materia prima cumpla con los parámetros de calidad aceptables para ser utilizadas en la elaboración del producto.

3.4.1.4 MEZCLADO

Inicialmente se realiza el mezclado (*figura 3-8*) de los dos tipos de leche previamente acondicionados para realizar el proceso de elaboración del queso untable, para efectuar la prueba los porcentajes de leche que se utilizarán en la mezcla será de 20 y 25% para la leche de soja y 75 y 80% para la leche de vaca. El objetivo de realizar este tipo de mezcla es de obtener un producto funcional con mayor aporte de calcio y proteínas, además de obtener un mejor rendimiento del producto final.

Fig. 3-8 Mezclado de leche de Vaca – Soya



Fuente: Elaboración propia

3.4.1.5 ADICIÓN DEL ÁCIDO LÁCTICO A LA MEZCLA

La adición del ácido láctico se realiza con el fin de incrementar el medio ácido de la mezcla de leches, debido a que la leche de vaca entera inicialmente tiene una acidez de 18-19°D, pero una vez que se le añade la leche de soja esta acidez baja a 12°D, entonces se le añade a la mezcla 5 ml de ácido láctico para incrementar la acidez a 21°D. Se regula la acidez de la mezcla de leches para que la coagulación sea más eficiente.

3.4.1.6 CALENTAMIENTO

En esta etapa se realiza la adición de sales, las cuales se describirá a continuación.

- **Cloruro de calcio:** Se adiciona a la mezcla de leches con la finalidad de que se efectúe una coagulación completa, mejorar el rendimiento del producto y acelerar el proceso de desuerado.

La cantidad de cloruro de calcio que se utilizó para realizar las pruebas es de 5 gramos para diluir en 100 ml de agua esterilizada y atemperada.

- **Cloruro de magnesio:** Esta sal además de tener la misma función que el cloruro de calcio se adiciona para coadyuvar la coagulación de la leche de soja.

La cantidad de cloruro de magnesio que se utilizó para realizar las pruebas es de 8 gramos para diluir en 100 ml de agua esterilizada y atemperada.

3.4.1.7 PRE FERMENTACIÓN

La pre fermentación (*figura 3-9*) se realiza a temperatura constante de 40°C, durante un tiempo establecido de 90 minutos.

En esta etapa se adiciona el cultivo lácteo con el propósito de ambientar a los microorganismos a nuevas condiciones del medio como las sales, temperatura y acidez, luego prosigue la pre fermentación por el tiempo ya establecido.

La adición del cultivo se realiza en el tacho de acero inoxidable que contiene la mezcla de leches, mismo que se encuentra inmerso en la tina de agua caliente atemperada a temperatura constante de 40°C.

- **Cultivo para queso:** Para la realización de las pruebas se trabajo con cultivos para queso CRH HANSEN CULTIVO LD – CH – N11, cultivo que contiene *Lactococcus lactis* subesp. *Cremonis*, *Lactococcus lactis* subesp. *Lactis*, *Leuconostoc mesenteroides* subesp. *Cremonis* y *Lactococcus lactis* subesp. *Diacetylactis*. La dosificación se realizó de acuerdo a la ficha técnica proporcionada por el proveedor del cultivo (Columbia).

Fig. 3-9 Pre fermentación de la mezcla



Fuente: Elaboración propia

3.4.1.8 ADICIÓN DE CUAJO

El tipo de cuajo que se utilizó para el proceso de elaboración de las muestras de queso untable es cuajo enzimático HANSEN de la marca Tres muñecas que vienen en presentación de sachet de 1.45 gramos para 75 litros de leche.

Para la realización de las pruebas se utilizó el contenido de un sobre de cuajo disuelto en 50 ml de agua previamente esterilizada y atemperada, de esa solución de cuajo se utilizó 25 y 30ml para inocular la mezcla previamente acondicionada en la pre fermentación.

3.4.1.9 COAGULACIÓN

Consiste en una serie de modificaciones fisicoquímicas de la caseína (proteína de la leche), que conducen a la formación de un coagulo. Tiene lugar debido a la acción de la actividad del cuajo (coagulación enzimática), el cuajo es una enzima proteolítica que actúa desestabilizando a la caseína, lo que da lugar a la formación de un “gel” o coagulo que engloba al suero y los glóbulos grasos en su interior.

La leche deberá contener los fermentos lácticos necesarios para asegurar la acidificación. En los quesos de coagulación fundamentalmente enzimática, se añaden cantidades de cuajo muy superiores y se coagula a temperaturas más elevadas (35°C) para acelerar la formación de la cuajada.

La firmeza del cuajo y la textura de la cuajada formada dependerán, fundamentalmente, de la cantidad de cuajo utilizado, de la temperatura (velocidad de coagulación máxima a 40-42°C) y de la acidez de la leche.

Durante la práctica realizada el tiempo de coagulación depende de los porcentajes de leche que se utiliza, de lo que depende también la cantidad de solución de cuajo que se debe añadir a la mezcla, para las pruebas realizadas el tiempo de coagulación es de 8 y 12 minutos.

3.4.1.10 CORTE Y REMOVIDO DE LA CUAJADA

a) Corte de la cuajada

Consiste en la división del coágulo en porciones pequeñas con objeto de aumentar la superficie de desuerado y por tanto de favorecer la evacuación del suero. El cortado de la cuajada se efectúa utilizando un cuchillo especial de acero inoxidable para poder hacer cortes homogéneos a la cuajada (*figura 3-10*).

El cortado de la cuajada debe realizarse lentamente con el fin de no deshacer el coágulo, pues de lo contrario se formarían granos irregulares que desuerarían con dificultad.

Fig. 3-10 Corte de la cuajada



Fuente: Elaboración propia

b) Removido

El removido tiene por objeto acelerar el desuerado e impedir la adherencia de los cubos entre si, así como posibilitar un calentamiento uniforme y lograr una mejor precipitación de la cuajada, para disminuir pérdidas de cuajada.

El removido se efectúa lentamente con ayuda de agitadores manuales por espacio de 15 a 20 minutos hasta que se separe la primera fracción de suero.

Fig. 3-11 Removido de la caseína



Fuente: Elaboración propia

3.4.1.11 ESCALDADO

La elevación de la temperatura durante el escaldado (*figura 3-12*) permite disminuir el grado de hidratación de los granos de la cuajada favoreciendo su concentración. La subida de la temperatura deberá ser lenta y progresiva, ya que si se produce de forma brusca se observa la formación de la superficie de los granos de una costra impermeable que detiene el desuerado.

Las temperaturas de calentamiento bajas conducirán a cuajadas con mayor contenido de humedad, y por tanto con mas lactosa, que será utilizada por las bacterias lácticas para producir ácido en las primeras fases del periodo de maduración.

En la práctica para la elaboración de queso untable la cuajada se somete a una temperatura constante de 45°C.

Fig. 3-12 Escaldado de la masa caseínica



Fuente: Elaboración propia

3.4.1.12 DESUERADO

Se realiza el desuerado (*figura 3-13*) con el fin de eliminar el ácido láctico de la cuajada y por lo tanto del queso, que se forma a partir de la lactosa y por acción de las bacterias lácticas, cuanto más suero queda retenida más rica en lactosa será la cuajada con el tenor indispensable para producir una cantidad de ácido láctico para desmineralizar adecuadamente la cuajada.

En los ensayos realizados, para eliminar el suero de la cuajada se utiliza un tamiz de acero inoxidable para que filtre la mayor cantidad posible de suero, pero en este tipo de queso el desuerado no es total por lo que queda un porcentaje mínimo de suero en la cuajada que es a su vez lo que le da la característica untuosa al producto.

Fig. 3-13 Desuerado de la masa de queso



Fuente: Elaboración propia

3.4.1.13 SALADO DEL QUESO UNTABLE

Es una operación que se efectúa en todos los quesos con el fin de regular el desarrollo microbiano, tanto suprimiendo bacterias indeseables como controlando el crecimiento de los agentes de maduración. El salado (*figura 3-14*) contribuye también en la pérdida de suero que continúa tras el desuerado y mejora el sabor del queso.

En la práctica realizada la sal se incorpora directamente en la masa de cuajada que queda en un recipiente, se remueve bien hasta que la sal se incorpore homogéneamente en toda la masa, la cantidad de sal que se utiliza es del 8% de acuerdo al peso total de queso obtenido.

Fig. 3-14 Salado del queso untable



Fuente: elaboración propia

3.4.1.14 SABORIZADO DEL QUESO

Para el saborizado del queso se utilizó saborizante natural para queso en polvo con el fin de camuflar el sabor ligeramente amargo de la soja y mejorar el sabor del queso untable.

Para los ensayos realizados se utilizó 10 gramos de saborizante de queso natural en polvo por kilogramo de producto, estos datos fueron proporcionados por el proveedor del saborizante (Esencial_{SRL}).

3.4.1.15 ENVASADO

El envase deberá ser aséptico estar completamente esterilizado, ser agradable estéticamente, tener tamaño y forma funcional, mantener el alimento de forma apropiada y ser de fácil eliminación o reutilización. El envase constituye una barrera entre el alimento y el ambiente: controla la transmisión de luz, y la transferencia de calor, humedad y gases (Mulvaney, _).

El envase más adecuado que se utilizó para envasar el producto terminado es de vidrio, por su fácil esterilización y por conservar el producto en mejores condiciones.

Fig. 3-15 Envasado del Queso Untable con leche de Soya



Fuente: Elaboración propia

3.4.1.16 REFRIGERACIÓN

La refrigeración es uno de los métodos tradicionales más empleados para controlar la actividad metabólica de los cultivos y sus enzimas. El objetivo del enfriamiento es disminuir la temperatura del producto a temperaturas de refrigeración (2-4°C), para que el mismo se conserve en buenas condiciones.

3.5 METODOLOGÍA DE OBTENCIÓN DE RESULTADOS

Los resultados experimentales de la investigación desde el punto de vista nutricional y comercial son: la proteína, contenido de calcio y materia grasa.

Para aplicar este control es necesario establecer un criterio técnico basado en métodos seguros, precisos y fáciles para evaluar cada aspecto de calidad.

3.5.1 ANÁLISIS FISICOQUÍMICOS DE LA LECHE DE SOYA Y LECHE DE VACA

El análisis fisicoquímico se realizó a la leche de soja como a la leche de vaca (*tabla 3-6*).

Tabla 3-6

Análisis fisicoquímico de la leche de soja y leche de vaca

Leche de Soja	Leche de Vaca
Cenizas	Cenizas
Fibra	Fibra
Hidratos de carbono	Hidratos de carbono
Materia grasa	Materia grasa
Humedad	Humedad
Proteína total	Proteína total
Calcio (base seca)	Calcio (base seca)
Acidez % de ácido láctico	Acidez % de ácido láctico

Fuente: Elaboración propia

3.5.2 DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES FISICOQUÍMICAS

Los parámetros fisicoquímicos que se analizaron al producto terminado se puede observar en la *tabla 3-7*.

Tabla 3-7

Características fisicoquímicas del “Queso Untable con leche de soja”

Parámetros	Unidad de medida
Proteína total	%
Carbohidratos	%
Materia grasa	%
Sólidos totales	%
Humedad	%
Cenizas	%

Fuente: CEANID, 2011

3.5.3 MÉTODOS Y NORMAS UTILIZADAS PARA DETERMINAR LAS PROPIEDADES FÍSICOQUÍMICAS DEL PRODUCTO

En la *tabla 3-8*, se detalla los parámetros analizados, los métodos y las normas utilizadas para determinar las propiedades fisicoquímicas del producto terminado.

Tabla 3-8
Métodos y normas para el análisis fisicoquímico

Parámetros	Normas	Métodos
Proteína total	NB 232-99	Volumétrico
Hidratos de carbono	Por cálculo	Por cálculo
Materia grasa	NB 278-78	Gravimétrico
Sólidos totales	SM 4500-H-B	Electrométrico
Humedad	NB 231-98	Gravimétrico
Cenizas	NB 231-98	Gravimétrico
Acidez (% de ácido láctico)	NB 229-98	Volumétrico

Fuente: CEANID, 2011

3.5.4 PROPIEDADES MICROBIOLÓGICAS

Se realizó el análisis microbiológico al producto terminado y se tomaron en cuenta los aspectos más importantes para garantizar la inocuidad del producto terminado (*tabla 3-9*).

Tabla 3-9
Características microbiológicas

Parámetros	Límite permitido	Métodos
Coliformes totales	10 ufc/g	Tubos múltiples
Coliformes fecales	ausencia	Tubos múltiples

Fuente: CEANID, 2011

3.5.5 EVALUACIÓN SENSORIAL

La evaluación sensorial de los alimentos se constituye en la actualidad como una de las más importantes herramientas para el logro del desenvolvimiento de actividades de la industria alimentaria. Así pues, por su aplicación en el control de calidad y de procesos, en el diseño y desarrollo de nuevos productos y en la estrategia de lanzamientos de los mismos al mercado, la hace sin duda alguna la coparticipe del desarrollo y avance mundial de la alimentación.

El análisis sensorial puede ser definido como el método experimental mediante el cual los jueces perciben y califican, caracterizando las propiedades sensoriales de muestras adecuadamente presentadas, bajo condiciones preestablecidas y bajo un patrón de evolución acorde al posterior análisis estadístico.

Un panel no entrenado procedió a evaluar las características sensoriales más importantes del producto (*figura 3-16*). Para ello se utilizó una prueba descriptiva con una escala hedónica de 9 puntos, donde se evaluaron algunas características físicas visibles del producto tales como aspecto, olor, sabor, textura, grado de granulometría. Por último se evaluó la aceptación general.

La evaluación sensorial (*figura 3-17*), se realizó en las instalaciones del Laboratorio Talles de Alimentos (LTA) de la carrera de Ingeniería de alimentos perteneciente a la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho.

Fig. 3-16 Evaluación sensorial del “Queso Untable con leche de Soya”



Fuente: Elaboración propia

Fig. 3-17 Mesa de evaluación sensorial del producto



Fuente: Elaboración propia

3.5.5.1 PROMEDIOS DEL ANÁLISIS SENSORIAL

Promedios obtenidos de los parámetros sensoriales evaluados de las muestras que se tomaron en cuenta para de degustación respectiva con 10 jueces no entrenados utilizando un test con escala hedónica de 9 puntos.

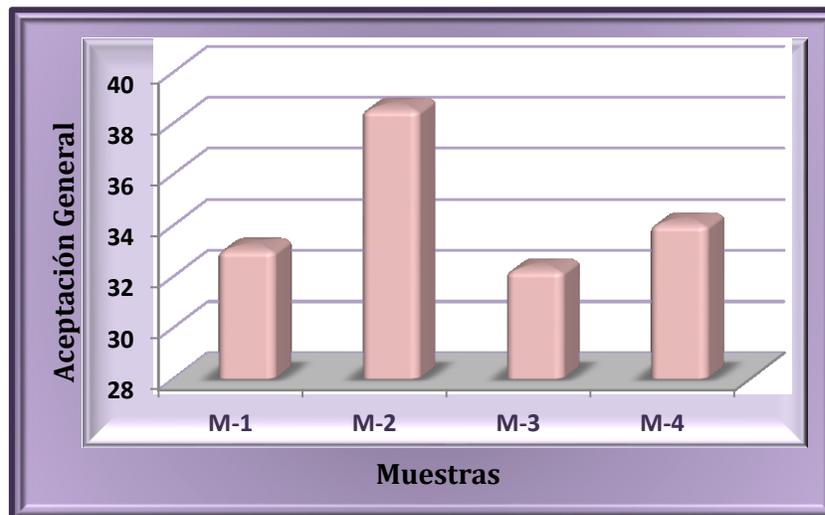
Tabla 3-10

Valores promedios de los atributos sensoriales evaluados para la etapa de Mezclado

Muestras	Atributos					Aceptación general
	Aspecto	Olor	Sabor	Textura	Grado de granulometría	
M - 1	6.6	6.5	6.2	6.8	7.0	33.1
M - 2	7.6	7.3	7.4	8.2	8.1	38.6
M - 3	6.5	6.3	6.4	6.5	6.6	32.3
M - 4	6.7	6.6	6.5	7.2	7.1	34.1

Fuente: elaboración propia

Fig. 3-18 Aceptación general de los atributos sensoriales en la etapa de Mezclado



Fuente: Elaboración propia

3.5.5.2 DETERMINACIÓN DEL ATRIBUTO SABOR EN LA ETAPA DE MEZCLADO

Para la elaboración de las muestras se realizó un diseño experimental de $2^k = 2^2$, la etapa donde se tomó en cuenta este diseño es: El *mezclado*, inicialmente después de la mezcla de dos tipos de leche, se elaboraron cuatro muestras variando dos cantidades de leche, para determinar el atributo más incidente en esta etapa como el sabor (Anexo 1.1).

3.5.5.3 DETERMINACIÓN DE LOS ATRIBUTOS SENSORIALES EN LA ETAPA DE COAGULACIÓN

Para la elaboración del producto final se realizó otro diseño experimental de $2^k = 2^3$, la etapa donde se tomó en cuenta este diseño es: La *coagulación*, inicialmente después de conocer que mezcla de leches es la mas adecuada para la elaboración del queso se realizan ocho pruebas, variando el tiempo de coagulación, temperatura de coagulación y la cantidad de cuajo, para determinar los atributos aspecto, olor, sabor, textura y grado de granulometría (Anexo 1.2).

3.5.5.4 EVALUACIÓN SENSORIAL DEL PRODUCTO FINAL

Con todas las etapas donde se aplicaron un diseño experimental se logró obtener un producto terminado patrón del cual también se realizó una evaluación sensorial usando un test con escala hedónica de 9 puntos, los evaluadores fueron 10 jueces no entrenados estudiantes de la carrera de Ingeniería de Alimentos que cursaron la materia de evaluación sensorial (Anexo 1.3).

3.6 DISEÑO EXPERIMENTAL

Los métodos de diseño experimental tienen amplia aplicación en muchas disciplinas. En efecto, es posible considerar a la experimentación parte del proceso científico y una de las formas en que funcionan los sistemas o procesos. Por lo general este aprendizaje se da a través de una serie de actividades en las cuales hacemos suposiciones acerca de un proceso, realizamos experimentos para generar datos a partir del proceso, entonces usamos la información del experimento para establecer nuevas conjeturas, que llevan a realizar nuevos experimentos (Montgomery, 1991).

En la industria alimentaria, los creadores de productos y los ingenieros de procesos a menudo llevan a cabo experimentos para desarrollar nuevos productos y procesos así como mejorar los ya existentes. Los experimentos se realizan para saber como una serie de variables afectan a otra (Mulvaney, _).

La aplicación de técnicas de diseño experimental en una fase temprana del desarrollo de un proceso puede dar por resultado:

- Mejor rendimiento del proceso.
- Menor variabilidad y mayor apego a los requerimientos nominales u objetivo.
- Menor tiempo de desarrollo.
- Menores costos de producción.

3.6.1 DISEÑO FACTORIAL

Muchos experimentos se llevan a cabo con el fin de estudiar los efectos producidos por dos o más factores. Puede mostrarse que en general los diseños factoriales son los más eficientes para este tipo de experimentos. En el diseño factorial se investigan todas las variables posibles combinadas de los niveles de los factores en cada ensayo completo o replica del experimento (Walpole, 1991).

Utilizando un diseño factorial de dos y tres factores y dos niveles de cada factor (Montgomery, 1991), de acuerdo a la *ecuación 3-1*.

$$2^k \quad \text{[Ecuación 3-1]}$$

En este trabajo de investigación, el diseño factorial es empleado con el fin de analizar el efecto que produce la variación de alguna de las variables más importantes del proceso. La selección de las variables y los niveles del proceso se eligió de la siguiente manera:

3.6.1.1 DISEÑO FACTORIAL EN LA ETAPA DE MEZCLADO

La etapa de mezclado, tiene mucha importancia en la formulación del queso untable con leche de soja, tomando en cuenta las variables de cantidad de leche de soja y cantidad de leche de vaca [*Ecuación 3-2*] que va en función a la [*Ecuación 3-1*].

Para este tipo de proceso se tiene la ecuación de diseño siguiente:

$$2^k = 2^2 = 4 \text{ Tratamientos o ensayos} \quad \text{[Ecuación 3-2]}$$

Tabla 3-11

Niveles de variación de los factores en la etapa de Mezclado

Factores	Nivel inferior	Nivel superior
Cantidad de leche de vaca	75%	80%
Cantidad de leche de soja	20%	25%

Fuente: elaboración propia

En la *tabla 3-12* se detallan, las combinaciones realizadas entre los tratamientos, para determinar los porcentajes de leche de vaca y soja más apropiadas para la elaboración de queso untable.

Tabla 3-12

Esquema de Diseño factorial en la etapa de Mezclado

LV ₁		LV ₂	
LS ₁	LS ₂	LS ₁	LS ₂
LV ₁₁ , LS ₁₁	LV ₁₁ , LS ₂₁	LV ₂₁ , LS ₁₁	LV ₂₁ , LS ₂₁

Fuente: Elaboración propia

Donde: **Ls** = Leche de soja

Lv = Leche de vaca

Donde la variable respuesta es la *acidez* resultante de esta mezcla expresado en °Dornic, misma que determinará la mayoría de los atributos sensoriales del queso untable con leche de soja.

3.6.1.2. DISEÑO FACTORIAL EN LA ETAPA DE COAGULACIÓN

En la etapa de coagulación, se plantea un diseño factorial de 2³ para determinar las variables tiempo de coagulación, temperatura de coagulación y cantidad de cuajo utilizado en el proceso de elaboración [*Ecuación 3-3*].

$$2^3 = 8 \text{ Tratamientos o ensayos}$$

[Ecuación 3-3]

Tabla 3-13

Niveles de variación de los factores en la etapa de Coagulación

Factores	Nivel inferior	Nivel superior
Tiempo de coagulación	8 min	12 min
Temperatura de coagulación	40°C	42°C
Cantidad de cuajo	25 ml	30 ml

Fuente: elaboración propia

En la *tabla 3-14* se muestra la matriz experimental de los factores en la etapa de Coagulación, para la posterior elaboración de queso untable.

Tabla 3-14

Matriz experimental de variables en la etapa de Coagulación

Corridas	Combinación	Factores			Interacción de los efectos				Respuesta Y _i
		t	T	Cc	t*T	t*Cc	T*Cc	t*T*Cc	
1	(1)	-	-	-	+	+	+	-	Y ₁
2	a	+	-	-	-	-	+	+	Y ₂
3	b	-	+	-	-	-	-	+	Y ₃
4	ab	+	+	-	+	-	-	-	Y ₄
5	c	-	-	+	+	-	-	+	Y ₅
6	ac	+	-	+	-	+	-	-	Y ₆
7	bc	-	+	+	-	-	+	-	Y ₇
8	abc	+	+	+	+	+	+	+	Y ₈

Fuente: Elaboración propia

Donde: Y_i = Rendimiento real del queso untable expresado en Kg.

t = Tiempo de coagulación

T = Temperatura de coagulación

Cc = Cantidad de cuajo

3.6.2 ANÁLISIS DE VARIANZA (ANVA)

Es un método estadístico básico de planificación y análisis de un diseño de experimentos, se realiza las medias de tratamientos para estimar varianzas o cuadrados medios. El análisis de varianza trata de descubrir cual entre varios factores o variables afectan a un proceso (Montgomery, 1991).

El análisis de varianza se aplicó a los dos diseños factoriales para las etapas de mezclado y coagulación.

3.6.2.1 PRUEBA DE DUNCAN

Esta prueba es usada para comparar pares de muestras y determinar si existe diferencias significativas de cada atributo evaluado entre muestras, mediante el análisis sensorial (Ureña; D'Arrigo, 1999).

CAPÍTULO IV
ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE
RESULTADOS

4.1 CARACTERIZACIÓN DE LA MATERIA PRIMA

En la *tabla 4-1* se muestra la descripción de las características fisicoquímicas de la leche de vaca de acuerdo a los resultados obtenidos en el Centro de análisis de Investigación y Desarrollo (CEANID).

Tabla 4-1
Características fisicoquímicas de la leche de vaca

Parámetros	Unidad de medida	Leche de vaca
Proteína total	%	3.40
Carbohidratos	%	4.70
Materia grasa	%	2.80
Sólidos totales	%	10.0
Acidez	% de ácido láctico	0.157
Humedad	%	87.5
Cenizas	% (m/m)	0.68

Fuente: CEANID, 2007

En la *tabla 4-2* se muestra la descripción de las características fisicoquímicas de la leche de soja de acuerdo a los resultados obtenidos en el Centro de análisis de Investigación y Desarrollo (CEANID).

Tabla 4-2

Características fisicoquímicas de la leche de soja

Parámetros	Unidad de medida	Leche de Soya
Proteína total	%	3.28
Carbohidratos	%	0.272
Materia grasa	%	2.87
Sólidos totales	%	6.68
Humedad	%	93.31
Cenizas	%	0.268
Fibra	%	0.91
acidez	% (ácido láctico)	0.12
pH	-	7.11
Valor energético	Kcal/100gr	40.04

Fuente: CEANID, 2010

En la *tabla 4-3* se muestra las características fisicoquímicas de la mezcla de leche de vaca – soya de acuerdo a los resultados obtenidos en el Centro de análisis de Investigación y Desarrollo (CEANID).

Tabla 4-3

Características fisicoquímicas de la mezcla de leches (vaca - soja)

Parámetros	Unidad de medida	Mezcla de leches
Proteína total	%	3.06
Carbohidratos	%	3.76
Materia grasa	%	3.20
Sólidos solubles	°Brix	15
Acidez	% (ácido láctico)	0.12
Humedad	%	89.34
Cenizas	%	0.64
Fibra	%	n/d
Calcio (base seca)	mg/kg	1644.01

Fuente: CEANID, 2011

4.2 CARACTERIZACIÓN DE LAS VARIABLES DEL PROCESO

Para obtener las características deseadas del producto terminado, se identificó las siguientes variables.

4.2.1 DETERMINACIÓN DE LAS CANTIDADES DE LECHE (SOJA - VACA) EN LA ETAPA DE MEZCLADO

Para determinar la cantidad de leche de vaca y de soja en la etapa de mezclado, se tomó en cuenta el proceso tradicional de elaboración de queso, debido a que no existe una formulación para la elaboración de este tipo de producto, siendo este un producto bastante innovador que coadyuva en la calidad nutricional como una alternativa para el consumo de quesos.

Debido a ello para determinar los procesos en la etapa de mezclado a nivel experimental, se procedió a elaborar cuatro muestras, utilizando como base 5 litros de mezcla de leche, en el cual variará las cantidades de los dos tipos de leche como se muestra a continuación:

M-1: Cantidad leche de soja = 20%	Cantidad leche de vaca = 75%
M-2: Cantidad leche de soja = 25%	Cantidad leche de vaca = 75%
M-3: Cantidad leche de soja = 20%	Cantidad leche de vaca = 80%
M-4: Cantidad leche de soja = 25%	Cantidad leche de vaca = 80%

Después de la elaboración de las cuatro muestras se realizó una evaluación sensorial, para identificar las diferencias significativas entre cada producto elaborado, la evaluación se realizó con 10 jueces no entrenados mediante un test de degustación de 9 puntos en la escala hedónica (Anexo 4.2), dicha evaluación se realizó para los atributos aspecto, olor, sabor, textura y grado de granulometría.

4.2.2 EVALUACIÓN SENSORIAL DE LOS ATRIBUTOS PARA DETERMINAR EL PROCESO DE MEZCLADO

En la *tabla 4-4*, se muestra los resultados promedios que se obtuvieron de la evaluación sensorial de las cuatro primeras muestras elaboradas, para determinar los atributos aspecto, olor, sabor, textura y grado de granulometría en la etapa de mezclado.

Tabla 4-4

Valores promedio de atributos para determinar la mejor opción en la etapa de Mezclado

Muestras	Atributos sensoriales [Escala hedónica de 9 puntos]				
	Aspecto	Olor	Sabor	Textura	Grado de granulometría
M – 1	6.6	6.5	6.2	6.8	7.0
M – 2	7.6	7.3	7.4	8.2	8.1
M – 3	6.5	6.3	6.4	6.5	6.6
M – 4	6.7	6.6	6.5	7.2	7.1

Fuente: Elaboración propia

Los porcentajes de aceptación para los diferentes atributos analizados, se calculan con la ecuación 4-1, citado por (Ruiz, 2006) y los datos de la *tabla 4-1*.

$$\% = (np/nm) * 100$$

[Ecuación 4-1]

Donde: **np** = valor promedio del atributo evaluado

nm = valor máximo en la escala hedónica

En la *tabla 4-5*, se muestra los porcentajes de aceptación de los cinco atributos en la evaluación sensorial de las cuatro respectivas muestras evaluadas, para determinar las variables óptimas en el proceso de mezclado, en base a los datos de la [Ecuación 4-1] y los datos de la *tabla 4-4*.

Tabla 4-5

Resultados porcentuales de atributos para determinar el proceso de mezclado

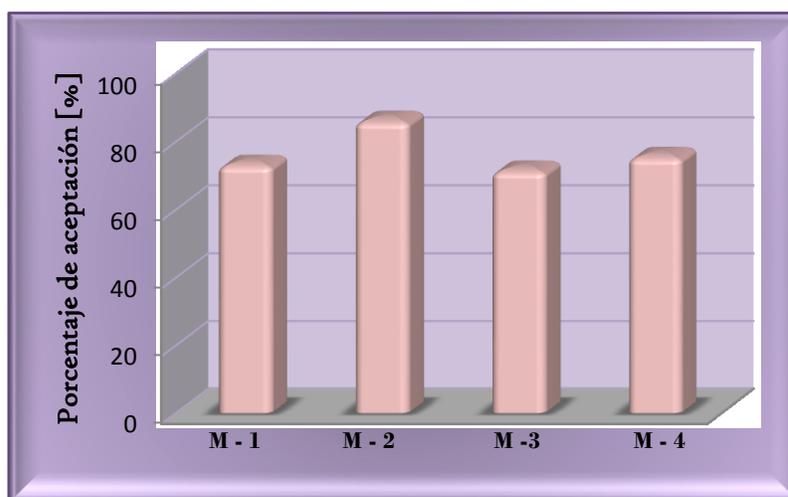
Muestras	Atributos sensoriales [Escala porcentual]				
	Aspecto [%]	Olor [%]	Sabor [%]	Textura [%]	Grado de granulometría [%]
M – 1	73.3	72.2	68.9	75.5	77.8
M – 2	84.4	81.1	82.2	94.4	90.0
M – 3	72.2	70.0	71.1	72.2	73.3
M – 4	74.4	73.3	72.2	80.0	78.9

Fuente: Elaboración propia

4.2.2.1 GRÁFICA DE EVALUACIÓN SENSORIAL DE ATRIBUTOS PARA DETERMINAR EL PROCESO DE MEZCLADO

El porcentaje de aceptación por los jueces no entrenados, para los atributos de las muestras evaluadas para determinar el proceso de mezclado, se observa en la *figura 4-1*.

Fig. 4-1 Porcentaje de aceptación de atributos en el proceso de Mezclado



Fuente: Elaboración propia

En la *figura 4-1* se evidencia de que la muestra M – 2 (86.4%) tiene mayor aceptación por el panel de jueces no entrenados, seguido de la muestra M – 4 (75.8) en la escala porcentual, en comparación con las muestras M – 1 (73.5) y M – 3 (71.8), que son relativamente menores.

4.2.2.2 EVALUACIÓN SENSORIAL DEL ATRIBUTO SABOR PARA DETERMINAR LAS CANTIDADES DE LECHE UTILIZADAS EN EL PROCESO DE MEZCLADO

En la *tabla 4-6* se muestra los resultados promedio obtenidos del análisis sensorial para las cuatro muestras evaluadas por diez jueces no entrenados para el atributo sabor, en la etapa de mezclado.

Tabla 4-6

Análisis del atributo Sabor para determinar las cantidades de leche en el Mezclado

Muestras	Escala hedónica
M – 1	6.2
M – 2	7.4
M – 3	6.4
M – 4	6.5

Fuente: Elaboración propia

Los porcentajes de aceptación para el atributo sabor de las cuatro muestras, se calculan en función a la [Ecuación 4-1].

Tabla 4-7

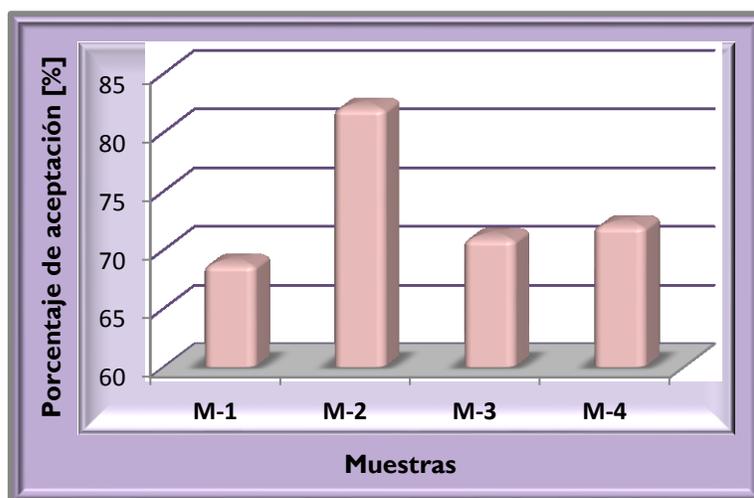
Porcentaje del análisis sensorial para el atributo sabor en la etapa de mezclado

Muestras	Escala porcentual (%)
M – 1	68.9
M – 2	82.2
M – 3	71.1
M – 4	72.2

Fuente: Elaboración propia

El porcentaje de aceptación por los jueces para el atributo sabor, de las cuatro muestras evaluadas para determinar las cantidades de leches en la etapa de mezclado, se observan en la *figura 4-2*.

Fig. 4-2 Porcentaje de aceptación para el atributo sabor en la etapa de mezclado



Fuente: Elaboración propia

4.2.2.3 PRUEBA ESTADÍSTICA DEL ATRIBUTO SABOR PARA DETERMINAR LOS PORCENTAJES DE LECHE DE VACA – SOJA EN EL MEZCLADO

En la *tabla 4-8* se muestra el análisis de varianza del atributo sabor para determinar los porcentajes de leche de soja y de vaca que se utilizara en el proceso de mezclado, según la *tabla 4.2.1.1* (Anexo 4.2).

Tabla 4-8

Análisis de varianza (ANVA) para el atributo “Sabor” en la etapa de mezclado

Fuente de varianza	Suma de cuadrados (SC)	Grados de libertad (GL)	Cuadrados Medios (CM)	Fcal	Ftab
Total	51.375	39			
Tratamientos	8.475	3	2.825	3.07	2.96
Jueces	18.125	9	2.01	2.18	2.25
Error	24.77	27	0.92		

Fuente: Elaboración propia

En la *tabla 4-8*, se observa para los tratamientos $F_{cal} > F_{tab}$ ($3.07 > 2.96$), por lo cual existe evidencia estadística de variación entre los valores promedio entre las muestras M-1, M-2, M-3 y M-4, para una $p < 0.05$. Por lo tanto esa condición indica la evidencia de recurrir a la prueba de Duncan (Anexo 2.4).

4.2.3 DETERMINACIÓN DE VARIABLES EN LA ETAPA DE COAGULACIÓN

En la etapa de coagulación se tomaron en cuenta tres variables que se indican en la *tabla 4-9*, con las cuales se elaboraron ocho muestras (prototipos), tomando en cuenta la mezcla de leche que obtuvo mejor aceptación por los jueces evaluadores.

Tabla 4-9

Variación de factores en la etapa de Coagulación

Muestras	Mezcla de leche	Tiempo	Temperatura	Cantidad de cuajo
M – 1	5 Litros	8 min.	40°C	25ml
M – 2	5 Litros	12 min.	40°C	25ml
M -3	5 Litros	8 min.	42°C	25ml
M – 4	5 Litros	12 min.	42°C	25ml
M – 5	5 Litros	8 min.	40°C	30ml
M – 6	5 Litros	12 min.	40°C	30ml
M – 7	5 Litros	8 min.	42°C	30ml
M - 8	5 Litros	12 min.	42°C	30ml

Fuente: Elaboración propia

Con estas variables se elaboraron las ocho muestras, y se procedió a realizar la evaluación sensorial con jueces no entrenados y un test de evaluación con escala hedónica de 9 puntos, con la finalidad de identificar diferencias significativas entre las muestras (Anexo 1.2).

4.2.3.1 EVALUACIÓN SENSORIAL DE ATRIBUTOS PARA DETERMINAR LAS VARIABLES DEL PROCESO DE COAGULACIÓN

En la *tabla 4-10*, nos muestra los resultados promedio obtenidos de la evaluación sensorial de las ocho muestras evaluadas por 10 jueces no entrenados para los atributos sensoriales en la etapa de coagulación (Anexo 4).

Tabla 4-10
Evaluación sensorial de atributos para determinar las variables
en la etapa de Coagulación

Muestras	Valores promedio de atributos [Escala Hedónica]				
	Aspecto	Olor	Sabor	Textura	° Granulometría
M – 1	5.8	6	6.4	5.9	5.7
M – 2	5.7	5.9	6.1	6.4	6
M – 3	6.3	6.2	6.7	5.2	5.6
M – 4	6.2	6.1	6.8	6	5.7
M – 5	7.2	7.3	8.1	7	7.6
M - 6	5.5	5.4	6.3	5.7	5.8
M – 7	6.8	6.3	7	6.6	7
M – 8	5.7	6.2	6.3	5.8	5.7

Fuente: Elaboración propia

Los porcentajes de aceptación de los atributos en las muestras, se calculan con la *ecuación 4-1*, y los datos de la *tabla 4-10*.

En la *tabla 4-11*, se muestra los porcentajes de aceptación obtenidos del análisis sensorial de las ocho muestras evaluadas para determinar las variables en la etapa de coagulación.

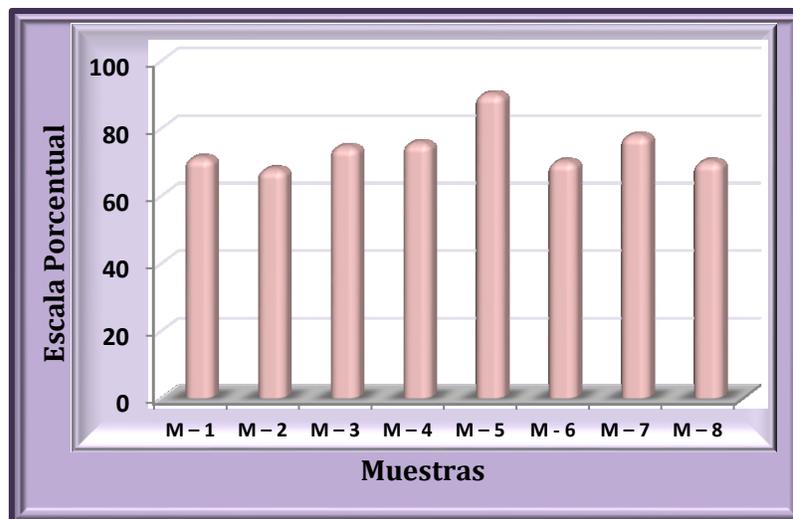
Tabla 4-11

Resultados porcentuales de atributos para determinar el proceso de Coagulación

Muestras	Valores promedio de atributos [Escala Porcentual]				
	Aspecto	Olor	Sabor	Textura	° Granulometría
M – 1	64.4	66.66	71.1	65.55	63.33
M – 2	63.33	65.55	67.77	71.1	66.66
M – 3	70.0	68.9	74.4	57.8	62.2
M – 4	68.89	67.78	75.56	66.67	63.33
M – 5	80.0	81.11	90.0	77.77	84.4
M - 6	61.1	60.0	70.0	63.3	64.4
M – 7	75.56	70.0	77.78	73.33	77.78
M – 8	63.33	68.89	70.0	64.44	63.33

Fuente: Elaboración propia

Fig. 4-3 Porcentaje de aceptación para el atributo sabor en la etapa de Coagulación



Fuente: Elaboración propia

4.2.3.2 PRUEBA ESTADÍSTICA DEL ATRIBUTO SABOR EN LA ETAPA DE COAGULACIÓN

En la *tabla 4-12*, se muestra el análisis de varianza del atributo sabor para determinar los valores óptimos de las variables en la etapa de coagulación, según la *tabla 4.2.5.1* (Anexo 4.2).

Tabla 4-12

Análisis de varianza (ANVA) para el atributo Sabor en la etapa de Coagulación

Fuente de varianza	Suma de cuadrados (SC)	Grados de libertad (GL)	Cuadrados Medios (CM)	Fcal	Ftab
Total	60.39	79			
Tratamientos	28.29	7	4.04	9.48	2.17
Jueces	5.26	9	0.58	1.35	2.04
Error	26.84	63	0.43		

Fuente: Elaboración propia

En la *tabla 4-12*, se observa que $F_{cal} > F_{tab}$ ($9.48 > 2.17$). Por lo cual existe evidencia estadística de variación entre los valores promedio entre las muestras M-1, M-2, M-3, M-4, M-5, M-6, M-7 Y M-8, para una $p < 0.05$. Por lo tanto esa condición nos indica la evidencia de recurrir a la prueba de Duncan.

4.2.3.3 DISEÑO EXPERIMENTAL EN LA ETAPA DE COAGULACIÓN

Para determinar los valores de las variables (tiempo, temperatura y cantidad de cuajo); se trabajó de acuerdo al diseño factorial de la *tabla 3-14*, y los niveles de variación de la *tabla 3-13* para el diseño de 2^3 . Utilizando el resultado del rendimiento real en peso del queso untable con leche de soja, como variable respuesta a ser medida, combinando los valores de las variables consideradas en la etapa de coagulación que se muestra en la *tabla 4-13*.

Tabla 4-13

Resultados del Diseño Factorial en la etapa de coagulación

Diseño	t [min]	T [°C]	Cc [ml]	Replica y ₁	Replica y ₂	Yi
1	8	40	25	0.790	0.800	1,59
t	12	40	25	0.850	0.870	1,72
T	8	42	25	0.910	0.925	1,835
t T	12	42	25	0.900	0.915	1,815
Cc	8	40	30	0.985	0.980	1,965
t Cc	12	40	30	1.05	1.00	2,05
T Cc	8	42	30	1.10	1.12	2,22
t T Cc	12	42	30	1.15	1.10	2,25
ΣYij =						15.445

Fuente: Elaboración propia

4.2.3.4 ANÁLISIS DE VARIANZA PARA DETERMINAR LOS VALORES DE LAS VARIABLES EN LA ETAPA DE COAGULACIÓN

La *tabla 4-14*, muestra los resultados del análisis de varianza del diseño 2³ que se aplicó para determinar los valores apropiados de las variables en la etapa de coagulación (Anexo 5.2); utilizando el rendimiento real del producto como la variable respuesta, obtenidos de la *tabla 4 - 13*.

Tabla 4-14

Análisis de varianza (ANVA) de la variable respuesta en la etapa de Coagulación

Fuente de varianza	Suma de cuadrados (SC)	Grados de libertad (GL)	Cuadrados Medios (CM)	Fcal	Ftab
SS(Total)	0.536	15			
SS(t)	0.00316	1	0.00316	0.073	5.32
SS(T)	0.0395	1	0.0395	0.919	5.32
SS(tT)	0.00263	1	0.00263	0.061	5.32
SS(Cc)	0.145	1	0.145	3.372	5.32
SS(tCc)	0.00000156	1	0.00000156	0.0000363	5.32
SS(TCc)	0.000827	1	0.000827	0.019	5.32
SS(tTCc)	0.000564	1	0.000564	0.013	5.32
SSE	0.344	8	0.043		

Fuente: Elaboración propia

4.2.4 EVALUACIÓN SENSORIAL DEL PRODUCTO FINAL

En la *tabla 4-15*, se indica los resultados promedio obtenidos del análisis sensorial de la muestra final evaluado por 10 jueces no entrenados, donde se tomo en cuenta los atributos aspecto, olor, sabor, textura y grado de granulometría.

Tabla 4-15

Resultados promedio y porcentual del análisis sensorial del producto final

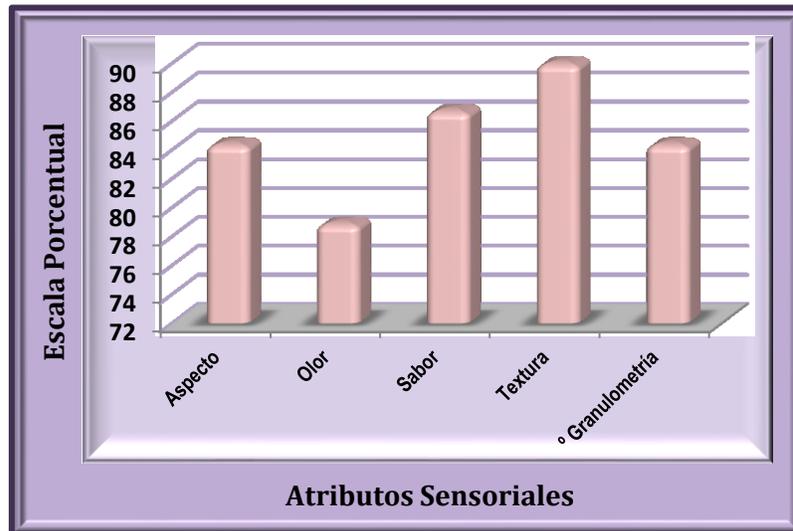
Muestra final	Atributos sensoriales				
	Aspecto	Olor	Sabor	Textura	Grado de granulometría
\bar{X}	7.6	7.1	7.8	8.1	7.6
%	84.4	78.9	86.7	90	84.4

Fuente: Elaboración propia

En la *figura 4-4*, se observa el porcentaje de aceptación de los atributos evaluados los cuales fueron obtenidos con los datos de la *tabla 4-15*.

Figura 4-4

Promedio de atributos sensoriales del producto final

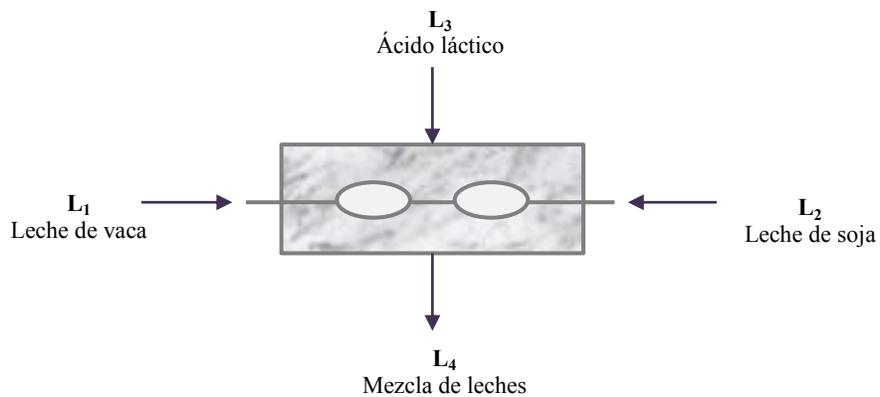


Fuente: Elaboración propia

4.3 BALANCE DE MATERIA

Se realiza el balance de materia en el proceso de elaboración de “*Queso untable con leche de soja*” tomando en cuenta las etapas de: Mezclado, calentamiento, coagulación, desuerado, salado de la cuajada y saborizado de la pasta de queso.

4.3.1 BALANCE DE MATERIA EN EL PROCESO DE MEZCLADO



Datos:

$L_1 = 75\%$ leche de vaca

$L_2 = 25\%$ leche de soja

$L_1 = 3.75$ Lt.

$L_2 = 1.25$ Lt.

$L_3 = 0.005$ Lt.

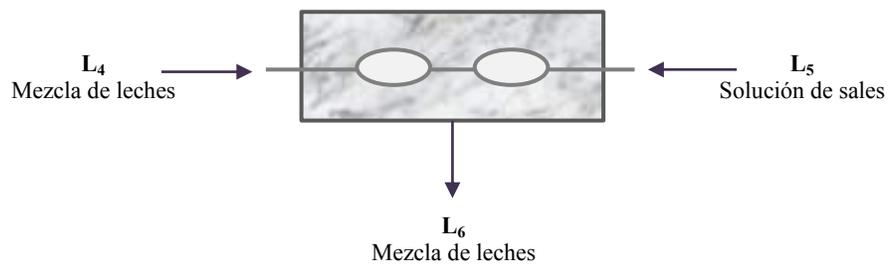
☛ *Balance total en la mezcla de los dos tipos de leches*

$$L_1 + L_2 + L_3 = L_4 \quad \text{[Ecuación 4-2]}$$

$$3.75 + 1.25 + 0.005 = L_4$$

$$L_4 = 5.005 \text{ Lts. de mezcla de leches}$$

4.3.2 BALANCE DE MATERIA EN EL PROCESO DE CALENTAMIENTO



Datos:

$L_4 = 5.005$ Lt. Mezcla de leches

$L_5 = 0.03$ Lt. Solución de sales de $MgCl_2$ y $CaCl_2$

☛ *Balance total en el calentamiento de la materia prima*

$$L_4 + L_5 = L_6 \quad \text{[Ecuación 4-3]}$$

$$L_6 = 5.005 + 0.03$$

$L_6 = 5.035$ Lt. Mezcla de leches y solución de sales para el acondicionamiento.

4.3.3 BALANCE DE MATERIA EN EL PROCESO DE COAGULACIÓN



Datos:

$$L_6 = 5.035 \text{ Lt.}$$

$$\rho = 1.033 \text{ gr/cc (Densidad de la mezcla de leche de vaca - soja)}$$

$$L_7 = 0.0005 \text{ kg (Cultivo para quesos)}$$

$$L_8 = 0.0001 \text{ kg (Cuajo)}$$

$$\rho = \frac{m}{v} \quad \text{[Ecuación 4-4]}$$

$$m = \rho * v$$

$$m = 1.033 * 5.035$$

$$m = 5.20 \text{ kg (cantidad de leche expresado en masa)}$$

$$L_6 = 5.20 \text{ kg}$$

Balance total en la etapa de Coagulación

$$L_6 + L_7 + L_8 = L_9 \quad \text{[Ecuación 4-5]}$$

$$L_9 = 5.20 + 0.0005 + 0.0001$$

$$L_9 = 5.2006 \text{ kg (leche coagulada)}$$

4.3.4 BALANCE DE MATERIA EN EL PROCESO DE DESUERADO



Datos:

$L_9 = 5.2006$ kg (leche coagulada)

$L_{10} = 4.2506$

$MGL_9 = 0.03$ (materia grasa de la leche coagulada)

$MGL_{10} = 0.002$ (materia grasa del suero)

$HL_9 = 0.89 = 89\%$ (humedad de la leche coagulada)

$HL_{10} = 0.92 = 92\%$ (humedad del suero)

Balance total de materia en el proceso de desuerado

$$L_9 = L_{10} + L_{11} \quad \text{[Ecuación 4-6]}$$

$$L_{11} = L_9 - L_{10}$$

$$L_{11} = 5.2006 - 4.2506$$

$$L_{11} = 0.95 \text{ Kg (masa de queso Untable)}$$

Balance parcial de materia grasa

$$MGL_{11} * L_{11} = MGL_9 * L_9 - MGL_{10} * L_{10} \quad \text{[Ecuación 4-7]}$$

$$MGL_{11} * 0.95 = 0.03 * 5.2006 - 0.002 * 4.2506$$

$$MGL_{11} = 0.155$$

☛ *Balance parcial del contenido de humedad*

$$H_{L11} * L_{11} = H_{L9} * L_9 - H_{L10} * L_{10} \quad \text{[Ecuación 4-8]}$$

$$H_{L11} * 0.95 = 0.89 * 5.2006 - 0.92 * 4.2506$$

$$H_{L11} = 0.756$$

4.3.5 BALANCE DE MATERIA EN LA ETAPA DE SALADO



Datos:

$$L_{11} = 0.95 \text{ kg}$$

$$L_{12} = 57 \text{ gr} = 6\% \text{ (sal fina de mesa)}$$

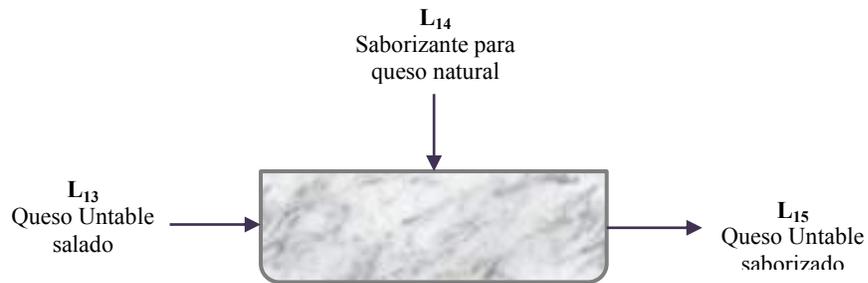
☛ *Balance total de materia en la etapa de salado*

$$L_{11} + L_{12} = L_{13} \quad \text{[Ecuación 4-9]}$$

$$L_{13} = 0.95 + 0.057$$

$$L_{13} = 1.007 \text{ kg (queso untable salado)}$$

4.3.6 BALANCE DE MATERIA EN LA ETAPA DE SABORIZADO



Datos:

$$L_{13} = 1.007 \text{ kg}$$

$$L_{14} = 95 \text{ gr} = 10\% \text{ (saborizante natural para queso)}$$

✦ ***Balance total de materia en la etapa de saborizado***

$$L_{13} + L_{14} = L_{15}$$

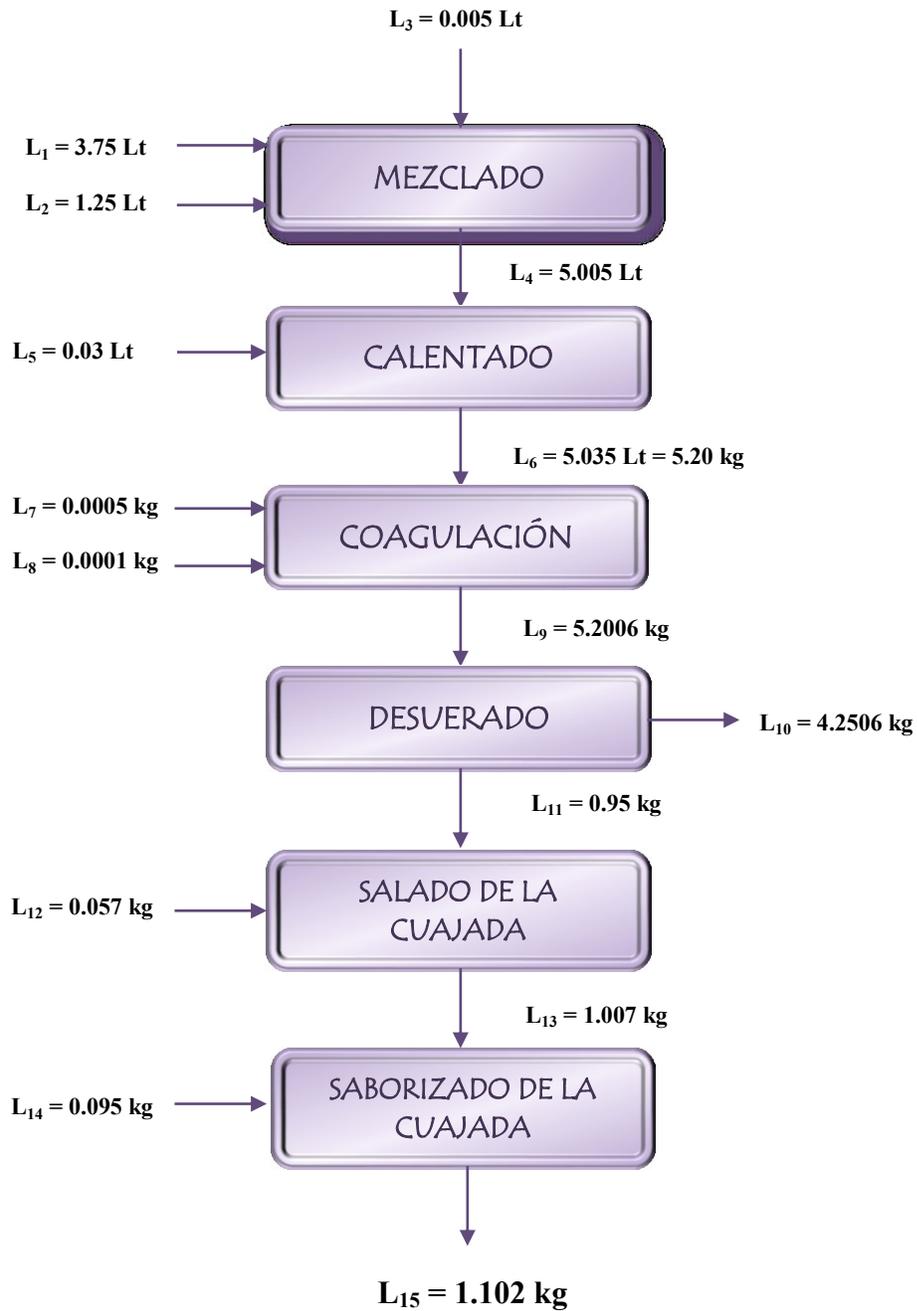
[Ecuación 4-10]

$$L_{15} = 1.007 + 0.095$$

$$L_{15} = 1.102 \text{ kg (queso untado salado y saborizado)}$$

4.3.7 RESUMEN GENERAL DEL BALANCE DE MATERIA

Fig. 4-5 Resumen general del balance de materia



4.4 BALANCE DE ENERGÍA

Mediante el proceso de elaboración de queso untable con leche de soja, determinaremos la cantidad de energía requerida para el tratamiento de 5 litros de leche que se emplearon para elaborar el producto.

4.4.1 BALANCE DE ENERGÍA EN EL PROCESO DE PRE FERMENTACIÓN

Datos:

Q_p = calor necesario para el proceso de pre fermentación

M_p = masa de la mezcla de leches (5.2 kg)

C_{p1} = capacidad calorífica de la mezcla de leche de vaca - soja (0.94 kcal/kg °C)

T_{p1} = temperatura inicial de la mezcla de leches vaca – soja 6°C

T_{p2} = temperatura final de la mezcla de leches vaca – soja 45°C

t_p = tiempo de pre fermentación 90min / 1.5 hrs.

✦ *Balance total de energía en la etapa de pre fermentación*

$$Q_{p1} = M_{p1} * C_{p1} * (T_{p2} - T_{p1}) \quad \text{[Ecuación 4-11]}$$

$$Q_p = 5.2 * 0.94 * (45 - 6)$$

$$Q_p = 190.632 \text{ kcal}$$

4.4.2 BALANCE DE ENERGÍA EN EL PROCESO DE COAGULACIÓN

Datos:

Q_c = calor requerido para la etapa de coagulación.

M_c = cantidad de leche expresado en masa para la coagulación (5.035 kg).

C_{p1} = capacidad calorífica de la mezcla de leches (0.94 kcal/kg °C)

T_{c1} = temperatura inicial de la mezcla de leches vaca – soja 40°C

T_{c2} = temperatura final de la mezcla de leches vaca – soja 42°C

T_C = tiempo de coagulación 8 min.

✦ **Balance total de energía en la etapa de coagulación**

$$Q_c = M_{C1} * C_{p1} * (T_{C2} - T_{C1}) \quad \text{[Ecuación 4-12]}$$

$$Q_c = 5.035 * 0.94 * (42 - 40)$$

$$Q_c = 9.466 \text{ kcal}$$

4.4.3 BALANCE DE ENERGÍA EN EL PROCESO DE ESCALDADO

Datos:

Q_e = calor requerido para el proceso de escaldado

M_e = masa de cuajada y suero juntos (5.2006 kg)

C_p = capacidad calorífica de la mezcla de leche (0.94 kcal/kg °C)

T_{e1} = temperatura inicial en el escaldado (45°C)

T_{e2} = temperatura final en la etapa de escaldado (42°C)

✦ **Balance total de energía en la etapa de escaldado**

$$Q_e = M_{e1} * C_{p1} * (T_{e2} - T_{e1}) \quad \text{[Ecuación 4-13]}$$

$$Q_e = 5.2006 * 0.94 * (45 - 40)$$

$$Q_e = 24.443 \text{ kcal}$$

4.4.4 CÁLCULO DEL CALOR TOTAL EN EL SISTEMA

El calor total requerido en el proceso de elaboración de queso untable con leche de soja, será la sumatoria de la energía requerida en las etapas de pre fermentación, coagulación y escaldado.

- **Balance total de energía en el proceso de elaboración de queso untable con leche de soja.**

$$Q_T = \sum Q_i \quad \text{[Ecuación 4-14]}$$

$$Q_T = Q_p + Q_c + Q_e$$

$$Q_T = 190.632 + 9.466 + 24.443$$

$$Q_T = 224.541 \text{ kcal}$$

La energía total requerida según la *ecuación 4-12*, es de 224.541 kcal utilizadas durante tres etapas (pre fermentación, coagulación y escaldado) del proceso de elaboración de queso untable con leche de soja.

CAPÍTULO V
CONCLUSIÓN, RECOMENDACIÓN
Y FUNDAMENTOS

5.1 CONCLUSIONES

De acuerdo a los objetivos planteados y considerando los resultados obtenidos en la investigación se concluye que:

- ☞ Los resultados de las propiedades fisicoquímicas de la leche de vaca como una de las materias primas utilizadas en el experimento, se describe en la *tabla 4-1*, en donde se puede evidenciar el contenido de proteína total 3.4%, carbohidratos 4.7%, materia grasa 2.8%, solidos totales 10%, humedad 87.5% y cenizas 0.68%.
- ☞ Los resultados de las características fisicoquímicas de la leche de soja se obtuvo del análisis de la materia prima del trabajo de investigación intitulada “elaboración de dulce de leche de soja”, de donde se puede apreciar los resultados de proteína 3.28%, carbohidratos 0.272%, materia grasa 2.87%, solidos totales 6.68%, humedad 93.31%, cenizas 0.268, fibra 0.91, pH 7.5 y valor energético de 40.04 kcal/100gr (*tabla 4-2*).
- ☞ Por otro lado los resultados obtenidos de las propiedades fisicoquímicas de la mezcla de leche vaca – soja, nos muestran el contenido de proteína total 3.06%, carbohidratos 3.76%, materia grasa 3.20%, humedad 89.34%, cenizas 0.64% y calcio 1644.01 mg/kg (*tabla 4-3*).
- ☞ Mediante la evaluación sensorial realizada a las muestras para determinar los porcentajes de leche de vaca –soja en la etapa de mezclado, la muestra M-2 (25% leche de soja y 75% leche de vaca), fue la que obtuvo mayor puntaje en la escala hedónica del test de evaluación, por lo que es la mejor opción para determinar el porcentaje adecuado de mezcla de leches en la elaboración de queso untable con leche de soja.
- ☞ Para determinar las variables mas influyentes en la etapa de coagulación se realizó un diseño experimental con tres variables y dos niveles de variación, donde se estableció los factores tiempo, temperatura y cantidad de cuajo y se pudo evidenciar que si existe evidencia estadística de variación en esta etapa del proceso.

- ☞ Después de realizar la evaluación sensorial de las ocho muestras, para la etapa de coagulación, se pudo evidenciar que la muestra M-5 ($t=8\text{min}$, $T=40^{\circ}\text{C}$ y 30ml de cuajo), fue la que obtuvo mayor puntaje en la escala hedónica de 9 puntos para los atributos apariencia, olor, sabor, textura y grado de granulometría, por lo que se tomó en cuenta estos valores de las variables para la elaboración del producto final.
- ☞ Se elaboró el producto final de acuerdo a los resultados obtenidos en la evaluación sensorial para las etapas de mezclado y coagulación, de donde se utilizó una mezcla de leche de vaca un 75% y leche de soja un 25% y un tiempo de coagulación de 8 minutos, una temperatura de coagulación de 40°C y 30 ml de cuajo, manteniendo constantes las demás variables del proceso de elaboración.
- ☞ Se realizó la evaluación sensorial al producto final para determinar su aceptación por 10 jueces evaluadores no entrenados que cursaron la materia de evaluación sensorial, los resultados promedio de los atributos evaluados son: aspecto 7.6, olor 7.1, sabor 7.8, textura 8.1 y grado de granulometría 7.6, promedios obtenidos de un test con escala hedónica de 9 puntos.
- ☞ Según los resultados de los análisis microbiológicos realizados al producto final demuestran que el producto no contiene coliformes totales ni fecales ($0.00\text{E}+00$), por lo que queda garantizada la inocuidad del producto.
- ☞ Se realizó un balance de materia a algunas etapas del proceso como el mezclado, calentado, coagulación, desuerado, salado de la cuajada y saborizado de la cuajada (*figura 4-5*), lo que determinó el rendimiento real del producto con un peso neto de 1.102 kg, lo cual demuestra que este proceso de elaboración da muy buen rendimiento real.
- ☞ Por otro lado se realizó un balance de energía en las etapas de pre fermentación, coagulación y escaldado para determinar la cantidad de energía total requerida para el proceso de elaboración dando como resultado una cantidad de 224.541 kcal, resultado obtenido de la experimentación realizada a nivel laboratorio.

5.2 RECOMENDACIONES

- ☞ Se debe tener mucho cuidado al momento de elaborar el producto, se debe seguir correctamente la metodología experimental como se muestra en la *tabla 3-14*, deberá emplearse correctamente la materia prima e insumos utilizados, ya que de lo contrario el queso untable no tendrá las características organolépticas y fisicoquímicas deseadas.
- ☞ Es importante darle mayor promoción a este tipo de queso untable con leche de soja, ya que presenta características nutricionales y organolépticas muy apropiadas para su consumo, sin embargo por el desconocimiento de este tipo de producto no es muy consumido en nuestro medio.
- ☞ Podría realizarse un estudio de mercado para ver la aceptación en una muestra representativa de la población, o buscar la exclusividad y segmentar un sector específico de la población para el consumo de este tipo de queso.
- ☞ El producto queso untable con leche de soja, es a la vez materia prima, la cual puede ser saborizada con una gran variedad de sabores como queso cheddar, con trozos de jamón, con pickles, incluso se puede innovar saborizándolo con hierbas aromáticas como perejil, albahaca, yerba buena, etc, o hacerlo con trozos de vegetales como el Morrón, locoto, ajo, etc.
- ☞ La elaboración del producto “queso untable con leche de soja” es un gran aporte al diseño y desarrollo de nuevos productos alimenticios e innovadores, por lo que la comercialización del mismo sería otro gran paso.
- ☞ Las degustaciones en la evaluación sensorial deberá hacerse a una parte representativa de la población, en este caso de la ciudad de Tarija, y no solo a estudiantes de la carrera de ingeniería de alimentos.
- ☞ Se recomienda realizar un estudio de vida útil al producto con la finalidad de determinar el tiempo máximo de duración en refrigeración y a temperatura ambiente.

- ☞ Se recomienda realizar otro tipo de análisis sensoriales complementarios al producto terminado, como grado de untuosidad,

5.3 FUNDAMENTOS PARA ALGUNAS ETAPAS DEL PROCESO DE ELABORACIÓN

De acuerdo a los experimentos realizados, se determinó valores constantes para diferentes variables en algunas etapas del proceso de elaboración.

- ☞ En la etapa de *pre fermentación*, según las numerosas pruebas experimentales realizadas se hicieron constantes la variables tiempo y temperatura, las cuales inciden en el proceso de elaboración. Por lo que se concluyó que el *tiempo* óptimo para el proceso de elaboración es de 90 minutos a una *temperatura* de 40°C.
- ☞ En la etapa de *escaldado* las variables mas incidentes en el proceso también son tiempo y temperatura, en especial la temperatura ya que depende de esta variable la textura y el grado de granulometría que tendrá el queso untable, para lo cual se determinó una *temperatura* constante de 45°C en un *tiempo* de 27 minutos.
- ☞ En la etapa de *salado de la cuajada* de igual manera se realizaron diferentes pruebas experimentales para determinar la cantidad de sal adecuada para darle al producto buenos atributos organolépticos. Por lo que se determinó un *8% de sal fina* de mesa por kilogramo de producto obtenido.
- ☞ Para la etapa de *saborizado* del queso untable también se realizaron muchas pruebas experimentales para determinar la cantidad apropiada de saborizante para queso natural con el fin de darle mejor sabor al producto y poder camuflar de alguna manera el sabor de la soja, por lo que se concluyó que un *10% de saborizante*, ya que es la cantidad adecuada para cumplir dicho propósito. Este dato también fue proporcionado por el proveedor del saborizante.