

1.1. ANTECEDENTES

Los orígenes de la elaboración del queso están en discusión y no se pueden datar con exactitud, aunque se estima que se encuentran entre el año 8000 a. C. (cuando se domestica la oveja) y el 3000 a. C.

Existe una leyenda que dice que fue descubierto por un mercader árabe que, mientras realizaba un largo viaje por el desierto, puso leche en un recipiente fabricado a partir del estómago de un cordero. Cuando fue a consumirla vio que estaba coagulada y fermentada (debido al cuajo del estómago del cordero y a la alta temperatura del desierto). Hay otros autores que señalan que el queso ya se conocía en la prehistoria, pero no se ha podido comprobar.

Las ovejas fueron domesticadas hace 12.000 años y en antiguo Egipto se cuidaban vacas y se les ordeñaban para tener la leche por lo que es lógico pensar que también harían quesos. La leche se conservaba en recipientes de piel, cerámica porosa o madera, pero como era difícil mantenerlos limpios, la leche fermentaba con rapidez. El siguiente paso fue el de extraer el suero de la cuajada para elaborar algún tipo de queso fresco, sin cuajo, de sabor fuerte y ácido.

Quesos actuales como el cheddar datan del año 1500, el parmesano en 1597, el gouda en 1697 y el camembert en 1791.

La primera fábrica para la producción industrial del queso se abrió en Suiza en 1815, pero fue en los Estados Unidos donde la producción a gran escala empezó a tener realmente éxito. En 1851 se empieza a fabricar queso con la leche de las granjas. Durante décadas, fueron comunes este tipo de asociaciones entre granjas.

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.

La producción industrial de queso adelantó a la tradicional en la Segunda Guerra Mundial, y las fábricas se convirtieron en la fuente de la mayoría de quesos en América y Europa desde entonces.

Se introdujeron a Bolivia varios tipos de queso pero sólo el queso fresco (queso del altiplano, el queso menonita) obtuvo un lugar estable en las tradiciones gastronómicas bolivianas. Los quesos madurados vivieron una reintroducción en Bolivia en la segunda mitad del siglo XX. Se importaron quesos de países cercanos, se fabricaron artesanalmente e industrialmente. Hoy en día, un reducido segmento de la población, hoteles y restaurantes incorporan en sus menús los quesos y derivados y realzan así la producción boliviana incrementando el consumo de productos nacionales.

En Bolivia existen quesos, como el chaqueño, menonita y quesos provenientes de industrias queseras del departamento de Santa Cruz, en volumen industrial elaborados por el grupo PIL o los quesos San Javier. Los quesos frescos son los más populares en Bolivia.

En el departamento de Tarija existen quesos criollos, como el chaqueño, charagüeño, caiceño, de Rosillas y el queso de leche de cabra Caprinito. La microempresa Caprinito produce cuatro variedades de quesos de tipo francés con cobertura blanca, queso de vena azul, queso fresco tipo feta, queso al vino, los biquet queso con hierbas y aceite de oliva y varios otros tipos de quesos que se preparan para bufetes, con frutas, hierbas y pimentón.

1.2. JUSTIFICACIÓN

La producción de queso en el departamento de Tarija como los quesos criollos se elaboran en forma artesanal, por lo tanto, su calidad es dudosa y deficiente, en cuanto a la manipulación de la leche y la higiene durante su procesado.

Teniendo en cuenta que existen materias primas percederas en el sector agropecuario como la leche, es importante perfilar la innovación, y así dar lugar a la transformación, elaboración y obtención de queso aromatizado con tomillo.

Además se proporciona a la comunidad y al consumidor la posibilidad de encontrar en el mercado un nuevo derivado lácteo como es el queso aromatizado, con atributos marcados en aroma y sabor, perfilándose como un alimento funcional que suministra beneficios importantes y complementarios para el organismo humano.

Por lo tanto, este trabajo de investigación está direccionado a la implementación de un nuevo producto lácteo elaborado en base a normas de calidad.

1.3. OBJETIVO GENERAL

Elaborar queso fresco aromatizado con tomillo a partir de leche de vaca, inocuo, con características organolépticas y nutritivas de acuerdo a normas de calidad.

1.3.1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Caracterizar las propiedades fisicoquímicas y microbiológicas de la materia prima.
- Determinar la dosificación adecuada de tomillo.
- Determinar el diseño experimental adecuado.
- Realizar la evaluación sensorial del producto.
- Caracterizar las propiedades fisicoquímicas y microbiológicas del producto final.
- Realizar los balances de materia y energía en el proceso de obtención de queso aromatizado con tomillo.

1.4. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

¿El queso aromatizado con tomillo, que se pretende elaborar en este trabajo de investigación será un producto aceptado por el consumidor?

1.5. HIPÓTESIS

El proceso utilizado en la elaboración de queso aromatizado con tomillo a partir de leche de vaca, permite obtener un producto de calidad (organoléptico, nutritivo e inocuo).

2.1. LECHE

Leche es el producto íntegro y fresco de la ordeña de una o varias vacas, sanas, bien alimentadas y en reposo, exenta de calostro y que cumpla con las características físicas y microbiológicas establecidas.

El calostro, es el producto segregado por la glándula mamaria inmediatamente después del parto de la vaca, es una sustancia que presenta una composición muy diferente a la leche y contiene una cantidad de proteínas en el suero, especialmente inmunoglobulinas que son necesarias para la nutrición del ternero, pero que su presencia daña la calidad de la leche en la medida que se gelifica con el calentamiento de la leche por ejemplo a unos 80°C, produciendo la coagulación de la leche. (1)

La figura 2.1, refleja el aspecto de leche fresca.

Figura 2.1: Leche fresca



Fuente: www.experimentosfaciles.com/elaboracion-de-yogurt-naturalunexperimento-casero

2.2. CARACTERÍSTICAS Y PROPIEDADES DE LA LECHE

2.2.1. CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS

2.2.1.1. ASPECTO

La leche fresca es de color blanco aporcelanada, presenta una cierta coloración crema cuando es rica en grasa. La leche descremada o muy pobre en contenido graso presenta un blanco o ligero tono azulado.

2.2.1.2. OLOR

Cuando la leche es fresca casi no tiene un olor característico, pero adquiere con mucha facilidad el aroma de los recipientes en los que se la guarda; una pequeña acidificación ya le da un olor especial al igual que ciertos contaminantes.

2.2.1.3. SABOR

La leche fresca tiene un sabor ligeramente dulce, dado por su contenido de lactosa. Por contacto, puede adquirir fácilmente el sabor de hierbas. (1)

2.2.2. PROPIEDADES FISICOQUÍMICAS DE LA LECHE

2.2.2.1. DENSIDAD

La densidad de la leche puede fluctuar entre 1.028 a 1.034 g/cm³ a una temperatura de 15°C; su variación con la temperatura es de 0.0002 g/cm³ por cada grado de temperatura.

La densidad de la leche varía entre los valores dados según sea la composición de la leche, pues depende de la combinación de densidades de sus componentes.

En la tabla 2.1, se muestra las densidades de los componentes de la leche.

Tabla 2.1: Densidades de los componentes de la leche

COMPONENTE	VALOR
Agua	1.000 g/cm ³
Grasa	0.931 g/cm ³
Proteína	1.346 g/cm ³
Lactosa	1.666 g/cm ³
Minerales	5.500 g/cm ³

Fuente: Alais, 1979

La densidad mencionada (entre 1.028 y 1.034 g/cm³) es para una leche entera, pues una leche descremada está por encima de esos valores (alrededor de 1.036 g/cm³), mientras que una leche aguada tendrá valores menores de 1.028 g/cm³. (2)

2.2.2.2. pH DE LA LECHE

La leche es de característica cercana a la neutra. Su pH puede variar entre 6.5 y 6.65. Valores distintos de pH se producen por deficiente estado sanitario de la glándula mamaria, por la cantidad de CO₂ disuelto; por el desarrollo de microorganismos, que desdoblán o convierten la lactosa en ácido láctico; o por la acción de microorganismos alcalinizantes.

2.2.2.3. ACIDEZ DE LA LECHE

Una leche fresca posee una acidez de 0.15 a 0.16%. Una acidez menor al 0.15% puede ser debido a la mastitis, al aguado de la leche o bien por la alteración provocada con algún producto alcalinizante.

Una acidez superior al 0.16% es producida por la acción de contaminantes microbiológicos.

2.2.2.4. VISCOSIDAD

La leche natural, fresca, es más viscosa que el agua, tiene valores entre 1.7 a 2.2 centipoises para la leche entera, mientras que una leche descremada tiene una viscosidad de alrededor de 1.2 centipoises. La viscosidad disminuye con el aumento

de la temperatura hasta alrededor de los 70°C, por encima de esta temperatura aumenta su valor. (3)

2.2.2.5. PUNTO DE CONGELACIÓN

La leche se congela a -0.555°C. Es la característica más constante de la leche y su medición se utiliza para detectar el aguado. Si el punto de congelación es superior a -0.53°C, sospechamos adición de agua. (4)

2.2.2.6. PUNTO DE EBULLICIÓN

La temperatura de ebullición es de 100.17°C. (3)

2.2.2.7. CALOR ESPECÍFICO

El calor específico se expresa como el número de calorías necesarias para elevar la temperatura de un gramo de sustancia en un grado centígrado, y varía según la temperatura, en la leche se han encontrado los siguientes valores: 0.92 a 0°C, 0.94 a 15°C, 0.93 a 40°C, calorías por gramo. (5)

2.3. LECHE COMO MATERIA PRIMA

Para la obtención de queso la leche debe presentar ciertas características para obtener un queso de calidad y con buen rendimiento. Deberán considerarse por lo tanto una serie de factores para que una leche se utilice en la elaboración de quesos. Entre ellos están:

2.3.1. NATURALEZA FISICOQUÍMICA

La leche debe ser normal, específicamente en lo que se refiere a sales minerales, específicamente la del calcio, pues éste es importante en la constitución de las micelas. (6)

2.3.2. CONTENIDO DE PROTEÍNA COAGULABLE

El contenido de caseína en la leche debe ser alto. Al principio de la lactación, las leches contienen poca caseína; por eso se usan las leches obtenidas de 10 u 11 días después del parto. (6)

2.3.3. CAPACIDAD PARA COAGULAR POR ACCIÓN DEL COAGULANTE (ENZIMÁTICO O ÁCIDO)

Las leches que se utilizan para elaborar quesos deben cuajar rápidamente con los coagulantes.

Sin embargo, el tiempo de coagulación depende, entre otros factores, de la acidez (a menor pH hay mayor actividad de las enzimas y, por consiguiente, la gelatinización es más rápida); también depende de la composición de la leche. (6)

2.3.4. PRESENCIA DE SUSTANCIAS INHIBIDORAS

Las leches que se emplean para hacer quesos no deben contener sustancias que inhiben el crecimiento microbiano (antibióticos, antisépticos, restos de detergentes, etc.) ya que éstos pueden interferir en la maduración de los quesos, que se hace con cepas seleccionadas. La penicilina es el antibiótico que más inhibe a las bacterias lácticas. (6)

2.3.5. PRESENCIA DE MICROORGANISMOS

Las leches para quesería deben tener pocos microorganismos, por eso, la leche utilizada se debe pasteurizar. Con una leche pasteurizada se controla mejor la maduración de la misma; también se eliminan los microorganismos indeseables. Esa eliminación de la flora inicial permite controlar mejor el proceso, e inocular los microorganismos deseados (fermentos lácticos) para producir quesos de composición y calidad más uniformes.

La pasteurización puede hacerse a 70°C durante 15 a 20 segundos (pasteurización rápida) para que no precipite el calcio como trifosfato cálcico (que es insoluble), y evitar de esa manera una coagulación defectuosa. Para reponer el calcio perdido por la acción de la temperatura deberá agregarse iones calcio, usándose el cloruro de calcio en una proporción de 10 a 30 gramos por cada 100 litros de leche.

También puede hacerse a más de 80°C; de esta forma la α -lactoalbumina y la β -lactoglobulina coagula y quedan retenidos en caseína (cuajada) durante el desuerado, lo que aumenta el rendimiento.

La pasteurización acarrea algunas desventajas. Provoca una modificación de la composición y en la estructura fisicoquímica de la leche como la unión de la caseína en la β -lactoglobulina, lo que inhibe parcialmente la actividad del cuajo, lo que lleva a aumentar el tiempo de coagulación. (7)

2.4. PROPIEDADES QUÍMICAS - COMPOSICIÓN

2.4.1. AGUA Y SÓLIDOS DE LA LECHE

La leche es un líquido de composición compleja, se puede aceptar que está formada aproximadamente por un 87.5 % de agua y 12.5 % de sólidos o materia seca total. (8)

2.4.1.1. AGUA

El agua constituye la fase continua de la leche y es el medio de soporte para sus componentes sólidos y gaseosos. Se encuentra en dos estados. (8)

2.4.1.1.1. AGUA LIBRE

Representa la mayor parte del agua y en ésta se mantiene en solución la lactosa y las sales. Es ésta el agua que sale de la cuajada en forma de suero. (8)

2.4.1.1.2. AGUA DE ENLACE

Esta agua es el elemento de cohesión de los diversos componentes no solubles y es adsorbida a la superficie de estos compuestos; no forma parte de la fase hídrica de la leche y es más difícil de eliminar que el agua libre. (8)

2.4.2. SÓLIDOS DE LA LECHE

En lo que se refiere a los sólidos o materia seca la composición porcentual más comúnmente hallada es la siguiente: Lípidos 3.5% a 4.0%, Lactosa 4.7% (aprox.), Sustancias Nitrogenadas 3.5%, Minerales 0.8%.

A pesar de estos porcentajes en la composición de la leche se acepta como los más comunes, no es fácil precisar con certeza los mismos, pues dependen de una serie de factores, aún para una misma vaca. (No sólo varía la composición, sino también la producción).

Esto hace que no todas las leches sean iguales en sus propiedades y la variación en la composición hace que determinadas leches sean útiles para la elaboración de un cierto derivado lácteo, pero a su vez es inapropiada para otros. De la misma manera, se tendrá algunas leches más nutritivas que otras. (8)

En la tabla 2.2, se reflejan las propiedades químicas de la leche.

Tabla 2.2: Propiedades químicas de la leche

PROPIEDAD	PORCENTAJE
Agua	87.5 %
Sólidos totales	12.5 %
Lípidos	3.5% a 4.0%.
Lactosa	4.7%
Sustancias Nitrogenadas	3.5%
Minerales	0.8%.

Fuente: Madrid, 1996

2.4.2.1. LÍPIDOS

Debido a diversos factores que intervienen en la composición de la leche (algunos de los cuales se han mencionado anteriormente) el contenido de grasa en la leche vacuna varía notablemente; los valores porcentuales más comunes se encuentran entre 3.2 y 4.2%.

La materia grasa está constituida por tres tipos de lípidos:

Las sustancias grasas propiamente dichas es decir los triglicéridos, que forman el 96% del total de la materia grasa.

Los fosfolípidos, que representan entre el 0.8 y el 1%.

Sustancias no saponificables que constituyen otro 1%.

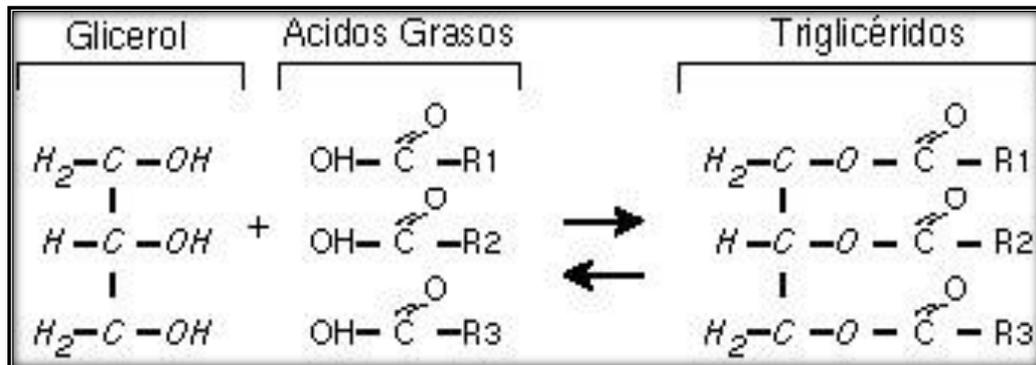
El resto lo constituyen diglicéridos, monoglicéridos, ácidos grasos libres, etc. (9)

2.4.2.1.1. TRIGLICÉRIDOS

Son los componentes naturales de todas las grasas y aceites. Son ésteres formados por un triol (la glicerina) y distintos ácidos grasos. (9)

En la figura 2.2, se muestra la estructura química de los triglicéridos.

Figura 2.2: Estructura química de los triglicéridos



Fuente: Kosikowski, 1985

2.4.2.1.2. FOSFOLÍPIDOS

Los fosfolípidos son ésteres derivados de la glicerina y de ácidos grasos, pero de estructura más compleja y que contienen en su molécula un átomo de fósforo en forma de ácido fosfórico y aminos cuaternarios.

El fosfolípido de mayor presencia en la leche es la Lecitina. (10)

2.4.2.2. SUSTANCIAS NO SAPONIFICABLES

Son constituyentes de las grasas que no saponifican con NaOH o KOH. Los más importantes son los esteroides, los carotenoides y los tocoferoles.

Entre los esteroides están el colesterol, el ergosterol y el 7-dehidro-colesterol (este último es útil, para la elaboración de la vitamina D3).

En el grupo de los carotenoides se hallan sustancias coloreadas, rojas, amarillas, que son solubles en grasa, en la leche vacuna los principales son α -caroteno, β -caroteno y vitamina A. Los carotenoides se hallan en la leche unidos a una proteína y forman

lipoproteínas. Los carotenos son los que le dan un cierto color crema a la materia grasa de la leche.

Por último, los tocoferoles son sustancias muy complejas, en particular es importante el tocoferol que es la vitamina E.

En general son resistentes a altas temperaturas y resultan buenos antioxidantes naturales de la leche. (11)

2.4.2.3. LACTOSA

De todos los componentes de la leche es el que se encuentra en mayor porcentaje, del 4.7 al 5.2%, siendo además el más constante.

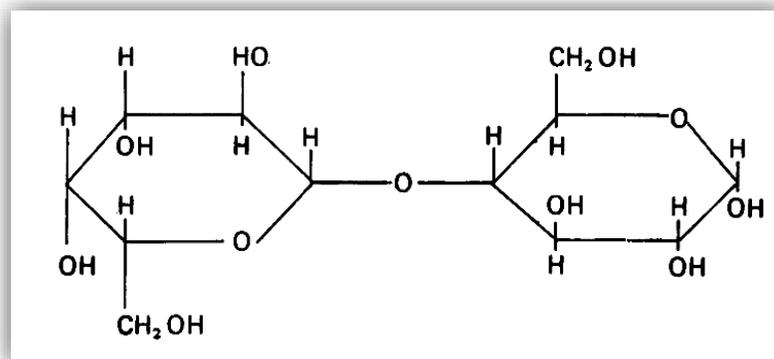
La lactosa es un carbohidrato disacárido (el “azúcar” de la leche) y se halla libre en suspensión.

Químicamente, la lactosa es un disacárido de glucosa y galactosa. Por acción de bacterias lácticas, la lactosa fermenta dando ácido láctico. (12)

La lactosa es el carbohidrato más importante de la leche y está formado por una molécula de glucosa y otra de galactosa.

La figura 2.3, refleja la fórmula estructural de la lactosa.

Figura 2.3: Fórmula estructural de la lactosa



Fuente: Villegas, 2003

La lactosa contribuye cerca de la mitad de los sólidos no grasos y contribuye al valor energético de la leche con aproximadamente el 30% de calorías por gramo, es seis

veces menos dulce que la sacarosa, se encuentra en solución en el suero y su solubilidad es equivalente a un tercio de la solubilidad de la sacarosa.

El factor más importante que afecta el nivel de lactosa en la leche es la condición infecciosa de la ubre o mastitis. (5)

2.4.2.4. SUSTANCIAS NITROGENADAS DE LA LECHE

Las sustancias nitrogenadas constituyen la parte más compleja de la leche.

Dentro de estas sustancias están las proteínas (las más importantes) y sustancias no proteicas.

Las sustancias proteicas de la leche pueden clasificarse en dos grupos:

2.4.2.4.1. HOLOPRÓTIDOS

Son llamadas las proteínas solubles de la leche y se hallan en el lactosuero producido, cuando se coagulan las proteínas, y constituyen el 17% del total de proteínas de la leche. Los principales holoprótididos presentes en la leche son: lactoalbuminas, lactoglobulina, inmunoglobulina y seroalbúmina. Tienen un gran valor nutritivo.

2.4.2.4.2. HETEROPRÓTIDOS

El principal heteroprótidido de la leche es la caseína; la caseína comprende un complejo de proteínas fosforadas que coagulan en la leche a un pH de 4.6 (punto isoelectrico) o cuando se hallan bajo la acción de enzimas específicas como el cuajo, se los llama proteínas insolubles, constituyen el 78% del total de las proteínas de la leche. Aunque genéricamente se llama caseína, en realidad existen varias caseínas: la α -caseína, la β -caseína, la γ -caseína y la caseína D.

Estas caseínas están compuestas por cadenas heterogéneas de 20 aminoácidos; estos aminoácidos son los siguientes: glicina, alanina, valina, leucina, isoleucina, serina, treonina, cisteína, cistina, metionina, ácido glutámico, ácido aspártico, lisina, arginina, histidina, fenilalanina, tirosina, triptófano, prolina, hidroxiprolina.

El contenido de caseína en la leche es del 2,7% aproximadamente (recuérdese que el contenido de sustancias nitrogenadas en la leche es del 3.7%).

La caseína (y todas las sustancias nitrogenadas) se hallan en la leche en forma de micelas, dispersas en suspensión coloidal. Las caseínas como ya se dijo, forman una estructura compleja: las caseínas α , β y γ se asocian y forman polímeros o complejos que en presencia de calcio y fosfatos se unen y forman agregados heterogéneos llamadas micelas. El calcio favorece la formación de micelas cuando está presente en pequeñas proporciones como en la leche. Una concentración 10 veces mayor provoca, por el contrario, la disolución del complejo calcio-caseína y la floculación de las caseínas sensibles al calcio.

La modificación del pH de la leche, ya sea por adición de ácidos o fermentación láctica provoca la destrucción de las micelas y neutraliza su carga eléctrica, teniendo como consecuencia que las micelas se aglomeren entre sí y precipiten; esto puede acelerarse con un agente deshidratante como alcohol o calor. Esa precipitación se produce como ya se mencionó a un pH de 4.6, mientras mayor sea la temperatura, la floculación de la caseína se produce a pH más elevado.

Las caseínas pueden ser precipitadas también por la acción enzimática, en particular la quimosina o renina; en este caso la enzima transforma el caseinato de calcio a paracaseinato de calcio que es soluble, pero que en presencia de iones calcio, estos se van fijando al procaseinato, se insolubiliza y forma un gel. A diferencia de la caseína precipitada por electrolitos (ácido), la precipitación con enzimas es irreversible. (13)

2.4.2.5. ENZIMAS

La leche contiene varias enzimas. Algunas se hallan en las membranas de los glóbulos de grasa, por lo que son arrastradas cuando se separa la crema; entre ellas están las reductasas aldehídicas, fosfatasas, etc.

Otras enzimas floculan con la caseína a pH 4.6, por ejemplo las proteasas, catalasas, etc. Muchas veces es difícil saber el origen de las enzimas, ya que las bacterias que

pueden hallarse semejantes a los que se sintetizan en las glándulas mamarias.

La actividad enzimática de la leche depende del pH y de la temperatura. La elevación de la temperatura a más de 70°C provoca su destrucción.

Las principales enzimas presentes en la leche son las siguientes: la lactoperoxidasa, reductasualdalasa (asociada a la membrana del glóbulo de grasa), catalasa, lipasas (responsables de la rancidez de la leche), fosfatasa (en la membrana del glóbulo de grasa), proteasas (asociadas a la caseína) amilasas (hay enzimas desnitrificantes y enzimas sacarificantes, lisozima (es importante desde el punto de vista de la nutrición ya que facilita la precipitación de la caseína en forma de floculo lo que mejora su digestibilidad; por otra parte posee propiedades bacteriostáticas). (12)

2.4.2.6. MINERALES Y ÁCIDOS ORGÁNICOS

En la leche vacuna la cantidad de minerales varia en alrededor de 0.8%. Es rica en potasio, siendo importante también la presencia de fósforo, calcio y magnesio; el contenido de minerales es bastante superior al existente en la leche humana. En cuanto a los ácidos orgánicos, la presencia más importante es la del ácido cítrico que interviene en el equilibrio de calcio en las micelas de caseína, contiene además, pero en muy pequeñas cantidades ácido fórmico, acético y láctico. (12)

2.4.2.7. VITAMINAS

La leche es el alimento que contiene la variedad más completa de vitaminas, sin embargo, estos se hallan en pequeñas cantidades y algunos no alcanzan para los requerimientos diarios.

Las vitaminas se clasifican en dos grupos según sean solubles en lípidos o en agua.

2.4.2.7.1. VITAMINAS LIPOSOLUBLES

Son las vitaminas A (100 a 500 mg/litro); vitamina D (2 mg/litro); vitamina E (500 a 1000 mg/litro); vitamina K (sólo hay trazos). Estas vitaminas son resistentes al calor, se hallan en la materia grasa y son menos abundantes (sólo la D), que en la leche humana.

2.4.2.7.2. VITAMINAS HIDROSOLUBLES

Se hallan en la fase acuosa y son: vitamina B1 (tiamina o aneurina) y vitamina B2 (riboflavina o lactoflavina): estas dos son las más abundantes: 400 a 1000 mg/litro de la B1 y 800 a 3000 mg/litro de B2; vitamina B₁₂ (cianocobalamina) está presente en muy pequeñas cantidades; vitaminas PP ácido nicotínico): 5 a 10 mg/litro; vitamina C (ácido ascórbico): 10 a 20 mg/litro.

De las vitaminas hidrosolubles, la leche vacuna tiene más vitaminas del complejo B que la leche humana; algunos son muy resistentes a las temperaturas altas (como la B1) mientras que otros se destruyen fácilmente con el calor (como la C). (12)

2.5. FACTORES QUE INTERVIENEN EN LA PRODUCCIÓN Y COMPOSICIÓN DE LA LECHE

2.5.1. AGUA Y SÓLIDOS DE LA LECHE

La producción y composición varían en el curso de la lactancia.

Algunas vacas tienen una producción máxima entre el primer y el tercer mes para luego caer pronunciadamente, mientras que otros vacunos mantienen más uniformemente su producción durante la lactancia.

Además, la cantidad de leche producida por una vaca va creciendo, en general, de la primera a la sexta lactación, para luego empezar a disminuir a partir de la séptima y caer bruscamente después de la undécima lactación. La lactosa aumenta en el primer mes para luego mantenerse más o menos uniforme, mientras que las grasas y las proteínas (nitrogenados) en el primer mes disminuye abruptamente para luego aumentar hasta el final de la lactación. (14)

2.5.2. INCIDENCIA DE LA ALIMENTACIÓN

Intervienen en este caso la cantidad y la composición del alimento. Si se reduce la cantidad disminuye la producción y aumenta el porcentaje de sólidos pero no hay gran disminución de grasas.

En cambio, si es insuficiente la presencia de vegetales verdes en la alimentación, se tendrá un descenso en la leche, debido a que la fermentación en el

rumen no es efectiva pues disminuye la formación de ácido acético y otros ácidos que son los principales formadores de ácidos grasos.

Contra lo que puede creerse, la inclusión de grasas en la alimentación no tiene influencia en la composición de la leche, lo mismo puede decirse de una alimentación rica en nitrogenados pues la misma no incide en el porcentaje de proteínas. (15)

2.5.3. INCIDENCIA CLIMÁTICA

En general, la producción de leche tiende a aumentar en verano y disminuir en invierno y en forma inversa, el contenido de grasa y sólidos de la leche se hace mínima durante el verano, teniendo tendencia a aumentar durante el invierno. (14)

2.5.4. INCIDENCIA DE LA ORDEÑA

La leche tiene tendencia a aumentar el contenido de grasa en el curso de la ordeña pero, la leche de una ordeña incompleta puede resultar semidescremada.

Por otra parte, la ordeña completa induce la secreción, de ahí su importancia en el aspecto productivo.

En caso de no realizarse la ordeña resulta inhibida la formación de leche.

Por otra parte, si los intervalos entre ordeños son cortos, hay menos producción de leche, pero de mayor contenido graso y por el contrario, es más abundante la producción si hay intervalos largos entre los ordeños. En general se realizan dos o tres ordeños diarios. (14)

2.5.5. INCIDENCIA DE LA RAZA

Distintas razas de bovinos tienen distinta composición y producción de leche.

El rendimiento anual de una raza respecto a otra puede llegar a ser el doble y triple. Así tenemos que la raza Holanda es de muy buena producción; a su vez, la Jersey y la Guersney son las de más alto contenido de materia grasa; es en este componente (grasa), en donde más se notara la diferencia entre razas; por ejemplo, la Jersey puede dar leche con 5.37% de grasa, mientras que la Shorton da

leche de alrededor de 3.94% de materia grasa. En cambio la lactosa es un componente cuyo porcentual es relativamente uniforme en todas las razas. (14)

2.6. RAZA DE VACAS PRODUCTORAS DE LECHE

Existen muchas razas de bovinos que se destinan a la producción de leche en todo el mundo.

Las que se utilizan más comúnmente para la producción de leche son:

2.6.1. HOLSTEIN

Su nombre proviene de la región de origen, Frisia (Holanda), pero está considerada como una raza española integrada en España. Adopta diferentes sinónimos, tales como raza holandesa, raza Holstein Friesian, Holstein, etc. (31)

Los colores característicos son blanco y negro o blanco y rojo, con las manchas bien definidas. Una vaca adulta debe pesar entre 600 y 700 kg mientras que un toro adulto puede pesar 1000 y 1200 kg. Reconocida mundialmente por su aptitud lechera. (32)

Sus elevados rendimientos lecheros, 8200 litros por lactación con 3,70% de grasa y 3,2% de proteína, son difícilmente superados por otras razas. (31)

La figura 2.4, muestra la imagen de la vaca de raza Holstein

Figura 2.4: Vaca de raza Holstein



Fuente: www.sagarpa.gob.mx/ganaderia/Ganaderito/razascow.htm

2.6.2. JERSEY

Esta raza es originaria de la isla de Jersey, una pequeña isla británica. La Jersey es una de las razas lecheras más antiguas, se tienen reportes de su existencia como raza pura desde hace casi seis siglos.

Su principal característica es la producción de leche con alto contenido de grasa (5%). Son animales que se adaptan perfectamente a cualquier condición climática, tanto en pastoreo como en sistemas de estabulación intensiva.

Con un peso que varía entre 370 y 500 kg, producen más kilogramos de leche por kilogramo de peso que cualquier otra raza. Muchas Jersey llegan a producir hasta 13 veces su peso en leche en cada periodo de lactación. (32)

En la figura 2.5, se muestra la imagen de la vaca de raza Jersey.

Figura 2.5: Vaca de raza Jersey



Fuente: www.clasipar.paraguay.com/vacas_lecheras_de_la_raza_jersey_2117254.html

2.6.3. GUERNSEY

Es un animal muy parecido a la raza Jersey, con perfil cóncavo. Es de color pardo rojizo y blanco, predominando sin embargo el primero. Hocico sonrosado y el borlón de la cola y las extremidades generalmente es blanco.

La vaca adulta pesa de unos 408 a 634 kilos, y el toro de unos 544 a 907.

La producción promedio es de 14 kg / día con un porcentaje de grasa de 5.

La leche es de color amarillento claro, debido a que los glóbulos grasos son grandes y muy amarillos. El promedio del rendimiento es de 2.000 a 3.000 kilos de leche. (33)

En la figura 2.6, se refleja la imagen de la vaca de raza Guernsey.

Figura 2.6: Vaca de raza Guernsey



Fuente: www.sagarpa.gob.mx/ganaderia/Ganaderito/razascow.htm

2.6.4. PARDO SUIZO

Originaria de Suiza. Existen dos variedades, el europeo y el americano.

Esta raza es la segunda más productora de leche en el mundo y una de las razas más antiguas.

Excelente para producir leche en el trópico por su rusticidad, longevidad, baja incidencia de problemas metabólicos pospartos, muy adaptable a extremos climáticos. Las hembras adultas alcanzan los 600 a 800 kg de peso, mientras que los machos llegan hasta los 1,200 kg.

La leche contiene grasa 4.0% y Proteína 3.5%. (34)

En la figura 2.7, se refleja la imagen de la vaca de raza Pardo Suizo

Figura 2.7: Vaca de raza Pardo Suizo



Fuente: www.sagarpa.gob.mx/ganaderia/Ganaderito/razascow.htm

2.7. CONTAMINANTES DE LA LECHE

La calidad de la leche puede determinarse por la existencia de diversos tipos de contaminantes. A éstos, los podemos dividir en dos grupos contaminantes químicos y contaminantes biológicos. (16)

2.7.1. CONTAMINANTES QUÍMICOS

Los que más frecuentemente son posibles de hallar en la leche derivan del medio que rodean a la leche en el camino desde la ordeña a su proceso industrial. Es posible encontrar insecticidas, herbicidas, funguicidas sustancias higienizantes (cloro, peróxido de hidrógeno, sustancias amoniacaes, etc.) y algunos antibióticos. (16).

2.7.2. CONTAMINANTES BIOLÓGICOS

Existe la posibilidad de que la leche contenga un gran número de agentes microbianos desde el momento de su producción, dependiendo en gran medida de las prácticas de higiene y sanidad observadas en el manipuleo durante la producción, transporte, proceso y venta. (17)

Se pueden detectar en la leche los siguientes microorganismos:

2.7.2.1. BACTERIAS

Pueden ser, según su morfología cocos (esféricos), bacilos (cilíndricos) y espirilos (en forma de espiral). Además pueden presentarse agrupados como diplococos (2 cocos); estreptococos (cocos en cadena), estafilococos (cocos unidos en forma irregular y en forma de racimos), tétradas (en grupos de cuatro).

2.7.2.2. HONGOS

Presentan el aspecto de una masa algodonosa, filamentosa. Generalmente se nutren o tienen preferencia por la familia de los azúcares.

Estos dos tipos vistos, son los que más comúnmente pueden hallarse en la leche, aunque es posible también la presencia de virus (microorganismos ultramicroscópicos que se desarrollan dentro de células vivas), rickettsias y amebas (que son animales unicelulares, siendo su presencia en la leche provocada por el uso de aguas contaminantes). (17)

2.8. QUESO

El queso es una de las formas más antiguas de conservar los principales elementos de la leche. Está compuesto por caseína, grasa, sales insolubles, agua y pequeñas cantidades de lactosa, albúmina y sales solubles de la leche que son concentradas por coagulación de la misma, por medio de la renina o ácido láctico producido por microorganismos. Después de la coagulación parte del agua es removida mediante el calentamiento, agitación, desuerado y prensado de la cuajada.

El queso desde el punto de vista nutricional, es considerado como un alimento altamente nutritivo, debido a su variado contenido de materias nitrogenadas, materias grasas, calcio, fósforo y vitaminas. (5)

En la figura 2.8, se refleja la imagen del queso fresco.

Figura 2.8: Queso fresco



Fuente: www.diazbayonawaldorff.wordpress.com

2.8.1. CLASIFICACIÓN DE LOS QUESOS

Resulta muy difícil realizar una clasificación estricta, debido a la amplia gama de quesos existentes.

Según el código alimentario se clasifican según el proceso de elaboración y el contenido en grasa láctea (%) sobre el extracto seco.

2.8.1.1. SEGÚN SEA EL PROCESO DE ELABORACIÓN

Fresco y blanco pasteurizado: el queso fresco es aquel que está listo para consumir tras el proceso de elaboración y el blanco pasterizado es el queso fresco cuyo coágulo se somete a pasterización y luego se lo comercializa.

Afinado, madurado o fermentado: Es aquél que luego de ser elaborado requiere mantenerse durante determinado tiempo (dependiendo del tipo de queso) a una temperatura y demás condiciones para que puedan generarse ciertos cambios físicos y/o químicos característicos y necesarios.

2.8.1.2. SEGÚN SEA EL CONTENIDO DE GRASA (%), SOBRE EL EXTRACTO SECO (SIN AGUA)

Desnatado: contiene como mínimo 10% de grasa.

Semidesnatado: con un contenido mínimo del 10% y un máximo del 25%

Semigraso: con un contenido mínimo del 25% y un máximo de 45%

Graso: contenido mínimo de grasa del 45% hasta un máximo del 60%

Extra graso: con un contenido mínimo del 60%

Los quesos fundidos deben contener como mínimo un 40% de grasa. Esta clasificación nos permite comprender que el queso es un alimento rico en grasas de origen animal, ya que un queso fresco nos aportará al menos un 15% de grasa, excepto que elijamos alguna versión “Light”.

Por lo tanto, aquellas personas que padezcan sobrepeso, obesidad o hipertensión, deben controlar el consumo de quesos de alto contenido graso.

2.8.1.3. POR LAS BACTERIAS QUE ACTÚAN EN ELLOS

Queso Roquefort.

2.8.1.4. POR SU CONSISTENCIA

Blandos, semiduros y duros.

2.8.1.5. POR SU PROCEDENCIA DE LA MATERIA PRIMA

Queso de leche de vaca, queso de leche de oveja, queso de leche de cabra.

2.8.2. PROPIEDADES Y APORTES NUTRICIONALES DEL QUESO

En la tabla 2.3, se muestran las propiedades y aportes nutricionales del queso.

Tabla 2.3: Propiedades y aportes nutricionales del queso

VALOR NUTRICIONAL POR CADA 100 g DE QUESO			
ELEMENTO	TIPO DE QUESO		
	fresco	curado	semicurado
Calorías	100.00	405.00	327.00
Agua	88.90	36.00	42.60
carbohidratos	3.80	0.00	0.00
Proteínas	8.10	26.00	24.70
Lípidos (g)	5.90	33.50	25.40
Ácidos saturados (g)	3.73	21.32	16.02
Ácidos monoinsat. (g)	1.69	9.49	7.41
Ácidos poliinsat. (g)	0.18	0.65	0.92
Colesterol (mg)	20.00	110.00	80.00
Sodio (mg)	35.00	700.00	450.00
Potasio (mg)	115.00	100.00	120.00
Fosforo (mg)	60.00	470.00	450.00
Calcio (mg)	115.00	740.00	900.00
Hierro (g)	0.40	0.40	0.30
Retinol (µg)	58.00	310.00	215.00
Carotenoides (µg)	70.00	205.00	135.00
Tiamina (mg)	0.03	0.04	0.04
Riboflamina (mg)	0.25	0.50	0.40
Vitamina B6 (mg)	0.08	0.08	0.08
Vitamina B12 (mg)	0.80	1.50	1.47
Vitamina C (mg)	1.10		
Vitamina D (µg)	0.10	0.26	0.18
Vitamina E (mg)	0.15	0.80	0.80

Fuente: www.bedri.es/Comer_y_beber/Queso/Queso_y_nutricion.htm.

El queso comparte casi las mismas propiedades nutricionales con la leche, excepto porque contiene más grasas y proteínas concentradas. Además de ser fuente proteica de alto valor biológico, se destaca por ser una fuente importante de calcio y fósforo, necesarios para la remineralización ósea.

Con respecto al tipo de grasas que nos aportan, es importante volver a señalar que se trata de grasas de origen animal, y por consiguiente son saturadas, las cuales influyen muy negativamente ante enfermedades cardiovasculares y la obesidad o sobrepeso.

En cuanto a las vitaminas, el queso es un alimento rico en vitaminas A, D y del grupo B. Gracias a todos los nutrientes importantes que el queso nos aporta, debe estar presente en una dieta sana y equilibrada, aunque deberá ser consumido con moderación.

La mejor opción es elegir, quesos frescos desnatados, ricotas, requesón, o versiones de bajo contenido graso, tanto para los niños como para adultos, ya que solo en este tipo de quesos, se ve modificado su contenido graso, pero no el resto de vitaminas y minerales.

Las personas con intolerancia a la lactosa o alérgicas, deben tener especial cuidado, restringiendo su consumo, o tomando sólo aquéllos que su organismo tolera sin generar reacciones adversas. (35)

2.9. PASTEURIZACIÓN

Después de los procesos de depuración es muy recomendable la pasteurización de la leche a ser usada en la producción de quesos, por las siguientes razones:

- a) Destruye todos los microorganismos patógenos y la mayoría de otros.
- b) Facilita el desarrollo de las cepas inoculadas, lo cual permite obtener quesos de calidad uniforme.
- c) Aumenta el rendimiento de la leche en los quesos, debido a la desnaturalización de las proteínas solubles, cuya intensidad es proporcional a la temperatura utilizada durante la pasteurización; hay mayor retención de la materia grasa e insolubilización de algunas sales minerales.

También debe hacerse notar que la pasteurización trae consigo varios problemas para la producción de quesos, entre ellos:

- a) El calentamiento reduce la aptitud de la leche para coagulación por el cuajo, la cuajada obtenida es menos dura y el desuerado es difícil. Si la temperatura de

pasteurización es menos de 73.85 ° C, la adición de 0.1 a 0.2 gramos de cloruro de calcio por litro de leche, antes de la adición de la adición del cuajo puede corregir el problema.

- b) La precipitación parcial de las albúminas y las globulinas dificulta el desuerado.
- c) El aroma y la textura de ciertos tipos de quesos hechos con leche cruda no pueden ser obtenidos cuando se utiliza leche pasteurizada.

A pesar de los problemas que presenta el tratamiento térmico, es muy recomendable practicarlo para proteger la salud del consumidor ya que en los quesos frescos y de pasta blanda el bacilo puede vivir más de tres meses. Si el pH del queso no baja de 5 durante la maduración, los estafilococos, colibacilo y salmonellas presentes en las leches crudas quedan inalterados o aumentan. (5)

2.10. COAGULACIÓN

La coagulación de la leche puede ser lograda por acción de compuestos alcohólicos, ácidos o enzimas.

La coagulación alcohólica es usada para las pruebas de laboratorio.

La coagulación ácida, generalmente obtenida por fermentación láctica, no modifica la proteína; la precipitación de la caseína ocurre a pH 4.6 y forma una cuajada desmenuzable y sin cohesión.

Este tipo de coagulación es utilizada en la producción de leches ácidas para el consumo, la producción de requesón y la obtención de caseína ácida libre de calcio.

La coagulación enzimática es la más generalizada en la producción de quesos de pasta blanda, firme o dura. La enzima más común para este proceso es la renina obtenida del cuajar, abomaso o estómago verdadero de los rumiantes; también son utilizadas pepsinas de origen porcino y, últimamente, enzimas de origen microbiano (Endothia parasítica, Mucor pasillus y Mucor miehei). La acción enzimática no utiliza la lactosa, como el caso anterior; transforma el caseinato de calcio en paracaseinato de calcio y a pH 6.8 el coágulo es formado por el complejo fosfo-paracaseinato de calcio, el cual le

da apariencia de gelatina elástica con retracción natural que permite la expulsión de suero en forma rápida. (5)

En la figura 2.9, se muestra la imagen de la tina de cuajado.

Figura 2.9: Tina de cuajado



Fuente: www.serida.org/publicacionesdetalle.php

2.10.1. CASEÍNA

La caseína o caseínas (hay varias especies diferentes), son un grupo de proteínas que constituyen aproximadamente el 80% del total de proteínas de la leche. Son proteínas fosforadas que entran dentro de la definición de globulinas, son solubles y poseen una gran capacidad de retención de agua.

La caseína está compuesta por distintas fracciones, caseína α , caseína β y caseína κ que se diferencian en peso molecular y en la cantidad de grupos fosfatos que llevan unidos.

En la figura 2.10, se muestra el peso molecular y grupos fosfato de las caseínas.

Figura 2.10: Peso molecular y grupos fosfatos de las caseínas

caseína α	PM	27 300	~ 9 grupos fosfato/molécula
caseína β	PM	24 100	~ 4 a 5 grupos fosfato/molécula
caseína κ	PM	~ 8 000	~ 1,5 grupos fosfato/molécula

Fuente: José María Fernández Sevilla, 2005

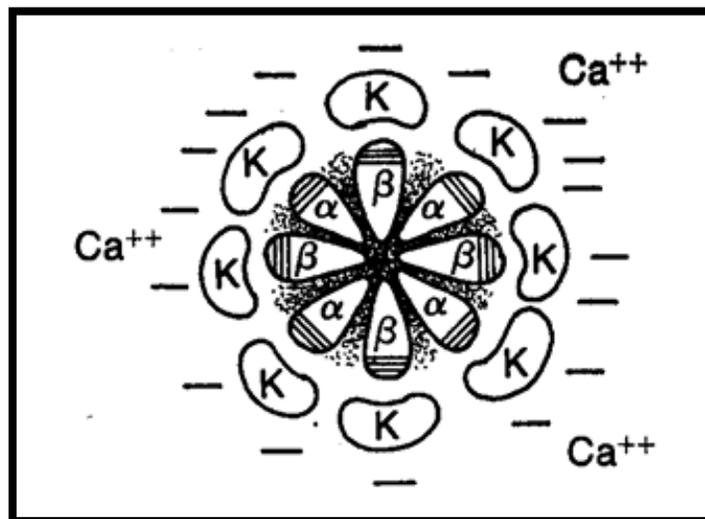
Existe otra caseína que aparece en pequeña proporción que se asume es un producto de la rotura de algunas cadenas de la caseína β . Las proporciones en las que aparece cada especie son:

$$\alpha: 50\%, \quad \beta: 30\% \quad (\gamma \text{ o } \kappa): 15\% \quad D: 5\%$$

La caseína aparece en la leche en forma de sal cálcica. La estructura del caseinato de calcio es bastante compleja. En realidad las caseínas α y β no son solubles en la leche en presencia del calcio (el grupo fosfato es muy insoluble en presencia de calcio). Sin embargo si se añade caseína κ , el conjunto se solubiliza al formar una estructura para la que se postula la siguiente forma.

En la figura 2.11, se muestra la forma de la caseína.

Figura 2.11: Forma de la caseína



Fuente: José María Fernández Sevilla, 2005

Las tres fracciones se disponen formando submicelas. La caseína se dispone de manera que interacciona por su parte hidrófoba (hacia dentro de la micela) quedando la parte hidrófila hacia fuera. Normalmente habrá entre 25 y 30 caseínas por submicela.

La caseína k no tiene menos fosfato pero tiene carácter hidrófilo debido a la presencia de trisacáridos (azúcares de 3 monómeros) y también tienen en el extremo hidrófilo una alta proporción de grupos carbonilos (grupos ácidos de aminoácidos como el glutámico o el aspártico).

Las submicelas se unen unas con otras y se forman las micelas gracias a la formación de fosfato cálcico por la presencia de los grupos fosfato y de calcio disuelto en la leche. El límite de tamaño de la micela es cuando sólo quede el espacio de la caseína k, ya no pueden seguir uniéndose, quedando un borde de caseína k alrededor de la micela. Por tanto, la presencia de caseína k limita el tamaño de la micela.

Las micelas se mantienen en suspensión gracias a que la caseína k presentan grupos ácidos quedando la parte externa de la micela cargadas negativamente produciéndose repulsión entre unas micelas y otras. Estos grupos ácidos de la caseína k se encuentran ionizados en el pH de la leche, si bajaría este pH los grupos ácidos se protonarían y precipitarían las micelas, coagularía la leche. (18)

2.10.1.1. PRECIPITACIÓN DE CASEÍNAS

Es ampliamente conocido que la caseína puede ser coagulada y precipitada para dar productos como queso, yogur, kefir, cuajada, nata o leche agria y otros derivados. La caseína se precipita por dos procedimientos: acidificación que protona los grupos fosfato (y otros) que solubilizan a la caseína k y acción de una enzima llamado cuajo animal (renina) que descompone un pequeño trozo de la caseína k precipitando la micela completa. (18)

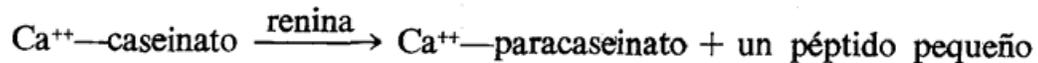
2.10.1.2. PRECIPITACIÓN POR CUAJO ANIMAL (RENINA)

En este caso se produce una hidrólisis enzimática de las caseínas. El proceso, entre otras diferencias, es más lento ya que la enzima tarda varios minutos u horas en hacer efecto. En el cuajo se usan enzimas como la quimosina que se puede obtener del estómago de rumiantes jóvenes o bien de una especie de cardo (*Cynara cardunculus*). Esta quimosina es específica de la caseína k.

En este proceso la caseína k se rompe en sus dos partes:

- La hidrófila.
- La hidrófoba: para (k) caseína

La quimosina rompe el enlace que une esas dos partes liberándose un péptido al suero y quedándose la para (k) caseína en la micela. Como el péptido era la parte hidrófila donde estaban los grupos ácidos, ahora se pierden y ya no se repelen las micelas, precipitando las caseínas. La parte hidrófoba que queda, interacciona unas micelas con otras y también aumenta el enlace fosfato formándose el coágulo y precipitando el caseinato. El proceso puede representarse así:



En este caso el calcio precipita con la proteína.

El cuajo obtenido es la “cuajada”. Si se corta y se le deja soltar el suero, se obtiene el queso fresco. Los quesos comerciales son este mismo producto con diferentes tipos de salado y maduración.

Las diferencias entre quesos responden a la forma de tratar la pasta cuajada (en caliente, prensando, cociendo) y la maduración. (18)

2.11. CUAJO

La concentración del cuajo, fuerza del cuajo o poder coagulante del cuajo, está determinado por el número de centímetros cúbicos de leche que coagula un centímetro cúbico de cuajo a una temperatura dada y tiempo determinado; de aquí se deriva que un cuajo normal sea aquel que a 35° C de temperatura cuaja en 40 minutos 10 000 litros de leche por cada litro de cuajo, o sea, que tiene una fuerza de 1:10 000. Este cuajo viene en forma líquida y es el más usado; el cuajo en polvo puede venir en 1: 100 000 ó 1: 150 000, es más puro y conserva mejor su actividad; el cuajo de origen microbiano viene con una fuerza aproximada de 1: 250 000; por último la fuerza del cuajo cristalizado es: 1: 10 000 000. (5)

Para determinar el poder de coagulación de un cuajo se puede utilizar la siguiente fórmula:

$$Pc = \frac{2\ 400\ VI}{Ve\ Tc}$$

Pc = Poder de Coagulación

VI = Volumen de Leche o Peso

Ve = Volumen de Enzima o Peso

Tc = Tiempo de coagulación en segundos

2.12. EL CUAJADO

En el método tradicional, la separación de los componentes de la leche en dos partes se produce en dos tiempos:

- La coagulación, en el curso de la cual se insolubiliza la caseína.
- El desuerado, en el que el lactosuero se separa de la leche.

En el cuadro 2.1, se muestra las características de las dos formas habituales de coagulación de la leche.

Cuadro 2.1: Características de las dos formas habituales de coagulación de la leche

	COAGULACIÓN POR	
	ACCIÓN DEL CUAJO	ACIDIFICACIÓN ESPONTÁNEA
Proceso bioquímico	Acción enzimática (Lactosa no degradada).	Fermentación láctica a expensas de la lactosa
Modificación de la caseína	Transformación en paracaseína y separación de una parte no proteica	Sin modificación; química de la proteína.
pH	6.8	4.6
Composición del coágulo	Fosfo-paracaseinato de calcio	Caseína pura (desmineralizada)
Naturaleza del coágulo	Gel elástico impermeable	Cuajada desmenuzable. sin cohesión
Sinéresis (retracción natural de la cuajada y expulsión del suero)	rápida	lenta

Fuente: Alais Charles, 1988

Los factores que tienen influencia sobre las propiedades de la cuajada y que el queso puede dirigir en cierta medida son:

- La acidez de la leche en el momento de la adición del cuajo, su siembra con fermentos apropiados
- La temperatura
- La cantidad de calcio soluble
- La dosis de cuajo

Para la fabricación de cada tipo de queso existen valores óptimos que ha fijado la experiencia y que corresponden a varios tipos de cuajadas. (19)

La cuajada propiamente dicha, esto es la producida por el cuajo, tiene lugar en la leche sin acidez desarrollada y puede presentarse bajo dos formas:

- a) Cuajada de textura firme y elástica, que se obtiene en las condiciones que favorecen una coagulación rápida: temperatura entre 30° y 40° C y presencia en cantidad suficiente de calcio soluble.
- b) Cuajada suave, de textura blanda, como resultado de una coagulación lenta, debida a una temperatura baja (menos de 25° C) o alta (más de 45° C), con falta de calcio soluble que es característica de las leches “lentas” o “perezosas”, de las leches con escaso contenido en caseína, de las leches aguadas, etcétera. (19)

2.13. CLORURO DE CALCIO

El cloruro de calcio se emplea de forma irregular como coadyuvante de la coagulación con las leches crudas, y regularmente con las leches pasteurizadas. Un exceso de cloruro de calcio (más de 20 g por 100 l) es inútil desde el punto de vista de la coagulación, y perjudicial en razón de la posible aparición del sabor amargo. (19)

2.14. 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 al disminuir la actividad de agua. El porcentaje ideal depende del tipo de queso y del gusto del consumidor aunque se puede decir que puede estar entre el 2 y el 3%. (36)

2.15. NITRATOS

Los nitratos de sodio o potasio, son utilizados en la elaboración de quesos madurados y su uso está regulado a una dosis máxima del 0,005% (1 gramo por cada 20 litros de leche). Su función es la de impedir la hinchazón precoz por bacterias coliformes y la hinchazón tardía por Clostridium, de los quesos. La hinchazón precoz ocurre en la primera semana de maduración y la tardía después de la segunda semana. Estos defectos se deben a la acumulación de gas provenientes de la fermentación

producida por dichos microorganismos. Los nitratos al reducirse a nitrito permiten la formación de agua con el hidrógeno producido por los coliformes con lo cual se evita la acumulación de gas, mientras que los clostridios son inhibidos por ser sensibles a los nitritos y el gas producido también se convierte en agua con la reducción de los nitratos.

El uso de nitratos debe ser evitado siempre que se pueda, ya que los nitritos han sido señalados en la formación de nitrosaminas cancerígenas para el consumidor.
(36)

2.16. PROCESO DE ELABORACIÓN DE QUESOS FRESCOS Y QUESOS CURADOS

La figura 2.12, muestra el proceso de elaboración de quesos frescos y quesos curados.

Figura 2.12: Proceso de elaboración de quesos frescos y quesos curados



Fuente: www.dieteticaieselgetares.files.wordpress.com

2.16.1. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE ELABORACIÓN INDUSTRIAL DE QUESOS FRESCOS Y QUESOS CURADOS

2.16.1.1. RECOGIDA DE LA LECHE

En la recogida de la leche se debe asegurar una temperatura entre 6 y 8°C para evitar el desarrollo indeseado de microorganismos (no superior a 6°C si la recogida no es diaria)

Se toman muestras de las explotaciones para hacer un seguimiento de los parámetros higiénico-sanitarios y de calidad a lo largo del tiempo, y para tomar las medidas pertinentes en caso de incumplimiento de las recomendaciones dadas por la industria u otro requisito de carácter legal. Los niveles de gérmenes y de células somáticas deben ser lo suficientemente bajos para asegurar una calidad higiénico sanitaria adecuada.

En el momento de la recogida se observan otro tipo de parámetros como olor, color y pH, entre otros, para verificar que la leche que se va a recibir se encuentra en óptimas condiciones. (37)

2.16.1.2. TRANSPORTE ISOTERMO

Una vez recogida la leche de las distintas explotaciones se transporta en camiones isotermos a una temperatura controlada entre 6 y 8°C. (37)

2.16.1.3. RECEPCIÓN DE LA LECHE

En esta fase, la leche de vaca procedente de distintas explotaciones, llega a la fábrica en una cisterna.

En primer lugar se procede a verificar la ausencia de antibióticos antes de su entrada en la industria y se mide la temperatura para comprobar que el transporte ha sido correcto y a continuación se almacena en refrigeración. La temperatura en el momento de la recepción no debe superar los 10°C. (37)

2.16.1.4. ALMACENAMIENTO DE LA LECHE EN REFRIGERACIÓN

Una vez que llega la leche a la industria láctea, se tiene que almacenarla en unos tanques de refrigeración para controlar la flora microbiana existente, y evitar el desarrollo de microorganismos no deseables, a una temperatura que no sobrepase los 6°C. (37)

2.16.1.5. PASTEURIZACIÓN

En el caso de quesos elaborados con leche pasteurizada, la leche es sometida a un tratamiento térmico denominado pasteurización.

Se entiende por pasteurización al calentamiento uniforme de la leche hasta una temperatura de 72°C durante no menos de 15 segundos (o equivalente), que asegura la destrucción de microorganismos patógenos y casi la totalidad de la flora microbiana, sin modificación sensible de la naturaleza fisicoquímica, características o cualidades nutritivas de la leche. (37)

2.16.1.6. CUAJADO

Antes de realizar el proceso de cuajado propiamente dicho se realizan dos fases que son:

2.16.1.6.1. ADICIÓN DE CLORURO CÁLCICO

Con la agregación del cloruro de calcio facilitamos la coagulación, mejoramos el rendimiento y en definitiva la calidad final del queso.

2.16.1.6.2. ADICIÓN DE FERMENTOS

El objetivo de la adición de fermentos es reinstaurar la flora microbiana para obtener quesos con características más definidas, y en definitiva una obtención de queso con buena calidad.

Una vez añadidos el cloruro cálcico y los fermentos se adiciona el cuajo en la cuba de cuajado obteniendo la formación del coágulo, el cual se origina del precipitado de los sólidos de la leche.

Una vez que tenemos la cuajada formada en la cuba de cuajado, procedemos a su corte mediante unas liras. La fragmentación de la cuajada tiene el fin de facilitar la evacuación del suero. (37)

2.16.1.7. MOLDEADO

Los moldes se utilizan para terminar de desuerar la cuajada y para dar la forma deseada al queso. Estos moldes tienen unos pequeños orificios para eliminar el suero de la masa. Para realizar el moldeado se coloca la masa de cuajada en los moldes y se apoyan en las mesas de drenaje o cintas transportadoras ligeramente inclinadas para favorecer el drenaje. (37)

2.16.1.8. PRENSADO

El objetivo del prensado es separar una parte del suero, compactar la masa de la cuajada e imprimir la forma deseada al queso. Las prensas que se utilizan son del tipo horizontal o vertical. Se colocan los moldes con la cuajada a la prensa y se aplica presión dependiendo del tipo de queso. (37)

2.16.1.9. SALADO

Una vez que tenemos la masa ya prensada, se introducen en el saladero que contiene agua con sal. Allí los quesos permanecen con una temperatura alrededor de 8°C y durante un tiempo menor a 24 horas, en función del queso a obtener.

Esta operación tiene como objetivos regular el desarrollo microbiano, desuerar el queso, despojarlo de cierta cantidad de agua y favorecer la formación de la corteza que lo protege de los agentes externos. (37)

2.16.1.10. MADURACIÓN

2.16.1.10.1. SECADO

El cuajo y los microorganismos originales de la leche, y los añadidos durante el proceso de fabricación en determinadas condiciones de humedad y temperatura, actúan sobre proteínas y lípidos, lo cual origina con el tiempo el aroma, sabor y textura característicos de los quesos.

El secado se lleva a cabo en cámaras con temperaturas y humedades controladas. La temperatura está entre 8 y 12°C y las humedades relativas entre el 85 y 90%.

2.16.1.10.2. ALMACENAMIENTO

Una vez finalizado el período de secado los quesos son almacenados en cámaras, el tiempo necesario para alcanzar el grado óptimo, siempre cumpliendo las obligaciones legislativas. Se almacenarán a temperaturas bajas (8-12°C) para una mejor conservación. Los quesos elaborados con leche cruda, según la legislación tiene que tener un tiempo de permanencia mínimo de 60 días antes de su expedición. (37)

2.16.1.11. ENVASADO

En el envasado se procede a proteger al producto lácteo elaborado de contaminaciones externas mediante el uso de envases aptos para uso alimentario. Además servirán de soporte para el etiquetado del producto. (37)

2.16.1.12. ALMACENAMIENTO Y EXPEDICIÓN

Almacenamiento y expedición corresponde al período de tiempo que transcurre desde que el producto sale ya acabado de la línea de elaboración hasta que el mismo es expedido desde el almacén para ser distribuidos. (37)

2.17. HIERBAS AROMÁTICAS

Las hierbas aromáticas y especias conforman un grupo de especies vegetales que se caracterizan por su contenido de sustancias aromáticas, sápidas, colorantes en toda su constitución o en distintos órganos, tales como frutos, semillas, raíces, hojas, flores o inflorescencias.

Sus aplicaciones son muy amplias e incluyen desde el uso culinario hasta la extracción de moléculas aromáticas que integran la composición de repelentes de insectos o productos de limpieza. (20)

2.17.1. HIERBAS AROMÁTICAS EN ALIMENTOS

- Aderezan o mejoran el aroma, sabor y color de los alimentos y bebidas. Por sus propiedades antioxidantes, preservan a los alimentos.
- En la elaboración de alimentos procesados la incorporación de aromas es primordial, porque muchos de los procesos que atraviesan favorecen la pérdida de las volátiles partículas aromáticas. Además, el agregado de hierbas aromáticas y especias complementa el sabor de los alimentos y le otorga características organolépticas más atractivas. Estos productos son, por ejemplo, importantes insumos de embutidos y conservas, ya que hacen al sabor y aroma característicos de la mayoría de los mismos.
- El agregado de hierbas aromáticas y especias colabora con la generación del flavor distintivo de un producto, entendiéndose como tal al complejo conjunto de propiedades olfativas y gustativas percibidas en la degustación, que pueden estar influidas por propiedades táctiles y térmicas.
- Actualmente también se elaboran alimentos tipo gourmet con el agregado de mezclas poco tradicionales de sabores y aromas. Esto posibilita ampliar la oferta de alimentos que generan en los consumidores nuevas sensaciones sápidas y olfativas. (20)

2.17.1.1. HIERBAS DESECADAS

Son empleadas en el hogar y en la industrialización de alimentos. Se obtienen mediante operaciones tales como deshidratado, trituración o molienda, selección y envasado. Al poseer bajo nivel de humedad, su vida útil es más prolongada. (20)

2.17.1.2. ACEITES ESENCIALES

Son mezclas de sustancias químicas aromáticas y volátiles que otorgan aromas característicos a las plantas que los generan.

El aceite puede ser extraído mediante destilación de vapor u otros procedimientos. Los aceites esenciales son los principales derivados comercializados a partir de los cultivos aromáticos y su aplicación es muy amplia en diversas industrias. (20)

2.17.1.3. INFUSIONES

Algunas hierbas aromáticas se consumen vertiendo agua hirviendo sobre las mismas, obteniendo de esta manera una infusión o “té de hierbas” (20)

2.17.2. TOMILLO

Tomillo es el nombre común con el que se conocen a diversas plantas del género *Thymus*, de la familia de las lamiáceas. El más común y conocido es *Thymus vulgaris*, que se emplea como condimento y como planta medicinal.

El tomillo es un arbusto perenne, leñoso y de follaje aromático que puede alcanzar hasta los 30 cm de altura. Las hojas de este ejemplar son realmente pequeñas, opuestas y lanceoladas. Las flores aparecen a mediados de primavera y se presentan en racimos terminales, que habitualmente son de color violeta o púrpura, aunque también pueden ser blancas. Tienen reconocidos valores terapéuticos y son muy empleadas como condimento en la cocina mediterránea.

Como condimento, el tomillo potencia el sabor de las verduras, carne de ternera y de los cereales. Se usa para sazonar pestos, patatas fritas, revueltos, pimientos y brochetas de carne. Hace más digestivos los embutidos y los quesos, y la rama fresca de tomillo se puede añadir a aceites o vinagres. Sirve especialmente para aromatizar los platos de caza, así como los tomates, patatas y calabacines. (38)

En la figura 2.13, se muestra la imagen de tomillo.

Figura 2.13: Tomillo



Fuente: www.vidanaturalia.com

2.17.2.1. COMPOSICIÓN DEL TOMILLO

El tomillo es una planta aromática particularmente rica en compuestos medicinales:

- Compuestos fitoterapéuticos. El tomillo es rico en flavonoides, ácidos orgánicos, saponinas y taninos; todos ellos principios activos, tradicionalmente utilizados en medicina natural.
 - Vitaminas. El tomillo contiene vitaminas como la vitamina C y pro-vitamina A (β - carotenos).
 - Minerales. El tomillo contiene oligoelementos y minerales como calcio, cobalto, magnesio, manganeso y hierro.
 - Aceites esenciales. El tomillo es particularmente rico en aceites esenciales.
- (39)

2.17.2.2. PROPIEDADES MEDICINALES DEL TOMILLO

El tomillo es una de las plantas medicinales más utilizadas por la historia de la humanidad con múltiples aplicaciones en la salud. Éstos son algunos de sus efectos:

- Antibiótico, mucolítico y expectorante. El tomillo es excelente para afecciones del sistema respiratorio
 - Digestivo, El tomillo tiene propiedades carminativas, facilita la digestión, estimula el apetito y favorece el correcto funcionamiento del sistema digestivo.
 - Antiséptico, antiparasitario y antimicrobiano. El tomillo es un gran aliado en infecciones de la piel, hongos, heridas, llagas en la boca, etc.
 - Emenagogo. El tomillo estimula el sistema hormonal femenino aliviando los dolores de la menstruación, retención de líquidos y otros trastornos asociados.
 - Tranquilizante. El tomillo tiene un efecto sedante muy apropiado para ayudar a conciliar el sueño y para aliviar el dolor de cabeza de origen nervioso.
 - Tónico venoso. El tomillo estimula las funciones del sistema circulatorio
 - Antiinflamatorio. El tomillo se puede utilizar de forma interna (infusión) o de forma externa (compresa) para inflamaciones, golpes, dolores musculares.
- (39)

2.17.3. INFORMACIÓN NUTRICIONAL DEL TOMILLO SECO

La tabla 2.4, muestra la composición del tomillo seco.

Tabla 2.4: Composición del tomillo seco

NUTRIENTE	POR CADA 100 g
Energía	276.00 kcal
Agua	7.79 g
Proteínas	9.11 g
Lípidos	7.43 g
Ceniza	11.74 g
Hidratos de Carbono	63.94 g

Fuente: www.dietaynutricion.net/informacion-nutricional-de/tomillo-seco/

En la tabla 2.5, se muestra la composición de hidratos de carbono en tomillo seco.

Tabla 2.5: Hidratos de Carbono en tomillo seco

NUTRIENTE	POR CADA 100 g
Fibra	37.00 g
Azúcares	1.71 g

Fuente: www.dietaynutricion.net/informacion-nutricional-de/tomillo-seco/

En la tabla 2.6, se muestra la composición de minerales en tomillo seco.

Tabla 2.6: Minerales en tomillo seco

NUTRIENTE	POR CADA 100 g
Calcio	1890.00 mg
Hierro	123.60 mg
Magnesio	220.00 mg
Fósforo	201.00 mg
Potasio	814.00 mg
Sodio	55.00 mg
Zinc	6.18 mg
Cobre	0.86 mg
Manganeso	7.87 mg
Selenio	0.01 mg

Fuente: www.dietaynutricion.net/informacion-nutricional-de/tomillo-seco/

La tabla 2.7, muestra la composición de vitaminas en tomillo seco.

Tabla 2.7: Vitaminas en tomillo seco

VITAMINA	POR CADA 100 g
Vitamina C	50.00 mg
Vitamina B1	0.51 mg
Vitamina B2	0.40 mg
Vitamina B3	4.94 mg
Vitamina B5	0.00 mg
Vitamina B6	0.55 mg
Vitamina B12	0.00 mg
Vitamina B9	0.27 mg
Vitamina B7	43.60 mg
Vitamina E	7.48 mg
Vitamina D	0.00 mg
Vitamina K	1.71 mg

Fuente: www.dietaynutricion.net/informacion-nutricional-de/tomillo-seco/

La tabla 2.8, refleja la composición de ácidos grasos en tomillo seco.

Tabla 2.8: Ácidos Grasos en tomillo seco

NUTRIENTE	POR CADA 100 g
Ácidos grasos saturados	2.73 g
Ácidos grasos mono insaturados	0.47 g
Ácidos grasos poliinsaturados	1.19 g

Fuente: www.dietaynutricion.net/informacion-nutricional-de/tomillo-seco/

2.18. NORMA EUROPEA PARA EL USO DE AROMATIZANTES

Comúnmente se acepta que aroma es sinónimo de olor. De hecho, se admite como tercera acepción de este término la de “perfume, olor muy agradable”. Pero los científicos de los alimentos usan este concepto para referirse a la sensación olfativa que se experimenta cuando un alimento está en la boca. Así pues, las moléculas volátiles no sólo se registran directamente a través de la nariz (olor), sino indirectamente por vía retronasal (aroma).

En el campo de la ciencia alimentaria únicamente tienen aroma los alimentos que ingerimos. Otro vocablo que también se usa, prestado del inglés, es flavor. Se refiere al conjunto de sensaciones gustativas y olfativas que genera un producto dispuesto en la boca. Y esto crea una situación peculiar desde el punto de vista de la normativa europea, ya que son sinónimos los términos aroma (castellano), arôme (francés) y flavouring (inglés) y se refieren a “sustancias para proporcionar sabor y olor a los alimentos”. En las Decisiones tomadas en esta norma están recogidas las 2700 sustancias aromatizantes autorizadas para incorporarse a los alimentos. Y aquellos productos alimentarios que incorporen tales sustancias deberán reflejarlo en su etiqueta con la palabra “aroma”, pudiendo utilizarse la expresión “aroma natural” cuando éstas sean de procedencia vegetal o animal.

Las sustancias odoríferas se encuentran usualmente en cantidades muy reducidas en el alimento (el total de estos compuestos no supera al 0,1% del peso), pero son fundamentales en la aceptabilidad de un alimento. Las moléculas responsables del aroma pueden proceder de los propios procesos bioquímicos del alimento (el de las frutas, producido durante su maduración) o de los tratamientos posteriores a los que se somete, incluyendo los culinarios (el aroma a tostado o a asado, por ejemplo).

La industria química es capaz de reproducir a un precio razonable la mayoría de las sustancias aromáticas cuya estructura se conoce. Así se obtienen la vainillina (vainilla) o el anetol (anís). Otros se obtienen por aislándolas a partir de fuentes naturales. Uno de ellos es el eugenol, que se obtiene del aceite de clavo, del que forma alrededor del 85%.

El que un aromatizante sea de origen natural no implica que sea más seguro. Un ejemplo es el caso de la esencia de sazafrán, utilizada durante muchos años como aromatizante en bebidas refrescantes. Este preparado contiene hasta un 90% de safról, una sustancia cancerígena. Por supuesto, el uso de la esencia de sazafrán ha sido prohibido, pero el safról existe también, aunque en pequeña cantidad, en el anís, pimienta, nuez moscada y otras especias. Otra sustancia cancerígena es el isotiocianato de alilo, contenido en la mostaza. No obstante, las cantidades presentes son suficientemente pequeñas para que, en un uso normal, estas especias no representen un riesgo significativo para la salud.

En cuanto a la cantidad de sustancia aromática que se puede utilizar, la legislación no la limita taxativamente, pero indica que se empleen normalmente a la mínima dosis necesaria para producir el efecto buscado. Queda pues a criterio del fabricante cuál es la cantidad que puede añadirse al alimento. Además, una cantidad excesiva de aromatizante reduce la calidad del producto terminado, haciéndolo empalagoso y disminuyendo su aceptabilidad por el consumidor. (21)

2.19. COMPORTAMIENTO PROOXIDANTE Y ANTIOXIDANTE DE HIERBAS AROMÁTICAS EN QUESO

Cuando las especias son agregadas en una concentración del 1% en queso de cabra ejercen una acción prooxidante, sin embargo cuando son agregadas en concentración del 0,4 % ponen de manifiesto su acción antioxidante lo que se evidencia en un retardo en el inicio de la oxidación y acción protectora en la propagación. Estos resultados indican la importancia de la selección de concentraciones adecuadas de estas especias. (22)

3.1. INTRODUCCIÓN

La parte experimental del presente trabajo de investigación sobre “Obtención de Queso Aromatizado con Tomillo”, se realizó en los ambientes del Laboratorio Taller de Alimentos (LTA), de la carrera de Ingeniería de Alimentos dependiente de la Universidad Autónoma “Juan Misael Saracho”.

3.2. EQUIPOS Y MATERIAL DE LABORATORIO

3.2.1. EQUIPOS

Para el desarrollo de la parte experimental de este trabajo de investigación, se utilizaron los siguientes equipos de proceso detallados a continuación:

3.2.1.1. COCINA INDUSTRIAL

Se utiliza como fuente de suministro de calor para la etapa de pasteurización de la leche y tratamiento térmico de la cuajada durante el proceso de obtención de queso aromatizado con tomillo. Las especificaciones técnicas de la cocina industrial se muestran en el cuadro 3.1.

Cuadro 3.1: Especificaciones técnicas de la cocina industrial

ESPECIFICACIÓN	DETALLE
Industria	Bolivia
Consumo de energía	1500kcal/h
Medidas	0.88×0.79×0.94 m
Material	Acero inoxidable
Número de hornallas	2

Fuente: Elaboración propia

3.2.1.2. PRENSA VERTICAL

Se utiliza en la etapa de prensado del queso. Las especificaciones técnicas de la prensa vertical se detallan en el cuadro 3.2.

Cuadro 3.2: Especificaciones técnicas de la prensa hidráulica vertical

ESPECIFICACIÓN	DETALLE
Marca	Biotal
Capacidad	50 kg
Líneas de prensado	5
Material	Acero inoxidable
Industria	Bolivia

Fuente: Elaboración propia

3.2.1.3. ENVASADORA AL VACÍO

Este equipo, es utilizado en la etapa de envasado del queso. Las especificaciones técnicas de la envasadora al vacío se detallan en el cuadro 3.3.

Cuadro 3.3: Especificaciones técnicas de la envasadora al vacío

ESPECIFICACIÓN	DETALLE
Marca	Conta
Potencia	220V
Frecuencia	50Hz
Dimensiones exteriores	1050*700*907 mm (largo*profundidad*altura)
Material	Acero inoxidable
Modelo	Polinox-2013
Industria	Bolivia

Fuente: Elaboración propia

3.2.2. INSTRUMENTOS Y MATERIALES DE LABORATORIO

3.2.2.1. BALANZA DIGITAL

La balanza digital se utiliza para pesar los aditivos e insumos para la elaboración de queso aromatizado. Las especificaciones técnicas se detallan en el cuadro 3.4.

Cuadro 3.4: Especificaciones técnicas de la balanza digital

ESPECIFICACIÓN	DETALLE
Marca	Mettler Toledo
Industria	Suiza
Potencia	5 W
Capacidad	Máximo 1510 g
	Mínimo 0.5 g
Frecuencia	50/60 Hz

Fuente: Elaboración propia

3.2.2.2. REFRACTÓMETRO DE BOLSILLO

El refractómetro se utiliza para medir los sólidos solubles (°Brix) de la leche. Las especificaciones técnicas del refractómetro, se detallan en el cuadro 3.5

Cuadro 3.5: Especificaciones técnicas del refractómetro de bolsillo

ESPECIFICACIÓN	DETALLE
Marca	Zuzi serie 300
Industria	Japón
Modelo	50301030
Rango	0-32 °Brix
Precisión	0.2 °Brix
Operación	Manual

Fuente: Elaboración propia

3.2.2.3. MATERIAL DE LABORATORIO

3.2.2.3.1. TERMÓMETRO DE ALCOHOL

Se utiliza para medir la temperatura de la leche en cada etapa del proceso de elaboración del queso aromatizado, las especificaciones técnicas del termómetro de alcohol se detalla en el cuadro 3.6.

Cuadro 3.6: Especificaciones técnicas del termómetro de alcohol

ESPECIFICACIÓN	DETALLE
Marca	Nahita
Industria	BOLIVIA
Rango	-10°C a 100 °C
Precisión	1°C
Operación	Manual

Fuente: Elaboración propia

3.2.3. MATERIAL COMPLEMENTARIO

El material complementario empleado en el proceso de obtención de queso aromatizado, se detallan en el cuadro 3.7

Cuadro 3.7: Material complementario

MATERIAL	CANTIDAD	TIPO	TAMAÑO	CAPACIDAD
Tacho	1	Aluminio		20 L
Agitador	1	Acero inoxidable	Grande	
Jarra graduada	1	Plástico		1 L
Jarra graduada	1	Plástico		500 ml
Colador	1	Plástico	Grande	
Recipiente	1	Acero inoxidable		10 L
Recipiente	1	Aluminio	Grande	
Recipiente	1	Acero inoxidable		1 L
Cuchillo	1	Acero inoxidable	Grande	
Lira horizontal	1	Metal-plástico	Pequeño	
Cuchara	1	Acero inoxidable	Pequeño	
Paleta	1	Madera	Mediano	
Escurreidor	1	Acero inoxidable	Mediano	
Moldes	4	Acero inoxidable		1 kg
Tela filtrante	4	Lienzo	Mediano	
Bolsa filtrante	1	Tela	pequeño	
Hilo	1			
Bolsas	10	PEAD	26×40 cm	
Envase	2	Polietileno de baja densidad		1 kg

Fuente: Elaboración propia

3.3. MATERIAS PRIMAS

3.3.1. LECHE DE VACA

La leche utilizada como materia para el desarrollo de este trabajo de investigación es proveniente de vacas de raza Holstein, de la granja Lujan ubicada en la zona el Temporal, de la provincia Cercado del departamento de Tarija.

3.4. INSUMOS DE GRADO ALIMENTARIO

Los insumos utilizados en la obtención de queso aromatizado con tomillo se detallan en el cuadro 3.8.

Cuadro 3.8: Insumos de grado alimentario

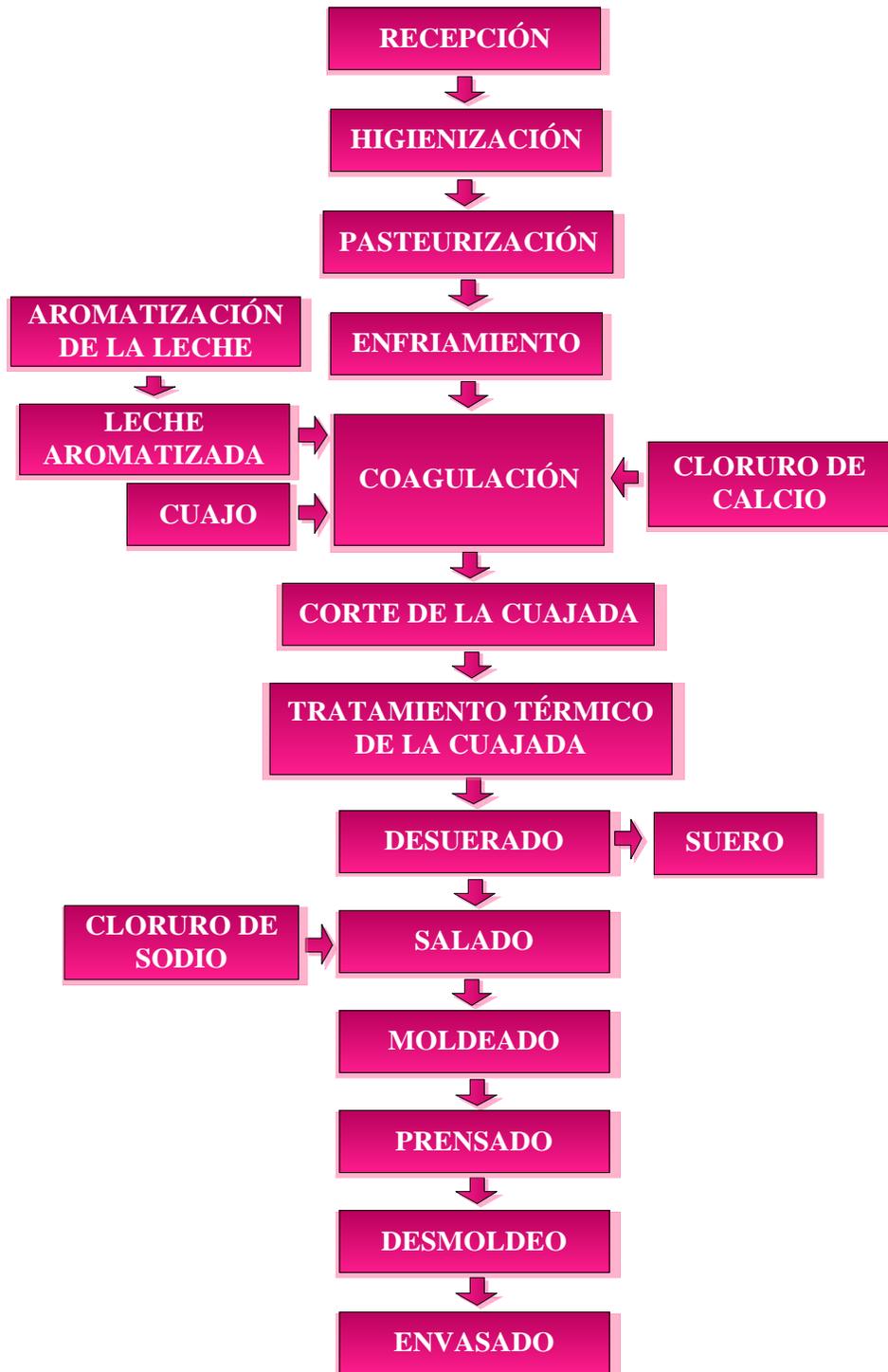
Insumos	Estado	Procedencia	Marca
Cuajo	Polvo	Colombia	Hansen Tres muñecas
Cloruro de calcio	Sólido	Santa Cruz-Bolivia	Soluciones Químicas
Cloruro de sodio	Sólido	Oruro- Bolivia	Gerly
Tomillo Seco	Sólido	Sucre-Bolivia	Cocinero Pereira

Fuente: Elaboración propia

3.5. PROCESO DE OBTENCIÓN DE QUESO FRESCO AROMATIZADO CON TOMILLO

El proceso de obtención de queso fresco aromatizado con tomillo se detalla en la figura 3.1.

Figura 3.1: Proceso de obtención de queso fresco aromatizado con tomillo



Fuente: Elaboración propia

3.5.1. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE OBTENCIÓN DE QUESO FRESCO AROMATIZADO CON TOMILLO

Las etapas del proceso de obtención de queso fresco aromatizado con tomillo se detallan a continuación:

3.5.1.1. RECEPCIÓN

En el momento de la recepción de la leche, se procede a tomar una muestra representativa, para analizar las características organolépticas (aspecto, olor y sabor), y propiedades fisicoquímicas más importantes (pH, acidez, y sólidos totales), que determinan la aceptación o rechazo de la leche.

Otro de los análisis importantes que se realiza es la prueba de mastitis.

3.5.1.2. HIGIENIZACIÓN

Una vez recibida la leche, se procede a filtrarla, haciéndola pasar por un filtro de tela, con el propósito de separar las partículas sólidas.

3.5.1.3. PASTEURIZACIÓN

El tratamiento térmico de la leche se realiza en recipientes de acero inoxidable, y empleando baño maría. Se eleva la temperatura de la leche hasta los 72°C durante 15 segundos, lo cual asegura la destrucción de microorganismos patógenos y casi la totalidad de la flora microbiana.

3.5.1.4. ENFRIAMIENTO

Después de la pasteurización se procede a enfriar la leche a 42°C, para frenar el tratamiento térmico y adecuar la temperatura para la siguiente etapa.

3.5.1.5. COAGULACIÓN

Es la etapa más importante del proceso, pero antes de realizar esta etapa intervienen tres fases que son:

3.5.1.5.1. ADICIÓN DE CLORURO DE CALCIO

Se adiciona cloruro de calcio en una proporción de 0.2 g/l, para reponer el calcio perdido por el tratamiento térmico.

3.5.1.5.2. ADICIÓN DE INFUSIÓN DE TOMILLO EN LECHE

Una vez añadido el cloruro de calcio, se adiciona la solución de una infusión de tomillo en leche. Relación: 1 g de tomillo/150 ml de leche.

Se agita durante unos segundos para obtener una solución de aroma uniforme.

3.5.1.5.2.1. PREPARACIÓN DE LA INFUSIÓN DE TOMILLO EN LECHE

Esta infusión se realizó en baño maría. Se colocó 150 ml de leche en un recipiente de acero inoxidable, en el cual se ha sumergido un saquito de tela filtrante con 1g de tomillo deshidratado, posteriormente ha sido sometida a un calentamiento hasta una temperatura de 75°C, con dicho tratamiento térmico se obtuvo una leche aromatizada con tomillo.

3.5.1.5.3. ADICIÓN DEL CUAJO

Posteriormente se agrega el cuajo de acuerdo al fabricante.

La coagulación de la leche por acción del cuajo se da a 42°C, factor importante que se debe tomar en cuenta antes de la adición del cuajo.

Tras la adición del cuajo la leche tarda 45 min en pasar de estado líquido (suspensión) a sólido (gel).

3.5.1.6. CORTE DE LA CUAJADA

El corte de la cuajada se realizó con un instrumento llamado lira, que consiste en un rectángulo metálico cruzado por (hilo plástico), de reducido espesor.

Para el corte horizontal de la cuajada, se introduce la lira en el recipiente que contiene la cuajada, y se hace girar la lira hasta completar el corte.

El corte vertical de la cuajada se realiza con un cuchillo de acero inoxidable.

Una vez cortada la cuajada de forma horizontal y vertical, se forman cubos de cuajada, que facilitan el proceso de sinéresis.

3.5.1.7. TRATAMIENTO TÉRMICO DE LA CUAJADA

Se realiza elevando la temperatura del agua de la doble camisa del recipiente que contiene la cuajada, de tal manera que la cuajada suba 1°C cada 3 min hasta 45°C con agitación constante.

3.5.1.8. DESUERADO

Para desuerar la cuajada, se trasvasa en un recipiente de acero inoxidable en el cual se recibe el suero separado, y la cuajada queda retenida en un escurridor de acero inoxidable, en el fondo de dicho escurridor se coloca una tela filtrante para evitar las pérdidas de “finos” en el suero.

3.5.1.9. SALADO

Una vez que la cuajada está desuerada se procede al salado.

De forma manual y con la ayuda de un cuchillo de acero inoxidable se corta la cuajada en cubos pequeños y se adiciona el cloruro de sodio diluido en suero, en una proporción de 3% (con relación al peso de la cuajada) y se deja reposar por 10 min.

3.5.1.10. MOLDEADO

En esta etapa del proceso, se utilizó moldes de acero inoxidable, revestido en la parte interior con una tela filtrante.

En los moldes revestidos se colocó la cuajada y se la cubrió con la tela filtrante.

3.5.1.11. PRENSADO

Una vez colocada la cuajada en los moldes, se coloca los moldes sobre puestos uno al otro en una línea de la prensa hidráulica vertical y se aplica presión, se deja prensar durante 45 min.

3.5.1.12. DESMOLDEO

Se retira el molde de la prensa y se procede a sacar el queso del molde separándolo de la tela filtrante.

3.5.1.13. ENVASADO

El envasado del queso se realiza en envase de polietileno de baja densidad en una envasadora al vacío.

3.5.1.14. ETIQUETADO

El etiquetado fue manual, en la etiqueta se muestra las características más importantes de queso aromatizado con tomillo.

3.6. METODOLOGÍA PARA LA OBTENCIÓN DE RESULTADOS

La metodología que se utiliza para obtener los resultados experimentales se detalla a continuación:

3.6.1. CARACTERIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES DE LA MATERIA PRIMA

Para realizar la caracterización de la materia prima (leche de vaca), se considera dos parámetros importantes: fisicoquímicos y microbiológicos.

3.6.1.1. PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS DE LA LECHE DE VACA

En el cuadro 3.9, se describe los principales parámetros analizados para la caracterización fisicoquímica de la leche de vaca, que se realizaron en el Centro de Análisis Investigación y Desarrollo (CEANID), perteneciente a la Universidad Autónoma “Juan Misael Saracho”.

Cuadro 3.9: Características fisicoquímicas de la leche de vaca

PARÁMETRO	TÉCNICA	UNIDAD
Proteína total (Nx6,38)	NB 466-81	%
Materia grasa	BABCOCK	%
Fibra	Digestión Acida	%
Calcio	SM 3500-Ca-D	mg/kg
Acidez (como ac.láctico)	NB 229:98	%
Sólidos totales	NB 706:98	%

Fuente: CEANID, 2016

3.6.1.2. PROPIEDADES MICROBIOLÓGICAS DE LA LECHE DE VACA

En el cuadro 3.10, se describe los principales parámetros analizados para la caracterización microbiológica de la leche de vaca, que se realizaron en el Centro de Análisis Investigación y Desarrollo (CEANID), perteneciente a la Universidad Autónoma “Juan Misael Saracho”.

Cuadro 3.10: Características microbiológicas de la leche de vaca

PARÁMETRO	TÉCNICA	UNIDAD
Bacterias aerobias mesófilas	NB 32003	UFC/ml
Coliformes totales	NB 32005	UFC/ml
Coliformes termoresistentes	NB 32005	UFC/ml
Escherichia coli	NB 32005	UFC/ml
Salmonella	NB 32007	P/A
Staphylococo aureus	NB 32004	UFC/ml

Fuente: CEANID, 2015

3.6.2. CARACTERIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL PRODUCTO FINAL

La caracterización del producto ha sido realizada en base a tres parámetros importantes: físico, fisicoquímico y microbiológico.

3.6.2.1. PARÁMETROS FÍSICOS DEL PRODUCTO FINAL

En el cuadro 3.11, se muestra los parámetros determinados en el producto final para su caracterización física.

Cuadro 3.11: Características físicas del queso aromatizado con tomillo

PARÁMETRO	UNIDAD
Peso	g
Diámetro	cm

Fuente: Elaboración propia

3.6.2.2. PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS DEL PRODUCTO FINAL

En el cuadro 3.12, se describe los principales parámetros analizados para la caracterización fisicoquímica del producto final (queso aromatizado con tomillo), que han sido realizados en el Laboratorio de Aguas, Suelos, Alimentos y Análisis Ambiental (RIMH).

Cuadro 3.12: Características fisicoquímicas del queso aromatizado con tomillo

PARÁMETROS	METODOLOGÍA	UNIDADES
Humedad	Gravimetría	%
Materia seca	Gravimetría	%
Ceniza (base seca)	Gravimetría	%
Materia grasa (base seca)	Soxhlelt	%
Proteína total (base seca)	Kjeldhal	%
Acidez (% Ácido láctico)	Titulación	%
Carbohidratos (base seca)	Cálculo	%
Fibra (base seca)	Gravimetría	%
Valor energético (base seca)	Cálculo	Cal/100 g

Fuente: RIMH, 2016

3.6.2.3. PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS DEL PRODUCTO FINAL

En el cuadro 3.13, se describe los principales parámetros analizados para la caracterización microbiológica del producto final (queso fresco aromatizado con tomillo), que han sido realizados en el Laboratorio de Aguas, Suelos, Alimentos y Análisis Ambiental (RIMH).

Cuadro 3.13: Características microbiológicas del queso aromatizado con tomillo

PARÁMETROS	METODOLOGÍA	UNIDAD
Bacterias aerobias mesófilas	Conteo colonias	UFC/g
Coliformes totales	Tubos múltiples	NMP/g
Coliformes fecales	Tubos múltiples	NMP/g
Mohos	Conteo colonias	UFC/g
Levaduras	Conteo colonias	UFC/g

Fuente: RIMH, 2016

3.6.3. EVALUACIÓN SENSORIAL

Se define la evaluación sensorial como “la disciplina científica utilizada para medir, analizar e interpretar las reacciones a aquellas características de alimentos, que son percibidas por los sentidos de la vista, olfato, gusto, tacto y oído”.

Los tipos de pruebas utilizadas en el análisis sensorial son; pruebas discriminativas, descriptivas y afectivas.

3.6.3.1. EVALUACIÓN SENSORIAL PARA DETERMINAR LOS ATRIBUTOS SENSORIALES EN QUESO AROMATIZADO CON TOMILLO

Para dicha evaluación sensorial se prepara ocho muestras según el diseño experimental planteado para la etapa de coagulación, las cuales se presentan a veinte jueces no entrenados, según un test (Anexo 1.A) de escala hedónica de 9 puntos; con el propósito de evaluar los siguientes atributos: sabor, aroma, color y textura.

Las ocho muestras preparadas según el diseño experimental, se presenta a los veinte jueces no entrenados en dos sesiones, cada sesión de 4 muestras.

3.6.3.2. EVALUACIÓN SENSORIAL PARA DETERMINAR LA CANTIDAD DE TOMILLO EN QUESO AROMATIZADO

Se prepara cuatro muestras con distintas cantidades de tomillo, dichas muestras se presentan a veinte jueces no entrenados, según un test (Anexo 1.B) de escala hedónica de 9 puntos; con el objetivo de evaluar los siguientes atributos: sabor, aroma y olor.

3.6.3.3. EVALUACIÓN SENSORIAL PARA DETERMINAR LA CANTIDAD DE CLORURO DE SODIO (SAL) EN QUESO AROMATIZADO CON TOMILLO

Para dicha evaluación sensorial se prepara tres muestras con distintas cantidades de sal, las mismas se presentan a veinte jueces no entrenados, según un test (Anexo 1.C) de escala hedónica de 9 puntos, con la finalidad de evaluar el atributo sabor.

3.6.3.4. EVALUACIÓN SENSORIAL DE LAS PROPIEDADES ORGANOLÉPTICAS DEL PRODUCTO FINAL

Para la evaluación sensorial del producto final, se prepara una muestra mejorada de acuerdo a las anteriores evaluaciones sensoriales, dicha muestra se presenta a veinte jueces no entrenados, según un test (Anexo 1 D) de escala hedónica de 9 puntos, con el propósito de evaluar los siguientes atributos: sabor, aroma, textura, color y olor.

3.6.4. DISEÑO EXPERIMENTAL

El diseño experimental estudia procesos, puede considerarse a un proceso como una caja negra a la cual ingresan diversas variables de entrada, donde éstas interactúan para producir un resultado, variable de salida optima, la búsqueda de combinaciones optimas de las variables de entrada da lugar al diseño experimental.

Un experimento diseñado es una prueba o serie de pruebas durante la cual se realizan cambios sistemáticos y controlados a las variables de entrada de un proceso o sistema de manera que sea posible obtener e identificar las causas de los cambios en la respuesta de salida (mide el efecto sobre la variable de salida).

3.6.4.1. DISEÑO FACTORIAL

El diseño factorial 2^k es particularmente útil en las primeras fases del trabajo experimental, cuando es probable que haya muchos factores por investigar. Conlleva el menor número de corridas con las cuales puede estudiarse k factores en un diseño factorial completo. Debido a que sólo hay dos niveles para cada factor.

La fórmula de diseño factorial con dos niveles de variación para cada factor, se muestra en la siguiente ecuación:

$$2^k \quad \text{Ecuación 3.1}$$

Donde:

$$2 = \text{Número de niveles} \quad k = \text{Numero de variables}$$

3.6.4.1.1. DISEÑO FACTORIAL 2^3

Si se encuentra en estudio tres factores A, B y C, cada uno con dos niveles. Este diseño se conoce como diseño factorial 2^3 .

3.6.4.2. DISEÑO FACTORIAL 2^3 EN LA ETAPA DE COAGULACIÓN DEL PROCESO DE OBTENCIÓN DE QUESO AROMATIZADO CON TOMILLO

Para efectuar el diseño experimental en la etapa de coagulación del proceso de obtención de queso aromatizado con tomillo, se utiliza la *ecuación 3.1*, cuyo diseño corresponde a:

$$2^3 = 2 \times 2 \times 2 = 8 \text{ corridas}$$

Los niveles de variación de cada factor se detallan en el cuadro 3.14.

Cuadro 3.14: Niveles de variación de cada factor

VARIABLES	NIVEL DE VARIACIÓN
Cantidad de tomillo (C_{TO})	2 Niveles de variación
Temperatura (T)	2 Niveles de variación
Tiempo (t)	2 Niveles de variación

Fuente: Elaboración propia

La matriz del diseño experimental aplicado en la etapa de coagulación para la obtención de queso aromatizado con tomillo, conformada por tres variables (Cantidad de tomillo, temperatura y tiempo), se detalla en el cuadro 3.15.

Cuadro 3.15: Diseño factorial de la matriz de variables en la etapa de coagulación para la obtención de queso aromatizado con tomillo

CORRIDAS	FACTORES			INTERACCIONES				TOTAL	
	C _{TO}	T	t	C _{TO} T	C _{TO} t	T t	C _{TO} T t	Y _{j1}	Y _{j2}
(1)	-	-	-	+	+	+	-	Y ₁	Y ₁
a	+	-	-	-	-	+	+	Y ₂	Y ₂
b	-	+	-	-	+	-	+	Y ₃	Y ₃
ab	+	+	-	+	-	-	-	Y ₄	Y ₄
c	-	-	+	+	-	-	+	Y ₅	Y ₅
ac	+	-	+	-	+	-	-	Y ₆	Y ₆
bc	-	+	+	-	-	+	-	Y ₇	Y ₇
abc	+	+	+	+	+	+	+	Y ₈	Y ₈

Fuente: Elaboración propia

Dónde:

Y_j = Acidez (% de ácido láctico), es la variable respuesta.

Los niveles de variación de los factores (nivel superior y nivel inferior), aplicados en la etapa de coagulación, conformados por tres variables (Cantidad de tomillo, temperatura, tiempo). Se detallan en el cuadro 3.16.

Cuadro 3.16: Niveles de variación de los factores en la etapa de coagulación para la obtención de queso aromatizado

VARIABLES	NIVEL SUPERIOR	NIVEL INFERIOR
Cantidad de tomillo (C _{TO})	0.08 %	0.02 %
Temperatura (T)	42°C	38°C
Tiempo (t)	45 min	35 min

Fuente: Elaboración propia

4.1. CARACTERIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES DE LA MATERIA PRIMA

Para realizar la caracterización de la materia prima, se tomaron en cuenta los siguientes aspectos.

4.1.1. PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS DE LA LECHE DE VACA

En la tabla 4.1, se muestra los resultados de algunos parámetros del análisis fisicoquímico de la leche de vaca, realizados en el Centro de Análisis Investigación y Desarrollo (CEANID), perteneciente a la Universidad Autónoma “Juan Misael Saracho” (Anexo 5.A).

Tabla 4.1: Características fisicoquímicas de la leche de vaca

PARÁMETRO	RESULTADOS	UNIDAD
Proteína total (Nx6,38)	3,46	%
Materia grasa	4,2	%
Fibra	n.d	%
Calcio	1314	mg/kg
Acidez (como ac.láctico)	0,18	%
Sólidos totales	13,69	%

Fuente: CEANID, 2016

Como se puede observar en la tabla 4.1, la leche de vaca tiene un contenido de proteína del 3.46 %, materia grasa 4,2 %, calcio 1314 mg/kg, y sólidos totales 13.69 %.

4.1.2. PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS DE LA LECHE DE VACA

En la tabla 4.2, se muestra los resultados de algunos parámetros del análisis microbiológico de la leche de vaca, realizados en el Centro de Análisis Investigación y Desarrollo (CEANID), perteneciente a la Universidad Autónoma “Juan Misael Saracho” (Anexo 5.B).

Tabla 4.2: Características microbiológicas de la leche de vaca

PARÁMETRO	RESULTADOS	UNIDAD
Bacterias aerobias mesófilas	1,5×10 ⁴	UFC/ml
Coliformes totales	1,6×10 ²	UFC/ml
Coliformes termoresistentes	3,2×10 ¹	UFC/ml
Escherichia coli	< 3	UFC/ml
Salmonella	ausencia	P/A
Staphylococcus aureus	< 10 (*)	UFC/ml

Fuente: CEANID, 2016

(*) No se observa el desarrollo de colonias.

Como se puede observar en la tabla 4.2, la leche de vaca presenta 1,5×10⁴ UFC/ml de bacterias aerobias mesófilas, 1,6×10² UFC/ml de coliformes totales, 3,2×10¹ UFC/ml de coliformes temoresistentes, < 3 UFC/ml de Escherichia coli, < 10 UFC/ml de Staphylococo aureus y ausencia de salmonella.

4.2. OBTENCIÓN DE QUESO AROMATIZADO CON TOMILLO

Para la obtención de queso aromatizado con tomillo, se considera ciertos aspectos que serán estudiados mediante las herramientas de estadística, como el diseño experimental con la finalidad de establecer cuál de las variables tiene mayor influencia en el proceso de obtención de queso aromatizado con tomillo, y la evaluación sensorial para determinar los atributos sensoriales del producto.

4.3. EVALUACIÓN SENSORIAL PARA DETERMINAR LOS ATRIBUTOS SENSORIALES EN QUESO AROMATIZADO

Para dicha evaluación sensorial se prepara ocho muestras según el diseño experimental planteado para la etapa de coagulación, las cuales se presentan a veinte jueces no entrenados, según un test (Anexo 1.A) de escala hedónica de 9 puntos; con el propósito de evaluar los siguientes atributos: sabor, aroma, color y textura.

Las ocho muestras preparadas según el diseño experimental, se presenta a los veinte jueces no entrenados en dos sesiones, cada sesión de 4 muestras.

4.3.1. EVALUACIÓN SENSORIAL PARA EL ATRIBUTO SABOR

En la tabla 4.3, se muestran los resultados obtenidos de la tabla 3.A-1 (Anexo 3.A) para el atributo sabor, en queso aromatizado con tomillo.

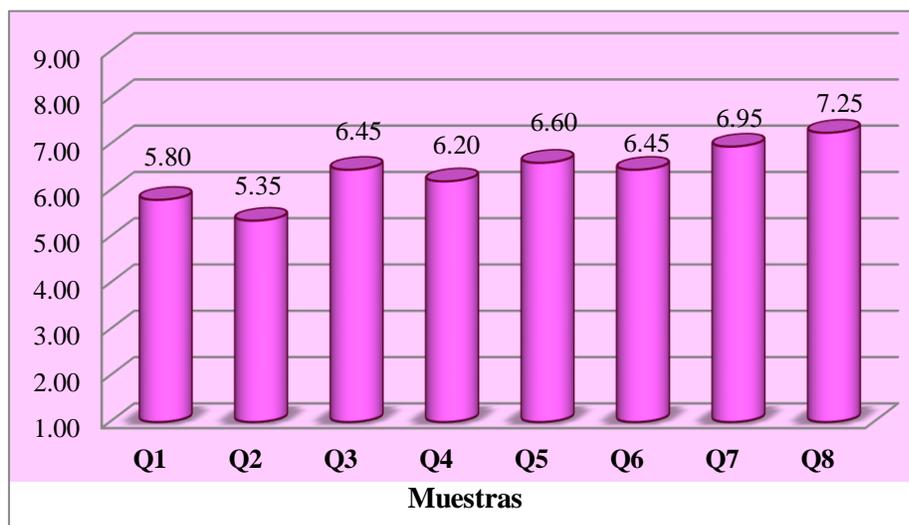
Tabla 4.3: Evaluación sensorial para el atributo sabor en queso aromatizado con tomillo

Jueces	Muestras (Escala hedónica)								Total Y_i
	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	
1	6	7	7	8	9	9	9	7	62
2	8	8	9	6	7	8	6	7	59
3	6	4	5	4	7	6	6	5	43
4	5	5	5	4	6	6	7	7	45
5	5	7	6	6	5	7	7	8	51
6	6	4	7	4	8	4	7	8	48
7	5	5	6	6	5	6	7	6	46
8	4	5	7	5	6	7	8	7	49
9	7	4	7	6	7	8	6	8	53
10	6	4	8	3	7	5	7	7	47
11	6	4	6	7	8	7	8	7	53
12	5	5	6	5	7	4	5	7	44
13	6	5	5	7	5	5	7	6	46
14	5	6	7	9	8	7	7	7	56
15	5	4	5	6	6	6	7	8	47
16	7	4	3	8	6	6	7	7	48
17	7	5	8	7	8	8	8	9	60
18	3	6	6	8	5	4	6	7	45
19	7	8	8	9	7	8	7	9	63
20	7	7	8	6	5	8	7	8	56
\bar{X}	5,80	5,35	6,45	6,20	6,60	6,45	6,95	7,25	

Fuente: Elaboración propia

En la figura 4.1, se muestran los resultados promedio de la evaluación sensorial, obtenidos en la tabla 4.3 para el atributo sabor.

Figura 4.1: Promedio para el atributo sabor



Fuente: Elaboración propia

Como se observa en la figura 4.1, la muestra Q8 tiene mayor aceptación por los jueces para el atributo sabor con un puntaje de 7,25; seguido de la muestra Q7 con 6,95; en comparación de Q3, Q4, Q5 y Q6 que son menores en la escala hedónica.

4.3.1.1. PRUEBA DE DUNCAN PARA EL ATRIBUTO SABOR

En la tabla 4.4, se muestran los resultados del análisis estadístico de la prueba de Duncan de los datos extraídos de la tabla 3.A-6 (Anexo 3.A).

Tabla 4.4: Análisis estadístico de Duncan del atributo sabor en queso aromatizado con tomillo

<i>Tratamientos</i>	<i>Análisis de valores</i>			<i>Efectos</i>
Q8 - Q7	0,30	<	0,68	No existe diferencia significativa
Q8 - Q5	0,70	<	0,72	No existe diferencia significativa
Q8 - Q3	0,80	>	0,74	Si existe diferencia significativa
Q8 - Q6	0,80	>	0,76	Si existe diferencia significativa
Q8 - Q4	1,10	>	0,77	Si existe diferencia significativa
Q8 - Q1	1,50	>	0,79	Si existe diferencia significativa
Q8 - Q2	1,90	>	0,79	Si existe diferencia significativa
Q7 - Q5	0,40	<	0,68	No existe diferencia significativa
Q7 - Q3	0,50	<	0,72	No existe diferencia significativa
Q7 - Q6	0,50	<	0,74	No existe diferencia significativa
Q7 - Q4	0,80	>	0,76	Si existe diferencia significativa
Q7 - Q1	1,20	>	0,77	Si existe diferencia significativa
Q7 - Q2	1,60	>	0,79	Si existe diferencia significativa
Q5 - Q3	0,10	<	0,79	No existe diferencia significativa
Q5 - Q6	0,10	<	0,68	No existe diferencia significativa
Q5 - Q4	0,40	<	0,72	No existe diferencia significativa
Q5 - Q1	0,80	>	0,74	Si existe diferencia significativa
Q5 - Q2	1,20	>	0,76	Si existe diferencia significativa
Q3 - Q6	0,00	<	0,77	No existe diferencia significativa
Q3 - Q4	0,30	<	0,79	No existe diferencia significativa
Q3 - Q1	0,70	<	0,79	No existe diferencia significativa
Q3 - Q2	1,10	>	0,68	Si existe diferencia significativa
Q6 - Q4	0,30	<	0,72	No existe diferencia significativa
Q6 - Q1	0,70	<	0,74	No existe diferencia significativa
Q6 - Q2	1,10	>	0,76	Si existe diferencia significativa
Q4 - Q1	0,40	<	0,77	No existe diferencia significativa
Q4 - Q2	0,80	>	0,79	Si existe diferencia significativa
Q1 - Q2	0,40	<	0,79	No existe diferencia significativa

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 4.4, se observa que para los tratamientos [(Q8-Q7); (Q8-Q5); (Q7-Q5); (Q7-Q3); (Q7-Q6); (Q5-Q3); (Q5-Q6); (Q5-Q4); (Q3-Q6); (Q3-Q4); (Q3-Q1); (Q6-Q4); (Q6-Q1); (Q4-Q1); (Q1-Q2)] no existe evidencia estadística de variación; en comparación de los tratamientos [(Q8-Q3); (Q8-Q6); (Q8-Q4); (Q8-Q1); (Q8-Q2); (Q7-Q4); (Q7-Q1); (Q7-Q2); (Q5-Q1); (Q5-Q2); (Q3-Q2); (Q6-Q2); (Q4-Q2)] si

existe evidencia estadística de variación; para un nivel de confianza del 95%. Sin embargo, se toma en cuenta la preferencia de los jueces por la muestra Q8 como la mejor opción, que tiene un puntaje de (7,25) en escala hedónica para el atributo sabor.

4.3.2. EVALUACIÓN SENSORIAL PARA EL ATRIBUTO AROMA

En la tabla 4.5, se muestran los resultados obtenidos de la tabla 3.A-7 (Anexo 3.A) para el atributo aroma, en queso aromatizado con tomillo.

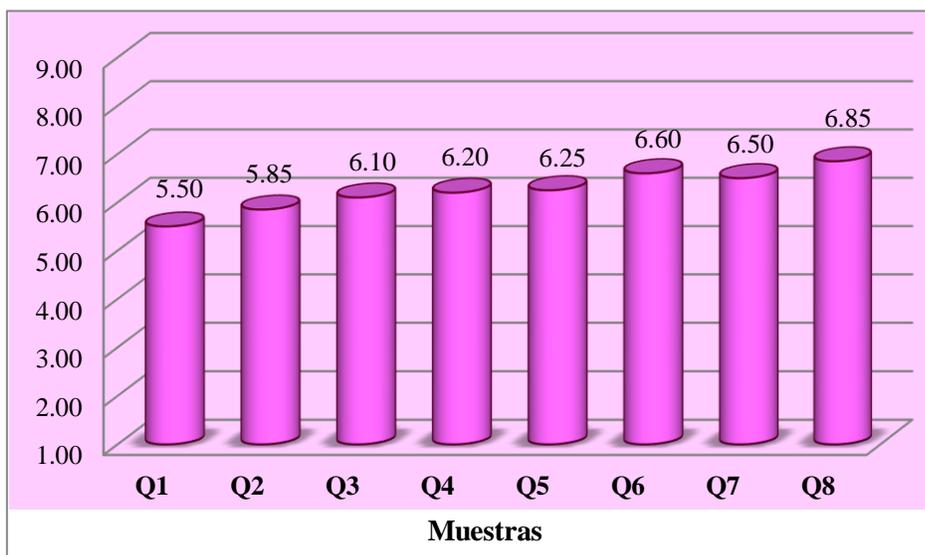
Tabla 4.5: Evaluación sensorial para el atributo aroma en queso aromatizado con tomillo

Jueces	Muestras (escala hedónica)								Total Y_i
	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	
1	6	7	5	8	6	8	7	8	55
2	5	8	6	8	5	7	6	9	54
3	2	8	5	7	4	5	7	8	46
4	6	6	8	6	8	8	7	8	57
5	5	5	7	8	8	8	6	5	52
6	5	4	6	6	5	7	7	7	47
7	6	8	5	8	8	8	7	7	57
8	7	6	5	6	5	5	7	6	47
9	5	2	6	5	7	4	5	7	41
10	6	5	7	5	8	7	8	6	52
11	6	6	7	5	7	7	7	8	53
12	6	5	5	6	6	7	7	7	49
13	2	5	7	6	5	5	7	7	44
14	6	5	7	6	5	5	6	5	45
15	7	5	7	6	8	6	6	7	52
16	5	6	7	6	7	6	7	9	53
17	5	6	7	7	6	8	5	7	51
18	7	5	4	4	6	5	6	5	42
19	7	8	4	3	3	7	3	3	38
20	6	7	7	8	8	9	9	8	62
\bar{X}	5,50	5,85	6,10	6,20	6,25	6,60	6,50	6,85	

Fuente: Elaboración propia

En la figura 4.2, se muestran los resultados promedio de la evaluación sensorial, obtenidos en la tabla 4.5 para el atributo aroma.

Figura 4.2: Promedio para el atributo aroma



Fuente: Elaboración propia

Como se observa en la figura 4.2, la muestra Q8 tiene mayor aceptación por los jueces para el atributo aroma con un puntaje de 6,85; seguido de la muestra Q6 con 6,60; en comparación de Q7, Q5, Q4 y Q3 que son menores en escala hedónica.

4.3.2.1. PRUEBA DE DUNCAN PARA EL ATRIBUTO AROMA

En la tabla 4.6, se muestran los resultados del análisis estadístico de la prueba de Duncan de los datos extraídos de la tabla 3.A-12 (Anexo 3.A).

Tabla 4.6: Análisis estadístico de Duncan del atributo aroma en queso aromatizado con tomillo

<i>Tratamientos</i>	<i>Análisis de valores</i>			<i>Efectos</i>
Q8 - Q6	0,25	<	0,76	No existe diferencia significativa
Q8 - Q7	0,35	<	0,80	No existe diferencia significativa
Q8 - Q5	0,60	<	0,83	No existe diferencia significativa
Q8 - Q4	0,65	<	0,85	No existe diferencia significativa
Q8 - Q3	0,75	<	0,87	No existe diferencia significativa
Q8 - Q2	1,00	>	0,88	Si existe diferencia significativa
Q8 - Q1	1,35	>	0,89	Si existe diferencia significativa
Q6 - Q7	0,10	<	0,76	No existe diferencia significativa
Q6 - Q5	0,35	<	0,80	No existe diferencia significativa
Q6 - Q4	0,40	<	0,83	No existe diferencia significativa
Q6 - Q3	0,50	<	0,85	No existe diferencia significativa
Q6 - Q2	0,75	<	0,87	No existe diferencia significativa
Q6 - Q1	1,10	>	0,88	Si existe diferencia significativa
Q7 - Q5	0,25	<	0,89	No existe diferencia significativa
Q7 - Q4	0,30	<	0,76	No existe diferencia significativa
Q7 - Q3	0,40	<	0,80	No existe diferencia significativa
Q7 - Q2	0,65	<	0,83	No existe diferencia significativa
Q7 - Q1	1,00	>	0,85	Si existe diferencia significativa
Q5 - Q4	0,05	<	0,87	No existe diferencia significativa
Q5 - Q3	0,15	<	0,88	No existe diferencia significativa
Q5 - Q2	0,40	<	0,89	No existe diferencia significativa
Q5 - Q1	0,75	<	0,76	No existe diferencia significativa
Q4 - Q3	0,10	<	0,80	No existe diferencia significativa
Q4 - Q2	0,35	<	0,83	No existe diferencia significativa
Q4 - Q1	0,70	<	0,85	No existe diferencia significativa
Q3 - Q2	0,25	<	0,87	No existe diferencia significativa
Q3 - Q1	0,60	<	0,88	No existe diferencia significativa
Q2 - Q1	0,35	<	0,89	No existe diferencia significativa

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 4.6, se observa que para los tratamientos [(Q8-Q6); (Q8-Q7); (Q8-Q5); (Q8-Q4); (Q8-Q3); (Q6-Q7); (Q6-Q5); (Q6-Q4); (Q6-Q3); (Q6-Q2); (Q7-Q5); (Q7-Q4); (Q7-Q3); (Q7-Q2); (Q5-Q4); (Q5-Q3); (Q5-Q2); (Q5-Q1); (Q4-Q3); (Q4-Q2); (Q4-Q1); (Q3-Q2); (Q3-Q1); (Q2-Q1)] no existe evidencia estadística de variación; en comparación de los tratamientos [(Q8-Q2); (Q8-Q1); (Q6-Q1); (Q7-Q1)] si existe

evidencia estadística de variación; para un nivel de confianza del 95%. Sin embargo, se toma en cuenta la preferencia de los jueces por la muestra Q8 como la mejor opción, que tiene un puntaje de (6,85) en escala hedónica para el atributo aroma.

4.3.3. EVALUACIÓN SENSORIAL PARA EL ATRIBUTO COLOR

En la tabla 4.7, se muestran los resultados obtenidos de la tabla 3.A-13 (Anexo 3.A) para el atributo color, en queso aromatizado con tomillo.

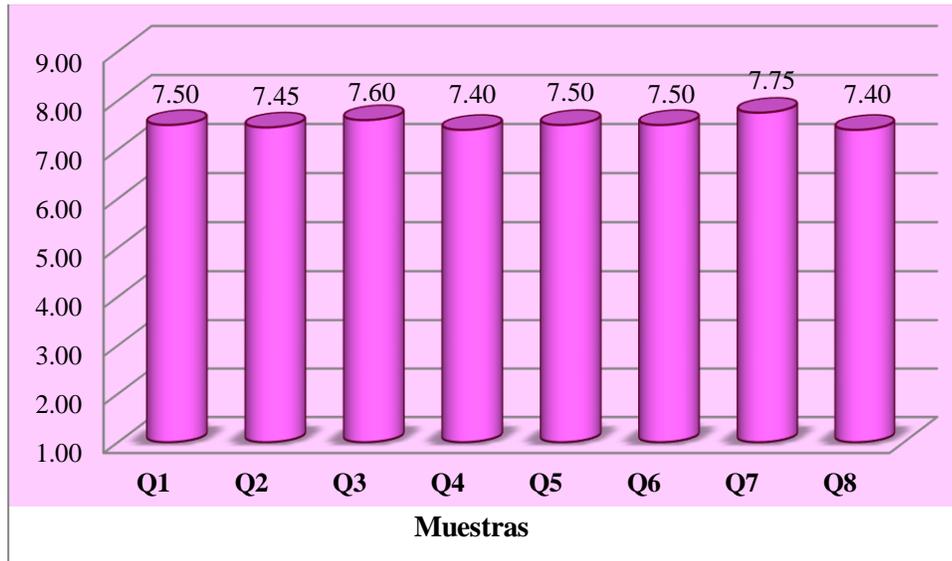
Tabla 4.7: Evaluación sensorial para el atributo color en queso aromatizado con tomillo

Jueces	Muestras (Escala hedónica)								Total Y_i
	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	
1	7	7	8	8	8	8	8	8	62
2	8	8	8	8	8	8	8	8	64
3	7	8	7	7	7	7	8	7	58
4	8	8	7	6	7	8	7	7	58
5	8	7	8	7	7	7	8	7	59
6	6	7	7	7	6	6	7	8	54
7	7	7	6	6	6	6	7	6	51
8	8	8	8	8	8	8	8	8	64
9	8	8	8	8	8	8	8	8	64
10	7	6	8	6	8	7	8	7	57
11	8	8	8	7	8	8	8	7	62
12	7	8	7	8	7	7	7	8	59
13	8	8	8	8	8	8	8	8	64
14	6	7	8	9	8	9	6	8	61
15	8	8	6	7	6	7	8	6	56
16	8	6	7	8	8	8	7	6	58
17	7	7	8	7	8	8	8	8	61
18	9	7	8	8	8	6	9	7	62
19	7	8	9	7	8	8	9	8	64
20	8	8	8	8	8	8	8	8	64
\bar{X}	7,50	7,45	7,60	7,40	7,50	7,50	7,75	7,40	

Fuente: Elaboración propia

En la figura 4.3, se muestran los resultados promedio de la evaluación sensorial, obtenidos en la tabla 4.7 para el atributo color.

Figura 4.3: Promedio para el atributo color



Fuente: Elaboración propia

Como se observa en la figura 4.3, la muestra Q7 tiene mayor aceptación por los jueces para el atributo color con un puntaje de 7,75; seguido de la muestra Q3 con 7,60; en comparación de Q3, Q1, Q5, Q6, Q2, Q4 y Q8 que son menores en escala hedónica, cabe resaltar que la variación entre muestras es mínima.

4.3.3.1. PRUEBA ESTADÍSTICA PARA EL ATRIBUTO COLOR

En la tabla 4.8, se muestra el análisis de varianza para el atributo color de los datos extraídos de la tabla 3.A-15 (Anexo 3.A)

Tabla 4.8: Análisis de varianza para el atributo color en queso aromatizado con tomillo

<i>Fuente de variación (FV)</i>	<i>Suma de cuadrados (SC)</i>	<i>Grados de libertad (GL)</i>	<i>Cuadrados medios (CM)</i>	<i>(Fcal)</i>	<i>(Ftab)</i>
Total	89,98	140			
Muestras	1,88	7	0,27	0,68	2,07
Jueces	33,23	19	1,75	4,46	1,66
Error	54,88	133	0,39		

Fuente: Elaboración propia

Como se observa en la tabla 4.8, $F_{cal} < F_{tab}$ ($0,68 < 2,07$) para los tratamientos (muestras). Por lo tanto, se acepta la hipótesis planteada, es decir no existe diferencia significativa de variación entre los promedios de los tratamientos.

Para los jueces, $F_{cal} > F_{tab}$ ($4,46 > 1,66$). Por lo tanto, se rechaza la hipótesis planteada, es decir existe diferencia significativa de variación entre los veinte jueces para un $p < 0,05$.

4.3.4. EVALUACIÓN SENSORIAL PARA EL ATRIBUTO TEXTURA

En la tabla 4.9, se muestran los resultados obtenidos de la tabla 3.A-16 (Anexo 3.A) para el atributo textura, en queso aromatizado con tomillo.

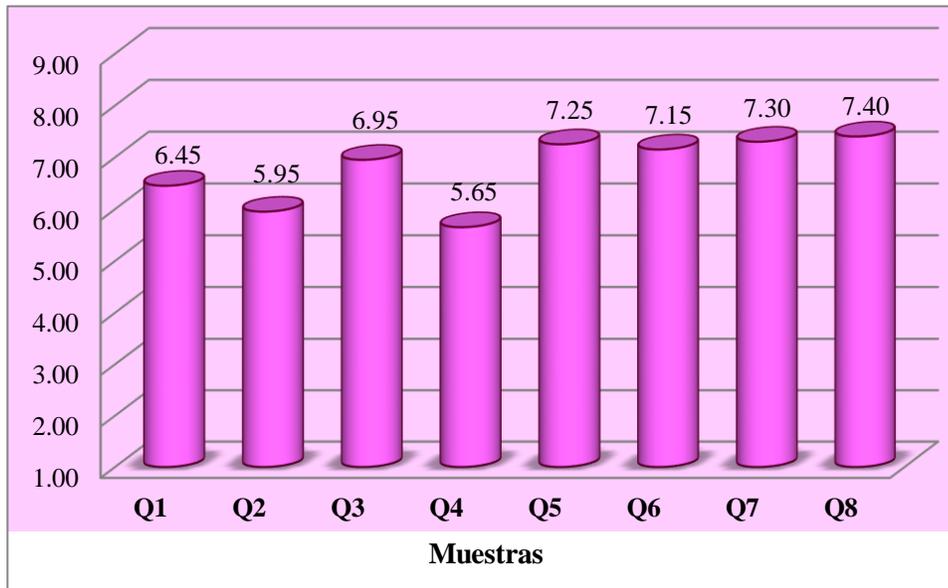
Tabla 4.9: Evaluación sensorial para el atributo textura en queso aromatizado con tomillo

Jueces	Muestras (Escala hedónica)								Total Y_i
	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	
1	5	6	7	8	8	8	8	7	57
2	7	6	9	5	8	7	6	9	57
3	5	5	5	5	6	6	6	7	45
4	5	6	6	5	7	8	6	6	49
5	6	5	6	5	7	7	8	6	50
6	7	5	7	6	8	6	7	8	54
7	7	6	7	7	6	8	7	8	56
8	6	5	6	6	6	7	8	7	51
9	8	8	8	6	8	8	8	8	62
10	8	6	9	7	7	6	7	8	58
11	6	6	8	4	8	7	8	7	54
12	8	6	8	6	8	5	7	9	57
13	7	5	8	6	7	7	6	6	52
14	7	7	7	7	9	9	8	8	62
15	6	4	7	7	6	6	8	7	51
16	8	5	5	4	7	7	8	7	51
17	7	6	7	6	8	8	8	9	59
18	5	7	5	4	5	6	6	6	44
19	4	7	7	3	9	9	8	7	54
20	7	8	7	6	7	8	8	8	59
\bar{X}	6,45	5,95	6,95	5,65	7,25	7,15	7,30	7,40	

Fuente: Elaboración propia

En la figura 4.4, se muestran los resultados promedio de la evaluación sensorial, obtenidos en la tabla 4.9 para el atributo textura.

Figura 4.4: Promedio para el atributo textura



Fuente: Elaboración propia

Como se observa en la figura 4.4, la muestra Q8 tiene mayor aceptación por los jueces para el atributo textura con un puntaje de 7,40; seguido de la muestra Q7 con 7,30; en comparación de Q5, Q6, Q3 y Q1 que son menores en escala hedónica.

4.3.4.1. PRUEBA DE DUNCAN PARA EL ATRIBUTO TEXTURA

En la tabla 4.10, se muestran los resultados del análisis estadístico de la prueba de Duncan de los datos extraídos de la tabla 3.A-21 (Anexo 3.A).

Tabla 4.10: Análisis estadístico de Duncan del atributo textura en queso aromatizado con tomillo

Tratamientos	Análisis de valores			Efectos
Q8 - Q7	0,10	<	0,59	No existe diferencia significativa
Q8 - Q5	0,15	<	0,62	No existe diferencia significativa
Q8 - Q6	0,25	<	0,64	No existe diferencia significativa
Q8 - Q3	0,45	<	0,65	No existe diferencia significativa
Q8 - Q1	0,95	>	0,66	Si existe diferencia significativa
Q8 - Q2	1,45	>	0,67	Si existe diferencia significativa
Q8 - Q4	1,75	>	0,68	Si existe diferencia significativa
Q7 - Q5	0,05	<	0,59	No existe diferencia significativa
Q7 - Q6	0,15	<	0,62	No existe diferencia significativa
Q7 - Q3	0,35	<	0,64	No existe diferencia significativa
Q7 - Q1	0,85	>	0,65	Si existe diferencia significativa
Q7 - Q2	1,35	>	0,66	Si existe diferencia significativa
Q7 - Q4	1,65	>	0,67	Si existe diferencia significativa
Q5 - Q6	0,10	<	0,68	No existe diferencia significativa
Q5 - Q3	0,30	<	0,59	No existe diferencia significativa
Q5 - Q1	0,80	>	0,62	Si existe diferencia significativa
Q5 - Q2	1,30	>	0,64	Si existe diferencia significativa
Q5 - Q4	1,60	>	0,65	Si existe diferencia significativa
Q6 - Q3	0,20	<	0,66	No existe diferencia significativa
Q6 - Q1	0,70	>	0,67	Si existe diferencia significativa
Q6 - Q2	1,20	>	0,68	Si existe diferencia significativa
Q6 - Q4	1,50	>	0,59	Si existe diferencia significativa
Q3 - Q1	0,50	<	0,62	No existe diferencia significativa
Q3 - Q2	1,00	>	0,64	Si existe diferencia significativa
Q3 - Q4	1,30	>	0,65	Si existe diferencia significativa
Q1 - Q2	0,50	<	0,66	No existe diferencia significativa
Q1 - Q4	0,80	>	0,67	Si existe diferencia significativa
Q2 - Q4	0,30	<	0,68	No existe diferencia significativa

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 4.10, se observa que para los tratamientos [(Q8-Q7); (Q8-Q5); (Q8-Q6); (Q8-Q3); (Q7-Q5); (Q7-Q6); (Q7-Q3); (Q5-Q6); (Q5-Q3); (Q6-Q3); (Q3-Q1); (Q1-Q2); (Q2-Q4)] no existe evidencia estadística de variación; en comparación de los tratamientos [(Q8-Q1); (Q8-Q2); (Q8-Q4); (Q7-Q1); (Q7-Q2); (Q7-Q4); (Q5-Q1); (Q5-Q2); (Q5-Q4); (Q6-Q1); (Q6-Q2); (Q6-Q4); (Q3-Q2); (Q3-Q4); (Q1-Q4)] si

existe evidencia estadística de variación; para un nivel de confianza del 95%. Sin embargo, se toma en cuenta la preferencia de los jueces por la muestra Q8 como la mejor opción, que tiene un puntaje de (7,40) en escala hedónica para el atributo textura.

4.4. DETERMINACIÓN DE LA CANTIDAD DE TOMILLO EN QUESO AROMATIZADO

La determinación de la cantidad de tomillo en queso aromatizado, se desarrolla con la finalidad de mejorar el atributo aroma en el queso, tomando en cuenta la muestra Q8 que ha sido elegida según la anterior evaluación sensorial realizada para los atributos sabor, aroma, color y textura, para ello se ha preparado cuatro muestras con distintas cantidades de tomillo. (Q801 muestra al 0.02%); (Q802 muestra al 0.04%); (Q803 muestra al 0.06%); (Q804 muestra al 0.08%).

Las muestras se presentan a veinte jueces no entrenados, según un test (Anexo 1.B) de escala hedónica de 9 puntos.

4.4.1. EVALUACIÓN SENSORIAL PARA DETERMINAR LA CANTIDAD DE TOMILLO EN QUESO AROMATIZADO

Para la determinación de la cantidad de tomillo en queso, se ha preparado cuatro muestras con distintas cantidades de tomillo, dichas muestras se presentan a veinte jueces no entrenados, según un test (Anexo 1.B) de escala hedónica de 9 puntos; con el objetivo de evaluar los siguientes atributos: sabor, aroma y olor.

4.4.1.1. EVALUACIÓN SENSORIAL DEL ATRIBUTO SABOR PARA DETERMINAR LA CANTIDAD DE TOMILLO EN QUESO AROMATIZADO

En la tabla 4.11, se muestran los resultados obtenidos de la tabla 3.B-22 (Anexo 3.B) para el atributo sabor, en queso aromatizado.

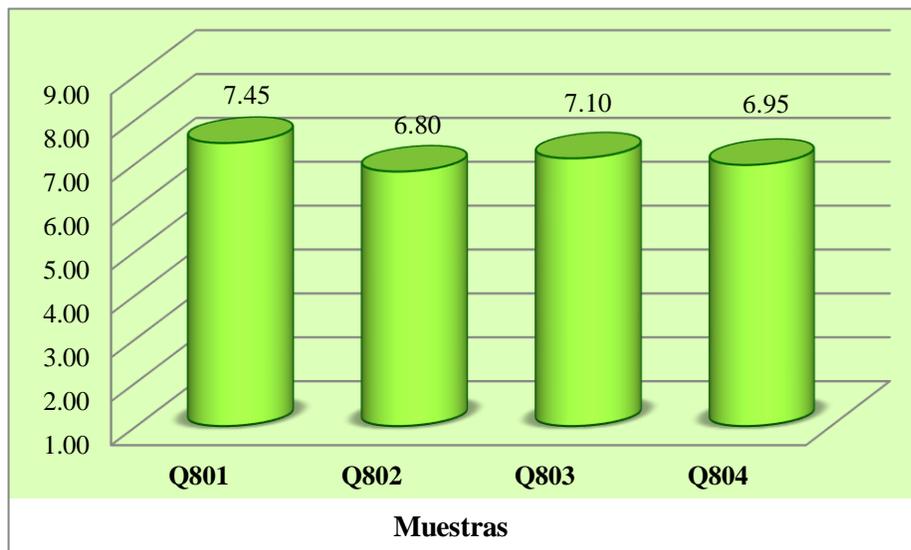
Tabla 4.11: Evaluación sensorial del atributo sabor para determinar la cantidad de tomillo en queso aromatizado

Jueces	Muestras (Escala hedónica)				Total Y_i
	Q801	Q802	Q803	Q804	
1	7	7	7	8	29
2	6	7	9	5	27
3	8	7	6	7	28
4	6	7	7	6	26
5	8	8	9	8	33
6	8	7	8	7	30
7	7	7	6	8	28
8	7	7	8	7	29
9	7	6	6	6	25
10	8	6	7	6	27
11	8	6	7	7	28
12	8	7	5	6	26
13	8	7	7	6	28
14	8	7	9	7	31
15	8	7	8	9	32
16	7	7	8	7	29
17	7	5	5	5	22
18	8	7	6	8	29
19	8	8	7	8	31
20	7	6	7	8	28
\bar{X}	7,45	6,80	7,10	6,95	

Fuente: Elaboración propia

En la figura 4.5, se muestran los resultados promedio de la evaluación sensorial, obtenidos en la tabla 4.11 para el atributo sabor.

Figura 4.5: Promedio del atributo sabor para determinar la cantidad de tomillo en queso aromatizado con tomillo



Fuente: Elaboración propia

Como se observa en la figura 4.5, la muestra Q801 tiene mayor aceptación por los jueces para el atributo sabor con un puntaje de 7,45; en comparación de Q803, Q804 y Q802 que son menores en escala hedónica.

4.4.1.1.1. PRUEBA ESTADÍSTICA DEL ATRIBUTO SABOR PARA DETERMINAR LA CANTIDAD DE TOMILLO EN QUESO AROMATIZADO

En la tabla 4.12, se muestra el análisis de varianza para el atributo sabor de los datos extraídos de la tabla 3.B-24 (Anexo 3.B)

Tabla 4.12: Análisis de varianza del atributo sabor para determinar la cantidad de tomillo en queso aromatizado

<i>Fuente de variación (FV)</i>	<i>Suma de cuadrados (SC)</i>	<i>Grados de libertad (GL)</i>	<i>Cuadrados medios (CM)</i>	<i>(Fcal)</i>	<i>(Ftab)</i>
<i>Total</i>	73,55	60			
<i>Tratamientos</i>	4,65	3	1,55	2,39	2,77
<i>Jueces</i>	30,05	19	1,58	2,44	1,79
<i>Error</i>	38,85	57	0,65		

Fuente: Elaboración propia

Como se observa en la tabla 4.12, $F_{cal} < F_{tab}$ ($2,39 < 2,77$) para los tratamientos (muestras). Por lo tanto, se acepta la hipótesis planteada, es decir no existe diferencia significativa de variación entre los promedios de los tratamientos.

Para los jueces, $F_{cal} > F_{tab}$ ($2,44 > 1,79$). Por lo tanto, se rechaza la hipótesis planteada, es decir, existe diferencia significativa de variación entre los veinte jueces para un $p < 0,05$.

4.4.1.2. EVALUACIÓN SENSORIAL DEL ATRIBUTO AROMA PARA DETERMINAR LA CANTIDAD DE TOMILLO EN QUESO AROMATIZADO

En la tabla 4.13, se muestran los resultados obtenidos de la tabla 3.B-25 (Anexo 3.B) para el atributo aroma, en queso aromatizado.

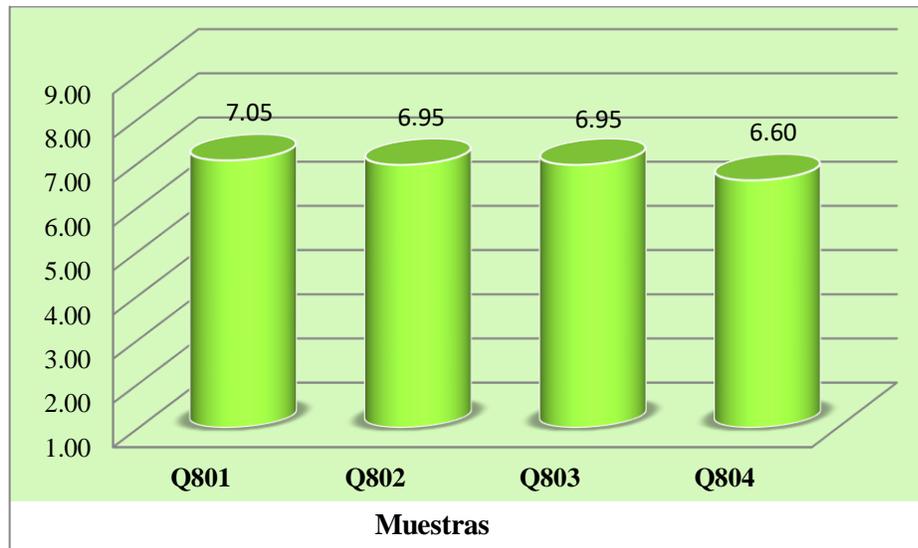
Tabla 4.13: Evaluación sensorial del atributo aroma para determinar la cantidad de tomillo en queso aromatizado

Jueces	Muestras (Escala hedónica)				Total Y_i
	Q801	Q802	Q803	Q804	
1	7	6	7	6	26
2	7	7	7	7	28
3	7	7	7	8	29
4	7	6	5	5	23
5	8	7	8	6	29
6	7	7	7	8	29
7	8	7	7	7	29
8	7	8	6	7	28
9	7	7	6	6	26
10	7	7	7	7	28
11	8	8	6	7	29
12	8	6	6	7	27
13	8	7	6	5	26
14	7	6	6	7	26
15	8	7	9	6	30
16	6	7	8	8	29
17	6	7	8	5	26
18	6	8	7	7	28
19	5	6	8	5	24
20	7	8	8	8	31
\bar{X}	7,05	6,95	6,95	6,60	

Fuente: Elaboración propia

En la figura 4.6, se muestran los resultados promedio de la evaluación sensorial, obtenidos en la tabla 4.13 para el atributo aroma.

Figura 4.6: Promedio del atributo aroma para determinar la cantidad de tomillo en queso aromatizado



Fuente: Elaboración propia

Como se observa en la figura 4.6, la muestra Q801 tiene mayor aceptación por los jueces para el atributo aroma con un puntaje de 7,05; en comparación de Q803, Q802 y Q804 que son menores en escala hedónica.

4.4.1.2.1. PRUEBA ESTADÍSTICA DEL ATRIBUTO AROMA PARA DETERMINAR LA CANTIDAD DE TOMILLO EN QUESO AROMATIZADO

En la tabla 4.14, se muestra el análisis de varianza del atributo aroma de los datos extraídos de la tabla 3.B-27 (Anexo 3.B)

Tabla 4.14: Análisis de varianza del atributo aroma para determinar la cantidad de tomillo en queso aromatizado

<i>Fuente de variación (FV)</i>	<i>Suma de cuadrados (SC)</i>	<i>Grados de libertad (GL)</i>	<i>Cuadrados medios (CM)</i>	<i>(Fcal)</i>	<i>(Ftab)</i>
<i>Total</i>	63,99	60			
<i>Tratamientos</i>	2,34	3	0,78	1,10	2,77
<i>Jueces</i>	19,24	19	1,01	1,43	1,79
<i>Error</i>	42,41	57	0,71		

Fuente: Elaboración propia

Como se observa en la tabla 4.14, $F_{cal} < F_{tab}$ ($1,10 < 2,77$) para los tratamientos (muestras). Por lo tanto, se acepta la hipótesis planteada, es decir no existe diferencia significativa de variación entre los promedios de los tratamientos.

Para los jueces, $F_{cal} < F_{tab}$ ($1,43 < 1,79$). Por lo tanto, se acepta la hipótesis planteada, es decir no existe diferencia significativa de variación entre los veinte jueces para un $p < 0,05$.

4.4.1.3. EVALUACIÓN SENSORIAL DEL ATRIBUTO OLOR PARA DETERMINAR LA CANTIDAD DE TOMILLO EN QUESO AROMATIZADO

En la tabla 4.15, se muestran los resultados obtenidos de la tabla 3.B-28 (Anexo 3.B) para el atributo olor, en queso aromatizado.

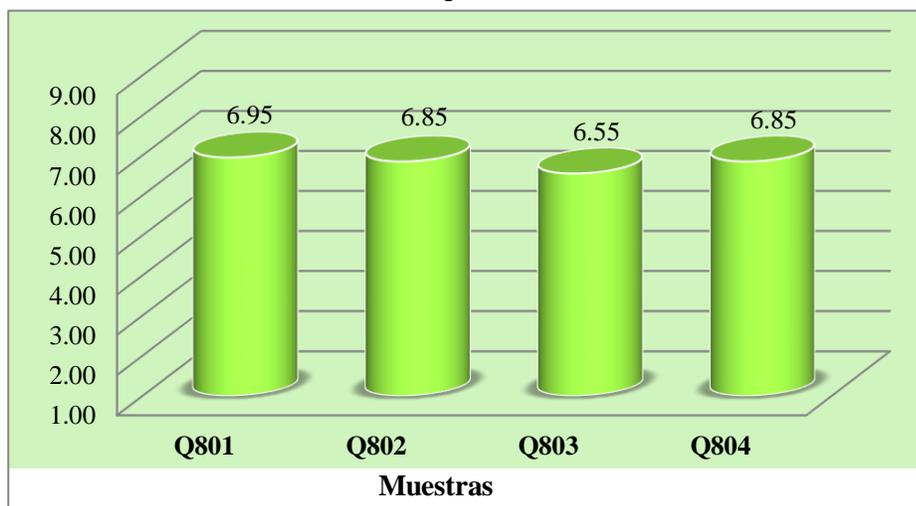
Tabla 4.15: Evaluación sensorial del atributo olor para determinar la cantidad de tomillo en queso aromatizado

Jueces	Muestras (Escala hedónica)				Total Y_i
	Q801	Q802	Q803	Q804	
1	7	6	6	7	26
2	7	7	7	8	29
3	7	6	7	8	28
4	6	5	5	5	21
5	7	7	6	6	26
6	7	8	8	8	31
7	8	6	6	7	27
8	8	7	7	8	30
9	7	8	6	6	27
10	7	7	7	7	28
11	7	7	6	7	27
12	7	6	6	7	26
13	7	8	7	6	28
14	7	6	6	8	27
15	8	7	5	6	26
16	6	7	8	8	29
17	5	8	6	4	23
18	8	6	7	7	28
19	6	7	8	7	28
20	7	8	7	7	29
\bar{X}	6,95	6,85	6,55	6,85	

Fuente: Elaboración propia

En la figura 4.7, se muestran los resultados promedio de la evaluación sensorial, obtenidos en la tabla 4.15 para el atributo olor.

Figura 4.7: Promedio del atributo olor para determinar la cantidad de tomillo en queso aromatizado



Fuente: Elaboración propia

Como se observa en la figura 4.7, la muestra Q801 tiene mayor aceptación por los jueces para el atributo aroma con un puntaje de 6,95; en comparación de Q803, Q804 y Q803 que son menores en escala hedónica.

4.4.1.2.1. PRUEBA ESTADÍSTICA DEL ATRIBUTO OLOR PARA DETERMINAR LA CANTIDAD DE TOMILLO EN QUESO AROMATIZADO

En la tabla 4.16, se muestra el análisis de varianza del atributo olor de los datos extraídos de la tabla 3.B-30 (Anexo 3.B)

Tabla 4.16: Análisis de varianza del atributo olor para determinar la cantidad de tomillo en queso aromatizado

<i>Fuente de variación (FV)</i>	<i>Suma de cuadrados (SC)</i>	<i>Grados de libertad (GL)</i>	<i>Cuadrados medios (CM)</i>	<i>(Fcal)</i>	<i>(Ftab)</i>
Total	64,8	60			
Tratamientos	1,8	3	0,60	0,93	2,77
Jueces	24,3	19	1,28	1,98	1,79
Error	38,7	57	0,64		

Fuente: Elaboración propia

Como se observa en la tabla 4.16, $F_{cal} < F_{tab}$ ($0,93 < 2,77$) para los tratamientos (muestras). Por lo tanto, se acepta la hipótesis planteada, es decir no existe diferencia significativa de variación entre los promedios de los tratamientos.

Para los jueces, $F_{cal} > F_{tab}$ ($1,98 > 1,79$). Por lo tanto, se rechaza la hipótesis planteada, es decir existe diferencia significativa de variación entre los veinte jueces para un $p < 0,05$.

4.5. DETERMINACIÓN DE LA CANTIDAD DE SAL EN QUESO AROMATIZADO

La determinación de sal en queso aromatizado, se ha desarrollado con el objetivo de mejorar el atributo sabor en el queso, tomando en cuenta la muestra Q801 que ha sido elegida en la determinación de la cantidad de tomillo, para ello se ha preparado tres muestras con distintas cantidades de sal. (Q101 muestra al 2,5%); (Q102 muestra al 2,8%); (Q103 muestra al 3%).

Las muestras se presentan a veinte jueces no entrenados, según un test (Anexo 1.C) de escala hedónica.

4.5.1. EVALUACIÓN SENSORIAL PARA DETERMINAR LA CANTIDAD DE CLORURO DE SODIO (SAL) EN QUESO AROMATIZADO CON TOMILLO

Para la determinación de la cantidad de sal en queso aromatizado, se ha preparado tres muestras con distintas cantidades de sal, dichas muestras se presentan a veinte jueces no entrenados, según un test (Anexo 1.C) de escala hedónica de 9 puntos; con el objetivo de evaluar el atributo sabor.

4.5.1.1. EVALUACIÓN SENSORIAL DEL ATRIBUTO SABOR PARA DETERMINAR LA CANTIDAD DE SAL EN QUESO AROMATIZADO

En la tabla 4.17, se muestran los resultados obtenidos de la tabla 3.C-31 (Anexo 3.C) para el atributo sabor, en queso aromatizado.

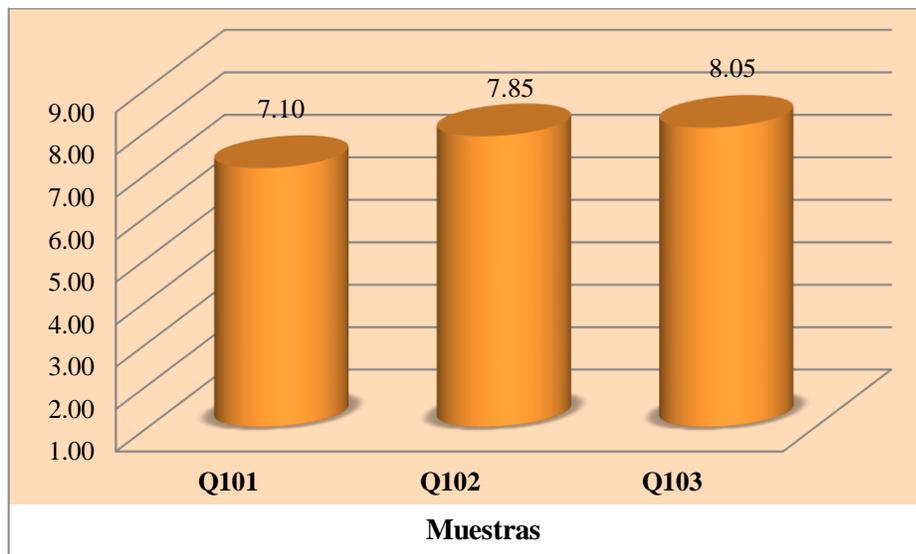
Tabla 4.17: Evaluación sensorial del atributo sabor para determinar la cantidad de sal en queso aromatizado con tomillo

Jueces	Muestras (Escala hedónica)			Total Y_i
	Q101	Q102	Q103	
1	7	8	7	22
2	9	9	8	26
3	8	9	9	26
4	7	9	9	25
5	7	6	8	21
6	7	7	8	22
7	7	7	8	22
8	7	8	8	23
9	7	8	7	22
10	7	9	7	23
11	7	8	9	24
12	8	9	8	25
13	6	7	8	21
14	6	8	9	23
15	8	7	7	22
16	5	6	6	17
17	7	7	9	23
18	8	8	9	25
19	7	8	9	24
20	7	9	8	24
\bar{X}	7,10	7,85	8,05	

Fuente: Elaboración propia

En la figura 4.8, se muestran los resultados promedio de la evaluación sensorial, obtenidos en la tabla 4.17 para el atributo sabor.

Figura 4.8: Promedio del atributo sabor para determinar la cantidad de sal en queso aromatizado



Fuente: Elaboración propia

Como se observa en la figura 4.8, la muestra Q103 tiene mayor aceptación por los jueces para el atributo sabor con un puntaje de 8,05; en comparación de Q102 y Q101 que son menores en escala hedónica.

4.5.1.1.1. PRUEBA DE DUNCAN DEL ATRIBUTO SABOR PARA DETERMINAR LA CANTIDAD DE SAL EN QUESO AROMATIZADO

En la tabla 4.18, se muestran los resultados del análisis estadístico de la prueba de Duncan de los datos extraídos de la tabla 3.C-36 (Anexo 3.C).

Tabla 4.18: Análisis estadístico de Duncan del atributo sabor para determinar la cantidad de sal en queso aromatizado con tomillo

<i>Tratamientos</i>	<i>Análisis de valores</i>			<i>Efectos</i>
Q103 - Q102	0,20	<	0,45	No existe diferencia significativa
Q103 - Q101	0,95	>	0,48	Si existe diferencia significativa
Q102- Q101	0,75	>	0,45	Si existe diferencia significativa

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 4.18, se observa que para el tratamiento (Q103-Q102) no existe evidencia estadística de variación, en comparación de los tratamientos [(Q103-Q101); (Q102-Q101)] sí existe evidencia estadística de variación, es decir existe diferencia significativa de variación, para un límite de confianza del 95% y tomando en cuenta la preferencia de los jueces por la muestra Q103 con un puntaje (8,05) en escala hedónica para el atributo sabor como la mejor opción.

4.6. ANÁLISIS ESTADÍSTICO DEL DISEÑO EXPERIMENTAL

El análisis estadístico del diseño experimental, se ha realizado para determinar el efecto de las variables en la etapa de coagulación para la obtención de queso aromatizado con tomillo, midiendo la variación de la acidez (en % de ácido láctico) según la tabla 4.B-5 (Anexo 4.B).

Las variables que se utilizaron son: cantidad de tomillo al 0.02 % y 0.08 % equivalente a (1-4) g; temperatura (38–42) °C; tiempo (35–45) min.

En la tabla 4.19, se muestra la matriz de resultados de la variable respuesta en la etapa de coagulación para la obtención de queso aromatizado con tomillo, cuyo diseño corresponde a 2³, donde la variable respuesta es la acidez (en % de ácido láctico).

Tabla 4.19: Matriz de resultados de la variable respuesta en la etapa de coagulación para la obtención de queso aromatizado con tomillo

Corridas	Combinaciones	Factores			Réplica I	Réplica II
		C _{TO}	T	t		
1	(1)	-	-	-	4,14	4,32
2	a	+	-	-	4,50	4,50
3	b	-	+	-	3,42	3,06
4	ab	+	+	-	4,68	4,14
5	c	-	-	+	2,70	3,06
6	ac	+	-	+	3,06	3,24
7	bc	-	+	+	3,24	3,60
8	abc	+	+	+	3,78	3,96

Fuente: Elaboración propia

4.6.1. PRUEBA ESTADÍSTICA DEL DISEÑO EXPERIMENTAL EN LA ETAPA DE COAGULACIÓN PARA DETERMINAR LA ACIDEZ DEL QUESO AROMATIZADO

En la tabla 4.20, se muestran los resultados del análisis de varianza del diseño 2^3 para la variable respuesta (acidez en % de ácido láctico) de los datos extraídos de la tabla 4.B-6 (Anexo 4.B)

Tabla 4.20: Análisis de varianza para acidez en queso aromatizado, en la etapa de coagulación

Fuente de variación (FV)	Suma de cuadrados (SS)	Grados de libertad (GL)	Cuadrados medios (CM)	(F _{cal})	(F _{tab})
Total (T)	5,824	15			
Factor (C _{TO})	1,166	1	1,166	24,29	5,32
Factor (T)	$8,1 \times 10^{-3}$	1	$8,1 \times 10^{-3}$	0,17	5,32
Factor (t)	2,341	1	2,341	48,77**	5,32
Interacción (C _{TO} T)	0,292	1	0,292	6,08	5,32
Interacción (C _{TO} t)	0,130	1	0,130	2,71	5,32
Interacción (Tt)	1,369	1	1,369	28,52	5,32
Interacción (C _{TO} Tt)	0,130	1	0,130	2,71	5,32
Error (E)	0,387	8	0,387		

Fuente: Elaboración propia

**Altamente significativo

Como se puede observar en la tabla 4.20, para los factores; factor C_{TO} (cantidad de tomillo), y factor t (tiempo) $F_{cal} > F_{tab}$, por lo tanto se rechaza la H_p es decir existe evidencia estadística de variación de los factores para la etapa de coagulación. Para el factor T (temperatura) $F_{cal} < F_{tab}$, por lo tanto se acepta la H_p es decir no existe evidencia estadística de variación del factor para la etapa de coagulación del proceso de obtención de queso aromatizado para un nivel de confianza del 95%.

En el caso de las interacciones; interacción $C_{TO}T$ (cantidad de tomillo-temperatura) e interacción Tt (Temperatura-tiempo) $F_{cal} > F_{tab}$, por lo tanto se rechaza la H_p es decir existe evidencia estadística de variación de las interacciones para la etapa de coagulación. Para las interacciones; interacción $C_{TO}t$ (cantidad de tomillo-tiempo) e interacción $C_{TO}Tt$ (cantidad de tomillo-temperatura-tiempo) $F_{cal} < F_{tab}$ por lo tanto, se acepta la H_p es decir no existe evidencia estadística de variación de las interacciones para la etapa de coagulación del proceso de obtención de queso aromatizado para un nivel de confianza del 95%. Por lo tanto, se puede decir que los factores que influyen directamente en la etapa de coagulación del proceso de obtención de queso aromatizado con tomillo son: factor C_{TO} (cantidad de tomillo), factor t (tiempo), interacción $C_{TO}T$ (cantidad de tomillo-temperatura) y la interacción Tt (Temperatura-tiempo).

De acuerdo al diseño experimental utilizado en la etapa de coagulación del proceso de obtención de queso aromatizado, se pudo establecer que el factor C_{TO} (cantidad de tomillo) es significativo sobre la variable respuesta (acidez), y el factor t (tiempo) es altamente significativo sobre la variable respuesta, para un nivel de confianza del 95%. Por lo cual, el factor t (tiempo) tiene mayor influencia en la etapa de coagulación del proceso de obtención de queso aromatizado con tomillo.

4.7. CARACTERIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL PRODUCTO FINAL

La caracterización del queso aromatizado con tomillo, se ha realizado tomando en cuenta los siguientes parámetros: físico, fisicoquímico, microbiológico y la evaluación sensorial del producto.

4.7.1. PARÁMETROS FÍSICOS DEL PRODUCTO FINAL

En la tabla 4.21, se muestran los resultados de las propiedades físicas determinadas en el producto final.

Tabla 4.21: Características físicas del queso aromatizado con tomillo

PARÁMETROS	UNIDAD
Peso	500.0 g
Diámetro	14.5 cm

Fuente: Elaboración propia

4.7.2. PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS DEL PRODUCTO FINAL

En la tabla 4.22, se muestran los resultados de algunos parámetros del análisis fisicoquímico del producto final (queso aromatizado con tomillo), que han sido realizados en el Laboratorio de Aguas, Suelos, Alimentos y Análisis Ambiental RIMH (Anexo 5.D).

Tabla 4.22: Características fisicoquímicas del queso aromatizado con tomillo

PARÁMETRO	RESULTADOS	UNIDAD
Humedad	50,70	%
Materia seca	49,30	%
Ceniza (base seca)	5,47	%
Materia grasa (base seca)	10,50	%
Proteína total (base seca)	17,50	%
Acidez (% Ácido láctico)	4,50	%
Carbohidratos (base seca)	4,80	%
Fibra (base seca)	0,00	%
Valor energético (base seca)	183,70	Cal/100 g

Fuente: RIMH, 2016

Como se puede observar en la tabla 4.22, el queso aromatizado con tomillo presenta, un contenido de humedad del 50,70 %, materia seca 49,30 %, materia grasa 10,50 %, proteína total 17,50 %, acidez 4,50 %, carbohidratos 4,80 % y valor energético 183,70 Cal/100 g.

4.7.3. PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS DEL PRODUCTO FINAL

En la tabla 4.23, se muestran los resultados de algunos de los parámetros del análisis microbiológico del producto final (queso aromatizado con tomillo), que han sido realizados en el Laboratorio de Aguas, Suelos, Alimentos y Análisis Ambiental RIMH (Anexo 5.E).

Tabla 4.23: Características microbiológicas del queso aromatizado con tomillo

PARÁMETRO	RESULTADOS	UNIDAD
Bacterias aerobias mesófilas	7,00E+00	UFC/g
Coliformes totales	0,00	NMP/g
Coliformes fecales	0,00	NMP/g
Mohos	2,00E+01	UFC/g
Levaduras	3,00E+02	UFC/g

Fuente: RIMH, 2016

Como se puede observar en la tabla 4.23, el queso aromatizado con tomillo, presenta un contenido en bacterias aerobias mesófilas de 7,00E+00 UFC/g, coliformes totales 0,00 NMP/g, coliformes fecales 0,00 NMP/g, mohos 2,00E+01 UFC/g y levaduras 3,00E+02 UFC/g.

4.7.4. PROPIEDADES ORGANOLÉPTICAS DEL PRODUCTO FINAL

En la tabla 4.24, se muestran los resultados obtenidos de la evaluación sensorial de las propiedades organolépticas del producto final (queso aromatizado con tomillo) dicho producto se presenta a veinte jueces no entrenados, según un test (Anexo 1.D) de escala hedónica de 9 puntos, con el propósito de evaluar los siguientes atributos: sabor, aroma, textura, color y olor.

Los datos son extraídos de la tabla 3.D-37 (Anexo 4.D).

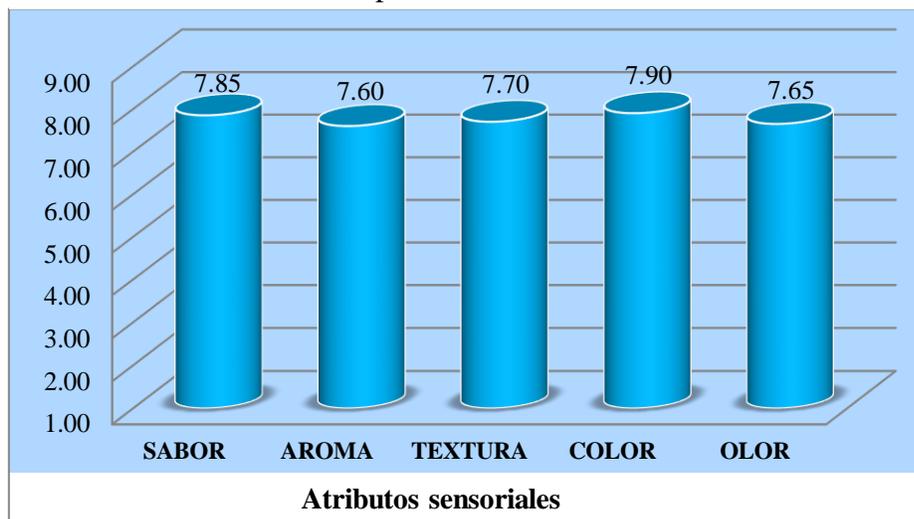
Tabla 4.24: Evaluación sensorial de las propiedades organolépticas del producto final

Jueces	Producto Final Q _F 300					Total Y _i
	Atributos (Escala hedónica)					
	Sabor	Aroma	Textura	Color	Olor	
1	7	7	8	8	8	38
2	9	8	8	8	7	40
3	8	6	7	8	8	37
4	8	8	9	8	8	41
5	8	8	8	9	8	41
6	7	7	8	7	7	36
7	9	9	7	8	8	41
8	8	9	8	9	8	42
9	7	8	8	8	7	38
10	8	7	8	7	8	38
11	7	8	6	8	7	36
12	8	7	8	6	8	37
13	8	7	8	8	6	37
14	7	8	7	8	8	38
15	9	8	8	9	8	42
16	6	6	7	7	7	33
17	9	9	8	9	8	43
18	9	7	8	7	8	39
19	7	8	7	8	8	38
20	8	7	8	8	8	39
\bar{X}	7,85	7,60	7,70	7,90	7,65	

Fuente: Elaboración propia

En la figura 4.9, se muestran los resultados promedio de la evaluación sensorial, con datos obtenidos de la tabla, para los atributos sabor, aroma, textura, color y olor.

Figura 4.9: Promedio de las propiedades organolépticas del producto final



Fuente: elaboración propia

Con se observa en la figura 4.9, los atributos, color con un puntaje de 7,96; sabor con 7,85 y textura con 7,70 tienen mayor aceptación por los jueces; seguido de olor con 7,65 y aroma con 7,60 que son menores en escala hedónica.

4.7.4.1. PRUEBA ESTADÍSTICA DE LAS PROPIEDADES ORGANOLÉPTICAS DEL PRODUCTO FINAL

En la tabla 4.26, se muestra el análisis de varianza de las propiedades organolépticas del producto final de los datos extraídos de la tabla 3.D-39 (Anexo 3.D)

Tabla 4.25: Análisis de varianza de las propiedades organolépticas del producto final

<i>Fuente de variación (FV)</i>	<i>Suma de cuadrados (SC)</i>	<i>Grados de libertad (GL)</i>	<i>Cuadrados medios (CM)</i>	<i>(Fcal)</i>	<i>(Ftab)</i>
Total	57,24	80			
Tratamientos	1,34	4	0,34	0,82	2,53
Jueces	23,24	19	1,22	3,00	1,76
Error	32,66	76	0,41		

Fuente: Elaboración propia

Como se observa en la tabla 4.26, $F_{cal} < F_{tab}$ ($0,82 < 2,53$) para los tratamientos.

Por lo tanto, se acepta la hipótesis planteada, es decir no existe diferencia significativa de variación entre los promedios de los tratamientos (S) Sabor, (A) aroma, (T) textura, (C) color y (O) olor para un nivel de confianza del 95%.

Tomando en cuenta la preferencia de los jueces por (C) color con un puntaje de (7,90) y (S) sabor con un puntaje de (7,85) en escala hedónica.

En el caso de los jueces, como $F_{cal} > F_{tab}$ ($3,00 > 1,76$) se rechaza la hipótesis planteada, es decir existe diferencia significativa de variación entre los veinte jueces para $p < 0.05$

De acuerdo a este análisis sensorial, se puede decir que los atributos color con (7,90) sabor con (7,85) y textura con (7,70) son los más aceptados por los jueces, en comparación de los atributos aroma (6,60) y olor con (6,65) que son menores en escala hedónica.

4.8. BALANCE DE MATERIA Y ENERGÍA EN EL PROCESO DE OBTENCIÓN DE QUESO AROMATIZADO CON TOMILLO

El balance de materia y energía ha sido realizado con la finalidad de contabilizar las entradas y salidas de masa y energía del proceso o de una etapa de éste.

El cálculo de balance de materia y energía en el proceso de obtención de queso aromatizado con tomillo se ha realizado por etapas.

4.8.1. BALANCE DE MATERIA EN EL PROCESO DE OBTENCIÓN DE QUESO AROMATIZADO CON TOMILLO

El balance de materia en el proceso de obtención de queso aromatizado con tomillo, se realizó en las siguientes etapas:

Pasteurización, enfriamiento, aromatización de la leche, coagulación, desuerado, salado, prensado y envasado.

4.8.1.1. BALANCE DE MATERIA EN LA ETAPA DE PASTEURIZACIÓN

En la figura 4.10, se muestra el diagrama de bloque para el balance de materia en la etapa de pasteurización, en base a 7843.2 g de leche entera.

Figura 4.10: Diagrama de bloque en la etapa de pasteurización



Fuente: Elaboración propia

Datos

$m_L = 7843,20\text{g} \sim 7,84\text{ kg}$ (Masa de leche entera)

$m_{LP} = 7605,80\text{ g}$ (Masa de leche pasteurizada)

$m_{Vagua1} = ?$ (Masa de agua evaporada en la etapa de pasteurización)

Balance global de materia en la etapa de pasteurización

$$m_L = m_{LP} + m_{Vagua1}$$

$$m_{Vagua1} = m_L - m_{LP}$$

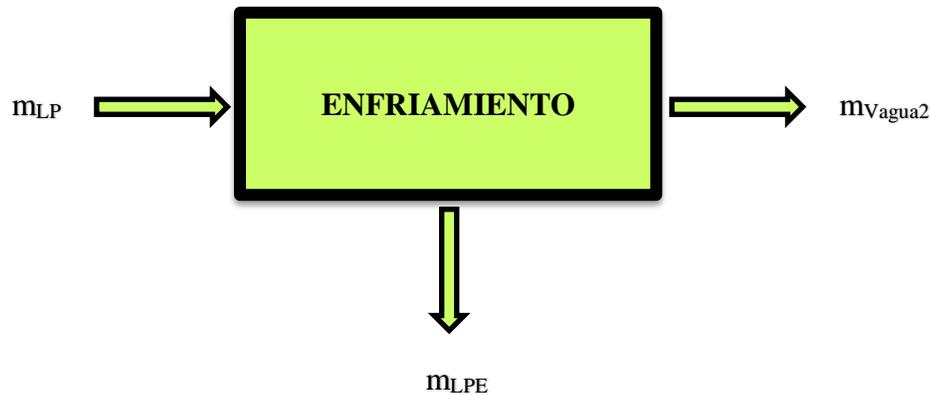
$$m_{Vagua1} = (7843,20 - 7605,80)\text{ g}$$

$$m_{Vagua1} = \mathbf{237,40\text{ g} \sim 0,24\text{ kg}}$$

4.8.1.2. BALANCE DE MATERIA EN LA ETAPA DE ENFRIAMIENTO

En la figura 4.11, se muestra el diagrama de bloque para el balance de materia en la etapa de enfriamiento.

Figura 4.11: Diagrama de bloque en la etapa de enfriamiento



Fuente: Elaboración propia

Datos

$m_{LP} = 7605,80$ g (Masa de leche pasteurizada)

$m_{LPE} = 7602,20$ g (Masa de leche pasteurizada enfriada a 42°C)

$m_{Vagua2} = ?$ (Masa de agua evaporada en el enfriamiento)

Balance global de materia en la etapa de enfriamiento

$$m_{LP} = m_{LPE} + m_{Vagua2}$$

$$m_{Vagua2} = m_{LP} - m_{LPE}$$

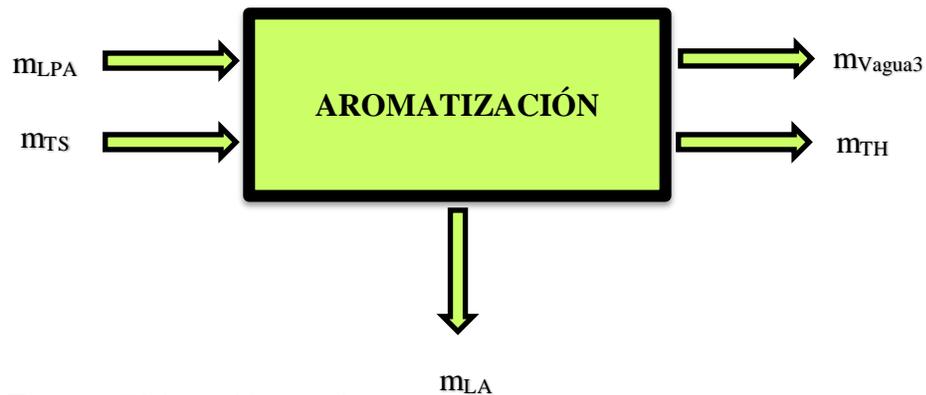
$$m_{Vagua2} = (7605,80 - 7602,20) \text{ g}$$

$$m_{Vagua2} = \mathbf{3,60 \text{ g}}$$

4.8.1.3. BALANCE DE MATERIA EN LA ETAPA DE AROMATIZACIÓN DE LA LECHE

En la figura 4.12, se muestra el diagrama de bloque para el balance de materia en la etapa de aromatización de la leche (Obtención de infusión de tomillo en leche), en base a 412,8 g de leche entera.

Figura 4.12: Diagrama de bloque en la etapa de aromatización de la leche



Fuente: Elaboración propia

Datos

$m_{LPA} = 412,80 \text{ g} \sim 0,41 \text{ kg}$ (Masa de leche entera para aromatización)

$m_{TS} = 1,00 \text{ g}$ (Masa de tomillo seco)

$m_{TH} = 1,72 \text{ g}$ (Masa de tomillo húmedo)

$m_{LA} = 350,90 \text{ g}$ (Masa de leche aromatizada)

$m_{vagua3} = ?$ (Masa de agua evaporada en la aromatización de la leche)

Balance global de materia en la etapa de aromatización de la leche

$$m_L + m_T = m_{LA} + m_{TH} + m_{vagua3}$$

$$m_{vagua3} = m_L + m_{TS} - m_{LA} - m_{TH}$$

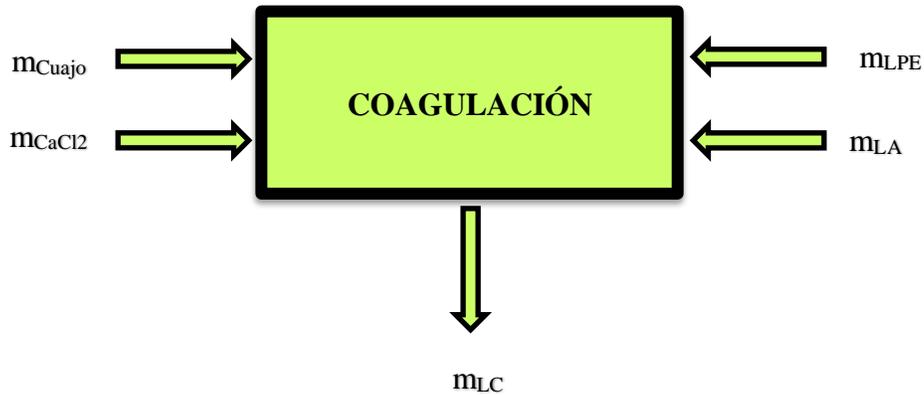
$$m_{vagua3} = (412,80 + 1,00 - 350,90 - 1,72) \text{ g}$$

$$m_{vagua3} = \mathbf{61,20 \text{ g}} \sim 0,06 \text{ kg}$$

4.8.1.4. BALANCE DE MATERIA EN LA ETAPA DE COAGULACIÓN

En la figura 4.13, se muestra el diagrama de bloque para el balance de materia en la etapa de coagulación.

Figura 4.13: Diagrama de bloque en la etapa de coagulación



Fuente: Elaboración propia

Datos

$m_{\text{Cuajo}} = 0,16 \text{ g}$ (Masa del cuajo)

$m_{\text{CaCl}_2} = 1,60 \text{ g}$ (Masa de cloruro de calcio)

$m_{\text{LPE}} = 7602,20 \text{ g}$ (Masa de leche pasteurizada enfriada a 42°C)

$m_{\text{L}_A} = 350,90 \text{ g}$ (Masa de leche aromatizada)

$m_{\text{L}_C} = ?$ (Masa de leche coagulada)

Balance global de materia en la etapa de coagulación

$$m_{\text{Cuajo}} + m_{\text{CaCl}_2} + m_{\text{LPE}} + m_{\text{L}_A} = m_{\text{L}_C}$$

$$m_{\text{L}_C} = m_{\text{Cuajo}} + m_{\text{CaCl}_2} + m_{\text{LPE}} + m_{\text{L}_A}$$

$$m_{\text{L}_C} = (0,16 + 1,60 + 7602,20 + 350,90) \text{ g}$$

$$m_{\text{L}_C} = \mathbf{7954,90 \text{ g}}$$

4.8.1.5. BALANCE DE MATERIA EN LA ETAPA DE DESUERADO

En la figura 4.14, se muestra el diagrama de bloque para el balance de materia en la etapa de desuerado.

Figura 4.14: Diagrama de bloque en la etapa de desuerado



Fuente: Elaboración propia

Datos

$m_{LC} = 7954,90$ g (Masa de leche coagulada)

$m_C = 1502,40$ g ~ 1,50 kg (Masa de la cuajada)

$m_{S1} = ?$ (Masa del suero en la etapa de desuerado)

Balance global de materia en la etapa de desuerado

$$m_{LC} = m_C + m_{S1}$$

$$m_{S1} = m_{LC} - m_C$$

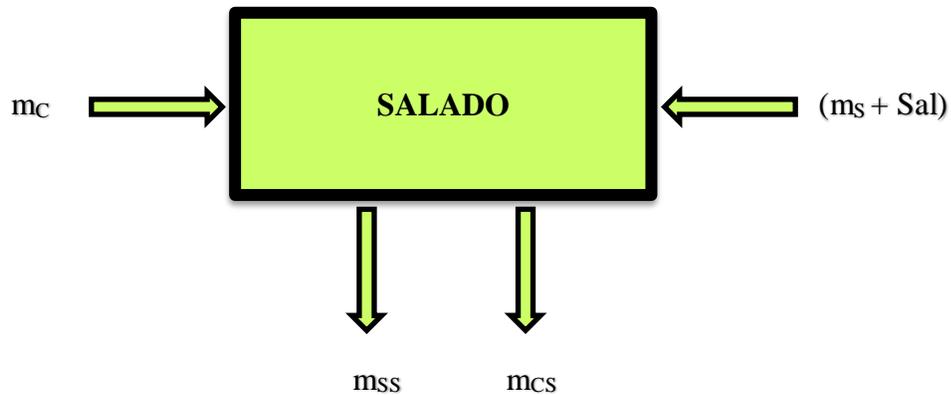
$$m_{S1} = (7954,90 - 1502,40) \text{ g}$$

$$m_{S1} = \mathbf{6452,50 \text{ g}} \sim 6,45 \text{ kg}$$

4.8.1.6. BALANCE DE MATERIA EN LA ETAPA DE SALADO

En la figura 4.15, se muestra el diagrama de bloque para el balance de materia en la etapa de salado.

Figura 4.15: Diagrama de bloque en la etapa de salado



Fuente: Elaboración propia

Datos

$m_C = 1502,40$ g (Masa de la cuajada)

$(m_S + Sal) = 285,70$ g (Masa de suero para salado + sal)

$m_{SS} = 272,11$ g (Masa de suero salado)

$m_{CS} = ?$ (Masa de cuajada salada)

Balance global de materia en la etapa de salado

$$m_C + (m_S + Sal) = m_{SS} + m_{CS}$$

$$m_{CS} = m_C + (m_S + Sal) - m_{SS}$$

$$m_{CS} = (1502,40 + 285,70 - 272,10) \text{ g}$$

$$m_{CS} = \mathbf{1516,10 \text{ g}}$$

4.8.1.7. BALANCE DE MATERIA EN LA ETAPA DE PRENSADO

En la figura 4.16, se muestra el diagrama de bloque para el balance de materia en la etapa de prensado.

Figura 4.16: Diagrama de bloque en la etapa de prensado



Fuente: elaboración propia

Datos

$m_{CS} = 1516,10$ g (Masa de la cuajada salada)

$m_Q = 1019,40$ g (Masa del queso)

$m_{S2} = ?$ (Masa del suero en la etapa de prensado)

Balance global de materia en la etapa de prensado

$$m_{CS} = m_Q + m_{S2}$$

$$m_{S2} = m_{CS} - m_Q$$

$$m_{S2} = (1516,10 - 1019,40) \text{ g}$$

$$m_{S2} = \mathbf{496,70 \text{ g} \sim 0,50 \text{ kg}}$$

Masa total de suero en las etapas de desuerado y prensado del proceso de obtención de queso fresco aromatizado con tomillo

$$m_S = m_{S1} + m_{S2}$$

$$m_S = (6,45 + 0,50) \text{ kg}$$

$$m_S = \mathbf{6,95 \text{ kg}}$$

4.8.1.8. BALANCE DE MATERIA EN LA ETAPA DE ENVASADO

En la figura 4.17, se muestra el diagrama de bloque para el balance de materia en la etapa de envasado.

Figura 4.17: Diagrama de bloque en la etapa de envasado



Fuente: Elaboración propia

Datos

$m_Q = 509,70$ g (Masa del queso)

$m_E = 8,82$ g (Masa del envase)

$m_{QE} = ?$ (Masa de queso envasado)

Balance global de materia en la etapa de envasado

$$m_Q + m_E = m_{QE}$$

$$m_{QE} = m_Q + m_E$$

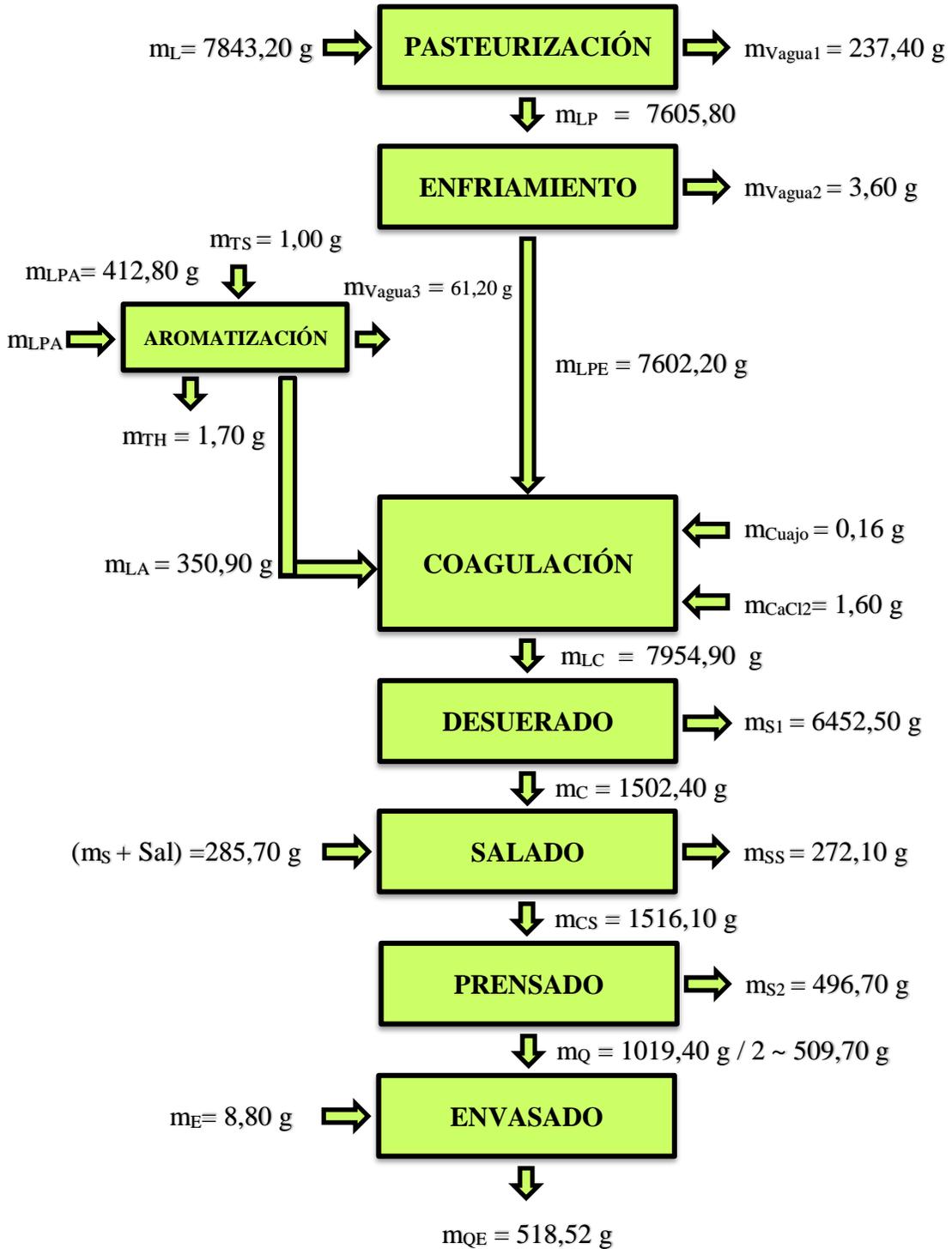
$$m_{QE} = (509,70 + 8,80) \text{ g}$$

$$m_{QE} = \mathbf{518,50 \text{ g}}$$

4.8.1.9. RESUMEN DEL BALANCE DE MATERIA DEL PROCESO DE OBTENCIÓN DE QUESO AROMATIZADO CON TOMILLO

En la figura 4.18, se muestran el resumen de los resultados del balance de materia del proceso de obtención de queso aromatizado.

Figura 4.18: Balance de materia del proceso de obtención de queso fresco aromatizado con tomillo



Fuente: Elaboración propia

4.8.2. BALANCE DE ENERGÍA EN EL PROCESO DE OBTENCIÓN DE QUESO AROMATIZADO CON TOMILLO

El balance de energía en el proceso de obtención de queso aromatizado con tomillo, se realizó en las siguientes etapas:

Pasteurización, aromatización de la leche, tratamiento térmico de la cuajada, prensado y envasado.

Para resolver el balance de energía, según (Barderas, 1994); se tiene las siguientes ecuaciones:

$$Q_T = Q_g + Q_c \quad \text{Ecuación (4.1)}$$

$$Q = m C_p \Delta T \quad \text{Ecuación (4.2)}$$

$$Q = m * \lambda \quad \text{Ecuación (4.3)}$$

Dónde:

Q_T = Calor total

Q_g = Calor ganado

Q_c = Calor cedido

m = Masa

C_p = Calor específico

ΔT = Diferencia de temperatura

λ = Calor latente de vaporización

4.8.2.1. BALANCE DE ENERGÍA EN LA ETAPA DE PASTEURIZACIÓN

Para resolver el balance de energía en la etapa de pasteurización, se utiliza las ecuaciones (4.1); (4.2) y (4.3).

Desarrollando la ecuación (4.2), para calcular el calor del recipiente se obtiene:

$$Q_R = m_R * C_p * (T_f - T_i) \quad \text{Ecuación (4.2.1)}$$

Datos

$m_R = 2,32$ kg (Masa del recipiente de acero inoxidable)

$C_p = 0,50$ kJ/ kg °K (Calor específico del acero inoxidable)

$T_i = 24^\circ\text{C} \sim 297$ °K (Temperatura inicial del recipiente en la pasteurización)

$T_f = 72^\circ\text{C} \sim 345$ °K (Temperatura final del recipiente en la pasteurización)

Reemplazando los datos en la ecuación (4.2.1) se tiene:

$$Q_R = m_R * C_p * (T_f - T_i)$$

$Q_R = (2,32 * 0,50)$ kJ/ °K (345 – 297) °K

$Q_R = 58,68$ kJ ~ 14,02 kcal (Calor del recipiente para la etapa de pasteurización)

Desarrollando la ecuación (4.2), para calcular el calor de la leche se obtiene:

$$Q_L = m_L * C_p * (T_f - T_i) \quad \text{Ecuación (4.2.2)}$$

Datos

$m_L = 7,84$ kg (Masa de la leche entera)

$C_p = 3,89$ kJ/ kg °K (Calor específico de la leche entera)

$T_i = 24^\circ\text{C} \sim 297$ °K (Temperatura inicial de la leche en la pasteurización)

$T_f = 72^\circ\text{C} \sim 345$ °K (Temperatura final de la leche en la pasteurización)

Reemplazando los datos en la ecuación (4.2.2) se tiene:

$$Q_L = m_L * C_p * (T_f - T_i)$$

$$Q_L = (7,84 * 3,89) \text{ kJ/ } ^\circ\text{K} (345 - 297) ^\circ\text{K}$$

$$Q_L = \mathbf{1463,88 \text{ kJ}} \sim 349,64 \text{ kcal} \text{ (Calor de la leche en la etapa de pasteurización)}$$

Desarrollando la ecuación (4.3), para calcular el calor de evaporación se obtiene:

$$Q_{\text{Evaporación}} = m_{\text{V}_{\text{agua1}}} * \lambda_V \quad \text{Ecuación (4.3.1)}$$

Datos

$$m_{\text{V}_{\text{agua1}}} = 0,24 \text{ kg (Masa de agua evaporada en la etapa de pasteurización)}$$

$$\lambda_V = 2257,06 \text{ kJ/kg (Calor latente de vaporización)}$$

Reemplazando los datos en la ecuación (4.2.3) se tiene:

$$Q_{\text{Evaporación}} = m_{\text{V}_{\text{agua1}}} * \lambda_V$$

$$Q_{\text{Evaporación}} = (0,24 * 2257,06) \text{ kJ}$$

$$Q_{\text{Evaporación}} = \mathbf{541,69 \text{ kJ}} \sim 129,38 \text{ kcal} \text{ (Calor de evaporación en la pasteurización)}$$

Calor total en la etapa de pasteurización

$$Q_{TP} = Q_{\text{Recipiente}} + Q_{\text{Leche}} + Q_{\text{Evaporación}} \quad \text{Ecuación (4.1.1)}$$

Reemplazando los datos en la ecuación (4.1.1) se tiene:

$$Q_{TP} = (58,68 + 1463,88 + 541,69) \text{ kJ}$$

$$Q_{TP} = \mathbf{2064,25 \text{ kJ}} \sim 493,04 \text{ kcal} \text{ (Calor total en la etapa de pasteurización)}$$

4.8.2.2. BALANCE DE ENERGÍA EN LA ETAPA DE AROMATIZACIÓN DE LA LECHE

Para resolver el balance de energía en la etapa de aromatización de la leche, se utiliza las ecuaciones (4.1); (4.2) y (4.3).

Desarrollando la ecuación (4.2), para calcular el calor del recipiente se obtiene:

$$Q_R = m_R * C_p * (T_f - T_i) \quad \text{Ecuación (4.2.1)}$$

Datos

$m_R = 2,32$ kg (Masa del recipiente de acero inoxidable)

$C_p = 0,50$ kJ/ kg °K (Calor específico del acero inoxidable)

$T_i = 24^\circ\text{C} \sim 297$ °K (Temperatura inicial del recipiente en la aromatización)

$T_f = 75^\circ\text{C} \sim 348$ °K (Temperatura final del recipiente en la aromatización)

Reemplazando los datos en la ecuación (4.2.1) se tiene:

$$Q_R = m_R * C_p * (T_f - T_i)$$

$$Q_R = (2,32 * 0,50) \text{ kJ/ } ^\circ\text{K} (348 - 297) ^\circ\text{K}$$

$$Q_R = \mathbf{59,16 \text{ kJ}} \sim 14,13 \text{ kcal} \quad (\text{Calor del recipiente en la aromatización de la leche})$$

Desarrollando la ecuación (4.2), para calcular el calor de la leche se obtiene:

$$Q_L = m_L * C_p * (T_f - T_i) \quad \text{Ecuación (4.2.2)}$$

Datos

$m_L = 0,41$ kg (Masa de la leche para aromatización)

$C_p = 3,89$ kJ/ kg °K (Calor específico de la leche)

$T_i = 24^\circ\text{C} \sim 297$ °K (Temperatura inicial de la leche en la etapa de aromatización)

$T_f = 75^\circ\text{C} \sim 348$ °K (Temperatura final de la leche en la etapa de aromatización)

Reemplazando los datos en la ecuación (4.2.2) se tiene:

$$Q_L = m_L * C_p * (T_f - T_i)$$

$$Q_L = (0,41 * 3,89) (348 - 297)$$

$Q_L = 81,33$ kJ $\sim 19,43$ kcal (Calor de la leche en la etapa de aromatización)

Desarrollando la ecuación (4.3), para calcular el calor de evaporación se obtiene:

$$Q_{\text{Evaporación}} = m_{V_{\text{agua3}}} * \lambda_V \quad \text{Ecuación (4.3.1)}$$

Datos

$m_{V_{\text{agua}}} = 0,06$ kg (Masa de agua evaporada en la etapa de aromatización)

$\lambda_v = 2257,06$ kJ/kg (Calor latente de vaporización)

Reemplazando los datos en la ecuación (4.2.3) se tiene:

$$Q_{\text{Evaporación}} = m_{V_{\text{agua3}}} * \lambda_V$$

$$Q_{\text{Evaporación}} = (0,06 * 2257,06) \text{ kJ}$$

$Q_{\text{Evaporación}} = 135,42$ kJ $\sim 32,34$ kcal (Calor de evaporación en la aromatización)

Calor total en la etapa de aromatización de la leche

$$Q_{TA} = Q_{Recipiente} + Q_{Leche} + Q_{Evaporación} \quad \text{Ecuación (4.1.2)}$$

Reemplazando los datos en la ecuación (4.1.1) se tiene:

$$Q_{TA} = (59,16 + 81,33 + 135,42) \text{ kJ}$$

$$Q_{TA} = \mathbf{275,91 \text{ kJ}} \sim 65.90 \text{ kcal} \quad (\text{Calor total en la etapa de aromatización de la leche})$$

4.8.2.3. BALANCE DE ENERGÍA EN LA ETAPA DE TRATAMIENTO TÉRMICO DE LA CUAJADA

Para resolver el balance de energía en la etapa de tratamiento térmico de la cuajada, se utiliza las ecuaciones (4.1); (4.2).

Desarrollando la ecuación (4.2), para calcular el calor del recipiente se obtiene:

$$Q_R = m_R * C_p * (T_f - T_i) \quad \text{Ecuación (4.2.1)}$$

Datos

$m_R = 2,32 \text{ kg}$ (Masa del recipiente de acero inoxidable)

$C_p = 0,50 \text{ kJ/ kg } ^\circ\text{K}$ (Calor específico del acero inoxidable)

$T_i = 42^\circ\text{C} \sim 315 \text{ }^\circ\text{K}$ (Temperatura inicial del recipiente en el tratamiento térmico de la cuajada)

$T_f = 45^\circ\text{C} \sim 318 \text{ }^\circ\text{K}$ (Temperatura final del recipiente en el tratamiento térmico de la cuajada)

Reemplazando los datos en la ecuación (4.2.1) se tiene:

$$Q_R = m_R * C_p * (T_f - T_i)$$

$$Q_R = (2,32 * 0,50) \text{ kJ/ } ^\circ\text{K} (318 - 315) ^\circ\text{K}$$

$Q_R = 3,48 \text{ kJ} \sim 0,83 \text{ kcal}$ (Calor del recipiente en el tratamiento térmico de la cuajada)

Desarrollando la ecuación (4.2), para calcular el calor de la cuajada se obtiene:

$$Q_C = m_C * C_p * (T_f - T_i) \quad \text{Ecuación (4.2.3)}$$

Datos

$m_C = 1,50 \text{ kg}$ (Masa de la cuajada)

$C_p = 2,69 \text{ kJ/ kg } ^\circ\text{K}$ (Calor específico de la cuajada)

$T_i = 42^\circ\text{C} \sim 315 ^\circ\text{K}$ (Temperatura inicial de la cuajada)

$T_f = 45^\circ\text{C} \sim 318 ^\circ\text{K}$ (Temperatura final de la cuajada)

Reemplazando los datos en la ecuación (4.2.3) se tiene:

$$Q_C = m_C * C_p * (T_f - T_i)$$

$$Q_C = (1,50 * 2,69) \text{ kJ/ } ^\circ\text{K} (318 - 315) ^\circ\text{K}$$

$Q_C = 12,10 \text{ kJ} \sim 2,89 \text{ kcal}$ (Calor de la cuajada en el tratamiento térmico)

Desarrollando la ecuación (4.2), para calcular el calor del suero se obtiene:

$$Q_S = m_S * C_p * (T_f - T_i) \quad \text{Ecuación (4.2.4)}$$

Datos

$m_S = 6,95 \text{ kg}$ (Masa total del suero de las etapas de desuerado y prensado)

$C_p = 4,02 \text{ kJ/ kg } ^\circ\text{K}$ (Calor específico del suero)

$T_i = 42^\circ\text{C} \sim 315 ^\circ\text{K}$ (Temperatura inicial del suero)

$T_f = 45^\circ\text{C} \sim 318 ^\circ\text{K}$ (Temperatura final del suero)

Reemplazando los datos en la ecuación (4.2.4) se tiene:

$$Q_S = m_S * C_S * (T_f - T_i)$$

$$Q_S = (6,95 * 4,02) \text{ kJ/ } ^\circ\text{K} (318 - 315) ^\circ\text{K}$$

$$Q_S = \mathbf{83,82 \text{ kJ}} \sim 20,01 \text{ kcal} \text{ (Calor del suero en el tratamiento térmico de la cuajada)}$$

Calor total en la etapa de tratamiento térmico de la cuajada

$$Q_{TTC} = Q_{Recipiente} + Q_{Cuajada} + Q_{Suero} \quad \text{Ecuación (4.1.3)}$$

Reemplazando los datos en la ecuación (4.1.2) se tiene:

$$Q_{TTC} = (3,48 + 12,10 + 83,82) \text{ kJ}$$

$$Q_{TTC} = \mathbf{99,40 \text{ kJ}} \sim 23,74 \text{ kcal} \text{ (Calor total en la etapa de tratamiento térmico de la cuajada)}$$

4.8.2.4. BALANCE DE ENERGÍA EN LA ETAPA DE PRENSADO

Para resolver el balance de energía en la etapa de prensado, según (Barderas, 1994); se tiene la siguiente ecuación:

$$\theta = Q/P \quad \text{Ecuación (4.4)}$$

Despejando Q, se obtiene:

$$Q_{TPrensado} = \theta * P \quad \text{Ecuación (4.4.1)}$$

Datos

$$\theta = 2700,00 \text{ seg (Tiempo de uso de la prensa)}$$

$$P = 2,20 \text{ kJ/seg (Potencia de la prensa)}$$

Reemplazando los datos se tiene:

$$Q_{TPrensado} = \theta * P$$

$$Q_{TPrensado} = (2700,00 \text{ seg} * 2,20 \text{ kJ/seg})$$

$$Q_{TPrensado} = \mathbf{5940 \text{ kJ}} \sim 1418,74 \text{ kcal (Calor total en la etapa de prensado)}$$

4.8.2.5. BALANCE DE ENERGÍA EN LA ETAPA DE ENVASADO

Para resolver el balance de energía en la etapa de envasado, según (Barderas, 1994); se tiene la siguiente ecuación:

$$\theta = Q/P$$

Despejando Q, se obtiene:

$$Q_{TE} = \theta * P$$

Datos

$$\theta = 0,32 \text{ seg (Tiempo de uso de la envasadora al vacío)}$$

$$P = 0,75 \text{ kJ/seg (Potencia de la envasadora al vacío)}$$

Reemplazando los datos se tiene:

$$Q_{TE} = \theta * P$$

$$Q_{TE} = (0,32 \text{ seg} * 0,75 \text{ kJ/seg})$$

$$Q_{TE} = \mathbf{24,00 \text{ kJ}} \sim 5,73 \text{ kcal (Calor total necesario en la etapa de envasado)}$$

Calor total necesario en el proceso de obtención de queso fresco aromatizado con tomillo

$$Q_T = Q_{TP} + Q_{TA} + Q_{TTC} + Q_{TPrensado} + Q_{TE} \quad \text{Ecuación (4.1.4)}$$

Reemplazando los datos en la ecuación 4.1.4, se tiene:

$$Q_T = 2064,25 \text{ kJ} + 275,91 \text{ kJ} + 99,4 \text{ kJ} + 5940 \text{ kJ} + 24 \text{ kJ}$$

$$Q_T = \mathbf{8403,56 \text{ kJ}} \sim 2007,16 \text{ kcal}$$

Siendo (Q_T), la cantidad total de calor empleado para obtener 1019,4 g de queso fresco aromatizado con tomillo.

5.1. CONCLUSIONES

Según los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación se concluye lo siguiente:

- Los resultados obtenidos del análisis fisicoquímico de la leche de vaca, indica que tiene un contenido de proteína del 3.46 %, materia grasa 4,2 %, calcio 1314 mg/kg, y sólidos totales 13.69 %.
- Los resultados obtenidos del análisis microbiológico de la leche de vaca, indica que tiene un contenido en bacterias aerobias mesófilas de $1,5 \times 10^4$ UFC/ml, coliformes totales $1,6 \times 10^2$ UFC/ml, coliformes temoresistentes $3,2 \times 10^1$ UFC/ml, Escherichia coli < 3 UFC/ml, Staphylococo aureus < 10 UFC/ml y salmonella ausencia.
- Según el diseño experimental realizado en la etapa de coagulación del proceso de obtención de queso aromatizado con tomillo, se pudo establecer que el factor C_{TO} (cantidad de tomillo) es significativo sobre la variable respuesta (acidez), y el factor t (tiempo) es altamente significativo sobre la variable respuesta, para un nivel de confianza del 95%. Por lo cual, el factor t (tiempo) tiene mayor influencia en la etapa de coagulación del proceso de obtención de queso aromatizado con tomillo.
- Realizada la evaluación sensorial para determinar los atributos sensoriales en queso aromatizado con tomillo, en la fase inicial del trabajo de investigación, se determina a la muestra Q8 como la mejor opción, la misma obtuvo un puntaje en escala hedónica de (7,25) para el atributo sabor, (6,85) para el atributo aroma y (7,40) para el atributo textura. De acuerdo al análisis estadístico realizado para los atributos sabor, aroma y textura se puede constatar que “sí existe evidencia estadística de variación entre los tratamientos” para $p < 0,05$.

- Realizada la evaluación sensorial para determinar la cantidad de tomillo en queso aromatizado, se determina a la muestra Q801 (con 0.02 % de tomillo) como la mejor opción, la misma que obtuvo el puntaje más alto en los atributos evaluados, con un puntaje en escala hedónica de (7,45) para el atributo sabor, (7,05) para el atributo aroma y (6,95) para el atributo olor. Según el análisis estadístico realizado se pudo constatar que “no existe evidencia estadística de variación entre los tratamientos” para $p < 0,05$.
- Realizada la evaluación para determinar la cantidad de cloruro de sodio (sal) en queso aromatizado con tomillo, se determina a la muestra Q103 (al 3 % de sal) como la muestra elegida, la cual obtuvo un puntaje en escala hedónica de (8,05) para el atributo sabor. De acuerdo al análisis estadístico se pudo verificar que “sí existe evidencia estadística de variación entre los tratamientos” para $p < 0,05$.
- Los resultados obtenidos del análisis fisicoquímico del producto final, muestra que el producto presenta un contenido de humedad del 50,70 %, materia seca 49,30 %, materia grasa 10,50 %, proteína total 17,50 %, acidez 4,50 %, carbohidratos 4,80 % y valor energético 183,70 Cal/100 g.
- Los resultados obtenidos del análisis microbiológico del producto final, muestra que el producto presenta un contenido en bacterias aerobias mesófilas de 7,00 UFC/g, coliformes totales 0,00 NMP/g, coliformes fecales 0,00 NMP/g, mohos $2,0 \times 10^1$ UFC/g y levaduras $3,0 \times 10^2$ UFC/g.
- Realizada la evaluación sensorial en el producto final (queso aromatizado con tomillo), se determina que los atributos más aceptados son; color con (7,90) y sabor con (7,85), seguidos del atributo textura con (7,7), olor con (6,65) y aroma con (7,6) en escala hedónica. Según el análisis estadístico

realizado se pudo constatar que “no existe diferencia significativa de variación entre los tratamientos” para $p < 0,05$.

5.2. RECOMENDACIONES

Realizado el trabajo de investigación se puede recomendar lo siguiente:

- Utilizar equipos y utensilios de acero inoxidable para evitar la contaminación del queso aromatizado con tomillo durante su proceso de elaboración.
- En la etapa de pasteurización de la leche del proceso de obtención de queso aromatizado, se recomienda no emplear temperaturas muy elevadas, es decir no mayor a 72°C , porque a mayor temperatura precipita casi todo el calcio de la leche y con la adición de cloruro de calcio no se repone en su totalidad el calcio precipitado, dificultando la coagulación de la leche.
- Envasar al vacío, con la finalidad de prolongar la vida útil del producto, protegerlo contra la contaminación externa y conservar sus propiedades organolépticas.
- El queso es una excelente fuente de nutrición, ya que contiene proteínas, grasas, vitaminas y minerales, es por eso que se recomienda incluirlo en la dieta.
- No emplear dosis muy elevadas de tomillo es decir no mayor de 0,08% porque dosis mayores a ésta, da lugar a la aparición de sabor amargo en el queso.
- Realizar un trabajo de investigación sobre la utilización de tomillo en la aromatización de quesos madurados.