

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS
AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES
CARRERA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

**“INCIDENCIA DEL CONTENIDO DE GRASA DE LA LECHE DE
VACA, DOSIS DEL PROBIÓTICO (*Lactobacillus casei* - 01) Y
TEMPERATURA DE INOCULACIÓN DEL CULTIVO EN LA
ELABORACIÓN DE QUESO FRESCO”**

Tesis previa a la obtención del Título de:

INGENIERO AGROINDUSTRIAL

AUTORES:

Carranco Ortiz Luis Bolívar

Rodríguez Cabascango Jorge Rubén

DIRECTOR:

Ingeniero Ángel Satama

Ibarra-Ecuador

2015

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

AUTORIZACIÓN DE USO Y DE PUBLICACIÓN

A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

I. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

La Universidad Técnica del Norte dentro del proyecto Repositorio Digital Institucional, determinó la necesidad de disponer de textos completos en formato digital con la finalidad de apoyar los procesos de investigación, docencia y extensión de la Universidad.

Por medio del presente documento dejamos sentada nuestra voluntad de participar en este proyecto, para lo cual ponemos a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO 1

CÉDULA DE IDENTIDAD:	1002238291
APELLIDOS Y NOMBRES:	Carranco Ortiz Luis Bolívar
DIRECCIÓN:	Calle Santa María y Av. Natalia Jarrín S/N
EMAIL:	lobocaor@hotmail.com
TELÉFONO FIJO 022364665	TELÉFONO MÓVIL 0995878893

DATOS DE CONTACTO 2

CÉDULA DE IDENTIDAD:	1714956982
APELLIDOS Y NOMBRES:	Rodríguez Cabascango Jorge Rubén
DIRECCIÓN:	Calle Restauración y Av. Córdova Galarza S/N. Cayambe-Ecuador
EMAIL:	jrodriguez80@gmail.com
TELÉFONO FIJO 022110286	TELÉFONO MÓVIL 0995670043

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

AUTORIZACIÓN DE USO Y DE PUBLICACIÓN

A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

La Universidad Técnica del Norte dentro del proyecto Repositorio Digital Institucional, determinó la necesidad de disponer de textos completos en formato digital con la finalidad de apoyar los procesos de investigación, docencia y extensión de la Universidad.

Por medio del presente documento dejamos sentada nuestra voluntad de participar en este proyecto, para lo cual ponemos a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO 1

CÉDULA DE IDENTIDAD:	1002238291
APELLIDOS Y NOMBRES:	Carranco Ortiz Luis Bolívar
DIRECCIÓN:	Calle Santa María y Av. Natalia Jarrín S/N
EMAIL:	lobocaor@hotmail.com
TELÉFONO FIJO	022364665
TELÉFONO MÓVIL	0995878893

DATOS DE CONTACTO 2

CÉDULA DE IDENTIDAD:	1714956982
APELLIDOS Y NOMBRES:	Rodríguez Cabascango Jorge Rubén
DIRECCIÓN:	Calle Restauración y Av. Córdova Galarza S/N. Cayambe-Ecuador
EMAIL:	jrodriguez80@gmail.com
TELÉFONO FIJO	022110286
TELÉFONO MÓVIL	0995670043

DATOS DE LA OBRA

TÍTULO	INCIDENCIA DEL CONTENIDO DE GRASA DE LA LECHE DE VACA, DOSIS DEL PROBIÓTICO (<i>Lactobacillus casei</i> - 01) Y TEMPERATURA DE INOCULACIÓN DEL CULTIVO EN LA ELABORACIÓN DE QUESO FRESCO
AUTOR(ES)	Carranco Ortiz Luis Bolívar Rodríguez Cabascango Jorge Rubén
FECHA:	2015 – 05 – 15
SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO	
PROGRAMA:	PREGRADO
TÍTULO POR EL QUE OPTA	Ingeniero Agroindustrial
DIRECTOR	Ing. Ángel Satama

2. AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD


Nosotros, **Luis Bolívar Carranco Ortiz**, con cédula de identidad Nro. **1002238291**, y **Jorge Rubén Rodríguez Cabascango**, con cédula de identidad Nro. **1714956982**, en calidad de autores y titulares de los derechos patrimoniales de la obra o trabajo de grado descrito anteriormente, hacemos entrega del ejemplar respectivo en forma digital y autorizamos a la Universidad Técnica del Norte, la publicación de la obra en el Repertorio Digital Institucional y uso del archivo digital en la Biblioteca de la Universidad con fines académicos, para ampliar la disponibilidad del material y como apoyo a la educación, investigación y extensión; en concordancia con la Ley de Educación Superior Artículo 144.

3. CONSTANCIAS

Los autores manifiestan que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto la obra es original y que son los titulares de los derechos patrimoniales, por lo que asumen la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrán en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, 15 de Mayo del 2015

LOS AUTORES:



Luis Carranco

C.C:1002238291



Jorge Rodríguez

C.C:1714956982

ACEPTACIÓN:




JEFE DE BIBLIOTECA

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE GRADO
A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

Nosotros, **Luis Bolívar Carranco Ortiz**, con cédula de identidad Nro. **1002238291**, y **Jorge Rubén Rodríguez Cabascango**, con cédula de identidad Nro. **1714956982**, manifestamos nuestra voluntad de ceder a la Universidad Técnica del Norte los derechos patrimoniales consagrados en la Ley de Propiedad Intelectual del Ecuador, artículo 4,5 y 6, en calidad de autores de la obra o trabajo de grado denominado: **INCIDENCIA DEL CONTENIDO DE GRASA DE LA LECHE DE VACA, DOSIS DEL PROBIÓTICO (*Lactobacillus casei* - 01) Y TEMPERATURA DE INOCULACIÓN DEL CULTIVO EN LA ELABORACIÓN DE QUESO FRESCO**, que ha sido desarrollado para optar por el título de: **Ingeniero Agroindustrial en la Universidad Técnica del Norte**, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente. En nuestra condición de autores nos reservamos los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia suscribimos este documento en el momento que hacemos entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Técnica del Norte.

Ibarra, a los 15 días del mes de Mayo del 2015


Luis Bolívar Carranco Ortiz
C.C: 1002238291


Jorge Rubén Rodríguez Cabascango
C.C: 1714956982

DEDICATORIA

*A Jehová Dios, por darme la vida y poder,
para culminar el presente trabajo de tesis.*

A mi madre y hermana por su apoyo.

*A mi esposa e hijo que son mi motivación
y razón de vivir.*

Luis C.

*A Dios, por permitirme empezar y
culminar el presente trabajo de tesis.*

*A mis padres por el amor y apoyo
brindado en cada decisión tomada en
mi vida.*

*A mi esposa e hijos quienes han sido la
inspiración y fortaleza para cumplir
con los objetivos que me he propuesto.*

Jorge

AGRADECIMIENTO

Agradecemos a la Universidad Técnica del Norte, Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales, Escuela de Ingeniería Agroindustrial y a las Unidades Productivas por el aporte y desarrollo de conocimientos científicos.

A nuestros profesores en especial a la Dra. Lucía Yépez por su valiosa colaboración y tiempo brindado en el desarrollo y finalización de este trabajo de grado.

Al Ing. Ángel Satama por su participación como director en la realización de esta investigación.

A los Asesores, Ing. Carlos Paredes, Ing. Gladys Yaguana y Dra. Lucía Yépez por el seguimiento y recomendaciones dadas para la adecuada culminación de la presente tesis.

Los Autores.

RESUMEN

El estudio se realizó con la finalidad de probar la incidencia del contenido de grasa de la leche de vaca, dosis del probiótico (*Lactobacillus casei -01*) y temperatura de inoculación del cultivo en la elaboración de queso fresco.

La leche utilizada fue adquirida en el Centro de Acopio Campo Hermoso de la comunidad de Paquiestancia perteneciente al cantón Cayambe. La materia prima fue suministrada por pequeños ganaderos que realizan buenas prácticas agropecuarias para la obtención de leche cruda de calidad. El cloruro de sodio, cloruro de calcio y el *Lactobacillus casei-01* se obtuvo en Descalzi S.A., ubicada en la ciudad de Quito. El ensayo se lo realizó en la empresa Productos Lácteos “Don Torito” ubicada en la parroquia Ayora del cantón Cayambe, provincia de Pichincha.

Fue necesario realizar el análisis básico de control de calidad de la leche, tomando en cuenta los porcentajes de grasa de 3 y 3,6%. En la elaboración del queso también se consideró tres cantidades diferentes de fermento (*Lactobacillus casei-01*: 1g, 2g y 3g/50 l); y, tres temperaturas distintas (35, 40 y 45°C) para la adición del cultivo, en el que se evaluó la cantidad de microorganismos presentes, indispensable para otorgar la característica probiótica al producto final.

Por cada tratamiento se utilizaron 50 litros de leche, con lo que se obtuvo 15 quesos de 500g cada uno; de los cuales se analizaron 9 como unidad experimental.

En el presente proyecto se aplicó el Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA) con Arreglo Factorial $A \times B \times C + 1$, con un total de 18 tratamientos y dos repeticiones más el testigo. Las pruebas aplicadas fueron la de Tukey al 5% para tratamientos, DMS al 5% para factores, Friedman al 5% y 1% para variables no paramétricas, y las interacciones fueron graficadas.

En cuanto a los resultados obtenidos se observó que a los 0 días el tratamiento con 3,6 % de grasa y 3g de *Lactobacillus casei* -01 presenta significación estadística, debido a una mayor cantidad de microorganismos que se desarrollaron durante el proceso de incubación, como se lo constató en los resultados del análisis microbiológico. A los 15 días, el análisis estadístico realizado, no presentó significancias estadísticas, debido a la inhibición parcial de crecimiento microbiológico del *Lactobacillus casei* 01. Por el proceso se da lugar a que el queso con probiótico sea igual que el queso fresco, en relación a la cantidad de UFC; sin embargo, como producto del panel sensorial se determinó que existe preferencia por los quesos adicionados el probiótico ya que ofrecen mejores características organolépticas que un queso fresco elaborado de manera usual.

Como conclusión se acepta la hipótesis: “El queso con probiótico a obtener utilizando el *Lactobacillus casei* -01 con incidencia del porcentaje de grasa y temperatura de inoculación del cultivo, presenta características organolépticas y microbiológicas mejores que las del queso fresco elaborado únicamente con cuajo, mediante análisis sensorial y microbiológico”.

ÍNDICE GENERAL

CONTENIDO	PÁGINA
1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Antecedentes.....	1
1.2 Problema.....	2
1.4 Objetivos.....	5
1.4.1 <i>Objetivo General</i>	5
1.4.2 <i>Objetivos Específicos</i>	5
1.5 Hipótesis.....	6
2. MARCO TEÓRICO	7
2.1 La Leche	7
2.1.1 <i>Generalidades</i>	7
2.1.2 <i>Definiciones</i>	7
2.1.3 <i>Fases</i>	8
2.1.4 <i>Componentes</i>	8
2.1.4.1 <i>Materia grasa</i>	9
2.1.4.1.1 <i>Composición</i>	10
2.1.4.1.2 <i>Incidencia de la grasa en las características organolépticas y físicas de la leche</i>	10
2.1.5 <i>Microbiología</i>	13
2.1.5.1 <i>Grupos de microorganismos</i>	13
2.2 El queso	17
2.2.1 <i>Definición</i>	17
2.2.2 <i>Aporte nutricional</i>	18
2.2.3 <i>Materias primas</i>	19
2.2.3.1 <i>Leche</i>	19
2.2.3.2 <i>Enzimas Coagulantes</i>	21
2.2.3.3 <i>Cultivos Iniciadores</i>	23
2.2.3.4 <i>Cloruro de Calcio</i>	24
2.2.3.5 <i>Nitratos</i>	24

2.2.3.6 Ácidos Orgánicos	25
2.2.3.7 Sal (cloruro de sodio).....	25
2.2.3.8 Colorantes	25
2.2.4 Principios para la elaboración de quesos.....	26
2.2.4.1 Recepción de Materia Prima.....	26
2.2.4.2 Estandarización	26
2.2.4.3 Pasteurización	27
2.2.4.4 Maduración de la leche (Pre-maduración).....	28
2.2.4.5 Coagulación	28
2.2.4.5.1 Factores que Afectan la Coagulación Ácida.....	29
2.2.4.5.2 Factores que Afectan la Coagulación Enzimática	30
2.2.4.6 Corte de la Cuajada	30
2.2.4.7 Cocción y Agitación de la Cuajada.....	31
2.2.4.7.1 Factores que intervienen en el desuerado y en los procesos microbiológicos que se desarrollan en la cuajada	32
2.2.4.8 Desuerado.....	33
2.2.4.9 Moldeado	33
2.2.4.10 Prensado.....	33
2.2.4.11 Salado	34
2.2.4.12 Maduración y almacenamiento	35
2.2.4.12.1 Agentes que Intervienen en la Maduración.....	36
2.2.4.12.2 Factores que afectan la maduración	37
2.2.4.13 Empacado	38
2.2.5 Clasificación.....	38
2.3. Probióticos.....	40
2.3.1. Descripción.....	41
2.3.2. Características	42
2.3.3. Mecanismos de acción.....	42
2.3.4. Efectos saludables	43
2.3.4.1. Mejora en la digestibilidad de los alimentos.....	43
2.3.4.2. Influencia sobre la anatomía y la fisiología del segmento digestivo	44
2.3.4.3 Efectos terapéuticos.....	45

2.3.5. Elementos que contienen los alimentos probióticos.....	46
2.4 <i>Lactobacillus casei-01</i>	47
2.4.1 Descripción.....	47
2.4.2 Beneficios	48
2.4.3. Aplicación.....	48
2.4.4 Disponibilidad	48
2.4.5 Almacenamiento y caducidad.....	48
2.4.6 Modo de empleo	48
3. MATERIALES Y MÉTODOS.....	49
3.1. Características del área de estudio.....	49
3.2. Materiales para la investigación	49
3.2.1. Materias primas e insumos.....	49
3.2.3. Materiales y Equipo	50
3.2.4. Material y Equipo de Oficina	50
3.3. Factores en estudio para la elaboración de queso fresco con características probióticas	50
3.3.1. Tratamientos para el estudio.....	51
3.3.2. Diseño experimental para la elaboración del queso fresco con características probióticas	52
3.3.3. Características del experimento	52
3.3.4. Esquema del Análisis de Varianza para la elaboración de un queso fresco con características probióticas	53
3.3.5. Análisis funcional	53
3.4. Manejo específico del experimento.....	54
3.4.1. Proceso tecnológico de elaboración del queso fresco con <i>Lactobacillus casei-01</i> ..	54
3.4.1.1. Recepción y análisis de la materia prima	55
3.4.1.2. Filtración de la leche.....	55
3.4.1.3. Estandarización.....	56
3.4.1.4. Pasteurización	56
3.4.1.5. Enfriamiento	56
3.4.1.6. Adición del cultivo <i>Lactobacillus Casei-01</i>	56
3.4.1.7. Coagulación	57
3.4.1.8. Corte de la cuajada	57

3.4.1.9. <i>Batido</i>	58
3.4.1.10. <i>Desuerado</i>	58
3.4.1.11. <i>Moldeado</i>	58
3.4.1.12. <i>Prensado</i>	59
3.4.1.13. <i>Salado</i>	59
3.4.1.14. <i>Escurrido</i>	60
3.4.1.15. <i>Empacado</i>	60
3.5. Análisis en el producto terminado.....	60
3.5.1. <i>Cantidad de microorganismos</i>	60
3.5.2. <i>Método de evaluación sensorial</i>	60
4. RESULTADOS Y DISCUSIONES	61
4.1. Cantidad de microorganismos probióticos en el queso fresco a los 0 días de elaborado	61
4.2 Cantidad de microorganismos probióticos en el queso fresco a los 15 días de elaborado	63
4.3. Análisis organoléptico.....	66
4.3.1. <i>Color, olor, sabor, textura y aceptabilidad del producto a los 0 días</i>	66
4.3.2. <i>Color, olor, sabor, textura y aceptabilidad del producto a los 15 días</i>	70
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	75
5.1. Conclusiones.....	75
5.2. Recomendaciones.....	77
6. BIBLIOGRAFÍA.....	79
7. ANEXOS.....	81

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes

Los productos lácteos, entre ellos el queso, son alimentos con proteínas de alto valor biológico que contienen todos los aminoácidos esenciales para el organismo. Para cada una de las etapas de la vida los lácteos ofrecen beneficios vitales para la nutrición y el desarrollo del cuerpo humano.

La elaboración de quesos consiste en la fermentación, cuajado, desuerado y maduración de la leche, proceso en el que participan diversos elementos biológicos y químicos; por lo que, la calidad de la leche es primordial para obtener un buen queso.

El valor nutritivo del queso depende del proceso de elaboración, de la materia prima y de la maduración, en el cual se ve sometido a varias fermentaciones (incluida la láctica), y a su transformación en masa que provoca la reducción de su peso, conforme avanza la curación.

El queso como alimento es muy completo gracias a su contenido en proteínas, lípidos y minerales como el fósforo y el calcio (sobre todo los de pasta dura); y buena parte de las vitaminas de la leche fresca, así como numerosas vitaminas de los grupos A, B y C. Concretamente, los quesos de pasta blanca y, especialmente, los que incluyen hongos internos, son ricos en vitamina B.

Considerando que las personas buscan continuamente obtener alimentos que ofrezcan mayores beneficios nutricionales, se ha visto la necesidad de incorporar a los lácteos ciertos aditivos que les den las características más allá que las cotidianas como son las probióticas.

Los probióticos son microorganismos vivos que al ser ingeridos trabajan directamente sobre la flora bacteriana del tracto digestivo como bioterapéuticos, bioprotectores o bioprolifáticos mitigando el apareamiento de enfermedades gastrointestinales en las personas.

1.2 Problema

En la última década el estilo de vida de las personas en la mayor parte de países desarrollados y en vías de desarrollo se ha ido deteriorando paulatinamente a causa del estrés laboral y una mala alimentación desembocando en enfermedades que en algunos casos resultan incurables, buena parte de la población presenta problemas en el sistema digestivo, con consecuencias fatales como el apareamiento de cáncer de colon.

En el Ecuador existe poco desarrollo en la producción de comestibles funcionales por parte de la empresa alimenticia. Considerando que la industria láctea aporta con un buen porcentaje de alimentos a la población ésta no ha generado nuevos productos en su línea con características probióticas, en parte por desconocimiento sobre la utilización de estos microorganismos principalmente en la elaboración de quesos como una alternativa de consumo. Sin duda alguna las personas se están limitando de los beneficios funcionales que brindaría este probiótico.

Esto repercute significativamente en aquellas zonas donde su economía gira alrededor de la producción de leche y por ende, sus derivados como el queso, por no ofrecer alternativas a los productos tradicionales que existen en el mercado, dando lugar a que las empresas no diversifiquen su gama de productos y se vean cohibidas de crecer al no mejorar sus ventas y utilidades.

1.3 Justificación e Importancia

Los productos lácteos juegan un papel importante en la dieta diaria de una persona. Por lo que al ser consumidos de forma continua aportarán una gran cantidad de nutrientes, calcio y proteínas.

En la niñez, los lácteos aportan el calcio necesario para el desarrollo y el fortalecimiento de los huesos. En las mujeres, durante la menopausia, el consumo de lácteos disminuye la pérdida de densidad mineral ósea que se presenta al desaparecer el periodo menstrual. Para los adultos mayores el consumo de lácteos fortalece la alimentación diaria por sus excelentes propiedades nutritivas.

El hecho de que en la actualidad sea un común el adolecer de enfermedades gástricas ha dado pauta para que las empresas alimenticias busquen alternativas en la elaboración de alimentos funcionales para mitigar este tipo de enfermedades.

En el Ecuador existe poco desarrollo en la producción de queso fresco con características probióticas, por lo que esta investigación dio paso para que las empresas que se encuentran en esta línea consideren que el conocimiento del uso de probióticos en la elaboración de este tipo de alimento es necesario para presentar al consumidor un producto con mayores beneficios que no son sólo los de nutrir a una persona sino el de conservar su buen estado de salud.

Esto ayudará a que se diversifiquen las áreas de producción en una misma empresa, la cual tenga como visión y misión mejorar y ofrecer productos diferentes al mercado así como

crear nuevas plazas de trabajo recayendo en un beneficio colectivo, tanto para el empresario como para el consumidor.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo General

- Determinar la influencia del contenido de grasa, dosis de probiótico (*Lactobacillus casei-01*) y temperatura de inoculación en la elaboración de queso fresco para considerarse como alimento funcional.

1.4.2 Objetivos Específicos

- Determinar la cantidad (g) de *Lactobacillus casei-01* adecuada a utilizar en el proceso de elaboración del queso fresco.
- Determinar la cantidad de *Lactobacillus casei-01* en el queso, a 0 y 15 días de elaborado.
- Determinar la cantidad de grasa apropiada de la leche en la elaboración del queso con probiótico.
- Determinar la temperatura de inoculación del probiótico apropiada en el proceso de elaboración del queso con probiótico.
- Evaluar la calidad organoléptica del queso con probiótico (*Lactobacillus casei-01*), en comparación con un queso fresco sin probiótico.

1.5 Hipótesis

Hi: $X1 = X2$

- El queso con probiótico a obtener utilizando el *Lactobacillus casei -01* con incidencia del porcentaje de grasa y temperatura de inoculación del cultivo, presenta características organolépticas y microbiológicas mejores a la del queso fresco elaborado únicamente con cuajo, mediante análisis sensorial y microbiológico.

Ho: $X1 \neq X2$

- El queso con probiótico a obtener utilizando el *Lactobacillus casei -01* con incidencia del porcentaje de grasa y temperatura de inoculación del cultivo, no presenta características organolépticas y microbiológicas mejores a la del queso fresco elaborado únicamente con cuajo, mediante análisis sensorial y microbiológico.

2. MARCO TEÓRICO

2.1 La Leche

2.1.1 Generalidades

El término leche se refiere al producto proveniente de los mamíferos y para las diferentes especies, se nombra con la designación de la hembra productora “leche de vaca”, “leche de cabra”, “leche de oveja” (Villegas, 2004).

La leche es un producto alimenticio de alto poder nutricional. Su significado en la naturaleza consiste en asegurar la alimentación del joven organismo después del nacimiento (Alais, 1985).

La leche que ha tenido un mayor estudio es la de vaca, por lo que su importancia nutricional y económica en los pueblos ha sido relevante (Villegas, 2004). Más que cualquier otro alimento la leche es una materia prima muy versátil; por lo que, un amplio rango de productos alimenticios pueden ser producidos a partir de la leche entera o empleando diversos sistemas de fraccionamiento.

2.1.2 Definiciones

Definición biológica. La leche es el producto secretado por los mamíferos hembras para la alimentación de sus crías durante las primeras etapas de su nacimiento.

Definición legal. La leche es el producto íntegro y fresco de la ordeña completa que procede de una o más vacas bien alimentadas, sanas y en reposo, exento de calostro y que cumpla con las características físicas, químicas y bacteriológicas que establece el código sanitario local.

Definición tecnológica. La leche es un sistema fluido muy complejo en el cual coexisten tres subsistemas fisicoquímicos bien definidos, en equilibrio dinámico, a saber: una emulsión aceite-agua (o/w), una suspensión coloidal proteica y una solución verdadera (Villegas, 2004, p. 26).

2.1.3 Fases

La leche tiene una naturaleza multifásica, siendo necesario conocerla para transformarla en sus diferentes derivados, mediante la alteración o separación de las tres fases que la componen:

- **Fase acuosa.** Es una solución que contiene agua, lactosa, sales minerales (fosfatos), iones (Cl, Na, K, SO₄), vitaminas hidrosolubles, compuestos orgánicos solubles (aminoácidos), elementos metálicos traza (Co, Mo).
- **Fase de suspensión coloidal proteica.** Comprende las micelas de caseína, de forma esferoidal y que contienen principalmente material inorgánico fosfocálcico. En esta fase no se incluyen las proteínas solubles o seroproteínas (beta-lactoglobulina y alfa-lactoalbúmina) por su tamaño mucho menor que el de las micelas caseínicas, por lo que se las considera a menudo en la fase acuosa.
- **Fase grasa.** Está compuesta por partículas esferoidales, formadas por triglicéridos y otros lípidos como mono y diglicéridos, esteroides, tocoferoles, vitaminas liposolubles (Villegas, 2004).

2.1.4 Componentes

La leche de un animal se compone principalmente de agua (80 a 90%) en la que se encuentran disueltas o en suspensión las proteínas, lactosa (azúcar de la leche), minerales y vitaminas hidrosolubles. La grasa de la leche está en emulsión y se encuentra distribuida en el líquido a manera de glóbulos minúsculos que pueden unirse a otros formando una capa de crema cuando la leche fresca se deja en reposo (Villegas, 2004).

El aspecto lechoso se debe principalmente a las proteínas y sales de calcio disueltas. El color amarillo-crema se debe a la presencia de caroteno, un pigmento amarillo anaranjado que se convierte en vitamina A (Retinol) en el organismo.

Las proteínas de la leche son la caseína y las contenidas en el suero, principalmente, alfa lactoalbúmina y beta lactoalbúmina.

- En síntesis, dentro de los componentes importantes de la leche (Cuadro 2.1) se tiene:
- Glúcidos
- Lípidos y sustancias asociadas a la materia grasa
- Prótidos y sustancias nitrogenadas diversas
- Sales
- Enzimas y vitaminas (Alais, 1985).

2.1.4.1 Materia grasa

La grasa tiene implicaciones tecnológicas como en la fabricación de natas y mantequillas, así como a nivel nutricional. Siendo la leche y la nata ejemplos de emulsiones de grasa en agua. La leche posee 30-40g/l de materia grasa, que la convierte en el segundo componente mayoritario, tras la lactosa. Los lípidos de la leche se los denomina grasa de la leche, ya que se comportan como un sólido a temperatura ambiente.

La materia grasa tiene forma de pequeños glóbulos esféricos emulsionados entre 2 y 10 μm de diámetro, tamaño que varía dependiendo de factores como la especie y la raza. Por ejemplo, el porcentaje de glóbulos grasos de diámetro menores a 3 μm es mayor en la leche de cabra que en la de vaca, lo que facilita su digestión ya que son más accesibles para la lipasa gástrica (Gil, 2010).

La grasa de la leche o grasa butírica representa cerca de un 3.7%. Esta se funde a la temperatura corporal lo que permite su fácil digestión aportando vitaminas como la A y D (Castro, 2010).

La grasa contribuye al aroma del queso, aumenta el rendimiento quesero, mejora la consistencia e impide la excesiva concentración de la caseína (Dilanjan, 1970).

2.1.4.1.1 Composición

La materia grasa está formada por lípidos y por una fracción insaponificable:

- Lípidos representan un 99% de la materia grasa. Constituidos en un 98% por triglicéridos junto a otros lípidos simples, como monoglicéridos y diglicéridos y ésteres de colesterol. También existen pequeñas cantidades de lípidos complejos, como los fosfolípidos y las lecitinas, que actúan como emulgentes naturales (Gil 2010).

La estabilidad de esta fracción depende de la integridad de los glóbulos, por lo que cualquier alteración en la membrana de éstos altera el equilibrio del sistema. De aquí que para estabilizar el sistema se procede a la homogenización de la leche. La consecuencia de esta acción industrial es obtener una leche más blanca, opaca y más viscosa, mejorándose a la vez la digestibilidad de la grasa y la caseína (Mendoza, 2010; Calvo, 2010).

- Fracción insaponificable representa el 1% de la materia grasa y agrupa aquellas sustancias que no reaccionan con el NaOH o el KOH para dar jabones. Entre ellas destacan el colesterol, las vitaminas liposolubles A, D y pigmentos como carotenoides y xantofilas (Gil, 2010).

2.1.4.1.2 Incidencia de la grasa en las características organolépticas y físicas de la leche

- **Aspecto:** La leche fresca es de color blanco aporcelanada, presenta una cierta coloración crema cuando es muy rica en grasa. La leche descremada o muy pobre en contenido graso presenta un blanco con ligero tinte azulado (María, 2009).

- **Olor:** Leche fresca casi no tiene un olor característico, pero debido a la presencia de grasa, la leche conserva con mucha facilidad los olores de ambiente o de los recipientes en los que se guarda (Gonzales, 2010).
- **Densidad:** Varía entre los valores dados según sea la composición de la leche, pues depende de la combinación de densidades de sus componentes, que son los siguientes:
 - Agua: 1.000 g/cm³.
 - Grasa: 0.931 g/cm³.
 - Proteínas: 1.346 g/cm³.
 - Lactosa: 1.666 g/cm³.
 - Minerales: 5.500 g/cm³(Gonzales, 2010).
- **Viscosidad:** La leche es más viscosa que el agua, debido a la grasa en emulsión y a las proteínas que contiene (Gonzales, 2010).

Cuadro 1. Composición típica y propiedades físicas de la leche de vaca

	Composición		Estado físico de los componentes
	gramos por litro		
Agua.....	905		Agua libre (disolvente) + agua ligada (3,7%)
Glúcidos: lactosa.....	49		Solución
Lípidos.....	35		
Materia grasa propiamente dicha		34	Emulsión de los glóbulos grasos (3 a 5 micras)
Lecitina (fosfolípidos).....		0,5	
Parte insaponificable (esteroles, carotenos, tocoferoles).....		0,5	
Prótidos.....	34		Suspensión micelar de fosfocaseinato de cal (0,08 a 0,12 micras)
Caseína.....		27	
Prótidos "solubles" (globulinas, albúminas).....		5,5	Solución (coloidal)
Sustancias nitrogenadas no proteicas.....		1,5	Solución (verdadera)
Sales.....	9		Solución o estado coloidal (P y Ca)
del ácido cítrico (en ácido)		2	(Sales de K, Ca, Na, Mg, etc.)
del ácido fosfórico (P2H5)		2,6	
del ácido clorhídrico (NaCl)		1,7	
Componentes diversos..... (vitaminas, enzimas, gases disueltos)	trazas		
Extracto seco (total).....	127		
Extracto seco desengrasado.....		92	

PROPIEDADES FÍSICAS

		Conductibilidad eléctrica, mohos	45x10-4
		Tensión superficial (dinas/cm/15°)	53
Densidad de la leche completa	1,032	Viscosidad absoluta (15°)	0,0212-0,354
Densidad de la leche descremada	1,036	Viscosidad relativa (específica)	1,6-2,15
Densidad de la materia grasa	0,94	índice de refracción	1,35
Poder calórico (por litro), calorías	700	Punto de congelación	-0,55°
Ph	6,6-6,8	Calor específico	0,93

Fuente: Alais , 1970, Ciencia de la Leche, p. 36.

2.1.5 Microbiología

La leche de una ubre sana, antes de ser ordeñada no contiene microorganismos. La carga microbiana es el resultado de una microflora proveniente del medio exterior por la manipulación de la leche o por una multiplicación dependiendo de la velocidad de crecimiento de los microorganismos, de la temperatura de la leche y del tiempo.

Las bacterias que se encuentran en la parte terminal interna del pezón dan lugar a la flora original de la leche cruda, por esta razón, la leche cruda es considerada como un “producto vivo” debido a la cantidad de microorganismos que posee. La microflora láctea tiene importancia a nivel social, tecnológico y económico ya que está involucrada en:

- La conservación de la leche (fluida, cruda o pasteurizada) determinando su vida de anaquel.
- La generación o transmisión de enfermedades en los consumidores.
- La impartición de las características sensoriales deseables en los productos derivados.
- La transformación de la leche en derivados, con diferente grado y tipo de fermentación (leches fermentadas y quesos).

2.1.5.1 Grupos de microorganismos

Por la actividad e importancia en la tecnología de la leche se pueden considerar a cuatro grupos:

- **Bacterias**, forman parte de la flora natural de la leche y su cantidad depende de las condiciones de manejo e higiene con que se obtiene el producto.

Entre los tipos de flora se tiene: la láctica que constituye la mayor parte de la flora total de la leche cruda, encontrándose microorganismos de los géneros *Lactococcus*, *Streptococcus*, *Leuconostoc* y *Lactobacillus* que se involucran en los procesos de transformación de la leche que tienen como base la fermentación láctica. La bacteria butírica es originaria del suelo, siendo transportada en forma de esporas por distintos medios hacia la leche cruda para su contaminación, esta flora está constituida por bacilos esporulados anaerobios del género *Clostridium*, que fermentan el lactato proveniente de la fermentación láctica y producen ácido butírico ($\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{COOH}$), ácido acético (CH_3COOH) y gas (CO_2 y H_2), principalmente. La flora psicrótrofa que actúa a temperaturas inferiores a 10°C y está formada por bacilos gramnegativos, aerobios de los géneros *Pseudomonas*, *Alcaligenes*, *Acinetobacter*, *Flavobacterium* y *Bacillus* que son los responsables de originar defectos organolépticos en el producto como rancidez o amargor. La flora coliforme compuesta por microorganismos de origen fecal pertenecientes a la familia *Enterobacteriaceae* que tienen como propiedad fermentar la lactosa ($\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$), producir gas (CO_2 y H_2) y ácidos como el láctico ($\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OCOOH}$) y acético (CH_3COOH) (Villegas 2004).

Cuadro 2. Principales géneros de bacterias halladas en leche cruda, frecuente u ocasionalmente.

<i>Morfología</i>		<i>Familia</i>	<i>Género</i>	
Cocos grampositivos		Micrococcaceae	Micrococcus Staphylococcus	
		Streptococcaceae	Streptococcus Leuconostoc	Bacterias Lácticas (BAL)
Bacilos grampositivos	No esporulados	Lactobacillaceae	Lactobacillus	
		Brevibacteriaceae	Brevibacterium Microbacterium	
		Actinomycetaceae	Bifidobacterium Corynebacterium Listeria	
		Mycobacteriaceae	Mycobacterium Campylobacter Coxiella Propionibacterium	
	Esporulados	Bacillaceae	Bacillus Clostridium	
Bacilos gramnegativos		Pseudomonadaceae	Pseudomonas Alcaligenes Acinetobacter Flavobacterium Aeromonas	
			Parvobacteriaceae	Pasteurella Brucella
		Enterobacteriaceae	Escherichia Citrobacter Klebsiella Enterobacter	Coliformes
			Serratia Proteus Salmonella Shigella Yersinia	

Fuente: Tecnología Quesera, 1999, p. 63.

- **Levaduras**, que pueden ser de tipo no esporulantes, pertenecientes al género *Cándida* conocidas como *Torula lactosa* y *T. cremoris* que producen gas y poco o nada alcohol. En las condiciones habituales no se manifiestan en la leche: excepcionalmente son causa de la “leche espumosa”. Mientras que las levaduras esporulantes como el *Saccharomyces fragilis* y el *S. lactis* fermentan la lactosa con producción de alcohol, un ejemplo de leche ácido-alcohólica es el kéfir en el que se encuentra una variedad de *S. fragilis* llamada *Torula kéfir*. Las levaduras son menos frecuentes que las bacterias en la leche, se las encuentra en leche cruda producida en malas condiciones higiénicas y se las observa en las cortezas de quesos en proceso de maduración y en la pasta de quesos frescos elaborados con leche cruda (Alais, 1985).
- **Mohos**, no tienen importancia práctica en la leche líquida generalmente se encuentran en la superficie de mantequillas enmohecidas, cremas mal conservadas e incluso en la corteza de quesos semiduros y duros como el Cheddar. El descuido en la humedad relativa y temperatura en procesos de maduración de quesos dan lugar al apareamiento de este tipo de microorganismos, que en algunos casos son deseables como en la producción de los quesos Roquefort (Alais, 1985).
- **Virus**, su tamaño es de menos 0,2 micras y están formados por una membrana proteica que contiene ácido nucleico, son parásitos obligados de cepas de bacterias que constituyen los cultivos lácticos y en algunos casos son considerados como agentes patógenos, por ejemplo el virus de la hepatitis (Villegas, 2004).

El crecimiento de los microorganismos se realiza por fases, iniciando por proliferación logarítmica exponencial, seguido de estacionaria máxima cero, declinación negativa (muerte) y terminando con latencia cero (Brooks, 2014).

La fase de declinación negativa es considerada la muerte de los microorganismos. Para una célula microbiana, la muerte significa la pérdida irreversible de su potencial reproductivo

(desarrollo y división): esto puede darse por falta de nutrientes o por acción de sustancias bactericidas (Brooks, 2014).

2.2 El queso

2.2.1 Definición

El queso es un producto alimenticio sólido o semisólido que se obtiene separando los componentes sólidos de la leche. Cuanto más suero se extrae más compacto es el queso. El queso se elabora desde tiempos prehistóricos a partir de la leche de diferentes mamíferos, incluidos los camellos y los alces. Hoy en día, sin embargo, la mayoría de los quesos son de leche de vaca, a pesar del incremento que ha experimentado en los últimos años la producción de quesos de cabra y oveja.

“Los quesos son una forma de conservación de los dos componentes insolubles de la leche: la caseína y la materia grasa. Se obtienen por la coagulación de la leche seguida del desuerado, en el curso del cual el lactosuero se separa de la cuajada” (Alaís, 1998, p. 478).

“De acuerdo con Davies (1965) el queso es el producto resultante de la coagulación de la leche de ciertos mamíferos mediante la renina (presente en el cuajo) o enzimas similares; en presencia del ácido láctico producido por microorganismos agregados o propios de la leche, del cual se elimina una parte de la humedad por el corte de la cuajada, calentamiento y/o prensado. A continuación el moldeado, prensado, afinado y su conservación en condiciones convenientes” (Villegas, 2004, p.143).

Es un elemento importante en la dieta de casi todas las sociedades porque es nutritivo, natural, fácil de producir en cualquier entorno, desde el desierto hasta el polo, y permite el consumo de leche en momentos en que no se puede obtener.

Desde el punto de vista físico-químico, el queso se define como un sistema tridimensional tipo gel, formado básicamente por la caseína integrada en un complejo caseinato-fosfato cálcico, el cual por coagulación engloba glóbulos de grasa, agua, lactosa, albúminas, globulinas, minerales, vitaminas y otras sustancias menores de la leche, las cuales permanecen adsorbidas en el sistema o se mantienen retenidas en la fase acuosa.

2.2.2 Aporte nutricional

El queso tiene un alto aporte nutritivo por lo que se lo considera esencial dentro de una dieta. En su contenido nutricional se destacan las vitaminas A, D, B2 y B12, que protegen de las infecciones, cuidan la piel, mejoran la cicatrización y permiten el buen funcionamiento del sistema nervioso y cardiovascular. Su contenido de proteínas de alto valor biológico apoya a formar, reparar y mantener los tejidos del cuerpo y su contenido de calcio y fósforo ayuda a la formación y crecimiento de los huesos. Es necesario indicar que más del 95% de la grasa es digerible e incluso el moho y las bacterias que contienen ciertos tipos de quesos pueden actuar en favor a la flora intestinal. Los componentes y valores nutricionales constan en el Cuadro 3.

Cuadro 3. Información nutricional del queso fresco

INFORMACIÓN NUTRICIONAL

Tamaño por porción 1 pieza (30g)

Cantidad por porción Calorías 158 Calorías de grasa 126

Valor diario

Grasa total 14g	22%
Grasa saturada 8g	40%
Colesterol 30mg	10%
Sodio 500mg	21%
Proteínas 8g	16%
Vitamina A	7%
Calcio	20%

Carbohidratos totales menos de 1g

Basado en una dieta de 2000 calorías

Fuente: Imbago, S. 2005. Uso de la proteína de soya en la elaboración de queso fresco, p.17.

2.2.3 Materias primas

Las materias primas que se utilizan en la elaboración de quesos y los procesos básicos utilizados para la transformación de la leche en queso son:

2.2.3.1 Leche

Materia prima principal para la elaboración de quesos. Una leche de buena calidad asegura la obtención de quesos de buena calidad.

Debe asegurarse que la misma cumpla con los siguientes requisitos:

Buena calidad físico-química y microbiológica. Existen factores que afectan la coagulación de la leche que están ligados a su composición (cantidad de proteínas solubles, balance salino, pH). La carga microbiana por razones obvias afecta la calidad sanitaria, la inocuidad del queso y la vida útil del mismo.

Libre de inhibidores como detergentes, cloro y antibióticos, especialmente en la elaboración de quesos con la utilización de cultivos lácticos. Debe recordarse la influencia sobre la salud pública de dichos residuos.

No debe ser almacenada por largos periodos, preferiblemente debe ser fresca. El almacenamiento prolongado de la leche a temperaturas de refrigeración produce cambios en el balance salino y reducción del tamaño de la micela de caseína por un aumento de la cantidad de caseína soluble (β -caseína), paralelamente aumenta el grado de hidratación de la micela, todo lo cual se traduce en problemas para la coagulación enzimática de la leche.

La mayoría de estos efectos pueden corregirse si la leche se mantiene por 30 minutos a una temperatura de 30-36°C antes de la coagulación. Otro efecto, quizás más perjudicial es el crecimiento de bacterias psicrófilas las cuales en su mayoría tienen la capacidad de producir enzimas lipolíticas y proteolíticas capaces de soportar temperaturas de pasteurización y que alteran los componentes de la leche causando bajas en el rendimiento y alteración de las características organolépticas de los quesos.

Para Villegas (2004) el papel de los diferentes componentes de la leche en el queso, son:

- Agua: favorece el crecimiento microbiano y por lo tanto la maduración, afecta la textura, el rendimiento e influye en la vida comercial.
- Grasa: influye en la textura, sabor, rendimiento y color de los quesos.
- Lactosa: influye en el desuerado, textura, sabor y maduración.
- Caseína: influye en el rendimiento, sabor y olor de los quesos.
- Proteínas del Suero: contribuyen con el valor nutritivo y la maduración. Pueden afectar la coagulación.
- Minerales: participan en la coagulación, influyen en el desuerado y textura de la cuajada (Villegas, 2004).

2.2.3.2 *Enzimas Coagulantes*

En los quesos elaborados mediante coagulación enzimática o mixta, las enzimas coagulantes constituyen un elemento esencial. Se utiliza la quimosina o renina, extraída del cuarto estómago (cuajar) de los becerros lactantes, la demanda de cuajos se ha desarrollado técnicas para la utilización de enzimas provenientes de microorganismos y vegetales.

Los cuajos microbianos son elaborados principalmente a partir de cultivos de mohos de la especie *Rhizomucor*. Actualmente se elabora quimosina producida por fermentación con microorganismos modificados genéticamente, con lo cual se obtiene una enzima bastante similar a la quimosina de origen animal. El extracto comercial contiene quimosina 100% a diferencia del producido por maceración del estómago que puede contener 90-95% de quimosina y 10-15% de pepsina.

Los cuajos vegetales pueden ser obtenidos de la piña (bromelina), lechosa (papaina), higo (ficina) y la extraída del Cardoon. Estas enzimas tienen una capacidad proteolítica menos específica por lo cual pueden causar sabores amargos en los quesos si no son bien utilizadas.

Antes de utilizar cualquier enzima coagulante debe conocerse su fuerza lo cual permite utilizar las dosis necesarias sin caer en los errores que conlleva emplear dosis bajas o muy altas a las necesarias. La fuerza de cuajo se define como la cantidad de leche en mililitros, que cuaja a 35°C en 40 minutos, cuando se le adiciona un gramo o mililitro de cuajo.

Se puede calcular mediante la fórmula:

$$F = \frac{V \times 2400}{C \times t}$$

F: Fuerza del Cuajo

V: cantidad de leche

C: cantidad de cuajo

t: tiempo

Para calcular la cantidad necesaria de cuajo se aplica siguiente fórmula:

$$C = \frac{L \times 35 \times 40}{F \times T \times M}$$

L: cantidad de leche a coagular F: fuerza del cuajo a usar
 C: cantidad de cuajo T: temperatura de coagulación
 M: duración de la coagulación

2.2.3.3 Cultivos Iniciadores

En la industria quesera se utilizan diferentes tipos de microorganismos solos o mezclados, según las características deseadas en los quesos. Su uso tiene especial aplicación en los quesos madurados (Vides, 2010).

Cuadro 4. Cultivos iniciadores utilizados en la elaboración de diferentes tipos de quesos.

Ejemplo de cultivos iniciadores utilizados en la elaboración de quesos		
Queso	Tipo	Cultivo
Cottage	Blando, Fresco	<i>Llactis subsp. lactis, L. lactis subsp. cremoris, Lc. mesenteroides subsp. Cremoris</i>
Camembert	Blando, Madurado	<i>L. lactis subsp. lactis, L. lactis subsp. cremoris, Lc. mesenteroides subsp. cremoris, Penicilium camemberti</i>
Gouda	Semiduro	<i>L. lactis subsp. lactis, Lc. mesenteroides subsp. Cremoris</i>
Cheddar	Duro	<i>L. lactis subsp. lactis, L. lactis subsp. Cremoris</i>
Enmental	Duro con ojos	<i>Lb. delbruckii subsp. bulgaricus, S. salivarius subsp. thermophilus, Lb. Helveicus, Propionibacteirum shermanii</i>
Parmesano	Extraduro	<i>L. lactis subsp. lactis, L. lactis subsp. cremoris, Lb. delbruckii subsp. bulgaricus, S. salivarius subsp. Thermophiles</i>
Roquefort	Semiduro	<i>Penicilium roqueforti</i>

Fuente: Vides, A. 2012. Elaboración de quesos frescos.

Los cultivos o fermentos lácticos se utilizan en la industria para conferirle a los productos características determinadas como sabor, aroma, textura y apariencia (Gómez, 2009).

2.2.3.4 Cloruro de Calcio

Se utiliza para corregir los problemas de coagulación que se presentan en la leche almacenada por largo tiempo en refrigeración y en la leche pasteurizada. Su uso permite disminuir las pérdidas de rendimiento y obtener una cuajada más firme. La dosis máxima a utilizar es del 0,02% (1 gramo por cada 5 litros de leche). Una dosis excesiva produce una cuajada dura, quebradiza y con sabor amargo.

2.2.3.5 Nitratos

Los nitratos de sodio o potasio, son utilizados en la elaboración de quesos madurados y su dosis máxima es de 0,005% (1 gramo por cada 20 litros de leche). Su función es la de impedir la hinchazón precoz en los quesos por bacterias coliformes del género *Clostridium*. 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 gases provenientes de la fermentación producida por dichos microorganismos. Los nitratos al reducirse a nitrito permiten la formación de agua con el hidrógenos 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.

2.2.3.6 Ácidos Orgánicos

En la elaboración de quesos por coagulación ácida se puede omitir el uso de cultivos por medio del empleo de ácidos orgánicos (acético, cítrico, láctico) ya que los resultados no serán los mismos porque los quesos no tendrán las mismas características organolépticas que cuando se emplean cultivos iniciadores, siendo la utilización de cultivos más económica. En el caso del requesón o queso ricota, se emplea los ácidos debido a las altas temperaturas que se emplean en el procedimiento de elaboración de dichos quesos (Madrid, 1999).

2.2.3.7 Sal (cloruro de sodio)

Se adiciona con el objetivo principal de darle sabor al queso y alargar la vida útil al frenar el crecimiento microbiano debido a la disminución de la actividad del 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%.

2.2.3.8 Colorantes

Se adicionan a la leche antes de su coagulación para dar ciertos colores característicos al producto final; por ejemplo, en la elaboración de quesos de postre se utiliza el achiote (*Bixia orellana*) y el β -caroteno para impartir al queso el color amarillo anaranjado.

2.2.4 Principios para la elaboración de quesos

2.2.4.1 Recepción de Materia Prima

Involucra el pesado o la medición volumétrica, el muestreo y la admisión de la leche cruda a la planta de procesamiento. En este punto también se asegura la calidad de todos los ingredientes y aditivos a utilizar así como la calidad de la leche.

2.2.4.2 Estandarización

Dependiendo del tipo de queso a elaborar y del contenido de grasa en el mismo, se debe estandarizar la leche a un contenido de grasa determinado. La estandarización asegura además la obtención de un producto homogéneo durante todas las tandas de producción (Villegas, 2004).

Algunas industrias trabajan además considerando la relación proteína / grasa, por lo cual además pueden estandarizar el contenido de proteínas o caseínas. En la estandarización de la leche de cierto contenido en grasa, según Villegas (2004) se puede tener dos escenarios:

- Alto contenido de grasa, el cual se puede reducir al nivel requerido mediante la adición de leche total o parcialmente descremada, uso de una descremadora manual o automática para estandarizar el nivel de grasa.
- Bajo contenido de grasa, el cual se puede incrementarse por adición de crema o mezcla con leche más rica en grasa.

2.2.4.3 Pasteurización

Con la pasteurización se persigue disminuir el número de bacterias presentes en la leche y destruir todas las bacterias patógenas, para obtener un queso de mejor calidad y más seguro para el consumidor, siempre y cuando se aseguren las normas higiénicas durante el proceso posterior de elaboración de los quesos.

La pasteurización además permite inhibir ciertas enzimas nativas como las lipasas que pueden tener injerencia en la maduración o conservación del queso. Algunos quesos madurados deben su sabor y aroma a la acción lipolítica de las enzimas, razón por lo cual se consiguen comercialmente preparaciones de lipasas para su uso en la elaboración de esos quesos cuando se ha pasteurizado la leche.

Debe recordarse que algunas enzimas microbianas resisten las temperaturas de pasteurización así como también las esporas bacterianas, lo cual señala la necesidad de trabajar con leches de buena calidad.

Una de las desventajas de la pasteurización es la disminución de los niveles de calcio soluble y si se emplean temperaturas superiores a los 80°C por más de un minuto da paso la desnaturalización de proteínas del suero y formación de complejos de la b-lactoalbúmina y la k-caseína; todo lo cual se traduce en mayor dificultad de la leche para coagular y aumento del tiempo de coagulación. Esto se contrarresta con la incorporación de CaCl_2 en una mayor proporción que la cantidad usual.

Existen dos métodos de pasteurización empleados en la práctica:

- HTST, pasteurización rápida, que consiste en llevar la leche a temperatura de 73°C por 15 segundos.
- LTTL, pasteurización lenta, en la que la leche llega a una temperatura de 63°C y se la mantiene por 30 minutos.

2.2.4.4 Maduración de la leche (Pre-maduración)

En la elaboración de algunos quesos donde se busca una cuajada mixta (coagulación ácida + enzimática) se emplean cultivos iniciadores, la leche se deja madurar antes de la coagulación. Es decir, se deja en reposo a una temperatura controlada, la cual debe ser similar a la óptima para el crecimiento del cultivo por un tiempo determinado hasta alcanzar una acidez deseada según el tipo de queso a elaborar. La acidez obtenida influirá en las características de la cuajada (Villegas 2004).

2.2.4.5 Coagulación

Consiste en separar de la leche en forma de cuajada los elementos que formarán el queso. La cuajada está constituida por la caseína coagulada que contiene los glóbulos de grasa y retiene una parte de suero (Dilanjan, 1984).

Existen dos maneras de precipitar la caseína de la leche:

- Por vía ácida, que consiste en la gelificación de las caseínas de la leche, lo que forma un coágulo debido a la acidificación de la fase sérica (plasma), producida por

el ácido láctico generado por adición de un ácido orgánico/alimenticio (acético o cítrico). Para esto es necesario que la leche tenga un pH de 4.5 a 5.0. La cuajada obtenida está parcialmente desmineralizada, porosa, friable y poco contráctil. Su deshidratación es difícil debido en parte a la gran hidratación de las partículas de caseína y por otro lado a la friabilidad de la cuajada.

- Por vía enzimática, con el uso de la renina o quimosina producida en el abomaso de rumiantes lactantes, o con la aplicación de enzimas coagulantes o proteolíticas (pepsina, enzimas bacterianas y vegetales). En este tipo de coagulación se distinguen dos fases, la hidrólisis enzimática de la *k*-caseína donde ésta se fracciona por la acción de la renina y da lugar a dos cadenas de aminoácidos comprendidos del 1 al 105 insolubles (paracaseína) que forma el coágulo y del 106 al 169 soluble por lo que se va en el suero. Y la fase de agregación micelar donde la paracaseína precipita en presencia de iones de calcio dando lugar a la formación de agregados moleculares cada vez mayores que crecen incluyendo a los glóbulos de grasa. Por lo que la cuajada obtenida es mineralizada, compacta, flexible, contráctil, elástica e impermeable (Villegas, 2004).

2.2.4.5.1 Factores que Afectan la Coagulación Ácida

- Temperatura: el efecto de la temperatura está en relación con el crecimiento de los microorganismos utilizados como cultivos iniciadores.
- Cantidad de Microorganismos: el tamaño del inóculo utilizado afecta el tiempo en que se obtiene la cuajada. Cuando se trabaja con cultivos madres se emplean un inóculo del 1 al 2% con una población microbiana de 10⁶-10⁷ ufc/gr.
- Tipo de Microorganismo: el poder acidificante de los microorganismos influye en el tiempo de coagulación como también en la cantidad de inóculo a utilizar.

2.2.4.5.2 Factores que Afectan la Coagulación Enzimática

- Dosis de cuajo: generalmente la velocidad de la coagulación es proporcional a la dosis de cuajo. El empleo de dosis altas acelera el tiempo de coagulación, pero puede traer consecuencias en las características de la cuajada (dura y quebradiza) y en la aparición de sabores amargos, por proteólisis excesiva.
- Temperatura de la leche: La acción del enzima es máxima a temperaturas de 40-42°C, se hace lenta por encima de los 50°C y se detiene a los 65°C como consecuencia de su desnaturalización. Por debajo de los 20°C se hace lenta pero ocurre aún a 0°C. Lo anterior no se cumple para la segunda fase de la coagulación, ya que por debajo de los 10°C no ocurre. La temperatura también afecta las características de la cuajada obtenida, así: si se coagula a 21-25°C se obtiene una cuajada blanda, a 30°C cuajada firme y a 32-34°C una cuajada consistente y elástica.
- pH de la leche: la enzima se inactiva a pH superior de 7. Su pH óptimo es de aproximadamente 4,5-5,0.
- Contenido de sales de calcio soluble de la leche: ya se señaló que la segunda fase de coagulación depende del contenido de calcio soluble, por lo que una cantidad baja prolonga el tiempo de coagulación a la vez que afecta las características de la cuajada y el rendimiento.
- Contenido de materias nitrogenadas solubles de la leche: por lo general con el aumento de la cantidad de proteínas del suero hay una disminución de caseínas. Afectando la estabilidad de las micelas y prolongando el tiempo de coagulación.

2.2.4.6 Corte de la Cuajada

Con el objetivo principal de permitir un mayor desuerado la cuajada se corta en trozos (granos) de diferentes tamaños según se quiera elaborar un queso duro, semiduro o blando. Se consigue un aumento significativo en la superficie libre por donde pueda exudar suero.

El corte difiere según el tipo de queso a elaborar, si se desea un queso blando los granos deben tener 1,5 a 2,0 cm, para quesos semiduros 1,0 cm y para quesos duros 0,5 cm. Estas son medidas aproximadas de manera que la experiencia es la que mejor indica el tamaño ideal según la consistencia que se desea en el producto final (Madrid, 1999).

2.2.4.7 Cocción y Agitación de la Cuajada

Posterior al corte los granos deben ser agitados para evitar su aglomeración con lo cual se pierde en parte el efecto del cortado. La agitación debe ser suave en principio evitando que se pierda proteínas y grasas a través de las superficies recién formadas aumentando su intensidad gradualmente según se desee mayor o menor pérdida de humedad. Es recomendable un reposo de 5 minutos como mínimo después del corte y antes del comienzo de la agitación, ello permite que las superficies recién formadas se afirmen y eviten pérdidas en el rendimiento. El tiempo de agitación depende también del tipo de queso que se quiera elaborar.

La cocción consiste en someter los granos de cuajada a temperaturas altas, lo cual aumenta la contracción y por lo tanto facilita la salida de suero. Algunas de las temperaturas que se utilizan en la cocción de la cuajada son 36°C para quesos blandos, 40°C para quesos semiduros, 45°C para quesos duros y 55°C para quesos extraduros.

2.2.4.7.1 Factores que intervienen en el desuerado y en los procesos microbiológicos que se desarrollan en la cuajada

- Contenido de grasa : La grasa, repartida por la masa de leche en forma de diminutos glóbulos, pasa sin modificaciones al coágulo y después a la cuajada, quedando repartida por entre las redes tridimensionales del gel de caseína. La cuajada adquiere firmeza al reunirse las partículas de proteína y expulsar el suero (sinéresis), el cual tiene que salir atravesando los finos capilares que quedan en la masa de la cuajada, viéndose dificultada su salida por la presencia de los acúmulos de grasa, de gran tamaño (Dilanjan, 1970).
- Temperatura a aplicar durante la manipulación de la cuajada: Se usan temperaturas bajas aproximadamente coincidentes con los óptimos para el desarrollo de los procesos microbianos que tienen lugar en la leche y en la pasta, se utilizan para la elaboración de quesos blandos y se acostumbra a calentar la leche a 28-30°C, antes de la coagulación. Se utilizan temperaturas de desuerado medias para el desarrollo de los procesos microbiológicos y para la formación de la cuajada en la fabricación de quesos semiblandos en la que suele elevarse dos veces la temperatura; primero se calienta la leche a 30-33°C y luego, una vez despizada la cuajada, se eleva su temperatura a 36-42°C. Se aplican temperaturas altas para facilitar el desuerado de los quesos duros en el que tiene lugar dos etapas, primero la elevación de la temperatura de la leche a 32-35°C antes de la coagulación para luego del dezpicado subir la temperatura de la cuajada a 52-60°C. El calentamiento constituye un factor esencial para el control de los procesos microbiológicos según el tipo de queso deseado (Dilanjan, 1970).

2.2.4.8 Desuerado

El desuerado es la eliminación del suero obtenido como consecuencia de la coagulación de la leche y los trabajos aplicados a la cuajada. Se puede hacer en diferentes etapas según el tipo de queso. Se elimina el suero para evitar que la cuajada se acidifique demasiado y controlar el ritmo de maduración. El suero se puede utilizar para elaborar requesón o para la alimentación de animales.

2.2.4.9 Moldeado

El moldeado se realiza con el fin de darle al queso la forma deseada. Se deben emplear una tela entre la cuajada y el molde para impedir que se pegue a las paredes y se tapen los agujeros por donde saldrá suero durante el prensado. Se utilizan moldes de acero inoxidable, madera o plástico, los primeros son deseables pero más costosos que los últimos de difícil higienización. El número de agujeros varía según el tipo de queso (Amiot, 1991).

2.2.4.10 Prensado

El prensado permite la eliminación de suero y otorga al queso la consistencia final deseada. No todos los quesos son prensados mecánicamente, algunos tipos de quesos son colocados en una mesa para que su propio peso actúe como prensa (prensado por gravedad). Si se desea obtener un queso de textura firme, se debe prensar durante horas, o incluso semanas si se quiere que sea especialmente compacto.

2.2.4.11 Salado

El salado se lo hace con los propósitos de conceder cualidades de sabor e impedir o retardar el desarrollo de microorganismos indeseables así como de seleccionar la microflora específica para una adecuada maduración.

Existen varias formas para realizar el salado del queso:

- Por adición de sal directamente en el suero, para esto se elimina del recipiente de coagulación parte del suero y se coloca la sal fina (de mesa) sobre los granos de cuajada con una suave agitación por unos minutos para luego continuar con el proceso habitual de elaboración. Se aplica en la producción de quesos frescos.
- Por incorporación y mezclado de la sal en la pasta previamente picada, molida o desmenuzada, en este caso se desuera y se coloca la sal fina (de mesa) sobre los granos de cuajada amasándolos para permitir la distribución de la sal. En algunos casos la textura del queso cambia a granular y desmenuzable.
- Por frotación de la superficie del queso con sal fina luego del moldeado y prensado. Por lo que la sal ingresa del exterior al interior del queso por osmosis.
- Por inmersión más o menos prolongada de las piezas ya formadas en una salmuera con una concentración salina del 20% (19°Baumé), siendo ésta la forma más común de salado (Madrid, 1999) En esta técnica se mantiene a la salmuera a una temperatura de 10 a 15°C, fijar el nivel de sal en la salmuera y mantenerlo constante, agitar la salmuera para evitar variaciones en la concentración de sal, asegurar que el volumen de la salmuera sea muy grande en relación con el de las piezas de queso, mantener constante el pH de la salmuera el cual cambia por la liberación de ácido láctico de los quesos y pasteurizar cada cierto tiempo la salmuera para mantener una carga microbiana controlada.

2.2.4.12 Maduración y almacenamiento

La maduración es un periodo que puede durar de algunos pocos días a varios meses e incluso años. En esta etapa los quesos permanecen almacenados bajo ciertas condiciones de temperatura y humedad según el tipo de queso, con el fin de permitir el desarrollo de productos provenientes del metabolismo de la grasa, proteínas y azúcares por acción de las enzimas microbianas, naturales o añadidas y que le confieren al queso el sabor y aroma característico.

En esta fase, se guarda el queso en recintos especiales o en cuevas, en condiciones controladas de humedad y baja temperatura. En general, cuanto más tiempo dure el proceso de envejecimiento más complejo e intenso será el aroma del producto resultante. Mientras el queso va madurando, la cuajada experimenta una fermentación, que transforma el azúcar aún presente en dióxido de carbono y ácido láctico, la grasa en ácidos grasos y las proteínas en aminoácidos. En ocasiones, dentro del queso se generan gases que, al no poder escapar, producen los agujeros característicos, por ejemplo, del queso suizo (Zárate, 2004).

La maduración puede ser superficial o en el interior de los quesos. En la superficial la flora microbiana se desarrolla en la superficie y los enzimas secretados migran hacia el interior de los quesos provocando los cambios bioquímicos deseados. Es favorecida en quesos de poco espesor y blandos. La maduración en el interior se da principalmente por flora anaerobia. En los quesos azules Roquefort y Danablu el *Penicillium* crece desde el interior, por lo cual, estos quesos son perforados con agujas especiales de manera que entre oxígeno al interior y se permita el crecimiento del moho.

Según el período de almacenamiento se puede hacer la siguiente clasificación:

- Quesos que no necesitan maduración, los cuales son conocidos como quesos frescos y contienen un alto porcentaje de humedad. El almacenamiento se da a temperaturas de 4 a 8°C hasta su consumo.
- Quesos de corto periodo de maduración (unos pocos días), tiempo en el que se busca una distribución uniforme de la sal, lo que se consigue en 4-6 días y el desdoblamiento inicial de las proteínas con formación de algunas sustancias aromáticas.
- Quesos de mediano a largo período de maduración, que van desde unas pocas semanas a varios meses, logrando modificaciones como desarrollo de aromas y sabores definidos, tratamientos especiales de la corteza, pérdida importante de humedad y formación de ojos, agujeros irregulares dependiendo de la variedad de queso a obtener.

2.2.4.12.1 Agentes que Intervienen en la Maduración

La degradación de los componentes orgánicos se produce por la acción conjunta de las enzimas y la flora microbiana.

Los enzimas naturales de la leche, lipasas y proteasas no tienen mayor incidencia en la maduración. Su acción es lenta ya que las condiciones como pH ácido y temperatura baja no le favorecen debido a que actúan mejor a pH de la leche y a temperaturas de 28 a 30°C. Por otro lado, son poco termo-resistentes y por lo tanto inactivadas durante la pasteurización de la leche.

El cuajo añadido a la leche para la coagulación continúa su acción proteolítica aún en la maduración. Debe recordarse que es una endopeptidasa que corta las cadenas proteicas en el centro y no en los extremos liberando péptidos no aminoácidos, por lo que un exceso

produce sabor amargo por el gran número de estos componentes. Los péptidos son degradados luego por las enzimas microbianas a aminoácidos.

La flora microbiana desempeña el papel más importante debido a las enzimas que secretan durante el proceso de maduración. Secretan dos tipos de enzimas las extracelulares que se difunden al medio ejerciendo su actividad hidrolítica que actúa más fácilmente en los quesos blandos ya que por su contenido de humedad permiten una mayor difusión y las intracelulares que se liberan después de muerta la célula microbiana, por lo que son más importantes en quesos de maduración prolongada.

2.2.4.12.2 Factores que afectan la maduración

En este grupo se considera:

- Contenido de Humedad: el agua libre determina la velocidad de las reacciones y favorece el crecimiento microbiano.
- pH: controla el tipo de fermentaciones y la velocidad de las reacciones enzimáticas. A pH bajo no hay proteólisis, por lo cual la neutralización por amoníaco y lactatos permiten la maduración en aquellos casos en que se desea un grado de proteólisis.
- Temperatura: es recomendable la maduración a temperaturas bajas para que los procesos sean lentos y se puedan controlar mejor. Se considera que los quesos blandos se maduran a menor temperatura y los duros a mayor temperatura; se recomienda 8 a 10°C para quesos blandos, 10 a 12°C para quesos semiduros y de 13 a 20°C para quesos duros. Esto es porque a menor humedad las reacciones son más lentas y para favorecerla se aumenta la temperatura.
- Sal, determina la actividad del agua lo cual afecta el crecimiento microbiano, produciendo selección al crecer solo aquellos que resisten las concentraciones de

esta. Microorganismos como micrococos, levaduras y *Penicillium* soportan altas concentraciones de sal.

- Contenido de oxígeno del aire de la cámara de maduración es importante en quesos de maduración superficial. Los microorganismos aeróbicos utilizan el oxígeno y cuando éste disminuye se produce amoníaco y otros gases. Para mantener los niveles de oxígeno en la cámara se utiliza ventilación forzada (Dilanjan, 1970).

2.2.4.13 Empacado

Se realiza el empacado del queso con el fin de protegerlo de fenómenos exteriores perjudiciales (malos olores, ataques de microorganismos e insectos). El empacado da a los quesos una apariencia atractiva para el consumidor, se reducen las pérdidas de humedad y mantiene la forma del producto durante el período de almacenamiento y distribución.

El empaque debe estar elaborado con materiales no tóxicos, baratos e impermeables al oxígeno, anhídrido carbónico, agua y vapor de agua elementos que alteran las características de conservación del queso (Villegas, 2004).

2.2.5 Clasificación

A los quesos se los clasifica de acuerdo a los siguientes criterios:

- Según la leche con que haya sido elaborado: de vaca, oveja y cabra (los más comunes).
- Según el método de coagulación empleado: por acción enzimática del cuajo, por acción enzimática de cuajos microbianos, por acidificación, combinada (cuajo y ácido) y coagulación con extractos vegetales.
- Según el contenido de humedad: frescos (60-80%) Cottage, Villalón, Burgos, Gervais), blandos (55-57%) Camembert y Brie, semiduros (42-55%) Roquefort,

Danablu, Cabrales, Tilsit, Saint Paulin, Manchego curado y duros (20-40%) Cheddar, Manchego viejo, Gruyere, Emmental, Edam).

- Según la FAO considerando su consistencia, que está dado por el porcentaje de humedad sobre peso del queso: pasta blanda (más del 67%), pasta semiblanda (61 al 69%), pasta semidura (54 al 63%), pasta dura (49 al 56%) y pasta extradura (menos del 51%).
- Según su contenido de grasa en porcentaje sobre extracto seco (FAO): extragrasso (más del 60%), graso (45 al 60%), semigraso (25 al 45%), cuartograsso (10 al 25%) y magro (menos del 10%).
- Según la textura del queso acabado: quesos con ojos o agujeros redondeados (Emmental, Gruyere, Fontina y Gouda), de textura granular (Tilsit, Svuecia, Havarti, Manchego) y textura cerrada (Cheddar, Parmesano, Cantal, algunos tipos de Manchego y de Mozzarella).
- Según el tipo de microorganismos empleados en su elaboración: quesos veteados de pasta azul (Roquefort, Danablu, Cabrales, Gorgonzola), de moho blanco (Camembert y Brie), queso con desarrollo bacteriano en la corteza (Saint Paulin, Port Salut) y quesos maduros por la adición de cultivos bacterianos lácticos (Gouda, Edam, Tilsit, Emmental y Gruyere).
- Según su país de origen: francés (Cantal, Beaufort, Providence, Munster, entre otros), suizo (Emmental, Gruyere, Raclette, Appenzele, entre otros), italiano (Asiago, Bel Paese, Fontina, Gorgonzola, entre otros), alemán (Butterkase, Limburger, Romadur, Mainzer, entre otros), holandés (Edam, Gouda, Leiden, Kernhem, entre otros), danés (Danablu, Havarti, Danbo, Elbo), español (Tetilla, Ulloa, San Simón, Cebreiro, entre otros), inglés (Caerphilly, Cheddar, Cheshire, Derby, entre otros), portugués (Alvorca, Castelo Branco, Queijo, entre otros), americano (American Cheese, Brick, Colby, Cottage Cheese, entre otros).

2.3. Probióticos

Uno de los pioneros en proponer el consumo de bacterias lácticas fue el investigador Metchnikoff, quien con sus indagaciones epidemiológicas sobre la población búlgara, en 1903, sugería el consumo de leche ácida para mitigar los efectos negativos de una microflora “putrefactiva” en el intestino. Ya que consideraba que los campesinos búlgaros, grandes consumidores de leche fermentada, eran muy sanos y longevos.

En la década de los años sesenta del siglo XX, algunos investigadores hablaban de probióticos y relacionaban este término con el concepto de antibiótico. De acuerdo a su función el antibiótico cura una infección matando las bacterias responsables; pero el probiótico previene el problema, enriqueciendo la microflora intestinal con bacterias positivas y más no eliminándolas.

La flora intestinal constituye un complejo ecosistema en el que muchas especies de bacterias, incluido las probióticas, viven en una relación simbiótica para mantener el organismo joven y sano. Es sobre todo en el intestino, en efecto, que se produce la asimilación de los nutrientes y la eliminación de los residuos metabólicos, energéticos y neurohormonales. La flora microbiana tiene gran influencia en muchas características bioquímicas, fisiológicas e inmunológicas de nuestro organismo (Marcos, 2011).

Los habitantes de países desarrollados utilizan alimentos que contienen probióticos dentro de su dieta diaria por los beneficios que dan al ser ingeridos. Los microorganismos probióticos han sido utilizados como suplemento y componentes de los alimentos y bebidas. Estas bacterias y levaduras se han empleado durante miles de años para fermentar alimentos. Principalmente los productos lácteos cultivados contienen estas bacterias beneficiosas, particularmente cepas específicas de *Bifidobacteria* y de *Lactobacilli* (Gómez, 2004).

2.3.1. Descripción

El término PROBIÓTICO proviene del griego (pro =a favor de; biótico=vida).

Los probióticos son un complemento alimenticio a base de microorganismos vivos y vitales que produce efectos beneficiosos sobre el organismo animal, mejorando el equilibrio microbiano intestinal.

Son considerados como ingredientes no digeribles de la dieta, que producen efectos favorables estimulando selectivamente el crecimiento y/o actividad de uno o más tipos de bacterias en el colon, las que tienen a su vez la propiedad de elevar el potencial de salud del hospedero.

Están calificados como suplemento en la alimentación animal, para aumentar el crecimiento y reducir el estrés. En general se considera que los probióticos tienen acción protectora, profiláctica y terapéutica lo que permite mejorar el estado de salud, la dinámica nutritiva, la destrucción de compuestos tóxicos y la eliminación de sustancias potencialmente cancerígenas (Álvarez, 2011).

Los microorganismo probióticos para realizar la función de protección tiene que cumplir los postulados de Huchetson: ser habitante normal del intestino, tener un tiempo corto de reproducción, ser capaz de producir compuestos antimicrobianos y ser estable durante el proceso de producción, comercialización y distribución para que pueda llegar vivo al intestino. Estos deben ser capaces de atravesar la barrera gástrica para poder multiplicarse y colonizar el intestino.

El efecto protector se manifiesta por dos mecanismos: el antagonismo que impide la multiplicación de los patógenos y la producción de toxinas que imposibilitan su acción patogénica. El antagonismo está dado por la competencia por los nutrientes o los sitios de adhesión. Mediante la inmuno-modulación protegen al huésped de las infecciones, provocando aumento de la producción de inmunoglobulinas, aumento de la activación de las células mononucleares y linfocitos.

2.3.2. Características

Todo microorganismo para ser considerado como Probióticos debe enmarcarse en el cumplimiento de las siguientes características:

- Ser parte de la microbiota del intestino humano.
- No ser considerado patógeno, ni toxigénico.
- Tener la capacidad de permanecer viable en medio ácido del estómago y en contacto con la bilis en el duodeno.
- Adherirse a las células epiteliales del tracto gastrointestinal.
- Adecuarse a la microflora intestinal, sin desplazar a la microflora nativa existente.
- Producir sustancias antimicrobianas.
- Aumentar de forma positiva las funciones inmunes y las capacidades metabólicas (Álvarez y Bague, 2011).

2.3.3. Mecanismos de acción

El campo de acción de los Probióticos se rige a:

- Disminución de la cantidad de microorganismos patógenos productores de toxinas, mediante la producción de sustancias antimicrobianas como ácido láctico, peróxido de hidrógeno, diacetilo y bacteriocinas.
- Estimulación al crecimiento de micro biota benéfica, con la reducción del pH intestinal.
- Incremento de la resistencia de los microorganismos benefactores a la colonización por competir con patógenos para acoplarse a los lugares de adhesión del epitelio gastrointestinal superficial.
- Lucha por nutrientes.
- Estimulación de la producción de IgA (Inmunoglobulina A), activando macrófagos e incrementando la concentración del IFN-gamma (interferón gamma) para mitigar el apareamiento de enfermedades intestinales (Marcos, 2011).

2.3.4. Efectos saludables

2.3.4.1. Mejora en la digestibilidad de los alimentos

- **Digestión de las proteínas: proteólisis**, por la acción enzimática, los microorganismos probióticos mejoran la digestión de los alimentos principalmente de las proteínas al transformarse en moléculas más pequeñas (polipéptidos y luego aminoácidos). Esta propiedad ayuda a corregir problemas de absorción.
- **Digestión de las grasas: lipólisis**, por acción de la enzima lipasa de los probióticos, las grasas se transforman en ácidos grasos y glicerol, aspecto utilizado en las preparaciones dietéticas para lactantes, ancianos y convalecientes. Es indicada especialmente en el tratamiento de las enfermedades del metabolismo: desconjugación de las sales biliares y transformación del colesterol en los lípidos séricos de las hipercolesterolemias e hiperlipemias en general.

- **Digestión de la lactosa y asimilación de los aminoácidos**, los lactobacilos producen una buena cantidad de Beta-galactosidasas que estimula la producción de la lactasa residual a nivel del enterocito, por lo que se incrementa la tolerancia a la lactosa, ocasionado por la enzima determina la hidrólisis de glucosa y de galactosa, de fácil absorción por parte de la mucosa intestinal (Álvarez y Bague, 2011).
- Los probióticos permiten mejorar, además, la asimilación de los aminoácidos esenciales para el huésped, sintetizándolos o inhibiendo la acción de las desaminasas y de las descarboxilasas bacterianas producidas por la microflora del tracto digestivo.
- **Síntesis de las vitaminas del grupo B**, algunas bacterias probióticas necesitan, para su actividad metabólica, de las vitaminas del grupo B, mientras que otras logran sintetizar directamente vitaminas (K, B12, B9, H, B2, B5) cuya actividad es benéfica para la función fisiológica del tracto gastrointestinal (Álvarez y Bague, 2011).

2.3.4.2. Influencia sobre la anatomía y la fisiología del segmento digestivo

La microbiota del aparato digestivo actúa sobre numerosas propiedades fisiológicas, sobre todo en el proceso de absorción a nivel intestinal. La microflora incrementa:

- El volumen de los compartimientos digestivos.
- La superficie intestinal de absorción.
- Las dimensiones de las microvellosidades.
- La renovación celular de las microvellosidades.
- El tránsito digestivo.

2.3.4.3 Efectos terapéuticos

- **Acción antagonista hacia gérmenes patógenos**, evita la colonización de microorganismos infecciosos logrando proteger al tubo digestivo de enfermedades. Los mecanismos que forman la primera línea de defensa del huésped de las infecciones intestinales se llaman resistencia a la colonización, exclusión competitiva o efecto barrera.

La represión de los gérmenes patógenos se da, por la producción de ácidos orgánicos, como el ácido láctico o acético, a partir de los glúcidos provenientes de los alimentos actúa bajando el pH y limitando el desarrollo de *Escherichia coli* y de las salmonellas y por la producción de sustancias antimicrobianas como la *bacteriocina*, que limita la proliferación de los gérmenes causantes de las infecciones.

Hay bacterias que tienen la capacidad de desconjugar las sales biliares. Las formas desconjugadas poseen mayor capacidad de inhibición sobre el desarrollo de las bacterias, que las formas conjugadas. Las bacterias probióticas pueden inhibir el arraigo de los gérmenes patógenos gracias a la competición para la colonización y el consumo de nutrientes en el tubo digestivo.

- **Estimulación de la inmunidad**, operan sobre las células implicadas en la inmunidad natural como en las relacionadas con la inmunidad específica, estimulando la actividad de los macrófagos, favoreciendo la reproducción de anticuerpos, especialmente las IgA secretoras en el lumen intestinal que evitan la adherencia de las bacterias patógenas a la superficie de las mucosas. Las bacterias lácticas se podrían utilizar contra las infecciones intestinales, como protección contra daños relacionados con el sistema inmunitario, como inmunomoduladores (Álvarez y Bague , 2011).

- **Neutralización de los productos tóxicos**, los probióticos atenúan el catabolismo intradigestivo, orientando la función hepática. Se pueden acumular en la microflora intestinal para reducir la absorción de sustancias tóxicas como el amoníaco, los aminados y el indol (Álvarez y Bague , 2011).
- **Lucha contra el estrés**, el estrés influye en la variación de la microflora digestiva. El estrés produce una alteración de la fisiología general y, por lo tanto, también de la del aparato digestivo.

Toda situación de estrés, provoca un aumento de los movimientos peristálticos y de las secreciones de HCI y de mucus a nivel del tracto digestivo, por lo que, se modifican la microflora y las actividades que dependen de ella.

- **Protección contra las infecciones intestinales**, la actividad antimicrobiana de las bacterias lácticas se debe a la acumulación de bacteriocinas, antibióticos, agua oxigenada, ácido láctico y ácido benzoico. Las bacterias lácticas son consideradas como un antídoto eficaz contra las infecciones entéricas (Gómez, 2004).
- **Protección del aparato urogenital**, la comparación de la microflora urogenital de las mujeres en buenas condiciones de salud y de las mujeres con infecciones urinarias o vaginales, ha demostrado que las infecciones se asocian a una disminución importante, o hasta una desaparición, de los lactobacilos endógenos.

El uso de lactobacilos, cuidadosamente seleccionados, destinado para fines profilácticos, y no terapéuticos, para el tratamiento de las infecciones vaginales o urinarias recurrentes, como una alternativa a las terapias antibióticas.

2.3.5. Elementos que contienen los alimentos probióticos

Las bacterias que se consideran como probióticos son:

- *Lactobacilli acidophilus*
- *Lactobacilli casei*
- *Lactobacilli reuteri*
- *Lactobacilli brevis*
- *Lactobacilli cellobiosus*
- *Lactobacilli curvatus*
- *Lactobacilli fermentum*
- *Lactobacilli plantarum*
- *Saccharomyces boulardi*
- *Lactococcus lactis cremoris*
- *Esteptococcus salivaris therm*
- *Esteptococcus diacetyllactis*
- *Esteptococcus intermedius*
- *Enterococcus faecium*
- *Bifidobacteria bifidum*
- *Bifidobacteria adolescentes*
- *Bifidobacteria animalis*
- *Bifidobacteria infantis*
- *Bifidobacteria longum*
- *Bifidobacteria thermophilum*

Los probióticos. Una alternativa en el tratamiento de enfermedades (Gómez, 2004).

2.4 *Lactobacillus casei-01*

2.4.1 Descripción

Es un cultivo láctico mesófilo que contiene una cepa definida de *lactobacillus* para casei que es suministrada en forma de producto liofilizado.

2.4.2 Beneficios

El *Lactobacillus casei* equilibra la microbiota intestinal y previene los trastornos intestinales. Posee una potente acción antidiarreica.

2.4.3. Aplicación

L.casei-01 produce una leche fermentada con aroma suavemente ácido y baja viscosidad.

2.4.4 Disponibilidad

Este lactobacilo esta también disponible en forma congelada, además de incluido DVS que contiene mezcla de cepas.

2.4.5 Almacenamiento y caducidad

Los cultivos liofilizados deben ser almacenados a 18 grados centígrados. Si los cultivos se almacena a ésta temperatura o inferior, la caducidad es de cómo mínimo 24 meses. Si los cultivos se almacenan a más 5 grados centígrados la caducidad es de cómo mínimo 6 semanas.

2.4.6 Modo de empleo

Los cultivos deben ser sacados del congelador justo antes de su utilización, por lo que no deben ser por ningún motivo deben ser descongelados con anterioridad. Es necesario limpiar la parte superior del sobre con cloro para abrir y añadir los gránulos liofilizados directamente al producto pasteurizado.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Características del área de estudio

La experimentación se realizó en las instalaciones de la Empresa Productos Lácteos “Don Torito” en la parroquia Ayora, cantón Cayambe.

Cuadro 5. *Ubicación del experimento*

Provincia	Pichincha
Cantón	Cayambe
Parroquia	Ayora
Lugar de experimentación	Empresa Productos Lácteos “Don Torito” / Calle Segundo Durán y Guaranda Laboratorio Universidad Politécnica Salesiana
Altitud	2860 m.s.n.m.
Temperatura promedio	14°C
Humedad Relativa promedio	80%
Coordenadas de la Empresa	Latitud N 0° 0' / N 0° 10' Longitud W 78° 0' / W 78° 15'

Fuente: Instituto Geográfico Militar, 2015

3.2. Materiales para la investigación

3.2.1. *Materias primas e insumos*

- Leche / 2000 l
- Lactobacillus Casei-01 / 72g
- Cloruro de potasio / 200g
- Cloruro de sodio / 91 kg
- Cloruro de calcio / 400g
- Cuajo / 60g

3.2.3. Materiales y Equipo

- Estufa
- Lira
- Recipiente
- Agitador
- Moldes
- Malla para moldes
- Tacos de prensa
- Prensa
- Termómetro
- Balanza analítica
- Mesa de acero inoxidable
- Acidómetro
- Pipetas
- Tubos de ensayo
- Descremadora

3.2.4. Material y Equipo de Oficina

- Computador
- Material de oficina

3.3. Factores en estudio para la elaboración de queso fresco con características probióticas

Los factores de estudio son: leche con dos porcentajes diferentes de grasa, tres dosis de lactobacillus casei-01 y tres temperaturas para la adición del cultivo.

Factor A – PORCENTAJE DE GRASA EN LA LECHE

A1 → 3%

A2 → 3,6%

Factor B – CANTIDAD DE *Lactobacillus casei* -01 / 501

B1 → 1g

B2 → 2g

B3 → 3g

Factor C – TEMPERATURA PARA LA ADICIÓN DEL CULTIVO

C1 → 35°C

C2 → 40°C

C3 → 45°C

3.3.1. Tratamientos para el estudio

Los tratamientos en estudio resultaron de la combinación de los factores, dando lugar a la siguiente tabla:

Cuadro 7. Combinaciones

COMBINACIONES	TRATAMIENTOS
A1B1C1	T1
A1B1C2	T2
A1B1C3	T3
A1B2C1	T4
A1B2C2	T5
A1B2C3	T6
A1B3C1	T7
A1B3C2	T8
A1B3C3	T9
A2B1C1	T10
A2B1C2	T11
A2B1C3	T12
A2B2C1	T13
A2B2C2	T14
A2B2C3	T15
A2B3C1	T16
A2B3C2	T17
A2B3C3	T18
Testigo A0B0C0	T19

Elaboración: Luis Carranco y Jorge Rodríguez

3.3.2. *Diseño experimental para la elaboración del queso fresco con características probióticas*

El tipo de diseño utilizado en el desarrollo experimental para la elaboración de queso fresco con características probióticas fue un Diseño de Bloques Completamente al Azar con Arreglo Factorial $A \times B \times C + 1$.

3.3.3. *Características del experimento*

- Número de repeticiones 2
- Número de tratamientos 19
- Número de unidades experimentales 38

Se utilizó la cantidad de 50 litros de leche con lo que se obtuvo 15 quesos de 500g cada uno, de los cuales se analizaron 9 como unidad experimental.

3.3.4. Esquema del Análisis de Varianza para la elaboración de un queso fresco con características probióticas

Cuadro 8. Fuente de Variación.

Fuente de Variación	Gl.
Total	37
Tratamientos	18
Factor A	1
Factor B	2
Factor C	2
Interacción AxB	2
Interacción AxC	2
Interacción BxC	4
Interacción AxBxC	4
Testigo Vs el resto	1
Error experimental	19

Elaboración: Luis Carranco y Jorge Rodríguez

3.3.5. Análisis funcional

Para este análisis se utilizó:

- Prueba de Tukey al 5% para tratamientos.
- DMS al 5% para factores A, B y C.
- Prueba de Friedman al 5% y 1% para variables no paramétricas

3.4. Manejo específico del experimento

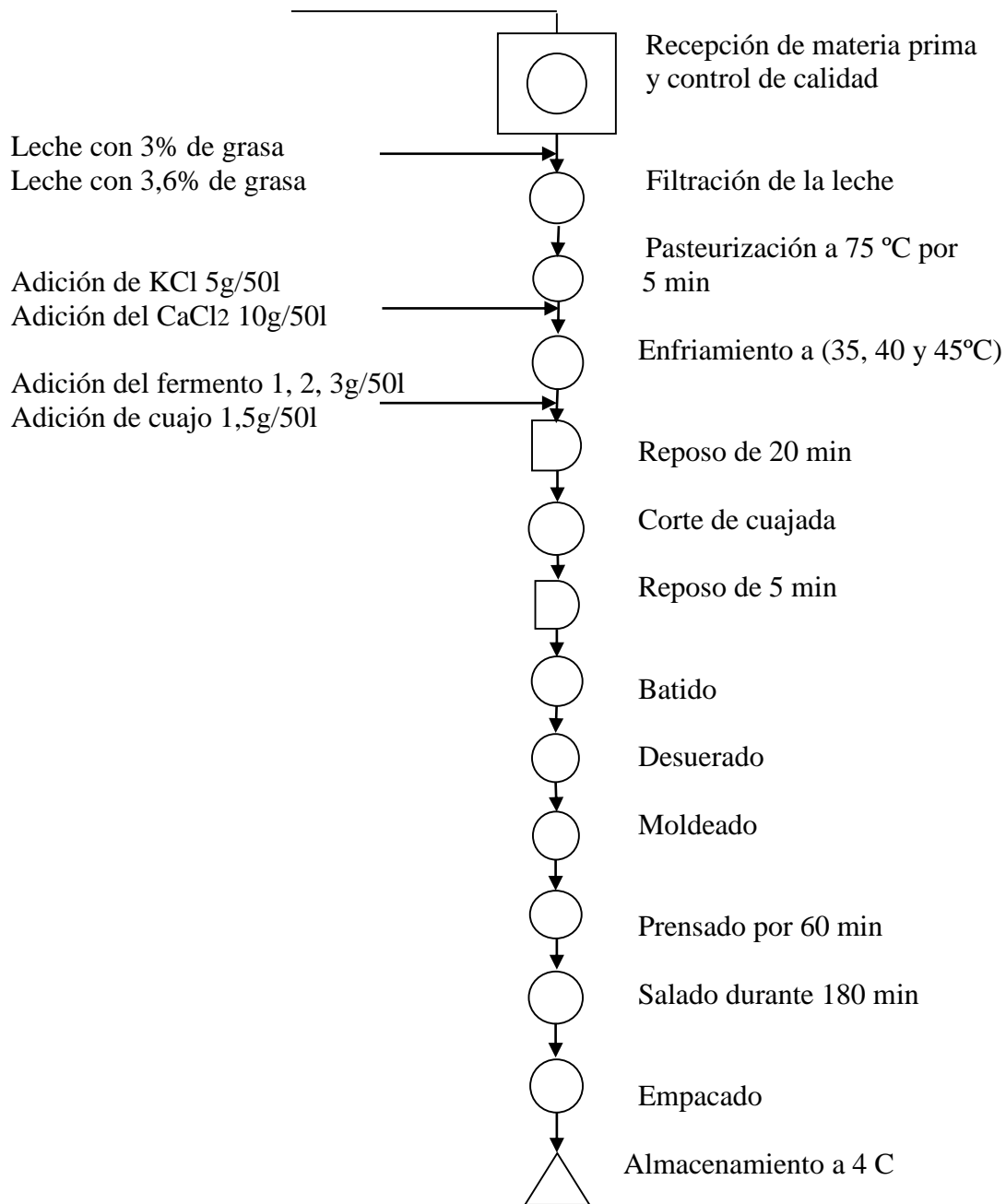
3.4.1. Proceso tecnológico de elaboración del queso fresco con *Lactobacillus casei-01*

TITULO: Diagrama operacional del queso fresco con *Lactobacillus casei-01*

METODO: Industrial

PUNTO DE PARTIDA: Recepción de Materia Prima

PUNTO DE CULMINACION: Almacenamiento



3.4.1.1. Recepción y análisis de la materia prima

Para la elaboración de los quesos con características probióticas se utilizó leche del centro de acopio Campo Hermoso de Paquiestancia, proveniente de ganaderos aledaños a la comunidad, la cantidad adquirida fue de 2.000 litros, materia prima que se la transportó en bidones plásticos herméticos previamente esterilizados, hacia la empresa de lácteos “Don Torito” que se encuentra a 3 km aproximadamente del centro de acopio antes señalado, una vez en la planta se procede al descargue de los bidones en el área de recepción para posteriormente tomar muestras de leche para su respectivo análisis de calidad, obteniéndose los siguientes resultados, en sus diferentes componentes:

Cuadro 9. Resultados de análisis de leche fresca para ensayo.

Componentes	Leche Cruda	Patrón
Grasa %	3,88	3,2 *
Proteína Total % (Proteína Verdadera)	3,21	2,90 *
Sólidos Totales %	12,47	11,3 *
Sólidos No Grasos (ESM) (%)	8,50	8,2 *
Contaje de Células Somáticas (CCS) (x1000/ml)	441	750 **
Unidades Formadoras de Colonias (UFC/ml)	81.000	1.000.000 **

Elaboración: Luis Carranco y Jorge Rodríguez

* VMP= Valor mínimo permitido. (Fuente de datos INEN Leche Cruda N°0009:2008)

** VMP= Valor máximo permitido.

Principio Analítico Empleado: CCS e CBT, técnica por Citometría de Imagen y Flujo; Composición Centesimal, técnica por Interferometría.

3.4.1.2. Filtración de la leche

Se procedió a trasvasar la leche a una tina de acero inoxidable utilizando un lienzo limpio para separar las impurezas de ésta.

3.4.1.3. Estandarización

Se utilizó una máquina descremadora para disminuir el porcentaje de grasa a 3,6 y 3%. La cantidad de leche utilizada por cada porcentaje de grasa y para cada repetición fue de 500 litros.

3.4.1.4. Pasteurización

Para este proceso la leche filtrada y descremada parcialmente a 3 y 3,6% de grasa fue llevada a una temperatura de 75°C manteniéndola por un tiempo de 5 minutos, lapso en el que fue agitada con un utensillo de acero inoxidable para lograr homogeneidad en su pasteurización.

3.4.1.5. Enfriamiento

Terminada la pasteurización, se adicionó cloruro de potasio al 10%, a cada tipo de leche, por lo que la cantidad de cloruro de potasio fue de 5g / 50 l previamente disuelto en agua hervida, con una agitación de 20 segundos, a continuación se colocó las dos tinas con leche de 3 y 3,6% de grasa respectivamente en una pequeña piscina de agua fría para bajar la temperatura de las leches a 45°C y adicionar el cloruro de calcio, 10g / 50 l de leche, el cual se lo diluyó con anticipación en agua hervida, mezclando constantemente para lograr uniformidad. Posteriormente se dio paso a separar la totalidad de cada tipo de leche en volúmenes iguales en 3 recipientes distintos de acero inoxidable.

*3.4.1.6. Adición del cultivo *Lactobacillus Casei-01**

En el recipiente 1, tanto de la leche de 3% de grasa como de la de 3,6% de grasa, se bajó la temperatura a 35°C y se dividió el volumen de leche en 3 cantidades iguales para la adición de 1g, 2g y 3g del cultivo **Lactobacillus Casei-01** respectivamente, para darle la

característica probiótica, dejando en reposo por 2 minutos la mezcla en baño maría. En el recipiente 2, tanto de la leche de 3% de grasa como de la de 3,6% de grasa, se bajó la temperatura a 40°C y se dividió el volumen de leche en 3 cantidades iguales para la adición de 1g, 2g y 3g del cultivo **Lactobacillus Casei-01** en cada uno de ellos, para darle la característica probiótica, dejando en reposo por 2 minutos la mezcla en baño maría.

En el recipiente 3, tanto de la leche de 3% de grasa como de la de 3,6% de grasa, se mantuvo la temperatura de 45°C y se dividió el volumen de leche en 3 cantidades iguales para la adición de 1g, 2g y 3g del cultivo **Lactobacillus Casei-01** respectivamente, para darle la característica probiótica, dejando en reposo por 2 minutos la mezcla en baño maría.

3.4.1.7. Coagulación

Se adicionó 1,5 g / 50 l de cuajo en cada recipiente agitándose por 20 segundos para luego dejarla en reposo.

En esta etapa del proceso la enzima quimosina del cuajo o conocida como renina trabaja sobre la caseína descomponiéndola para permitir la formación de enlaces por la presencia del calcio entre los glóbulos de la caseína y dar paso luego de 20 minutos a la formación de la cuajada.

3.4.1.8. Corte de la cuajada

Para este fin se utilizó una lira realizándose cortes de una manera suave tanto en sentido vertical como horizontal, para la obtención de granos uniformes de cuajada y su posterior desuerado.

3.4.1.9. Batido

Después del corte se dejó en reposo por 5 minutos, para evitar que las superficies recién formadas se afirmen y den lugar a pérdidas en el rendimiento, luego se dio inicio a la agitación disminuyendo la aglomeración de los trozos de cuajada y la pérdida en parte del efecto de cortado.

La agitación se empezó de forma suave para que no exista la pérdida de proteínas y grasas a través de las superficies recién formadas aumentando su intensidad gradualmente para conseguir una menor pérdida de humedad.

3.4.1.10. Desuerado

Una vez que por acción del batido los granos de cuajada ganaron peso y se depositaron en el fondo, se eliminó el 30% del suero obtenido del recipiente.

El suero contiene agua, lactosa, proteína y grasa que puede ser utilizado como materia prima para la elaboración de otros productos alimenticios.

3.4.1.11. Moldeado

Se colocaron moldes plásticos por su fácil esterilización con perforaciones laterales sobre una mesa de acero inoxidable para luego verter sobre ellos la cuajada hasta llenarlos completamente y que el suero presente se derrame por los orificios considerando un tiempo de espera de 5 minutos para lograr una mayor eliminación.

Posteriormente se voltea el queso de una manera rápida, tapando uno de los costados del molde para evitar que se desparrame, retirándose posteriormente la horma y envolviéndose el queso en un lienzo limpio cuyos extremos quedaron doblados hacia la parte superior del mismo luego de ser puesto en su respectivo molde y colocado sobre una tabla, acción que fue repetida para toda la materia prima proceso.

3.4.1.12. Prensado

Para este paso se eligió un área limpia para evitar contaminación alguna, en la que se prensó el queso en su respectivo molde y tapa a temperatura ambiente, aplicando en un inicio poca presión para conseguir una eliminación homogénea de suero desde el interior al exterior de producto por un tiempo de 30 minutos, para después aumentar la presión y eliminar el suero restante por un tiempo adicional de 30 minutos.

3.4.1.13. Salado

Fue conveniente calcular los litros de salmuera a preparar, tomando en cuenta que por cada kg de queso a salar se necesitó entre 3 a 4 litros de esta solución.

Para la sal muera se utilizó una concentración al 20%, es decir 200 g de sal por litro de agua agitando para su total disolución. La mezcla se calentó hasta 90°C y se retuvo 15 minutos para su pasteurización, dejando enfriar a 12° C, para sumergir en la solución los quesos por un tiempo de 3 horas. La salinidad conseguida en la mezcla fue de 20° Baumé.

3.4.1.14. Ecurrido

Una vez que los quesos fueron sacados de la sal muera se los ubicó en estanterías dentro del cuarto frío a 4° C de temperatura.

3.4.1.15. Empacado

Se utilizó una funda de polietileno transparente para empacar adecuadamente cada queso elaborado.

3.5. Análisis en el producto terminado

3.5.1. Cantidad de microorganismos

Para esta variable se realizó un recuento de microorganismos en el queso a 0 día de elaborado, así como a los 15 días

3.5.2. Método de evaluación sensorial

En la evaluación sensorial se aplicó la prueba de Friedman al 5 y 1%, dentro de las características se valoró: color, olor, sabor, textura y aceptabilidad tanto en el queso de 0 día de elaborado como en el de 15 días, para lo cual se conformó un equipo de degustación de 10 personas, quienes pusieron sus apreciaciones en un formato que se lo indica en el Anexo 1.

4. RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1. Cantidad de microorganismos probióticos en el queso fresco a los 0 días de elaborado

Esta variable se midió al inicio del proceso de vida útil del queso elaborado en donde los resultados se muestran a continuación:

Cuadro 10. Cantidad de microorganismos probióticos a los 0 días (UFC/g)

TRAT/REPT.	I	II	Σ	X
A1B1C1	4,67	6,11	10,79	5,39
A1B1C2	5,36	5,53	10,89	5,45
A1B1C3	5,81	5,23	11,04	5,52
A1B2C1	6,15	5,83	11,98	5,99
A1B2C2	5,86	6,36	12,23	6,11
A1B2C3	5,71	6,20	11,91	5,96
A1B3C1	5,65	5,65	11,31	5,65
A1B3C2	5,75	5,81	11,56	5,78
A1B3C3	5,65	5,67	11,33	5,66
A2B1C1	5,84	6,56	12,40	6,20
A2B1C2	5,76	6,18	11,93	5,97
A2B1C3	5,26	5,95	11,21	5,60
A2B2C1	5,89	6,18	12,06	6,03
A2B2C2	5,57	5,74	11,31	5,65
A2B2C3	5,28	5,48	10,76	5,38
A2B3C1	5,49	5,20	10,70	5,35
A2B3C2	7,20	6,48	13,68	6,84
A2B3C3	6,49	5,58	12,07	6,04
Testigo	6,38	6,40	12,78	6,39
SUMA	109,77	112,15	221,92	5,84

*En este cuadro se encuentran valores que corresponden a la transformación logarítmica del anexo 2.

Elaboración: Luis Carranco y Jorge Rodríguez

Cuadro11. Análisis de varianza

F.V.	G.L.	S.C	C.M	F. Cal.	F.T 1%	F. 5%
Total	37	8,315				
Tratamientos	18	5,405	0,300	1,961 ^{NS}	3,06	2,18
FA (% de grasa en la leche)	1	0,264	0,264	1,721 ^{NS}	8,18	4,38
FB (Dosis de lactobacillus Casei-01 g/501)	2	0,271	0,136	0,885 ^{NS}	5,90	3,52
FC (Temperatura para adición del cultivo)	2	0,479	0,240	1,565 ^{NS}	5,90	3,52
I (AxB)	2	1,149	0,575	3,753 *	5,90	3,52
I (AxC)	2	0,258	0,129	0,842 ^{NS}	5,90	3,52
I (BxC)	4	1,193	0,298	1,947 ^{NS}	4,50	2,90
I (AxBxC)	4	1,155	0,289	1,885 ^{NS}	4,50	2,90
Testigo vs.resto	1	0,636	0,636	4,155 ^{NS}	8,18	4,38
ERROR EXP.	19	2,910	0,153			

CV= 6,70

Elaboración: Luis Carranco y Jorge Rodríguez

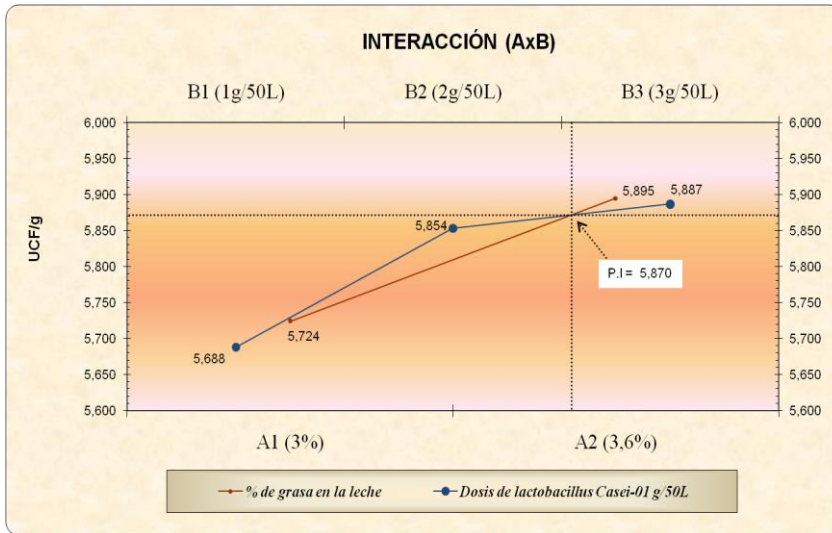
** : Altamente significativo

* : Significativo

NS : No significativo

Luego de realizar el análisis de la varianza se detectó significación estadística para la interacción AxB, en cambio no hubo significación estadística para tratamientos, para el factor A (% de grasa en la leche), para el factor B (Dosis de *Lactobacillus casei-01* g/50L), factor C (Temperatura de inoculación), las interacciones: (AxC, BxC, AxBxC) y testigo vs. los demás tratamientos. Razón por lo cual se realizó la gráfica para la interacción.

Gráfico 1. Interacción entre los factores A (% de grasa en la leche) y B (Dosis de lactobacillus Casei-01 g/50l).



Fuente: Datos del ensayo

Elaboración: Luis Carranco y Jorge Rodríguez

La gráfica muestra que la cantidad de microorganismos probióticos a los 0 días es directamente proporcional al porcentaje de grasa en la leche ya que a mayor porcentaje de grasa en la leche mayor es la cantidad de microorganismos probióticos.

La interacción entre los factores de: porcentaje de grasa en la leche (A) y dosis de *Lactobacillus casei-1* g/50l. (B) indica que se podía encontrar un punto óptimo de 5,870 UCF/g cuando el porcentaje de grasa en la leche es de 3,6% (A2) y la dosis de *Lactobacillus casei-01* de 3g/50l (B1).

4.2 Cantidad de microorganismos probióticos en el queso fresco a los 15 días de elaborado

Esta variable se midió en el producto final en donde los resultados se muestran a continuación:

Cuadro 12. Cantidad de microorganismos probióticos a los 15 días (UFC/g)

TRAT/REPT.	I	II	Σ	MEDIA
A1B1C1	6,54	6,48	13,02	6,51
A1B1C2	6,30	6,20	12,51	6,25
A1B1C3	6,57	6,57	13,14	6,57
A1B2C1	6,00	5,85	11,85	5,92
A1B2C2	6,04	6,34	12,38	6,19
A1B2C3	6,32	6,72	13,05	6,52
A1B3C1	6,63	6,80	13,43	6,72
A1B3C2	6,75	6,43	13,18	6,59
A1B3C3	6,28	6,36	12,64	6,32
A2B1C1	6,72	6,72	13,45	6,72
A2B1C2	6,23	6,36	12,59	6,30
A2B1C3	6,40	6,52	12,92	6,46
A2B2C1	6,00	6,40	12,40	6,20
A2B2C2	5,89	6,32	12,21	6,11
A2B2C3	6,53	6,57	13,10	6,55
A2B3C1	6,63	6,15	12,78	6,39
A2B3C2	6,61	5,64	12,26	6,13
A2B3C3	6,38	4,26	10,64	5,32
Testigo	6,38	6,40	12,78	6,39
SUMA	121,22	119,09	240,31	6,32

*En este cuadro se encuentran valores que corresponden a la transformación logarítmica del anexo 3.

Elaboración: Luis Carranco y Jorge Rodríguez

Cuadro 13. Análisis de varianza

F.V.	G.L.	S.C	C.M	F. Cal.	F.T 1%	F. 5%
Total	37	7,036				
Tratamientos	18	3,789	0,211	1,232 ^{NS}	3,06	2,18
FA (% de grasa en la leche)	1	0,226	0,226	1,321 ^{NS}	8,18	4,38
FB (Dosis de lactobacillus Casei-01 g/501)	2	0,394	0,197	1,154 ^{NS}	5,90	3,52
FC (Temperatura para adición del cultivo)	2	0,151	0,076	0,442 ^{NS}	5,90	3,52
I (AxB)	2	0,866	0,433	2,535 ^{NS}	5,90	3,52
I (AxC)	2	0,261	0,130	0,762 ^{NS}	5,90	3,52
I (BxC)	4	1,766	0,442	2,583 ^{NS}	4,50	2,90
I (AxBxC)	4	0,116	0,029	0,170 ^{NS}	4,50	2,90
Testigo vs.resto	1	0,009	0,009	0,052 ^{NS}	8,18	4,38
ERROR EXP.	19	3,247	0,171			
CV=						6,54%

Fuente: Datos del ensayo

Elaboración: Jorge Rodríguez

****** : Altamente significativo

***** : Significativo

NS : No significativo

Luego de realizar el análisis de la varianza para esta variable no se detectó significación estadística para tratamientos, para el factor **A** (% de grasa en la leche), para el factor **B** (Dosis de *Lactobacillus casei-01 g/50l*), factor **C** (Temperatura de inoculación) las interacciones: **AxB**, **AxC**, **BxC**, **AxBxC** y testigo vs. los demás tratamientos, razón por lo cual no se realizó las pruebas correspondientes y la gráfica.

Esto indica que todos los tratamientos son iguales debido a que el metabolismo de este probiótico le permite permanecer en estado de latencia hasta encontrar las condiciones idóneas para su desarrollo, como las que existe en el tracto digestivo del ser humano, ya

que una vez que éste lo ingiera, el *Lactobacillus* podrá dar inicio a nuevos ciclos de crecimiento.

4.3. Análisis organoléptico

Para el análisis organoléptico que se realizó a los productos finales, se evaluó haciendo referencia a los siguientes atributos sensoriales: color, olor, sabor, textura y aceptabilidad, que se encuentran descritos en la hoja de evaluación sensorial en el Anexo 1.

A continuación detallamos los rangos otorgados por los degustadores.

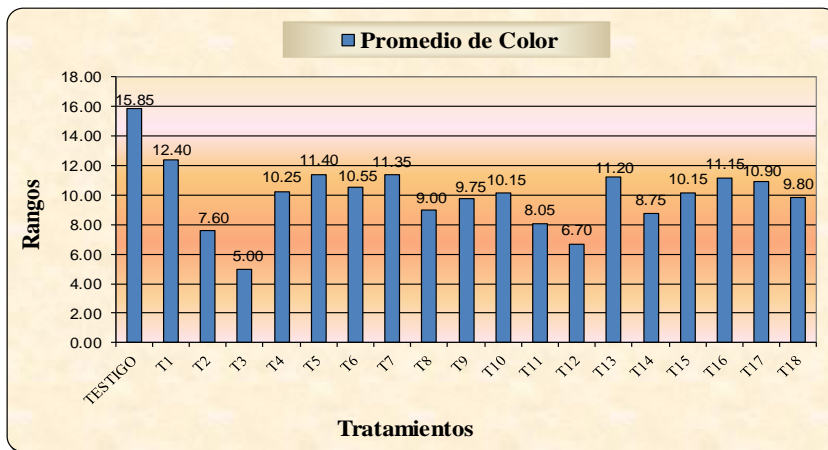
4.3.1. Color, olor, sabor, textura y aceptabilidad del producto a los 0 días

Cuadro 14. Rangos para la variables color, olor, sabor, textura y aceptabilidad

VARIABLE	VALOR CALCULADO X^2	VALOR TABULAR X^2		SIGN.	MEJORES TRATAMIENTOS	Σ
		5%	1%			
COLOR	30,27	30,1	36,2	*	testigo	15,85
					T1	12,40
OLOR	10,56	30,1	36,2	NS	T13	12,70
					T8	12,05
SABOR	38,51	30,1	36,2	**	T6	14,80
					T5	13,05
TEXTURA	17,15	30,1	36,2	NS	T4	12,30
					T15	12,30
ACEPTABILIDAD	26,52	30,1	36,2	NS	T1	13,45
					T3	12,50

Elaboración: Luis Carranco y Jorge Rodríguez

Gráfico 2. Promedio de aceptación de color.



Fuente: Datos del ensayo

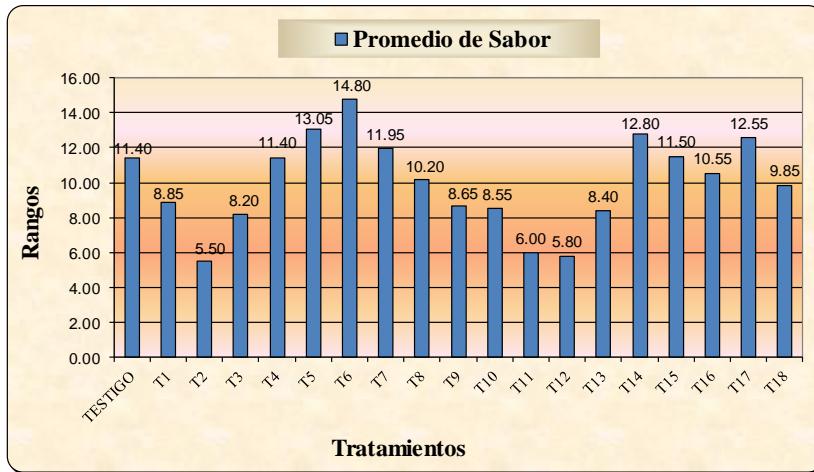
Elaboración: Luis Carranco y Jorge Rodríguez

Al realizar la prueba de Friedman para la característica organoléptica color, se encontró significación estadística lo que determinó que los panelistas consideren a los tratamientos diferentes siendo los mejores: testigo y T1 (% de grasa de la leche de 3%, Dosis de lactobacillus Casei-01 de 1g/50l y una temperatura para adición del cultivo de 35°C). Ver en el Anexo 4.

Estos resultados demuestran que los panelistas prefieren el color del queso común y del tratamiento con menor cantidad de *Lactobacillus casei* -01, porcentaje de grasa y temperatura de inoculación, debido a que el resto de tratamientos presenta un color más oscuro por la presencia de una mayor cantidad de *Lactobacillus*..

Adicionalmente para la característica sabor se encontró alta significación estadística lo que indica que todos los tratamientos son diferentes siendo los mejores: T6 (% de grasa de la leche de 3%, Dosis de lactobacillus Casei-01 de 2g/50l y una temperatura para adición del cultivo de 45°C) y T5 (% de grasa de la leche de 3%, Dosis de lactobacillus Casei-01 de 2g/50l y una temperatura para adición del cultivo de 40°C). Ver en el Anexo 6.

Gráfico 3. Promedio de aceptación de sabor.

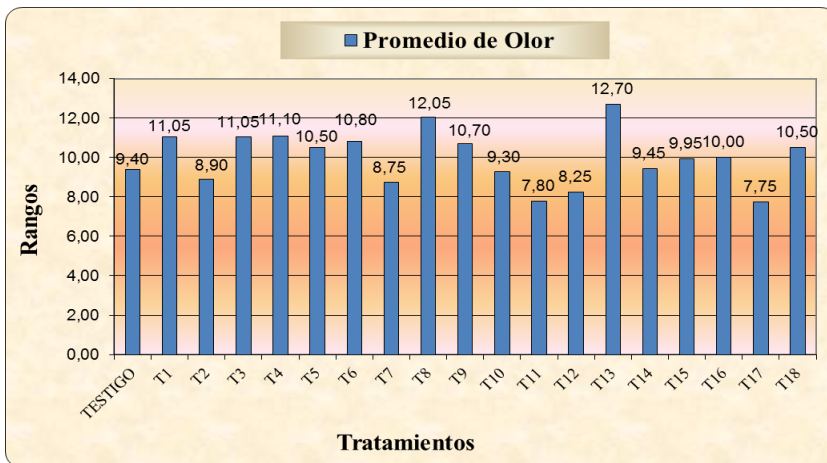


Fuente: Datos del ensayo

Elaboración: Luis Carranco y Jorge Rodríguez

Y para las características olor, textura y aceptabilidad no se encontró diferencia significativa entre los tratamientos evaluados ya que estadísticamente son iguales. Ver en el Anexo 6.

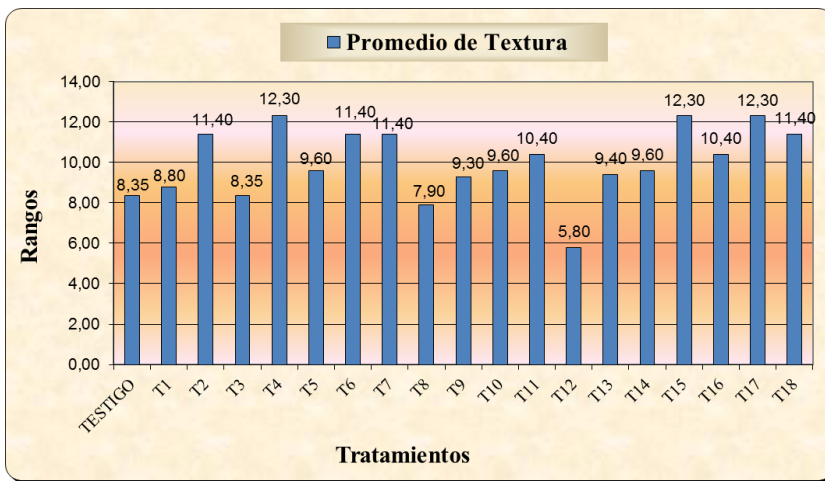
Gráfico 4. Promedio de aceptación de olor.



Fuente: Datos del ensayo

Elaboración: Luis Carranco y Jorge Rodríguez

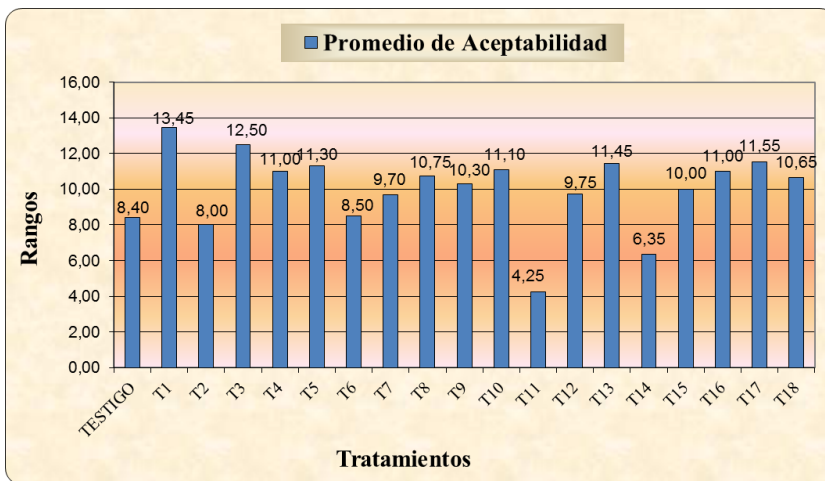
Gráfico 5. Promedio de aceptación de textura.



Fuente: Datos del ensayo

Elaboración: Luis Carranco y Jorge Rodríguez

Gráfico 6. Promedio de aceptación de aceptabilidad.



Fuente: Datos del ensayo

Elaboración: Luis Carranco y Jorge Rodríguez

4.3.2. Color, olor, sabor, textura y aceptabilidad del producto a los 15 días

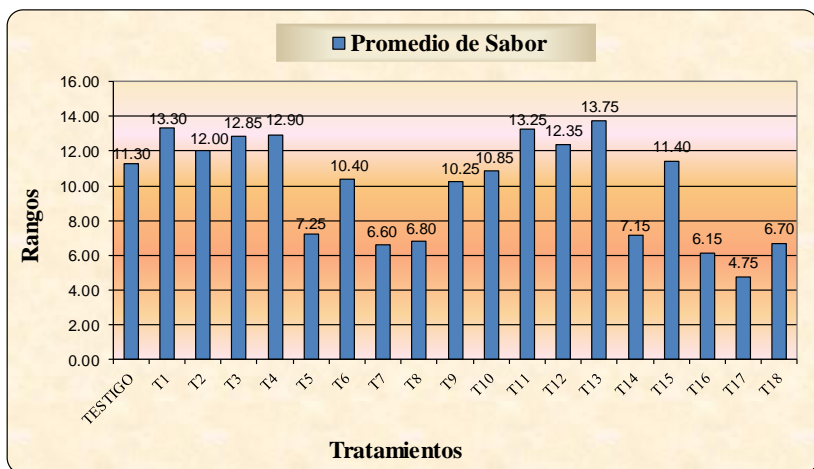
Cuadro 15. Rangos para la variables color, olor, sabor, textura y aceptabilidad

VARIABLE	VALOR CALCULADO X^2	VALOR TABULAR X^2		SIGN.	MEJORES TRATAMIENTOS	Σ
		5%	1%			
COLOR	15,92	30,1	36,2	NS	testigo	14,75
					T5	12,85
OLOR	20,69	30,1	36,2	NS	T1	13,25
					T4	12,80
SABOR	49,56	30,1	36,2	**	T13	13,75
					T1	13,30
TEXTURA	10,03	30,1	36,2	NS	T1	11,45
					T2	11,45
ACEPTABILIDAD	16,46	30,1	36,2	NS	T15	12,85
					T5	12,65

Elaboración: Luis Carranco y Jorge Rodríguez

Al realizar la prueba de Friedman para la característica organoléptica sabor, se encontró alta significación estadística lo que determinó que los panelistas consideran a los tratamientos diferentes siendo los mejores: T13 (porcentaje de grasa de la leche de 3,6%, dosis de *Lactobacillus casei-01* de 2g/50l y una temperatura para adición del cultivo de 35°C) y T1 (porcentaje de grasa de la leche de 3%, dosis de *Lactobacillus casei-01* de 1g/50l y una temperatura para adición del cultivo de 35°C). Ver en el Anexo 7.

Gráfico 7. Promedio de aceptación de sabor.

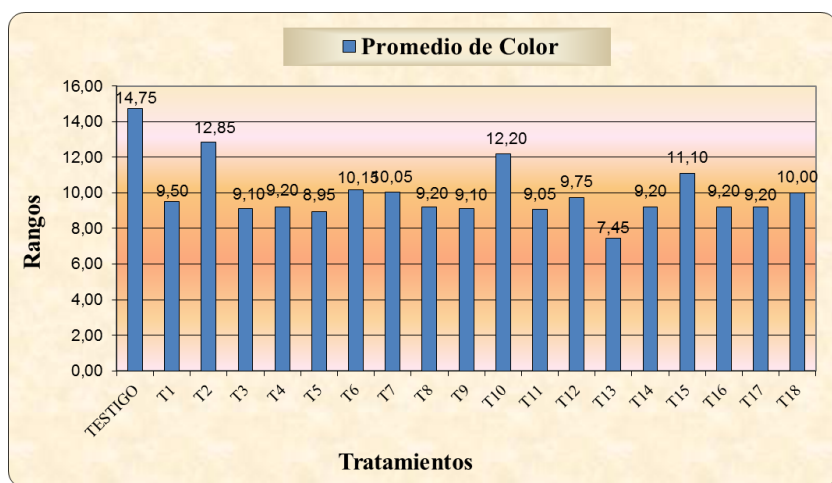


Fuente: Datos del ensayo

Elaboración: Luis Carranco y Jorge Rodríguez

Y para las características color, olor, textura y aceptabilidad no se encontró diferencia significativa entre los tratamientos evaluados, por lo que se concluyen que los tratamientos evaluados son iguales. Ver en el Anexo 8.

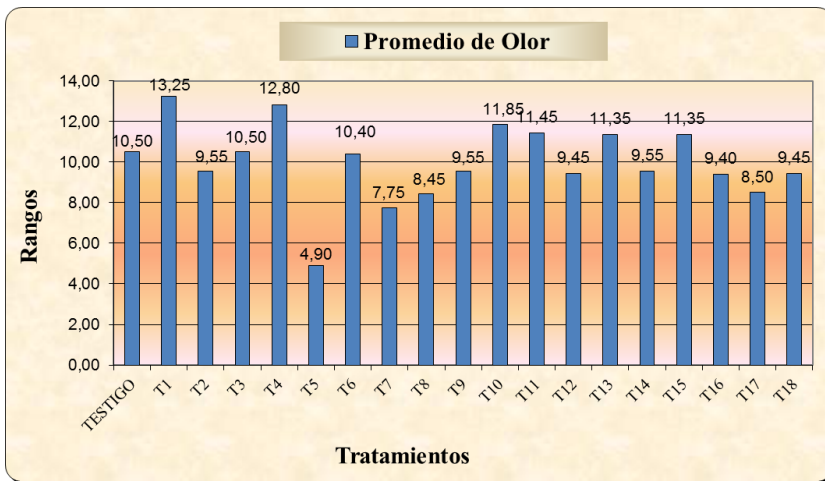
Gráfico 8. Promedio de aceptación de color.



Fuente: Datos del ensayo

Elaboración: Luis Carranco y Jorge Rodríguez

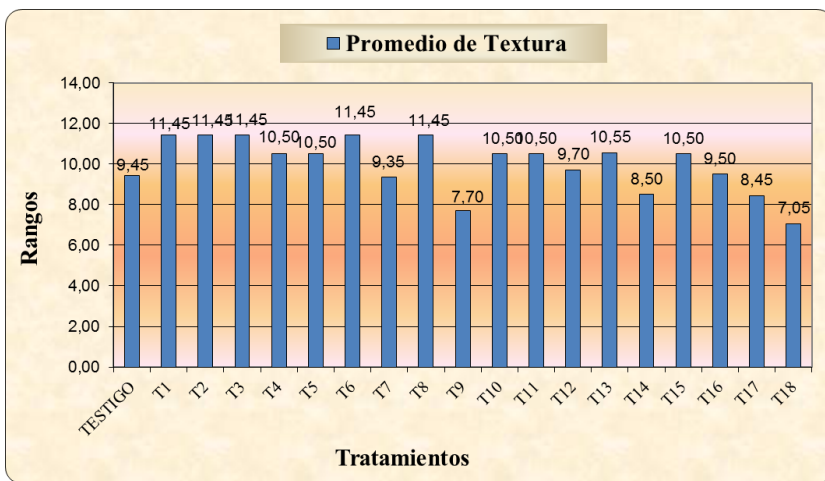
Gráfico 9. Promedio de aceptación de olor.



Fuente: Datos del ensayo

Elaboración: Luis Carranco y Jorge Rodríguez

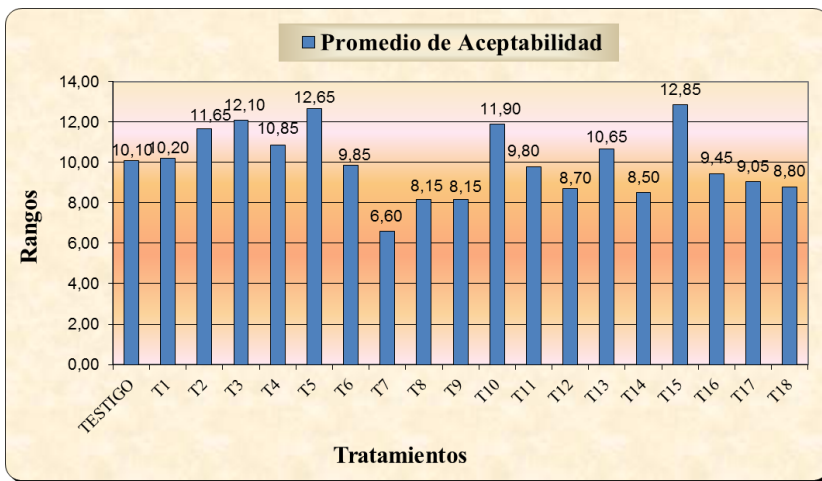
Gráfico 10. Promedio de aceptación de textura.



Fuente: Datos del ensayo

Elaboración: Luis Carranco y Jorge Rodríguez

Gráfico 11. Promedio de aceptación de aceptabilidad.



Fuente: Datos del ensayo

Elaboración: Luis Carranco y Jorge Rodríguez

Analizando estos resultados tanto a los 0 días y 15 días se determina que el atributo de sabor para los tratamientos con probióticos es más apetecible y preferido por los panelistas gracias a la característica propia del lactacillus de resaltar los sabores lácticos en el producto final.

El queso fresco sin probiótico al finalizar su tiempo de vida útil presenta una capa viscosa desagradable por la presencia de microorganismos que degradan el producto, indicado que no es apto para el consumo humano, mientras que el queso con prebiótico, en este lapso de tiempo, mantiene las características organolépticas como las de un queso fresco recién elaborado, por lo que el tiempo de vida útil puede ser mayor a 15 días, gracias a la generación de sustancias antimicrobianas como el ácido láctico por parte del *Lactobacillus casei -01*.

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- En la investigación se determinó que la cantidad (g) de *Lactobacillus casei-01* adecuada en el proceso de elaboración del queso con probiótico es de 3 g en 50 l de leche, ya que con este valor inicial se llega al punto óptimo de crecimiento garantizando un queso con probióticos.
- La mayor cantidad de *Lactobacillus casei-01* a los 0 días de elaborado el T 17 (3,6% de grasa, 3g de *Lactobacillus casei -01* y 40°C de temperatura de inoculación) con 7,2 UFC / g mientras que a los 15 días declina a 6,61 UFC / g y es el T7 (3% de grasa, 3g de *Lactobacillus casei -01* y 35°C de temperatura de inoculación) con 6,8 UFC/g el que tiene la población más alta de *Lactobacillus casei -01*, concluyéndose que existe una declinación del crecimiento por el cambio de circunstancias del cultivo, por falta de nutrientes.
- Del análisis estadístico se determina que el porcentaje de grasa de la leche apropiada para la elaboración del queso con probiótico es 3,6%, concluyendo que el *Lactobacillus casei -01* se desarrolla mejor con mayor contenido de grasa.
- Según los resultados del análisis organoléptico se concluye que el queso con mayor porcentaje de grasa es el que mejor sabor posee, cumpliéndose lo que indica Villegas (2004) que la grasa influye en la textura, sabor, rendimiento y color de los quesos.
- Del análisis de los resultados microbiológicos se muestra que este tipo de probiótico se activa y desarrolla en el rango de temperatura utilizado de 35, 40 y 45 °C por ser microorganismos mesófilos (25 a 45°C), tal como lo indica la especificación técnica de (Hansen, 2001), entonces se concluye que el factor temperatura no influyó significativamente en ninguno de los tratamientos ya que los microorganismos se desarrollan sin ningún inconveniente.
- La temperatura influye directamente en el proceso de coagulación como lo indica (Madrid, 1999), ya que eso ayuda a tener un queso con la textura adecuada y los

valores utilizados están dentro del rango de 35 a 45°C que son los óptimos para la coagulación.

- Según los resultados de las pruebas organolépticas del queso con probiótico *Lactobacillus casei-01*, en comparación con un queso fresco existieron diferencias significativas en los atributos color T1(3% de grasa, 1g de *Lactobacillus casei -01* y 35°C de temperatura de inoculación) a los 0 días y sabor T5(3% de grasa, 2g de *Lactobacillus casei -01* y 40°C de temperatura de inoculación),T6 (3% de grasa, 2g de *Lactobacillus casei -01* y 45°C de temperatura de inoculación) a los 0 días y T1(3% de grasa, 1g de *Lactobacillus casei -01* y 35°C de temperatura de inoculación), T13 (3,6% de grasa, 2g de *Lactobacillus casei -01* y 35°C de temperatura de inoculación) a los 15 días, por lo cual se concluye que los consumidores prefieren el queso con probiótico debido que los factores utilizados influyen directamente en las características sensoriales del queso como lo indica Villegas (2004) que la grasa influye en la textura, sabor, rendimiento y color de los quesos y según (Hansen,2001) el mismo microorganismo ayuda a dar los sabores apetecibles y un aroma suavemente ácido.
- Se concluye que el mejor tratamiento es T13 (3,6% de grasa, 2g de *Lactobacillus casei -01* y 35°C de temperatura de inoculación) ya que presenta la mayor cantidad de probióticos y según el análisis organoléptico es el más aceptado.
- Se acepta la hipótesis alternativa: “El queso con probiótico a obtener utilizando el *Lactobacillus casei -01* con incidencia del % grasa y temperatura de inoculación del cultivo, presenta características organolépticas y microbiológicas mejores a la del queso fresco elaborado únicamente con cuajo, mediante análisis sensorial y microbiológico”.

5.2. Recomendaciones

- Se recomienda realizar un estudio del probiótico *Lactobacillus casei -01*, utilizando leche ultra pasteurizada, empacado al vacío y aplicando el mejor tratamiento que se obtuvo en el presente estudio (porcentaje de grasa 3.6 y cantidad de *Lactobacillus casei -01* 3g / 50l) en queso fresco, con el objetivo de determinar el crecimiento diario de este *Lactobacillus* en un medio estéril.
- Realizar un estudio de elaboración de queso utilizando el probiótico *Lactobacillus casei -01* considerando los factores físico químicos como variables a medir.
- Se recomienda realizar un estudio de la influencia del salado en la elaboración de queso con probióticos para determinar la inhibición del crecimiento microbiológico en este tipo de cultivo.
- Se recomienda realizar un estudio de vida útil del queso con probiótico luego realizarse las dos primeras recomendaciones anteriores, ya que este tipo de producto tiene mayor durabilidad en anaquel que el queso fresco sin probiótico.

6. BIBLIOGRAFÍA

- Alais, Ch. (1970). Ciencia de la leche. D.F. México, Continental.
- Alais, Ch. (1985). Ciencia de la leche. Barcelona, Reverté S.A.
- Álvarez, N.; Bague, A. (2011), Los alimentos funcionales, una oportunidad para una mejor salud, primera edición. Madrid, AMV.
- Amiot, J. (1991). Ciencia y tecnología de la leche. Zaragoza España, ACRIBIA.
- Aranceta, J.; Gil, Á. (2010). Alimentos funcionales y salud en las etapas infantil y juvenil. Madrid España, Médica Panamericana.
- Brooks, G.(2014). Microbiología. Veintiseisava edición. España. McGraw-Hill
- Dilanjan, S. (1984). Fundamentos de la elaboración del queso, primera edición. Zaragoza España, Acribia.
- Ellner, R. (2000). Microbiología de la leche y de los productos lácteos, Preguntas y Respuestas. Madrid España, Díaz de Santos S.A.
- Gómez, G. (2004, 12, 22). Los probióticos. Recuperado de <http://www.monografias.com/trabajos16/probioticos/probioticos.shtml#ixzz3ZGmKobzC>
- Gómez, L. (2009, 05, 11). Cultivos lácteos. Recuperado de: <http://lacteos2009-leyla.blogspot.com/2009/05/capitulo-iii-cultivos-lacticos.html>
- Gonzales, H. (2010, 09, 10). Propiedades físicas de la leche. Recuperado de: <http://fisicadelaleche.blogspot.com/>
- Madrid, A. (1999). Tecnología quesera. Madrid España, AMV & Mundi-Prensa.
- Mahaut, M.; Jeantet, R.; Brulé, G.; Schuck, P. (2004). Productos lácteos industriales. Zaragoza España, Acribia, S.A.
- Marcos, A. (2011), Inmunonutrición, en la salud y la enfermedad, editorial Médica Panamericana, S.A.
- María, B. (2009, 06, 17). Propiedades de la leche. Recuperado de: <http://propiedadesdelaleche.blogspot.com/>
- Ramirez, C. (1949). La leche y las industrias de la leche. Santiago de Chile, Zig-Zag S.A.
- Reinheimer, J.; Zalazar, C. (2006), Avances en microbiología, bioquímica y tecnología de quesos, Santa Fe, Argentina, Universidad Nacional del Litoral.

Terranova. (1980). ENCICLOPEDIA AGROPECUARIA, Terranova.

Vides, A. (2010, 08, 07). Quesos Frescos. Recuperado de:
<http://es.slideshare.net/adriavigu/tema-2-quesos-frescos/>

Villegas, A. (2004). Tecnología quesera, primera edición. México, D.F., Trillas

Webb, G.(2006). Complementos nutricionales y alimentos funcionales. Zaragoza España,
Acribia S.A.

7. ANEXOS

Anexo 1. Formato de evaluación sensorial

DEGUSTADOR:

DIA CERO

Por favor, evaluar las características de queso fresco de izquierda a derecha y califique con una (x) de acuerdo a las alternativas propuestas

PARÁMETROS	ALTERNATIVAS	MUESTRAS																		
		T0	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	T16	T17	T18
COLOR	BLANCO																			
	BLANCO CREMA																			
	CREMA																			
	CREMA OSCURO																			
OLOR	LIGERAMENTE PERCEPTIBLE																			
	NORMAL CARACTERÍSTICO																			
	DESAGRADABLE (OLOR EXTRAÑO)																			
SABOR	MUY BUENO																			
	BUENO																			
	REGULAR																			
	MALO																			
TEXTURA	SUAVE																			
	MUY SUAVE																			
	DURA																			
ACEPTABILIDAD	GUSTA POCO																			
	GUSTA MUCHO																			
	NO GUSTA																			

CARACTERÍSTICAS NORMALES DE UN QUESO FRESCO

El queso fresco debe presentar textura suave, no esponjosa y su color puede variar de blanco al crema. Debe estar libre de colorantes. Su olor y sabor deben ser los característicos del tipo de queso

Elaboración: Luis Carranco y Jorge Rodríguez

EVALUACION SENSORIAL DEL QUESO FRESCO CON PROBIOTICOS

DEGUSTADOR: *Flavia Ceballos - 140375300-8*

DIA QUINCE

Por favor, evaluar las muestras de queso fresco de izquierda a derecha y califique con una (X) de acuerdo a las alternativas propuestas

SEGUNDA EVALUACION

PARAMETROS	ALTERNATIVAS	MUESTRAS																		
		T0	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	T16	T17	T18
COLOR	BLANCO																			
	BLANCO CREMA	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	CREMA																			
	CREMA OSCURO																			
OLOR	LIGERAMENTE PERCEPTIBLE																			
	NORMAL CARACTERISTICO	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	DESAGRADABLE (OLOR EXTRAÑO)						X													
SABOR	MUY BUENO		X		X	X					X	X	X	X		X				
	BUENO	X		X			X	X	X	X					X		X		X	
	REGULAR																			
	MALO																			
TEXTURA	SUAVE		X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X				X
	MUY SUAVE																			
	DURA	X							X									X	X	
ACEPTABILIDAD	GUSTA POCO	X		X	X		X		X	X					X	X	X	X	X	
	GUSTA MUCHO		X			X		X			X	X	X	X						
	NO GUSTA																			

CARACTERISTICAS NORMALES DE UN QUESO FRESCO

El queso fresco debe presentar textura suave, no esponjosa y su color puede variar de blanco al crema. Debe estar libre de colorantes. Su olor y sabor deben ser los característicos del tipo de queso.

Elaboración: Luis Carranco y Jorge Rodríguez

Anexo 2. Recuento de UFC de *Lactobacillus casei-01* a los 0 días

	TRAT/REPT.	I	II
1	A1B1C1	47000.00	1300000.00
2	A1B1C2	230000.00	340000.00
3	A1B1C3	650000.00	170000.00
4	A1B2C1	1400000.00	680000.00
5	A1B2C2	730000.00	2300000.00
6	A1B2C3	510000.00	1600000.00
7	A1B3C1	450000.00	450000.00
8	A1B3C2	560000.00	650000.00
9	A1B3C3	450000.00	470000.00
10	A2B1C1	690000.00	3600000.00
11	A2B1C2	570000.00	1500000.00
12	A2B1C3	180000.00	900000.00
13	A2B2C1	770000.00	1500000.00
14	A2B2C2	370000.00	550000.00
15	A2B2C3	190000.00	300000.00
16	A2B3C1	310000.00	160000.00
17	A2B3C2	1600000.00	3000000.00
18	A2B3C3	3100000.00	380000.00
19	Testigo	2400000.00	2500000.00

Fuente: Datos del ensayo

Elaboración: Luis Carranco y Jorge Rodríguez

Anexo 3. Recuento de UFC de Lactobacillus casei-01 a los 15 días

	TRAT/REPT.	I	II
1	A1B1C1	3500000.00	3000000.00
2	A1B1C2	2000000.00	1600000.00
3	A1B1C3	3700000.00	3700000.00
4	A1B2C1	1000000.00	700000.00
5	A1B2C2	1100000.00	2200000.00
6	A1B2C3	2100000.00	5300000.00
7	A1B3C1	4300000.00	6300000.00
8	A1B3C2	5600000.00	2700000.00
9	A1B3C3	1900000.00	2300000.00
10	A2B1C1	5300000.00	5300000.00
11	A2B1C2	1700000.00	2300000.00
12	A2B1C3	2500000.00	3300000.00
13	A2B2C1	1000000.00	2500000.00
14	A2B2C2	780000.00	2100000.00
15	A2B2C3	3400000.00	3700000.00
16	A2B3C1	4300000.00	1400000.00
17	A2B3C2	4100000.00	440000.00
18	A2B3C3	2400000.00	18000.00
19	Testigo	2400000.00	2500000.00

Fuente: Datos del ensayo

Elaboración: Luis Carranco y Jorge Rodríguez

Anexo 4. Atributo color a los 0 días

Variable Color

CATADOR	TESTIGO	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	T16	T17	T18	SUMA
1	15,00	15,00	5,50	5,50	15,00	5,50	5,50	5,50	5,50	5,50	5,50	5,50	15,00	5,50	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00	190,00
2	16,50	16,50	9,50	9,50	4,00	9,50	4,00	16,50	16,50	16,50	9,50	4,00	1,00	4,00	9,50	16,50	9,50	13,00	16,50	190,00
3	11,50	6,00	2,00	6,00	11,50	17,00	17,00	6,00	6,00	17,00	17,00	6,00	6,00	11,50	11,50	2,00	11,50	17,00	11,50	190,00
4	18,00	12,50	12,50	1,00	12,50	19,00	19,00	12,50	12,50	12,50	4,50	4,50	4,50	12,50	12,50	12,50	4,50	4,50	4,50	190,00
5	15,50	15,50	3,50	3,50	1,50	8,00	8,00	8,00	8,00	15,50	15,50	15,50	8,00	8,00	8,00	15,50	15,50	15,50	8,00	190,00
6	18,00	14,00	10,00	4,00	18,00	4,00	4,00	10,00	16,00	6,50	6,50	14,00	1,50	10,00	1,50	4,00	10,00	10,00	18,00	190,00
7	17,00	17,00	17,00	7,50	7,50	13,50	7,50	13,50	7,50	7,50	7,50	1,50	1,50	17,00	7,50	7,50	17,00	7,50	7,50	190,00
8	11,00	11,00	11,00	11,00	17,50	17,50	17,50	17,50	5,00	2,00	11,00	5,00	5,00	11,00	11,00	11,00	11,00	2,00	2,00	190,00
9	19,00	14,00	2,50	1,00	14,00	14,00	7,00	7,00	2,50	4,00	14,00	14,00	14,00	14,00	7,00	7,00	7,00	14,00	14,00	190,00
10	17,00	2,50	2,50	1,00	10,50	10,50	10,50	18,50	10,50	10,50	10,50	10,50	10,50	18,50	4,00	10,50	10,50	10,50	10,50	190,00
ΣX	158,50	124,00	76,00	50,00	102,50	114,00	105,50	113,50	90,00	97,50	101,50	80,50	67,00	112,00	87,50	101,50	111,50	109,00	98,00	1900,00
ΣX^2	25122,25	15376,00	5776,00	2500,00	10506,25	12996,00	11130,25	12882,25	8100,00	9506,25	10302,25	6480,25	4489,00	12544,00	7656,25	10302,25	12482,25	11881,00	9604,00	135166,75
X	15,85	12,40	7,60	5,00	10,25	11,40	10,55	11,35	9,00	9,75	10,15	8,05	6,70	11,20	8,75	10,15	11,15	10,90	9,80	10,00

PRUEBA DE FRIEDMAN

$$\chi^2 = \frac{12}{n(n+1)} \sum R^2 - 3r(t+1)$$

Anexo 5. Atributo sabor a los 0 días

Variable Sabor

CATADOR	TESTIGO	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	T16	T17	T18	SUMA
1	11,50	4,50	11,50	4,50	4,50	11,50	17,00	11,50	4,50	11,50	11,50	17,00	17,00	4,50	17,00	4,50	4,50	17,00	4,50	190,00
2	18,50	14,50	1,50	7,00	14,50	14,50	14,50	14,50	7,00	18,50	1,50	7,00	14,50	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	190,00
3	5,50	5,50	5,50	14,50	14,50	14,50	14,50	14,50	5,50	1,00	5,50	5,50	5,50	5,50	14,50	14,50	14,50	14,50	14,50	190,00
4	11,00	11,00	2,50	2,50	11,00	11,00	11,00	11,00	11,00	11,00	11,00	2,50	2,50	11,00	18,50	18,50	11,00	11,00	11,00	190,00
5	15,50	7,50	2,00	7,50	7,50	7,50	15,50	15,50	7,50	15,50	7,50	2,00	2,00	7,50	15,50	15,50	7,50	15,50	15,50	190,00
6	14,50	7,00	7,00	14,50	7,00	18,50	14,50	7,00	18,50	14,50	7,00	1,50	1,50	7,00	14,50	7,00	7,00	7,00	14,50	190,00
7	18,00	12,00	12,00	12,00	12,00	18,00	18,00	12,00	12,00	5,50	5,50	2,00	2,00	5,50	2,00	12,00	5,50	12,00	12,00	190,00
8	9,50	9,50	3,00	9,50	16,50	3,00	16,50	16,50	9,50	3,00	9,50	3,00	3,00	16,50	16,50	9,50	16,50	9,50	9,50	190,00
9	5,00	5,00	5,00	5,00	14,50	14,50	14,50	5,00	14,50	5,00	14,50	14,50	5,00	14,50	5,00	14,50	14,50	14,50	5,00	190,00
10	5,00	12,00	5,00	5,00	12,00	17,50	12,00	12,00	12,00	1,00	12,00	5,00	5,00	5,00	17,50	12,00	17,50	17,50	5,00	190,00
ΣX	114,00	88,50	55,00	82,00	114,00	130,50	148,00	119,50	102,00	86,50	85,50	60,00	58,00	84,00	128,00	115,00	105,50	125,50	98,50	1900,00
ΣX²	12996,00	7832,25	3025,00	6724,00	12996,00	17830,25	21904,00	14280,25	10404,00	7482,25	7310,25	3600,00	3364,00	7056,00	16384,00	13225,00	11130,25	15750,25	9702,25	12848,25
X	11,40	8,85	5,50	8,20	11,40	13,05	14,80	11,95	10,20	8,65	8,55	6,00	5,80	8,40	12,80	11,50	10,55	12,55	9,85	10,00

PRUEBA DE FRIEDMAN

$$\chi^2 = \frac{12}{n(n+1)} \sum R^2 - 3r(\frac{n+1}{2})$$

Anexo 6. Atributos olor, textura y aceptabilidad a los 0 días.

Variable Olor

CATADOR	TESTIGO	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	T16	T17	T18	SUMA	
1	14,00	4,50	14,00	4,50	14,00	4,50	14,00	4,50	14,00	4,50	14,00	4,50	14,00	4,50	14,00	4,50	14,00	4,50	14,00	4,50	190,00
2	8,50	8,50	3,00	8,50	15,50	3,00	15,50	3,00	15,50	8,50	8,50	15,50	15,50	15,50	8,50	15,50	15,50	3,00	3,00	3,00	190,00
3	4,00	13,50	13,50	13,50	13,50	4,00	13,50	13,50	13,50	13,50	4,00	4,00	13,50	13,50	13,50	4,00	4,00	4,00	13,50	13,50	190,00
4	5,00	14,50	14,50	14,50	14,50	5,00	5,00	5,00	14,50	14,50	14,50	14,50	14,50	14,50	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	190,00
5	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	2,50	2,50	12,00	12,00	12,00	12,00	2,50	2,50	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	190,00
6	6,50	14,50	2,00	14,50	6,50	14,50	14,50	14,50	6,50	14,50	6,50	2,00	2,00	14,50	6,50	14,50	14,50	6,50	14,50	14,50	190,00
7	3,00	11,50	11,50	11,50	11,50	11,50	11,50	11,50	11,50	11,50	11,50	11,50	11,50	11,50	11,50	1,50	11,50	1,50	11,50	11,50	190,00
8	11,00	11,00	11,00	11,00	11,00	11,00	11,00	11,00	11,00	1,50	11,00	1,50	11,00	11,00	11,00	11,00	11,00	11,00	11,00	11,00	190,00
9	15,00	5,50	5,50	5,50	5,50	15,00	15,00	5,50	15,00	15,00	5,50	5,50	5,50	5,50	15,00	15,00	15,00	5,50	15,00	15,00	190,00
10	15,00	15,00	2,00	15,00	7,00	15,00	15,00	7,00	7,00	2,00	15,00	7,00	2,00	15,00	7,00	7,00	7,00	15,00	15,00	15,00	190,00
ΣX	94,00	110,50	89,00	110,50	111,00	105,00	108,00	87,50	120,50	107,00	93,00	78,00	82,50	127,00	94,50	99,50	100,00	77,50	105,00	105,00	1900,00
ΣX ²	8856,00	12210,25	7921,00	12210,25	12321,00	11025,00	11664,00	7556,25	14520,25	11449,00	8649,00	6084,00	6806,25	16129,00	8930,25	9900,25	10000,00	6006,25	11025,00	11025,00	131352,25
X	9,40	11,05	8,90	11,05	11,10	10,50	10,80	8,75	12,05	10,70	9,30	7,80	8,25	12,70	9,45	9,95	10,00	7,75	10,50	10,50	10,00

PRUEBA DE FRIEDMAN

$$\chi^2 = \frac{12}{r(t+1)} \sum R^2 - 3r(t+1)$$

Variable Textura

CATADOR	TESTIGO	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	T16	T17	T18	SUMA
1	11,50	11,50	11,50	11,50	11,50	11,50	11,50	11,50	11,50	11,50	2,00	11,50	2,00	2,00	11,50	11,50	11,50	11,50	11,50	190,00
2	12,00	12,00	12,00	2,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	4,00	2,00	2,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	190,00
3	11,00	11,00	11,00	11,00	11,00	11,00	11,00	11,00	2,00	11,00	11,00	11,00	11,00	1,00	11,00	11,00	11,00	11,00	11,00	190,00
4	1,50	11,00	11,00	1,50	11,00	11,00	11,00	11,00	11,00	11,00	11,00	11,00	11,00	11,00	11,00	11,00	11,00	11,00	11,00	190,00
5	13,00	3,50	13,00	13,00	13,00	3,50	13,00	13,00	3,50	13,00	3,50	13,00	13,00	13,00	3,50	13,00	3,50	13,00	13,00	190,00
6	12,50	4,00	12,50	12,50	12,50	4,00	12,50	12,50	12,50	1,50	12,50	12,50	1,50	12,50	4,00	12,50	12,50	12,50	12,50	190,00
7	15,50	6,50	6,50	15,50	15,50	6,50	6,50	6,50	6,50	6,50	15,50	6,50	1,00	15,50	6,50	15,50	15,50	15,50	6,50	190,00
8	1,50	11,50	11,50	11,50	11,50	11,50	11,50	11,50	3,00	1,50	11,50	11,50	11,50	11,50	11,50	11,50	11,50	11,50	11,50	190,00
9	3,00	12,50	12,50	3,00	12,50	12,50	12,50	12,50	12,50	12,50	12,50	12,50	3,00	3,00	12,50	12,50	3,00	12,50	12,50	190,00
10	2,00	4,50	12,50	2,00	12,50	12,50	12,50	12,50	4,50	12,50	12,50	12,50	2,00	12,50	12,50	12,50	12,50	12,50	12,50	190,00
ΣX	83,50	88,00	114,00	83,50	123,00	96,00	114,00	114,00	79,00	93,00	96,00	104,00	58,00	94,00	96,00	123,00	104,00	123,00	114,00	1900,00
ΣX^2	6972,25	7744,00	12996,00	6972,25	15129,00	9216,00	12996,00	12996,00	6241,00	8649,00	9216,00	10816,00	3364,00	8866,00	9216,00	15129,00	10816,00	15129,00	12996,00	123307,50
X	8,35	8,80	11,40	8,35	12,30	9,60	11,40	11,40	7,90	9,30	9,60	10,40	5,80	9,40	9,60	12,30	10,40	12,30	11,40	10,00

PRUEBA DE FRIEDMAN

$$\chi^2 = \frac{12}{rt(t+1)} \sum R^2 - 3r(t+1)$$

Variable Aceptabilidad

CATADOR	TESTIGO	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	T16	T17	T18	SUMA
1	3,00	12,50	12,50	12,50	12,50	12,50	3,00	12,50	12,50	12,50	12,50	3,00	12,50	12,50	3,00	12,50	12,50	3,00	12,50	190,00
2	5,50	13,50	2,00	13,50	13,50	13,50	13,50	5,50	13,50	5,50	2,00	2,00	13,50	13,50	13,50	5,50	13,50	13,50	13,50	190,00
3	6,00	15,50	15,50	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	15,50	15,50	15,50	15,50	15,50	15,50	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	190,00
4	12,50	12,50	2,00	12,50	12,50	12,50	12,50	12,50	12,50	12,50	12,50	2,00	2,00	12,50	4,50	4,50	12,50	12,50	12,50	190,00
5	4,00	13,00	13,00	13,00	13,00	13,00	4,00	13,00	13,00	4,00	13,00	1,00	13,00	13,00	4,00	4,00	13,00	13,00	13,00	190,00
6	6,00	14,00	6,00	14,00	14,00	6,00	14,00	2,00	6,00	14,00	14,00	2,00	2,00	14,00	6,00	14,00	14,00	14,00	14,00	190,00
7	9,00	15,50	15,50	15,50	15,50	9,00	9,00	15,50	9,00	3,50	3,50	3,50	3,50	3,50	3,50	15,50	15,50	15,50	9,00	190,00
8	14,50	14,50	2,00	14,50	6,50	14,50	6,50	6,50	2,00	14,50	14,50	2,00	14,50	6,50	6,50	14,50	6,50	14,50	14,50	190,00
9	8,50	8,50	8,50	8,50	8,50	18,00	8,50	8,50	8,50	18,00	8,50	8,50	18,00	8,50	8,50	8,50	8,50	8,50	8,50	190,00
10	15,00	15,00	3,00	15,00	8,00	8,00	8,00	15,00	15,00	3,00	15,00	3,00	3,00	15,00	8,00	15,00	8,00	15,00	3,00	190,00
ΣX	84,00	134,50	80,00	113,00	110,00	113,00	85,00	97,00	107,50	103,00	111,00	42,50	97,50	114,50	63,50	100,00	110,00	115,50	106,50	190,00
ΣX^2	7056,00	18090,25	6400,00	12769,00	12100,00	12769,00	7225,00	9409,00	11556,25	10699,00	12321,00	1806,25	9506,25	13110,25	4032,25	10000,00	12100,00	13340,25	11342,25	13473,00
X	8,40	13,45	8,00	11,30	11,00	11,30	8,50	9,70	10,75	10,30	11,10	4,25	9,75	11,45	6,35	10,00	11,00	11,55	10,65	10,00

PRUEBA DE FRIEDMAN

$$X^2 = \frac{12}{rt(t+1)} \sum R^2 - 3r(t+1)$$

Anexo 7. Atributo sabor a los 15 días

Variable Sabor

CATADOR	TESTIGO	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	T16	T17	T18	SUMA
1	17,50	17,50	7,50	14,00	14,00	7,50	7,50	7,50	1,50	7,50	7,50	17,50	7,50	14,00	17,50	7,50	7,50	1,50	7,50	190,00
2	1,50	8,50	8,50	1,50	17,00	8,50	17,00	8,50	8,50	17,00	8,50	8,50	8,50	17,00	8,50	8,50	8,50	8,50	17,00	190,00
3	7,50	1,50	16,00	7,50	7,50	7,50	16,00	16,00	16,00	16,00	7,50	16,00	16,00	16,00	7,50	7,50	7,50	7,50	1,50	190,00
4	10,00	17,00	17,00	17,00	10,00	10,00	10,00	3,00	3,00	10,00	17,00	10,00	10,00	17,00	3,00	10,00	3,00	3,00	10,00	190,00
5	15,50	15,50	15,50	15,50	15,50	3,00	15,50	3,00	3,00	3,00	3,00	15,50	8,50	8,50	8,50	15,50	8,50	8,50	8,50	190,00
6	6,00	15,50	6,00	15,50	15,50	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	15,50	15,50	15,50	15,50	6,00	15,50	6,00	6,00	6,00	190,00
7	14,00	14,00	14,00	14,00	14,00	3,50	14,00	3,50	3,50	7,50	14,00	14,00	14,00	14,00	3,50	14,00	3,50	3,50	7,50	190,00
8	10,00	18,00	10,00	18,00	10,00	10,00	10,00	2,00	10,00	10,00	10,00	10,00	18,00	10,00	10,00	10,00	10,00	2,00	2,00	190,00
9	19,00	13,50	13,50	13,50	13,50	4,50	4,50	4,50	4,50	13,50	13,50	13,50	13,50	13,50	4,50	13,50	4,50	4,50	4,50	190,00
10	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	2,50	12,00	2,50	2,50	2,50	190,00
ΣX	113,00	133,00	120,00	128,50	129,00	72,50	104,00	66,00	68,00	102,50	108,50	132,50	123,50	137,50	71,50	114,00	61,50	47,50	67,00	1900,00
ΣX^2	12769,00	17689,00	14400,00	16512,25	16641,00	5256,25	10816,00	4356,00	4624,00	10506,25	11772,25	17556,25	15252,25	18906,25	5112,25	12936,00	3782,25	2256,25	4488,00	158150,50
X	11,30	13,30	12,00	12,85	12,90	7,25	10,40	6,60	6,80	10,25	10,85	13,25	12,35	13,75	7,15	11,40	6,15	4,75	6,70	10,00

PRUEBA DE FREDMAN

$$\chi^2 = \frac{12}{n(t+1)} \sum R^2 - 3r(t+1)$$

Anexo 8. Atributos color, olor, textura y aceptabilidad a los 15 días

Variable Color

CATADOR	TESTIGO	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	T16	T17	T18	SUMA
1	14,50	8,00	14,50	4,00	14,50	4,00	14,50	4,00	14,50	4,00	8,00	1,00	8,00	4,00	14,50	14,50	14,50	14,50	14,50	190,00
2	19,00	9,50	9,50	9,50	9,50	9,50	9,50	9,50	9,50	9,50	9,50	9,50	9,50	9,50	9,50	9,50	9,50	9,50	9,50	190,00
3	19,00	9,50	9,50	9,50	9,50	9,50	9,50	9,50	9,50	9,50	9,50	9,50	9,50	9,50	9,50	9,50	9,50	9,50	9,50	190,00
4	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	190,00
5	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	190,00
6	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	190,00
7	15,00	15,00	15,00	15,00	5,50	5,50	15,00	5,50	5,50	5,50	15,00	15,00	15,00	5,50	5,50	15,00	5,50	5,50	5,50	190,00
8	17,50	8,00	17,50	8,00	8,00	8,00	8,00	17,50	8,00	8,00	17,50	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	190,00
9	15,50	6,00	15,50	6,00	6,00	6,00	6,00	15,50	6,00	15,50	15,50	15,50	15,50	6,00	6,00	15,50	6,00	6,00	6,00	190,00
10	17,00	9,00	17,00	9,00	9,00	17,00	9,00	9,00	9,00	9,00	17,00	2,00	2,00	2,00	9,00	9,00	9,00	9,00	17,00	190,00
ΣX	147,50	95,00	128,50	91,00	92,00	89,50	101,50	100,50	92,00	91,00	122,00	90,50	97,50	74,50	92,00	111,00	92,00	92,00	100,00	1900,00
ΣX^2	21756,25	9025,00	16512,25	8281,00	8464,00	8010,25	10302,25	10100,25	8464,00	8281,00	14884,00	8190,25	9506,25	5550,25	8464,00	12321,00	8464,00	8464,00	10000,00	141776,75
X	14,75	9,50	12,85	9,10	9,20	8,95	10,15	10,05	9,20	9,10	12,20	9,05	9,75	7,45	9,20	11,10	9,20	9,20	10,00	10,00

PRUEBA DE FRIEDMAN

$$\chi^2 = \frac{12}{n(n+1)} \sum R^2 - 3r(\frac{n+1}{2})$$

Variable Olor

CAYADOR	TESTIGO	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	T16	T17	T18	SUMA
1	5,00	13,50	5,00	5,00	18,50	5,00	13,50	5,00	5,00	13,50	18,50	5,00	13,50	13,50	5,00	13,50	5,00	13,50	13,50	190,00
2	13,50	13,50	4,00	13,50	13,50	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	13,50	13,50	4,00	13,50	13,50	13,50	13,50	13,50	13,50	190,00
3	4,50	14,00	14,00	14,00	14,00	4,50	4,50	4,50	4,50	14,00	14,00	14,00	14,00	14,00	14,00	14,00	4,50	4,50	4,50	190,00
4	11,50	11,50	11,50	11,50	11,50	2,00	11,50	11,50	2,00	11,50	11,50	11,50	11,50	11,50	11,50	11,50	11,50	2,00	11,50	190,00
5	10,50	10,50	10,50	10,50	10,50	2,00	10,50	2,00	18,50	2,00	10,50	10,50	10,50	10,50	10,50	10,50	18,50	10,50	10,50	190,00
6	10,50	10,50	10,50	10,50	10,50	1,00	10,50	10,50	10,50	10,50	10,50	10,50	10,50	10,50	10,50	10,50	10,50	10,50	10,50	190,00
7	6,00	15,50	15,50	15,50	15,50	6,00	15,50	6,00	6,00	6,00	6,00	15,50	6,00	15,50	6,00	15,50	6,00	6,00	6,00	190,00
8	10,50	10,50	1,00	10,50	10,50	10,50	10,50	10,50	10,50	10,50	10,50	10,50	10,50	10,50	10,50	10,50	10,50	10,50	10,50	190,00
9	15,50	15,50	15,50	6,00	15,50	6,00	15,50	15,50	15,50	15,50	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	190,00
10	17,50	17,50	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	17,50	17,50	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	190,00
ΣX	105,00	132,50	95,50	105,00	128,00	49,00	104,00	77,50	84,50	95,50	118,50	114,50	94,50	113,50	95,50	113,50	94,00	85,00	94,50	1900,00
ΣX^2	11025,00	17556,25	9120,25	11025,00	16384,00	2401,00	10816,00	6006,25	7140,25	9120,25	14042,25	13110,25	8930,25	12882,25	9120,25	12882,25	8836,00	7225,00	8930,25	136677,00
X	10,50	13,25	9,55	10,50	12,80	4,90	10,40	7,75	8,45	9,55	11,85	11,45	9,45	11,35	9,55	11,35	9,40	8,50	9,45	10,00

PRUEBA DE FRIEDMAN

$$\chi^2 = \frac{12}{rt(t+1)} \sum R^2 - 3r(t+1)$$

Variable Textura

CAYADOR	TESTIGO	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	T16	T17	T18	SUMA
1	12,50	12,50	12,50	12,50	12,50	12,50	12,50	12,50	12,50	3,00	3,00	3,00	12,50	12,50	12,50	3,00	12,50	12,50	3,00	190,00
2	12,50	12,50	12,50	12,50	3,00	3,00	12,50	12,50	12,50	3,00	12,50	12,50	3,00	12,50	12,50	12,50	12,50	12,50	3,00	190,00
3	10,50	10,50	10,50	10,50	10,50	10,50	10,50	10,50	10,50	1,00	10,50	10,50	10,50	10,50	10,50	10,50	10,50	10,50	10,50	190,00
4	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	190,00
5	12,50	12,50	12,50	12,50	12,50	12,50	12,50	1,00	12,50	3,50	12,50	12,50	12,50	3,50	3,50	12,50	12,50	12,50	3,50	190,00
6	2,50	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	2,50	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	2,50	2,50	12,00	190,00
7	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	190,00
8	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	190,00
9	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	2,00	12,00	2,00	2,00	4,00	190,00
10	2,00	12,50	12,50	12,50	12,50	12,50	12,50	12,50	12,50	12,50	12,50	12,50	4,50	12,50	2,00	12,50	12,50	2,00	4,50	190,00
ΣX	94,50	114,50	114,50	114,50	105,00	105,00	114,50	93,50	114,50	77,00	105,00	105,00	97,00	105,50	85,00	105,00	95,00	84,50	70,50	1900,00
ΣX^2	8930,25	13110,25	13110,25	13110,25	11025,00	11025,00	13110,25	8742,25	13110,25	5929,00	11025,00	11025,00	9409,00	11130,25	7225,00	11025,00	9025,00	7140,25	4970,25	142661,75
X	9,45	11,45	11,45	11,45	10,50	10,50	11,45	9,35	11,45	7,70	10,50	10,50	9,70	10,55	8,50	10,50	9,50	8,45	7,05	10,00

PRUEBA DE FRIEDMAN

$$\chi^2 = \frac{12}{n(t+1)} \sum (R^2 - 3r(t+1))$$

Variable Aceptabilidad

CAYADOR	TESTIGO	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	T16	T17	T18	SUMA
1	4,00	13,50	13,50	13,50	13,50	13,50	13,50	13,50	4,00	13,50	13,50	13,50	4,00	4,00	4,00	13,50	13,50	4,00	13,50	190,00
2	13,50	13,50	13,50	13,50	4,00	13,50	4,00	4,00	13,50	4,00	13,50	13,50	13,50	13,50	4,00	13,50	4,00	13,50	4,00	190,00
3	1,00	13,50	13,50	13,50	13,50	13,50	13,50	4,50	4,50	4,50	13,50	4,50	4,50	4,50	13,50	13,50	13,50	13,50	13,50	190,00
4	13,00	13,00	13,00	13,00	13,00	13,00	13,00	3,50	3,50	3,50	13,00	13,00	13,00	13,00	3,50	13,00	3,50	3,50	13,00	190,00
5	11,00	11,00	11,00	11,00	17,00	17,00	17,00	4,00	4,00	4,00	11,00	11,00	17,00	17,00	4,00	11,00	4,00	4,00	4,00	190,00
6	13,50	4,00	13,50	13,50	4,00	13,50	4,00	13,50	13,50	13,50	4,00	4,00	4,00	4,00	13,50	13,50	13,50	13,50	13,50	190,00
7	7,50	7,50	7,50	7,50	7,50	16,50	7,50	1,00	16,50	7,50	7,50	7,50	7,50	7,50	16,50	7,50	16,50	16,50	16,50	190,00
8	13,50	6,00	13,50	6,00	13,50	13,50	13,50	2,50	2,50	13,50	13,50	13,50	6,00	13,50	13,50	13,50	13,50	2,50	2,50	190,00
9	9,00	14,50	14,50	14,50	14,50	4,50	4,50	4,50	4,50	14,50	14,50	14,50	14,50	14,50	4,50	14,50	4,50	4,50	4,50	190,00
10	15,00	15,00	3,00	15,00	8,00	8,00	8,00	15,00	15,00	3,00	15,00	3,00	3,00	15,00	8,00	15,00	8,00	15,00	3,00	190,00
ΣX	101,00	102,00	116,50	121,00	108,50	126,50	98,50	66,00	81,50	81,50	119,00	98,00	87,00	106,50	85,00	128,50	94,50	90,50	88,00	1900,00
ΣX^2	10201,00	10404,00	13572,25	14641,00	11772,25	16002,25	9702,25	4356,00	6662,25	6662,25	14161,00	9604,00	7569,00	11342,25	7225,00	16522,25	8830,25	8190,25	7744,00	135269,50
X	10,10	10,20	11,65	12,10	10,85	12,65	9,85	6,60	8,15	8,15	11,90	9,80	8,70	10,65	8,50	12,85	9,45	9,05	8,80	10,00

PRUEBA DE FRIEDMAN

$$\chi^2 = \frac{12}{n(t+1)} \sum R^2 - 3t(t+1)$$