



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
ESCUELA DE INGENIERÍA EN INDUSTRIAS PECUARIAS

“UTILIZACIÓN DEL LÁTEX DE LAS HOJAS, TALLOS Y FRUTO DE
LA PAPAYA (TIPO HAWAIANA) COMO COAGULANTE NATURAL
EN LA ELABORACIÓN DE QUESO FRESCO”

TESIS DE GRADO

Previa a la obtención del título de:
INGENIERO EN INDUSTRIAS PECUARIAS

AUTOR

ELENA PATRICIA YANZA GUANANGA

Riobamba – Ecuador

2010

Esta teisi fue aprobada por el siguiente tribunal

Ing. M.C. Hermenegildo Díaz Berrones.

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Ing. M.C. César Enrique Vayas Machado.

DIRECTOR DE TESIS

Dra. M.C. Georgina Hipátia Moreno Andrade.

ASESOR DE TESIS

Fecha 06 de Mayo del 2010

AGRADECIMIENTO

Mi profundo agradecimiento a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo a la Facultad de Ciencias Pecuarias y a su vez a la Escuela de Ingeniería en Industrias Pecuarias, por abrirme sus puertas para recibir una educación formadora e integral que será revertida en bien de la sociedad.

A los miembros del Tribunal de Tesis, Ing. M. Cs. Enrique Vayas M, Director, Dra Georgina H Moreno A, Asesor, y al Ing M.Cs Hermenegildo Díaz Delegado, quienes con sus conocimientos colaboraron acertadamente para la culminación de este trabajo investigativo.

De igual manera al Señor Ing. Mayo René Gonzales quien nos abrió las puertas para realizar el trabajo de graduación en la ESPE para poder realizar mis metas de igual manera agradezco a la Sra. Patricia Macas Financiera de la Institución y a los diferentes Ingenieros que nos apoyaron moralmente.

DEDICATORIA

Este trabajo se lo dedico de todo corazón a DIOS y a mis padres Rosita Elena Guananga y Luis Gerardo Yanza Adriano ya que con su apoyo he llegado a dar un paso más en la vida profesional, de igual manera lo dedico a mis hermanos y hermanas que también han estado junto a mí en las buenas y en las malas.

RESUMEN

En la Planta de Lácteos Molestina de la ESPE (IASA II), se evaluó diferentes niveles de látex de papaya como coagulante natural (5, 10 y 15 %), en reemplazo del coagulante microbiano, en la elaboración de queso fresco para ser comparada con un grupo testigo (coagulante microbiano), empleándose 384 litros de leche, divididos en 32 unidades experimentales de 12 litros cada una, utilizando un diseño completamente al azar, los resultados experimentales fueron sometidos a análisis de varianza, separación de medias (Waller-Duncan) y prueba de Rating Test para las características organolépticas. Encontrándose que las propiedades físico-químicas del queso no presentaron diferencias significativas, obteniéndose en promedio un pH de 5.42, 45.03 % de humedad, 20.70 % de proteína y 3.12 % de cenizas, pero el contenido de grasa se incrementó a 28.55 % con el nivel 10 %. A medida que se incrementa los niveles de látex, la aceptación de los consumidores se reduce, aunque estadísticamente son similares las respuestas del grupo control y los elaborados con el 5 %. En la calidad microbiológica y vida de anaquel (21 días de almacenamiento), se encontró que las cargas de coliformes, hongos y levaduras, estuvieron por debajo de los requerimientos exigidos por el INEN, considerándose aptos para el consumo humano y pueden conservarse por más de 21 días. La mayor rentabilidad económica se alcanzó al emplear el nivel 5 % (B/C de 1.18), por lo que se recomienda elaborar queso fresco con la utilización de hasta el 5 % de látex de papaya en reemplazo del cuajo microbiano

ABSTRACT

In the Plant of Milky Molestina of the ESPE (IASA II), it was evaluated different levels of papaya latex like clotting natural (5, 10 and 15%), in substitution of the microbial coagulant, in the elaboration of fresh cheese to be compared with a group witness (clotting microbial), being used 384 liters of milk, divided in 32 experimental units of 12 liters each a, using a design totally at random, the experimental results were subjected to variance analysis, separation of stockings (Waller-Duncan) and test of Rating Test for the organoleptic characteristics. Being that the physical-chemical estates of the cheese didn't present significant differences, being obtained a pH of 5.42, on the average 45.03% of humidity, 20.70 % protein and 3.12% of ashy, but the content of fat was increased to 28.55% with the level 10%. As it is increased the latex levels, the acceptance of the consumers decreases, although statistically they are similar the answers of the group control and those elaborated with 5%. In the quality microbiologic and shelf life (21 days of storage), it was found that the coliphorms loads, mushrooms and yeasts, were below the requirements demanded by the INEN, being considered capable for the human consumption and they can be conserved for more than 21 days. The biggest economic profitability was reached when using the level 5% (B/C 1.18), for what is recommended to elaborate fresh cheese with the use of until 5% of papaya latex in substitution of the microbial rennet.

CONTENIDO

	Pág.
Resumen	v
Abstract	vi
Lista de Cuadros	vii
Lista de Gráficos	viii
Lista de Anexos	ix
I. <u>INTRODUCCIÓN</u>	¡Error! Marcador no definido.
II. <u>REVISIÓN DE LITERATURA</u>	¡Error! Marcador no definido.
A. EL QUESO	¡Error! Marcador no definido.
1. <u>Definición e importancia</u>	¡Error! Marcador no definido.
2. <u>Clasificación de los quesos</u>	¡Error! Marcador no definido.
a. Según el contenido en materia grasa	¡Error! Marcador no definido.
b. Según la consistencia de la pasta	¡Error! Marcador no definido.
c. Según el periodo de maduración	¡Error! Marcador no definido.
d. Según el tipo de leche utilizada	¡Error! Marcador no definido.
e. Según el tipo de elaboración	¡Error! Marcador no definido.
3. <u>Materias prima e insumos</u>	¡Error! Marcador no definido.
a. La leche	¡Error! Marcador no definido.
b. Enzimas coagulantes	¡Error! Marcador no definido.
c. Cloruro de Calcio	¡Error! Marcador no definido.
d. Nitratos	¡Error! Marcador no definido.
e. Ácidos orgánicos	¡Error! Marcador no definido.
f. Sal (cloruro de sodio)	¡Error! Marcador no definido.
B. ETAPAS BÁSICAS EN LA ELABORACIÓN DEL QUESO	¡Error! Marcador no definido.
1. <u>Coagulación de la leche</u>	¡Error! Marcador no definido.
2. <u>Deshidratación</u>	¡Error! Marcador no definido.
3. <u>Maduración</u>	¡Error! Marcador no definido.
4. <u>Procedimiento de elaboración del queso</u>	¡Error! Marcador no definido.
a. Recepción de la leche	¡Error! Marcador no definido.
b. Filtrado	¡Error! Marcador no definido.
c. Pasteurización	¡Error! Marcador no definido.
d. Adición del cuajo y cloruro de calcio	¡Error! Marcador no definido.
e. Cuajado	¡Error! Marcador no definido.

f. Corte de la cuajada	¡Error! Marcador no definido.
g. Primer desuerado	¡Error! Marcador no definido.
h. Salado	¡Error! Marcador no definido.
i. Agitación y desuerado final	¡Error! Marcador no definido.
j. Moldeado y prensado	¡Error! Marcador no definido.
k. Maduración y afinado	¡Error! Marcador no definido.
l. Envasado y almacenamiento	¡Error! Marcador no definido.
m. Control de calidad	¡Error! Marcador no definido.
C. QUESO FRESCO	¡Error! Marcador no definido.
1. <u>Valor nutritivo</u>	¡Error! Marcador no definido.
2. <u>Requisitos microbiológicos</u>	¡Error! Marcador no definido.
D. EL CUAJO	¡Error! Marcador no definido.
1. <u>Descripción</u>	¡Error! Marcador no definido.
2. <u>Funciones</u>	¡Error! Marcador no definido.
3. <u>Obtención</u>	¡Error! Marcador no definido.
4. <u>Características</u>	¡Error! Marcador no definido.
5. <u>Tipos</u>	¡Error! Marcador no definido.
6. <u>Cuajos animales</u>	¡Error! Marcador no definido.
a. Quimosina	¡Error! Marcador no definido.
b. Pepsina	¡Error! Marcador no definido.
7. <u>Cuajos microbianos</u>	¡Error! Marcador no definido.
8. <u>Cuajos vegetales</u>	¡Error! Marcador no definido.
a. Papaína (EC 3.4.22.2)	¡Error! Marcador no definido.
b. Bromelina (3.4.22.4)	¡Error! Marcador no definido.
c. Ficina (EC 3.4.22.3)	¡Error! Marcador no definido.
E. USO INDUSTRIAL DE LAS ENZIMAS	¡Error! Marcador no definido.
1. <u>Ventajas y limitaciones</u>	¡Error! Marcador no definido.
2. <u>Tipos y fuentes de obtención de enzimas</u>	¡Error! Marcador no definido.
3. <u>Preparaciones comerciales enzimáticas</u>	¡Error! Marcador no definido.
F. LA PAPAYA	¡Error! Marcador no definido.
1. <u>Generalidades</u>	¡Error! Marcador no definido.
2. <u>Características morfológicas</u>	¡Error! Marcador no definido.
3. <u>Usos</u>	¡Error! Marcador no definido.
G. LA PAPAÍNA	¡Error! Marcador no definido.

1. Características e importancia ¡Error! Marcador no definido.
2. Extracción del látex de papaya ¡Error! Marcador no definido.
3. Usos de la papaína ¡Error! Marcador no definido.
- H. EL RENDIMIENTO EN LA FABRICACIÓN DE QUESOS ¡Error! Marcador no definido.
1. Factores que afectan el rendimiento ¡Error! Marcador no definido.
 - a. Composición de la leche ¡Error! Marcador no definido.
 - b. Composición del queso ¡Error! Marcador no definido.
 - c. Pérdidas en el corte ¡Error! Marcador no definido.
 - d. Tipo de cuajo utilizado ¡Error! Marcador no definido.
- I. ANÁLISIS SENSORIAL DEL QUESO ¡Error! Marcador no definido.
 1. Apariencia ¡Error! Marcador no definido.
 2. Color ¡Error! Marcador no definido.
 3. Textura ¡Error! Marcador no definido.
 - a. Características de superficie ¡Error! Marcador no definido.
 - b. Corteza ¡Error! Marcador no definido.
 4. Olor ¡Error! Marcador no definido.
 5. Sabor ¡Error! Marcador no definido.
- III. MATERIALES Y MÉTODOS ¡Error! Marcador no definido.
 - A. LOCALIZACION Y DURACION DEL EXPERIMENTO ¡Error! Marcador no definido.
 - B. UNIDADES EXPERIMENTALES ¡Error! Marcador no definido.
 - C. MATERIALES EQUIPOS E INSTALACIONES ¡Error! Marcador no definido.
 1. Instalaciones ¡Error! Marcador no definido.
 2. Materiales para recolección del látex ¡Error! Marcador no definido.
 3. Elaboración del queso ¡Error! Marcador no definido.
 4. Equipos y materiales de laboratorio ¡Error! Marcador no definido.
 - D. TRATAMIENTOS Y DISEÑO EXPERIMENTAL ¡Error! Marcador no definido.
 - E. MEDICIONES EXPERIMENTALES ¡Error! Marcador no definido.
 1. Variables físico – químicas (bromatológicas) ¡Error! Marcador no definido.
 2. Valoración organoléptica ¡Error! Marcador no definido.
 3. Valoración microbiológica ¡Error! Marcador no definido.
 4. Valoración de la vida de anaqueil ¡Error! Marcador no definido.
 5. Análisis productivo y económico ¡Error! Marcador no definido.
 - F. ANÁLISIS ESTADÍSTICOS Y PRUEBAS DE SIGNIFICANCIA ¡Error! Marcador no definido.
 - G. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL ¡Error! Marcador no definido.

1.	<u>Obtención del látex de papaya</u>	¡Error! Marcador no definido.
2.	<u>Proceso de elaboración de queso fresco</u>	¡Error! Marcador no definido.
3.	<u>Programa sanitario</u>	¡Error! Marcador no definido.
H.	METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN	¡Error! Marcador no definido.
1.	<u>Valoración físico-química</u>	¡Error! Marcador no definido.
2.	<u>Valoración microbiológica</u>	¡Error! Marcador no definido.
3.	<u>Valoración organoléptica</u>	¡Error! Marcador no definido.
4.	<u>Vida de anaquel</u>	¡Error! Marcador no definido.
IV.	<u>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</u>	¡Error! Marcador no definido.
A.	PROPIEDADES FÍSICO QUÍMICAS	¡Error! Marcador no definido.
1.	<u>pH</u>	¡Error! Marcador no definido.
2.	<u>Contenido de humedad</u>	¡Error! Marcador no definido.
3.	<u>Contenido de materia seca</u>	¡Error! Marcador no definido.
4.	<u>Contenido de proteína</u>	¡Error! Marcador no definido.
5.	<u>Contenido de grasa</u>	¡Error! Marcador no definido.
6.	<u>Contenido de cenizas</u>	¡Error! Marcador no definido.
B.	VALORACIÓN ORGANOLÉPTICA	¡Error! Marcador no definido.
1.	<u>Apariencia</u>	¡Error! Marcador no definido.
2.	<u>Color</u>	¡Error! Marcador no definido.
3.	<u>Olor</u>	¡Error! Marcador no definido.
4.	<u>Sabor</u>	¡Error! Marcador no definido.
5.	<u>Acidez</u>	¡Error! Marcador no definido.
6.	<u>Valoración total</u>	¡Error! Marcador no definido.
C.	ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO Y VIDA DE ANAQUEL	¡Error! Marcador no definido.
1.	<u>Condición inicial</u>	¡Error! Marcador no definido.
2.	<u>A los 21 días de almacenamiento</u>	¡Error! Marcador no definido.
E.	ANÁLISIS PRODUCTIVO Y ECONÓMICO	¡Error! Marcador no definido.
1.	<u>Conversión leche/queso</u>	¡Error! Marcador no definido.
2.	<u>Rendimiento, %</u>	¡Error! Marcador no definido.
3.	<u>Beneficio/Costo</u>	¡Error! Marcador no definido.
V.	<u>CONCLUSIONES</u>	¡Error! Marcador no definido.
VI.	<u>RECOMENDACIONES</u>	¡Error! Marcador no definido.
VII.	<u>LITERATURA CITADA</u>	¡Error! Marcador no definido.

LISTA DE CUADROS

Nº		Pág.
1.	REQUISITOS DEL QUESO FRESCO.	20
2.	COMPOSICIÓN NUTRITIVA DEL QUESO FRESCO.	20
3.	VALORACIÓN NUTRITIVA Y RENDIMIENTO DE QUESOS FRESCOS EN DIFERENTES ESTUDIOS.	21
4.	REQUISITO MICROBIOLÓGICO DEL QUESO.	22
5.	NIVELES DE MICROORGANISMOS TOLERABLES DEL QUESO.	22
6.	NIVELES DE TOLERANCIA DE MICROORGANISMOS DEL QUESO.	23
7.	COAGULANTES DE USO COMÚN Y SUS ENZIMAS COMPONENTES.	26
8.	FUENTES COMERCIALES DE PREPARACIONES ENZIMÁTICAS.	31
9.	RENDIMIENTO DE DIFERENTES TIPOS DE QUESOS.	38
10.	ESQUEMA DEL EXPERIMENTO.	49
11.	ESQUEMA ADEVA.	51
12.	ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO DE LA LECHE RECIBIDA.	52
13.	FORMULACIONES PARA LA ELABORACIÓN DE QUESO FRESCO CON DIFERENTES NIVELES DE LÁTEX DE PAPAYA EN REEMPLAZO DEL CUAJO MICROBIANO.	52
14.	VALORACIÓN FÍSICO-QUÍMICA DEL QUESO FRESCO ELABORADO CON DIFERENTES NIVELES DE LÁTEX DE PAPAYA COMO COAGULANTE NATURAL EN REEMPLAZO DEL COAGULANTE MICROBIANO, EN DOS ENSAYOS CONSECUTIVOS.	58
15.	VALORACIÓN ORGANOLÉPTICA DEL QUESO FRESCO ELABORADO CON DIFERENTES NIVELES DE LÁTEX DE PAPAYA COMO COAGULANTE NATURAL EN REEMPLAZO DEL COAGULANTE MICROBIANO.	66
16.	VALORACIÓN MICROBIOLÓGICA Y VIDA DE ANAQUEL DEL QUESO FRESCO ELABORADO CON DIFERENTES NIVELES DE LÁTEX DE PAPAYA COMO COAGULANTE NATURAL EN	78

REEMPLAZO DEL COAGULANTE MICROBIANO, EN DOS ENSAYOS CONSECUTIVOS.

17. ANÁLISIS ECONÓMICO (DOLARES) DE LA PRODUCCIÓN DE QUESO FRESCO CON DIFERENTES NIVELES DE LÁTEX DE PAPAYA COMO COAGULANTE NATURAL EN REEMPLAZO DEL CUAJO MICROBIANO. 82

LISTA DE GRÁFICOS

Nº		Pág.
1.	Diagrama de la elaboración del queso fresco	53
2.	Contenido de materia seca (%) en los quesos frescos elaborados con diferentes niveles de látex de papaya como coagulante natural en reemplazo del cuajo microbiano, en dos ensayos consecutivos.	60
3.	Contenido de proteína (%) en los quesos frescos elaborados con diferentes niveles de látex de papaya como coagulante natural en reemplazo del cuajo microbiano, en dos ensayos consecutivos.	62
4.	Comportamiento del contenido de grasa (%) en los quesos frescos elaborados con diferentes niveles de látex de papaya como coagulante natural en reemplazo del cuajo microbiano.	64
5.	Línea de tendencia de la valoración organoléptica de la apariencia (sobre 20 puntos) de los quesos frescos elaborados con diferentes niveles de látex de papaya como coagulante natural en reemplazo del cuajo microbiano.	68
6.	Línea de tendencia de la valoración organoléptica del color (sobre 20 puntos) de los quesos frescos elaborados con diferentes niveles de látex de papaya como coagulante natural en reemplazo del cuajo microbiano.	70
7.	Línea de tendencia de la valoración organoléptica del olor (sobre 20 puntos) de los quesos frescos elaborados con diferentes niveles de látex de papaya como coagulante natural en reemplazo del cuajo microbiano.	71
8.	Línea de tendencia de la valoración organoléptica del sabor (sobre 20 puntos) de los quesos frescos elaborados con diferentes niveles de látex de papaya como coagulante natural en reemplazo del cuajo microbiano.	73
9.	Línea de tendencia de la valoración organoléptica de la acidez (sobre 20 puntos) de los quesos frescos elaborados con diferentes niveles de látex de papaya como coagulante natural en reemplazo del cuajo microbiano.	74
10.	Línea de tendencia de la valoración organoléptica total (sobre 100 puntos) de los quesos frescos elaborados con diferentes niveles	76

de látex de papaya como coagulante natural en reemplazo del cuajo microbiano.

- | | | |
|-----|--|----|
| 11. | Presencia de coliformes totales (UFC/g) a los 21 días de almacenamiento en los quesos frescos elaborados con diferentes niveles de látex de papaya como coagulante natural en reemplazo del cuajo microbiano, en dos ensayos consecutivos. | 79 |
| 12. | Presencia de mohos y levaduras (UFC/g) a los 21 días de almacenamiento en los quesos frescos elaborados con diferentes niveles de látex de papaya como coagulante natural en reemplazo del cuajo microbiano, en dos ensayos consecutivos. | 80 |
| 13. | Rendimiento leche/queso (%) en elaboración de quesos frescos con diferentes niveles de látex de papaya como coagulante natural en reemplazo del cuajo microbiano. | 83 |

LISTA DE ANEXOS

Nº

1. Modelo de encuesta para la valoración organoléptica de los quesos frescos elaborados con diferentes niveles de látex de papaya como coagulante natural en reemplazo del cuajo microbiano.
2. Reporte de los resultados de los análisis bromatológicos y microbiológicos de los quesos frescos elaborados con diferentes niveles de látex de papaya.
3. Resultados experimentales de la valoración físico-química de los quesos frescos elaborados con diferentes niveles de látex de papaya como coagulante natural en reemplazo del cuajo microbiano, en dos ensayos consecutivos.
4. Análisis estadístico del contenido de humedad (%) en el queso fresco elaborado con diferentes niveles de látex de papaya como coagulante natural en reemplazo del coagulante microbiano.
5. Análisis estadístico del contenido de materia seca (%) en el queso fresco elaborado con diferentes niveles de látex de papaya como coagulante natural en reemplazo del coagulante microbiano.
6. Análisis estadístico del contenido de proteína (%) en el queso fresco elaborado con diferentes niveles de látex de papaya como coagulante natural en reemplazo del coagulante microbiano.
7. Análisis estadístico del contenido de grasa (%) en el queso fresco elaborado con diferentes niveles de látex de papaya como coagulante natural en reemplazo del coagulante microbiano.
8. Análisis estadístico del contenido de cenizas (%) en el queso fresco elaborado con diferentes niveles de látex de papaya como coagulante natural en reemplazo del coagulante microbiano.
9. Análisis estadístico del pH inicial de los quesos frescos elaborados con diferentes niveles de látex de papaya como coagulante natural en reemplazo del coagulante microbiano.
10. Resumen de la valoración organoléptica de los quesos frescos elaborados con diferentes niveles de látex de papaya como coagulante natural en reemplazo del cuajo microbiano.
11. Análisis estadístico de la valoración de la apariencia (20 puntos) del queso fresco elaborado con diferentes niveles de látex de papaya como coagulante natural en reemplazo del coagulante microbiano.

12. Análisis estadístico de la valoración del olor (20 puntos) del queso fresco elaborado con diferentes niveles de látex de papaya como coagulante natural en reemplazo del coagulante microbiano.
13. Análisis estadístico de la valoración del sabor (20 puntos) del queso fresco elaborado con diferentes niveles de látex de papaya como coagulante natural en reemplazo del coagulante microbiano.
14. Análisis estadístico de la valoración del color (20 puntos) del queso fresco elaborado con diferentes niveles de látex de papaya como coagulante natural en reemplazo del coagulante microbiano.
15. Análisis estadístico de la valoración de la acidez (20 puntos) del queso fresco elaborado con diferentes niveles de látex de papaya como coagulante natural en reemplazo del coagulante microbiano.
16. Análisis estadístico de la valoración total (100 puntos) del queso fresco elaborado con diferentes niveles de látex de papaya como coagulante natural en reemplazo del coagulante microbiano.
17. Resultados experimentales de la valoración microbiológica de los quesos frescos elaborados con diferentes niveles de látex de papaya como coagulante natural en reemplazo del cuajo microbiano, en dos ensayos consecutivos.
18. Análisis estadístico del contenido de coliformes totales (UFC/g) a los 21 días de almacenamiento de los quesos frescos elaborados con diferentes niveles de látex de papaya como coagulante natural en reemplazo del coagulante microbiano.
19. Análisis estadístico del contenido de mohos y levaduras (UPC/g) a los 21 días de almacenamiento de los quesos frescos elaborados con diferentes niveles de látex de papaya como coagulante natural en reemplazo del coagulante microbiano.
20. Análisis de regresión de las variables organolépticas del queso fresco por efecto de los niveles de látex de papaya como coagulante natural en reemplazo del cuajo microbiano.

I. INTRODUCCIÓN

La elaboración de quesos constituye una de las principales formas de conservación de la leche. En el Ecuador, aproximadamente el 60% de la producción total de leche se destina a la elaboración de quesos, de los cuales cerca de la mitad se realiza de manera artesanal. El queso constituye una fuente importante de proteína animal y el consumidor está acostumbrado a tenerlo presente en la dieta diaria. Es importante pues la tecnificación y diversidad de la elaboración de quesos con el fin de cumplir con las exigencias del mercado consumidor.

En el continente americano, la elaboración del queso se inició poco después del descubrimiento del Nuevo mundo, al establecerse los primeros colonos españoles quienes trajeron consigo el ganado vacuno de Europa. De manera que la tradición del consumo de queso en Latinoamérica, tiene ya más de 5 siglos. Entendiéndose como queso fresco, al queso no madurado ni escaldado, moldeado, de textura relativamente firme, levemente granular, preparado con leche entera o semi-descremada, coagulada con enzimas, generalmente sin cultivos lácticos.

El primer paso en la fabricación del queso es la coagulación de la leche (cuajado), este fenómeno se produce por la desestabilización de la solución coloidal de la caseína que origina la aglomeración de las micelas libres y la formación de un gel en el que quedan atrapados el resto de los componentes, debido a la acción de la renina que es una enzima que se encuentra en el estomago de los rumiantes lactantes.

Los problemas de suministro de cuajo animal y la expansión de la industria del queso forzaron la búsqueda de enzimas alternativas. Muchos vegetales contienen proteinasas capaces de coagular las caseínas, entre ellas se destaca la obtenida de la flor de cardo (*Cynara cardunculus*), también se utiliza las proteinasas del látex de la higuera (ficina), de la papaya (papaina) y de la piña (bromelina). La cebada malteada también ha sido fuente importante de enzimas vegetales.

Por otra parte, la Planta de Lácteos Molestina, se encuentra localizada en la provincia de Santo Domingo de los Tsachilas, tierra fértil, donde existen grandes cultivos de papaya, de las cuales se puede extraer la papaína, que es una enzima proteolítica con propiedades parecidas a la pepsina o la tripsina, que se emplea en la industria alimentaria como ablandador de carnes; en la industria farmacéutica interviene como ingrediente en una serie de formulaciones o preparados; así como en la industria de productos lácteos para la elaboración de quesos frescos, en la cual se sustituye al cuajo microbiano con la enzima del látex de papaya, para precipitar la caseína.

Bajo este entorno, el presente trabajo comprende los aspectos que implican el aprovechamiento de las plantaciones y frutas de la región con la utilización del látex de las hojas, tallos y frutos de la papaya, cuyo aporte principal es la papaya que se utiliza en la elaboración del queso fresco en reemplazo del cuajo microbiano, con lo que se podrá reducir los costos de producción, así como proveer a la población consumidora un alimento sano, altamente nutritivo, ya que el queso fresco se destaca por su alto contenido en proteínas y mucho calcio, además cuenta con minerales como magnesio, fósforo y vitaminas del grupo B.

Por lo anotado, en el presente trabajo se plantearon los siguientes objetivos:

- Utilizar el látex de las hojas, tallos y frutos de la papaya (5, 10 y 15 %), como coagulante natural en reemplazo del coagulante microbiano en la elaboración de queso fresco.
- Determinar las características físico – químicas, sensoriales y microbiológicas del queso fresco con la utilización del látex como coagulante natural
- Establecer el rendimiento del queso, cuando se utiliza el látex de papaya como coagulante natural.
- Estimar la rentabilidad mediante el indicador beneficio / costo.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

A. EL QUESO

1. Definición e importancia

En <http://members.tripod.com.ve>. (2009), se reporta que la elaboración de quesos constituye una de las principales forma de conservación de la leche. Aproximadamente el 60% de la producción total de leche se destina a la elaboración de quesos, de los cuales cerca de la mitad se realiza de manera artesanal, utilizando leche cruda como materia prima. El queso constituye una fuente importante de proteína animal y el consumidor está acostumbrado a tenerlo presente en la dieta diaria. Es importante pues la tecnificación y diversidad de la elaboración de quesos con el fin de cumplir con las exigencias del mercado consumidor.

<http://agroindustria-cw.blogspot.com>. (2009), indica que los quesos son productos derivados de la leche, muy apreciados porque son una rica fuente de proteínas y calcio, por su excelente sabor y palatabilidad. Los quesos pueden ser fabricados con la leche de casi todos los mamíferos. Los quesos se obtienen por la coagulación de la caseína de la leche, debido a la acción de la renina que es una enzima que se encuentra en el estomago de los rumiantes lactantes. Esta enzima comercialmente se le conoce con el nombre de cuajo y tiene la propiedad de transformar la lactosa presente en la leche, en ácido láctico. Esta transformación acidifica la leche y provoca la coagulación mencionada líneas arriba.

<http://apuntes.rincondelvago.com>. (2009), señala que el queso es el resultado de la concentración selectiva de la leche, el agua se elimina en distinta proporción según la variedad arrastrando con ella una parte de elementos solubles y de las proteínas no coaguladas de la leche. El agua que se queda retenida en el queso desempeña un papel muy importante: es esencial para el desarrollo de fermentaciones y de los microorganismos; además de influir directamente en otras propiedades del producto final. La lactosa es el sustrato para la formación del ácido, y por lo tanto interviene en la coagulación de la leche, el desuerado, y la

textura de la cuajada, y también en el crecimiento de microorganismos. La caseína coagulada constituye la base de la pasta quesera y en su degradación se originan diversos compuestos aromáticos. Las proteínas del suero que quedan incluidas en la cuajada tienen mucha importancia y contribuyen al valor nutritivo del queso. Los minerales participan sobre el desuerado y la textura del queso.

<http://www.poncelet.es>. (2009), sostiene que el queso se define técnicamente como: el producto fresco o madurado, sólido o semisólido, obtenido de la leche, de la leche total o parcialmente desnatada, de la nata, del suero de mantequilla o de una mezcla de algunos o de todos estos productos, coagulados total o parcialmente por la acción del cuajo u otros coagulantes apropiados, antes del desuerado o después de la eliminación parcial de la parte acuosa, con o sin hidrólisis previa de la lactosa, siempre que la relación entre la caseína y las proteínas séricas sea igual o superior a la de la leche.

<http://members.tripod.com.ve>. (2009), indica que 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 en la fase acuosa retenidas.

2. Clasificación de los quesos

Según <http://www.poncelet.es>. (2009), los criterios para la clasificación de los quesos son múltiples, ya que pueden basarse en cuestiones documentales, jurídicas o tecnologías, sin embargo, los criterios de clasificación más utilizados son los siguientes:

a. Según el contenido en materia grasa

De acuerdo con su contenido en grasa, expresado en porcentaje de la grasa / masa sobre el extracto seco total se tiene (<http://www.poncelet.es>. 2009):

- Extra graso. < 60 %.
- Graso: 45 – 60 %.
- Semi-graso: 25 – 45 %.
- Bajo contenido de grasa: 10 – 25 %.
- Desnatado: < 10 %.

b. Según la consistencia de la pasta

La clasificación de acuerdo a la consistencia de la pasta se hace teniendo en cuenta el porcentaje del queso sin considerar su grasa (<http://www.poncelet.es>. 2009):

- Extraduro: < 51 % de humedad.
- Duro: 49 - 56 % de humedad.
- Semiduro: 54 - 63 % de humedad.
- Semi-blando: 61 – 69 % de humedad.
- Blando: > 67 % de humedad.

c. Según el periodo de maduración

Atendiendo a su maduración o no, los quesos se denominarán de la siguiente forma (<http://www.poncelet.es>. 2009):

- Queso fresco: es el que está dispuesto para el consumo al finalizar el proceso de fabricación.
- Queso madurado: es el que, tras el proceso de elaboración, requiere mantenerse durante cierto tiempo a una temperatura y en condiciones tales que se produzcan los cambios físicos y químicos característicos del mismo.

d. Según el tipo de leche utilizada

<http://www.poncelet.es>. (2009), indica que también se clasifica por los diferentes tratamientos o calentamientos que tiene la leche antes de empezar el proceso de elaboración del queso:

- De leche cruda: es el queso elaborado con leche que no ha sido calentada a una temperatura superior a 40° C térmicamente, ni sometida a un tratamiento de efecto equivalente.
- De leche pasteurizada: son aquellos quesos elaborados con leche pasteurizada, que se obtiene al calentar la leche a una temperatura entre 72 °C - 76 °C durante 15 segundos o 61°C - 63° C durante 30 minutos, seguido de un enfriamiento inmediato.
- De leche termizada: son aquellos quesos en que la leche ha tenido un tratamiento térmico consistente en elevar la leche a una temperatura entre 57°C - 62°C durante 15 a 20 segundos, seguido de un enfriamiento inmediato.
- De leche micro-filtrada: son quesos elaborados con leche que ha sufrido una micro-filtración. Este proceso consiste inicialmente en separar la nata de la leche, posteriormente se filtra la leche desnatada a través de unas membranas muy delgadas que atrapan las bacterias y finalmente a esta leche filtrada se le incorpora la nata en proporciones adecuadas.

e. Según el tipo de elaboración

<http://www.poncelet.es>. (2009), indica que atendiendo a dónde se elaboran, quién los elabora y qué procedimientos se utilizan, se puede clasificarlos por los siguientes epígrafes:

- Quesos de granja: son elaborados con métodos tradicionales y en la propia granja, utilizando únicamente la leche cruda procedente de animales criados en su explotación. El resultado son quesos de alta calidad, de producción limitada en cantidad y donde la estacionalidad afecta a la singularidad del queso.
- Quesos artesanales: son los elaborados siguiendo métodos tradicionales y en general mediante estructuras pequeñas que suelen oscilar entre 1 y 5 personas. La leche procede de granjas cercanas a su quesería y son controladas por el quesero. Pueden ser elaborados con leche cruda o pasteurizada, aunque lo más habitual y aconsejable es que sean de leche cruda.
- Quesos de cooperativas: se realizan con leche de los propios miembros de la cooperativa, tienen una dimensión más amplia en el radio de recogida de

leche y esta diversidad de ganaderos trae consigo una mezcla de leches. La fabricación es semi-automatizada y la normalización se basa en una preocupación por el rendimiento medio, que combina la seguridad y la productividad.

- Quesos industriales: es un producto industrial obtenido a partir de leche adquirida a diferentes granjas, a veces muy distantes unas de otras, con un proceso de fabricación automatizado que se realiza a gran escala. De ahí su necesidad de estandarizar la materia prima (leche), con el indispensable uso de la pasteurización, termización o micro-filtración.

3. Materias prima e insumos

a. La leche

<http://agroindustria-cw.blogspot.com>. (2009), señala que se utiliza leche fresca de vaca, pasteurizada, puede ser descremada o entera.

<http://www.poncelet.es>. (2009), reporta que la leche es obviamente la materia prima principal para la elaboración de los quesos. La leche generalmente procede de vacas, ovejas, cabras y búfalas, obteniéndose quesos puros de las 4 especies y también de sus mezclas. Dependiendo del origen, así será el resultado final del queso, pudiendo variar tanto su sabor como su textura. Los quesos más suaves son los que están elaborados con leche de vaca y los más fuertes o madurados son sobre todo los quesos de oveja. Si se utiliza la leche cruda, es decir, sin tratar, el queso conserva más su sabor y toda su grasa. La leche pasteurizada es aquella que se somete a un elevado efecto de temperatura, destruyéndose así las bacterias y gérmenes dañinos, sin alterar su composición y cualidades. Leche de buena calidad asegura la obtención de quesos de buena calidad. Existen factores físico-químicos y microbiológicos, que afectan la coagulación de la leche y que están ligados a su composición (cantidad de proteínas soluble, balance salino, pH, etc.), por otro lado la carga microbiana por razones obvias afecta la calidad sanitaria, la inocuidad del queso y la vida útil del mismo. El papel de los diferentes componentes de la leche en el queso es:

- Agua: favorece el crecimiento microbiano y por tanto la maduración, afecta a la textura y rendimiento, influyendo en la vida del queso.
- Grasa: Afecta a la textura, sabor, rendimiento y color de los quesos.
- Lactosa: Afecta al desuerado, textura, sabor y maduración.
- Caseína: Afecta al rendimiento, sabor y olor.
- Proteínas del Suero: contribuyen con el valor nutritivo y la maduración. Pueden afectar a la coagulación.
- Minerales: participan en la coagulación, influyen en el desuerado y textura de la cuajada.

b. Enzimas coagulantes

<http://agroindustria-cw.blogspot.com>. (2009), manifiesta que el cuajo, es la enzima comercial que se utiliza como catalizador biológico que transforma la lactosa en ácido láctico, provocando la coagulación de la caseína de la leche.

<http://www.poncelet.es>. (2009), expone que las enzimas coagulantes tienen diferente origen:

- Cuajos animales: tradicionalmente se utiliza la quimosina o renina, extraída del estómago de los corderos lactantes. Pero debido al aumento en la demanda de cuajos se han 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 un enzima bastante similar a la quimosina de origen animal.
- Los cuajos vegetales pueden ser obtenidos de la piña (bromelina), lechosa (papaina) e higo (ficina). También se utiliza la extraída del cardon. Estos enzimas tienen una capacidad proteolítica menos específica por lo cual pueden causar sabores amargos en los quesos si no son bien utilizados. Su

uso a nivel comercial es limitado, generalmente se utilizan en la elaboración artesanal de determinados tipos de quesos.

c. Cloruro de Calcio

Su uso permite obtener una cuajada más firme a la vez que permite acortar el tiempo de coagulación (<http://www.poncelet.es>. 2009).

d. Nitratos

Los nitratos de sodio o potasio, tienen como función impedir la hinchazón precoz por bacterias (<http://www.poncelet.es>. 2009).

e. Ácidos orgánicos

<http://www.poncelet.es>. (2009), reporta que 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).

f. Sal (cloruro de sodio)

<http://www.poncelet.es>. (2009), indica que la sal se adiciona con el objetivo principal de darle sabor al queso, además sirve para alargar su vida útil al frenar el crecimiento microbiano al disminuir la actividad de agua.

B. ETAPAS BÁSICAS EN LA ELABORACIÓN DEL QUESO

1. Coagulación de la leche

<http://apuntes.rincondelvago.com>. (2009), reporta que el primer paso en la fabricación del queso es la coagulación de la leche (cuajado). Este fenómeno se produce por la desestabilización de la solución coloidal de la caseína que origina la aglomeración de las micelas libres y la formación de un gel en el que quedan atrapados el resto de los componentes.

Giménez J. (2009), señala que la coagulación de la leche se puede hacer con ácido o con enzimas, en cualquier de los dos casos se provoca una desestabilización de las micelas caseicas que estaban dispersas en la leche; se insolubilizan en forma de coágulos.

- Coagulación ácida: se puede hacer poniendo un starter o dejando que la flora microbiana de la leche se vaya acidificando, de esta forma la lactosa, se desdobra en ácido láctico descendiendo el pH para que este proceso sea más rápido se puede agregar un starter o limón o ácido cítrico. Las partes polares de las submicelas que se unen por puentes de calcio y por la acidez se rompen (los puentes) porque el calcio es reemplazado por H^+ . Las submicelas se separan entre sí, cuando se llega al PI de estas se provoca la coagulación.
- Coagulación enzimática: se hace por medio del cuajo, la enzima hidroliza la parte hidrofílica de la caseína capa (que es la que está en la superficie de la micela) atacando los enlaces peptídicos de los aminoácidos 105 – 106, se desdobra en dos: para – caseína capa y macropéptidos quedando separadas la parte hidrofílica por un lado y la hidrofóbica por el otro. Al separarse, la parte hidrofílica se solubiliza, mientras que la hidrofóbica al no tener quien la soporte se une y coagula.

El coágulo formado por vía enzimática es más firme que el producido por vía ácida porque en la vía enzimática no se le quita el calcio coloidal por lo tanto las submicelas siguen unidas y coagulan todas, como un paquete.

<http://apuntes.rincondelvago.com>. (2009), sostiene que en la industria quesera el método más empleado es la coagulación enzimática de la leche. Consiste en añadir a la leche un enzima que tiene la propiedad de coagular el complejo caseína. En esta reacción el fosfato cálcico que se encuentra en forma soluble en la leche, se transforma por la acción de una enzima coagulante en fosfoparacaseinato de calcio insoluble. El calcio y el fósforo desempeñan un papel fundamental en el mecanismo de coagulación y forman parte del gel de caseína, lo que confiere al coágulo unas propiedades especiales: es compacto,

flexible, elástico, impermeable y contráctil. Estas características tienen una gran influencia en el desuerado y endurecimiento de la cuajada porque le permiten soportar las intervenciones mecánicas durante el proceso de la fabricación.

2. Deshidratación

La segunda etapa consiste en la deshidratación más o menos intensa de este coágulo para obtener una pasta de consistencia variable: es el desuerado o sinéresis. Al mismo tiempo que el agua, se elimina una parte de las sustancias que se encuentran todavía en suspensión, es decir, de los elementos del lactosuero. La materia grasa permanece en su mayor parte adherida y retenida en la cuajada de la caseína (<http://apuntes.rincondelvago.com>. 2009).

Indica además, que la distinta naturaleza de la cuajada obtenida enzimáticamente influye sobre el proceso de desuerado. Durante la coagulación, las micelas de caseína conservan su estructura y la cuajada retiene la mayor parte del calcio y del fósforo, que son algunos de los elementos que dan rigidez, cohesión e impermeabilidad. Por la acción del cuajo se forman nuevos enlaces y muchas micelas se unen entre sí para formar grandes redes. Las mallas formadas, como un tejido esponjoso, retienen mecánicamente una buena parte del agua. Como resultado de la interacción de todos estos fenómenos la red formada se reestructura y se contrae, haciendo posible la expulsión del suero. Sin embargo, la sinéresis no se inicia espontáneamente. El coágulo es impermeable y hace difícil y lento el paso del suero. Pero como también es compacto y firme, puede soportar las acciones mecánicas para favorecer el desuerado. La intervención conjunta de todos estos factores determina la velocidad del desuerado o la consistencia de la cuajada.

3. Maduración

La tercera etapa se da en la mayoría de las variedades de queso. En la maduración, la acción de microorganismos y enzimas producen las modificaciones que dan lugar a las variedades de queso. Las enzimas naturales de la leche, como las lipasas y las proteasas, participan en la maduración, pero su

acción es muy lenta y no desempeñan un papel demasiado importante. La razón por la que las condiciones de maduración no son las óptimas para su actividad: la temperatura es demasiado baja y el pH generalmente es muy ácido. Además, el efecto de estas enzimas disminuye porque se destruyen durante la pasteurización de la leche (<http://apuntes.rincondelvago.com>. 2009).

Además, se señala que las enzimas que contiene el cuajo añadido a la leche para la obtención de la cuajada tienen una acción proteolítica además de la coagulante. Son endopeptidasas que cortan las cadenas en el centro y no en los extremos de las moléculas proteicas, liberando péptidos y no aminoácidos. Por ello, el exceso de cuajo residual en el queso, puede dar lugar a la aparición de un sabor amargo. Los péptidos así formados se degradan después en aminoácidos por la acción de las enzimas microbianas. Hay que tener en cuenta que en esta etapa alcanza una gran importancia la flora microbiana, que producen una innumerable variedad de reacciones.

4. Procedimiento de elaboración del queso

Mena, W. (2009), indica que la elaboración de queso fue un invento en el que el intelecto humano le permitió reproducir un fenómeno biológico fuera de su ambiente natural, la digestión de la leche por las crías de los mamíferos rumiantes en la que se produce leche cuajada (del Latino Coagulum; coger o reunir), a la que al eliminar el agua contenida en el suero, puede conservarse más tiempo sin corromperse. Más adelante dedujo que éste fenómeno se debía al cuajo (grupo de bacterias fermentadoras de la lactosa para producir ácido láctico y una enzima, coagulasa), contenido en el estómago glandular, abomaso o cuajar de los becerros. La elaboración de queso, además de conservar el alimento, lo enriquece, ya que para producir un kilogramo de queso, se requieren diez litros de leche, concentrando la proteína, grasas, vitaminas y minerales de la leche.

a. Recepción de la leche

Según <http://www.rincondelvago.com>. (2009), la leche que se recibe en la quesería debe ser de buena calidad, con contenido bacteriano bajo y, de ser

posible, enfriada a 4 ó 6°C en cisternas de acero inoxidable. Posteriormente, la leche se higieniza, pasándola por una centrífuga para eliminar impurezas sólidas. Después se pasteuriza a una temperatura de 70-80°C durante 15 ó 40 segundos para eliminar microbios patógenos. Se dice que pasteurizando la leche, se obtienen quesos menos aromáticos.

<http://agroindustria-cw.blogspot.com>. (2009), reporta que la leche se debe receiptar en envases limpios y desinfectados con agua potable a la que se ha añadido 5 gotas de lejía por litro.

b. Filtrado

Esta fase consiste en el filtrado de la leche para eliminar macro-sustancias extrañas procedentes de su manipulación. A continuación puede añadirse o eliminarse nata, según el tipo de queso que se quiera elaborar. Tras este proceso, la leche debe homogeneizarse para igualar el tamaño de las partículas que la componen y así obtener una textura más uniforme (<http://www.poncelet.es>. 2009).

Para esto, la leche se cuela o filtra utilizando un paño de tocuyo limpio y desinfectado, con el fin de eliminar partículas extrañas procedentes del ordeño y se vierte en una olla de acero inoxidable o aluminio (<http://agroindustria-cw.blogspot.com>. 2009).

c. Pasteurización

La leche se calienta hasta una temperatura de 85 °C durante 30 minutos o 5°C durante 35 – 37 minutos batiendo suavemente para evitar que se queme. La leche se enfría a temperatura ambiente hasta que llegue a 30 ° a 32°C que es la temperatura en que actúan óptimamente las enzimas del cuajo (<http://agroindustria-cw.blogspot.com>. 2009).

d. Adición del cuajo y cloruro de calcio

Se utiliza el cuajo comercial, la cantidad a emplearse se determina según las

indicaciones del fabricante. Se añade el 0.0015%, es decir 1.5gr/100lt.de leche. El cloruro de calcio se añade en una porción de 0.02%, es decir 20gr. /100lt. De leche (<http://agroindustria-cw.blogspot.com>. 2009).

<http://www.rincondelvago.com>. (2009), indica que en esta fase, se puede añadir a la leche:

- Cultivo de bacterias lácticas, para transformar el azúcar de la leche (lactosa), en ácido láctico, lo que hace que la leche se acidifique y coagule más fácilmente en la etapa 2. Esta adición suele realizarse a 25 ó 30°C, dejando caer los cultivos durante unos minutos.
- Cloruro cálcico, que contribuye a la acidificación de la leche y aumenta su contenido de calcio, lo que acelera el proceso de coagulación. Se suelen añadir de 5 a 20 gramos por cada 100 litros de leche.
- Nitrato potásico, que inhibe el crecimiento de bacterias que producen gases perjudiciales para el sabor y aroma del queso. Se añade en dosis máximas de 20 gramos por cada 100 kilogramos de leche.
- Colorantes naturales.
- Mohos, que ayudan a desarrollar aromas y sabores durante la maduración.

e. Cuajado

Para el cuajado, la leche se mantiene de 32° a 38°C por un tiempo de 30 a 40 minutos hasta que se forme una buena cuajada (<http://agroindustria-cw.blogspot.com>. 2009).

Por su parte <http://www.poncelet.es>. (2009), reporta que en la cuba de elaboración la leche se eleva a una temperatura alrededor de 35 °C. Después del tratamiento y coagulación, la leche se transforma pasando de un estado líquido a un estado sólido o semisólido, debido a la aglutinación de las micelas de la proteína “caseína”, formándose un gel (cuajada), que retiene además los glóbulos de grasa, agua y sales.

<http://www.rincondelvago.com>. (2009), indica que la coagulación es el proceso de

transformación de la leche en queso realizada en una cuba. Por la adición del cuajo (extracto obtenido del cuajar del estómago de rumiantes), la caseína (principal proteína de la leche), es coagulada englobando gran parte de la grasa y otros componentes de la leche. Normalmente, este proceso se realiza a 30-35°C, aunque la temperatura óptima es de 40°C. El uso de temperaturas inferiores (30-35 °C), permite la utilización de una mayor proporción de cuajo (20 a 30 mililitros por cada 100 de leche), que es beneficioso para la maduración, además de producir un coágulo no demasiado duro. Actualmente, el extracto de cuajo es sustituido en muchos casos por enzimas de origen vegetal.

f. Corte de la cuajada

Una vez transcurrido el tiempo de coagulación y comprobando que el gel o cuajada tienen la consistencia y textura adecuada, se procede a su corte mediante unos instrumentos denominados liras que presentan una serie de hilos tensos y paralelos entre sí. El tamaño del corte y la división de la cuajada (en granos), determinará el tipo de queso a elaborar. Como consecuencia de dicho corte se produce un drenaje inicial del suero (<http://www.poncelet.es>. 2009).

<http://www.rincondelvago.com>. (2009), señala que el corte reduce las partículas de coágulo a las dimensiones que se quiera. Si se pretende que el queso tenga poca humedad, se cortan partículas de coágulo pequeñas. Si se quieren quesos con mayor humedad, se dejan partículas grandes en cuyo interior quedará retenida una cantidad importante de suero. Los granos de cuajada son mantenidos en suspensión en la cuba por agitación. Con la agitación, los granos se hacen más compactos, así que a los 10 ó 15 minutos de agitación y corte se puede drenar suero sin temor a que se desintegren dichos granos y escapen junto con el suero.

g. Primer desuerado

Transcurrido el tiempo de reposo se observa que la cuajada se ha precipitado al fondo del recipiente. Luego se separa el suero inclinando suavemente el recipiente (<http://agroindustria-cw.blogspot.com>. 2009).

h. Salado

<http://www.poncelet.es>. (2009), indica que esta fase tiene el propósito fundamental de regular el proceso microbiano evitando el crecimiento de microorganismos indeseables, contribuir al desuerado de la cuajada, formar la corteza y potenciar el sabor. Puede realizarse en seco, recubriendo la superficie del queso con cloruro sódico (sal), o por inmersión en un baño de salmuera (agua y sal).

Rufine, V. (2009), señala que el objetivo de la salazón es proteger al queso de microorganismos, potenciando el sabor de la masa. El queso es introducido en piletas con salmuera, el tiempo de permanencia dependerá de las características de cada tipo.

El salado puede realizarse ya sea por inmersión directa en baños de salmuera o por salado directo con sal sólida aplicada a la corteza o mezclada con la masa. Se puede hacer el salado cuando los granos están aún en la cuba, pero ello tiene el inconveniente de salar también el suero, con lo que se limitan sus posibles aprovechamientos. La adición de sal ayuda a conservar el queso más tiempo, además de realzar sus aromas (<http://www.rincondelvago.com>. 2009).

i. Agitación y desuerado final

El cuajado se mantiene a una temperatura de 45°C por 10 – 15 minutos, y luego se quita el suero restante (<http://agroindustria-cw.blogspot.com>. 2009).

j. Moldeado y prensado

Los trozos de cuajada se colocan en moldes plástico con drenes y que tengan en su interior paños de tocuyo. Luego se prensa suavemente al principio para drenar el suero excedente. Después se aumenta la presión paulatinamente, cambiándolos paños con otros secos, hasta que deje de drenar el suero. Al finalizar la operación los quesos deben ser pesados para determinar su rendimiento (<http://agroindustria-cw.blogspot.com>. 2009).

Para <http://www.poncelet.es>. (2009), consiste en el llenado de los granos de la cuajada en moldes. Estos moldes son actualmente de acero inoxidable o de plástico alimenticio, aunque antiguamente podían ser de esparto o madera. En los quesos tradicionales se ha mantenido las marcas o formas antiguas de los moldes. Una vez llenados los moldes pasamos al prensado, que tiene como finalidad dar la forma definitiva al queso, evacuar el suero y el aire atrapado entre los granos y favorecer la unión de los granos de la cuajada. La presión y la duración del prensado dependerán del tipo de quesos que se desee elaborar. En la mayoría de las queserías actualmente se realiza la presión de forma mecánica.

<http://www.rincondelvago.com>. (2009), manifiesta que en el caso de quesos blandos, no se aplica presión alguna, dejando que el peso del propio queso en el molde actúe de prensa. Si el prensado se realiza de forma que quede aire atrapado entre los granos, se tendrán quesos granulares (queso de los Pirineos, Cantal, Manchego). Si el prensado se realiza con los granos bañados en suero de manera que no quede sitio para el aire, los granos se fundirán entre sí y cuando, durante la maduración, se formen gases, éstos quedarán atrapados en la masa formando burbujas (Gruyère y Emmental).

k. Maduración y afinado

Rufine, V. (2009), reporta que la maduración es fundamental para lograr un buen producto, por lo que deben respetarse los tiempos según lo requiera cada variedad de queso para lograr el sabor y la textura característica de cada queso. La temperatura y humedad es esencial, en función del queso que se quiere obtener.

<http://www.poncelet.es>. (2009), expone que en esta fase los quesos son mantenidos en cámaras o cuevas de maduración donde se controla la temperatura, la humedad y la aireación. Durante esta fase existen procesos mecánicos frecuentes como el volteo de los quesos, consiguiendo que la maduración sea uniforme y evitando que se deformen, el cepillado de las cortezas y en algunos casos frotamientos de la corteza con salmuera. Es una etapa muy importante ya que se producen en el queso una serie de reacciones y cambios

físico-químicos que determinarán el aroma, el sabor, la textura, el aspecto, textura y consistencia. Estos son:

- La pérdida de humedad: La maduración prolongada supone normalmente pérdida de humedad, pequeñas variaciones en el contenido y pueden tener repercusiones importantes en la textura.
- La glucólisis, es la degradación de la lactosa – azúcares y cuando la lactosa se convierte en ácido láctico.
- La proteólisis, es la degradación de las proteínas, provocada tanto por los fermentos como por la acción de cuajo, incidiendo decisivamente en la textura y en el desarrollo de los aromas. Es la base sólida del queso-su esqueleto.
- La lipólisis, es la degradación de la parte grasa, es fundamental en el desarrollo del aroma, las acciones de las lipasas de la leche o de los fermentos, son las principales responsables de la formación de aromas característicos.

Durante esta etapa, deben cuidarse las condiciones de aireación, humedad y temperatura de las cámaras o cavas donde se realiza. Cada queso tiene sus propias condiciones de humedad y temperatura para su óptima maduración. En este periodo, los quesos pierden peso por evaporación y desarrollan aromas y sabores característicos de cada tipo. Es necesario procurar que la pérdida de humedad sea uniforme en todos los quesos almacenados (<http://www.rincondelvago.com>. 2009).

I. Envasado y almacenamiento

Rufine, V. (2009), señala que debe realizarse con el mayor de los cuidados y en buenas condiciones de higiene. Se los cubre con diferentes materiales: embolsado plástico al vacío autorizado para los quesos semiduros en forma de barra; parafinado con o sin colorante para aquellas variedades en hormas. Para los quesos duros, lo usual es el pintado de la cáscara con pinturas especiales. El envasado en porciones deberá ser en embolsado plástico permitido, hojas de estaño o aluminio u otro permitido por la autoridad sanitaria nacional. El propósito es evitar el desarrollo de mohos y bacterias en la corteza del producto.

<http://agroindustria-cw.blogspot.com>. (2009), reporta que los quesos deben conservarse a temperatura de refrigeración de 4 a 5°C.

m. Control de calidad

<http://agroindustria-cw.blogspot.com>. (2009), indica que los controles de calidad se realizan con análisis físico químicos y biológicos. La calidad de los quesos es dependiente de la materia prima, de las técnicas de elaboración empleadas y de la higiene personal y de los utensilios utilizados. La leche es un alimento muy perecible y se contamina fácilmente, por ello es necesario que el ordeño y el manejo de los productos lácteos sea muy cuidadoso e higiénico. La leche debe proceder de vacas sanas y libres de enfermedades infecto-contagiosas.

C. QUESO FRESCO

El Instituto Nacional Ecuatoriano de Normalización (INEN, 1996), reporta que el queso fresco es un queso que está listo para el consumo después de la fabricación y no será sometido a ningún cambio físico o químico adicional. No requieren almacenamiento.

El queso fresco o queso blanco es un tipo de queso blando, es decir retiene gran parte del suero y no tiene proceso de maduración o refinado. La fabricación de este queso es muy sencilla. El cuajado es esencialmente láctico y duro normalmente 24 horas, aunque a veces más. El desuerado, cuando es estimulado por ruptura de la cuajada seguida de presión, no es nunca excesivo y además los quesos frescos son siempre húmedos (60-80% de agua), lo que causa que sean muy poco conservables y que su transporte en largas distancias sea muy difícil. Precisan de la pasteurización de la leche y de la nata porque los gérmenes patógenos quedan intactos debido a la inexistencia de proceso madurativo (<http://es.wikipedia.org>. 2010).

1. Valor nutritivo

Según el INEN (1996), el queso fresco de acuerdo a su clasificación, analizado

según las normas técnicas correspondientes, deberá cumplir con los requisitos establecidos en el cuadro 1.

Cuadro 1. REQUISITOS DEL QUESO FRESCO.

Requisitos	Tipo de queso	Medida	Mín.	Máx.	Método de ensayo
Humedad	Queso fresco común	%	–	65	INEN 63
	Queso fresco extra húmedo	%	>65	80	INEN 63
Grasa en el extracto seco	Ricos en grasa	%	>60	–	INEN 64
	Grasos	%	>45	60	INEN 64
	Semigrasos	%	>25	45	INEN 64
	Pobres en grasa	%	>10	25	INEN 64
	Desnatados	%	–	10	INEN 64

Fuente: Norma INEN 1528. (1996).

El queso fresco se caracteriza por ser un producto poco fermentado, aunque ligeramente ácido (pH 5,3), muy líquido, con un bajo porcentaje de sal (menor al 3%), y con un potencial de óxido-reducción electronegativo (Rodríguez, J. 2002).

La composición química del queso fresco según la Food and Agricultural Organization (FAO, 2000), se reporta en el cuadro 2.

Cuadro 2. COMPOSICIÓN NUTRITIVA DEL QUESO FRESCO.

Nutriente	Contenido %
Grasa	24.0
Proteína	21.0
Carbohidratos	2.0
Sales minerales	2.0
Agua	50

Fuente: FAO. (2000).

En el cuadro 3, se resumen los valores promedios de la valoración nutritiva del queso fresco de diferentes estudios realizados en la Facultad de Ciencias Pecuarias, de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH), entre

los que se citan a: Cantuña, G. (2002), utilizando de diferentes niveles de estabilizante (0.015, 0.030 y 0.045 % de carragenina), Becerra, F. (2003), midió el efecto de la adición de tres tipos de cuajos (de origen animal, microbiano y vegetal), en tres niveles (0.8, 1.0 y 1.2%), Dávalos, N. (2004), ensayó tres tipos de estabilizantes (CMC o carboximetilcelulosa, gelatina y pectina), en dosis de 0.15 %, López, M. (2005), adicionó tres niveles (0.015, 0.025 y 0.035%), de cloruro cálcico líquido y en polvo; Paucar, M. (2006), evaluó el efecto de la adición de 3 niveles de rindente (0.0; 0.025; 0.050; 0.075%); y, Cali, C. (2007), estudio diferentes niveles de leche de soya, todos en la elaboración de queso fresco.

Cuadro 3. VALORACIÓN NUTRITIVA Y RENDIMIENTO DE QUESOS FRESCOS EN DIFERENTES ESTUDIOS.

Parámetro	Cantuña, G. (2002)	Becerra, F. (2003)	Dávalos, N. (2004)	López, M. (2005)	Paucar, M. (2006)	Cali, C. (2007)
Humedad, %	64.49	54.42	61.55	58.17	59.44	62,20
Sólidos totales, %	35.51	45.58	38.45	41.83	40.56	37,80
Proteína, %		21.11		22.04	19.52	18,76
Grasa, %	29.75	14.37	15.43	15.92	17.48	14,35
Cenizas, %		3.42		2.74	1.88	2,82

Fuente: Cantuña, G. (2002); Becerra, F. (2003); Dávalos, N. (2004), López, M. (2005), Paucar, M. (2006), Cali, C. (2007).

2. Requisitos microbiológicos

En <http://www.unavarra.es>. (2003), se indica que el recuento de microorganismos trata de conocer el número total presentes en el alimento. Este número no guarda relación con los microorganismos patógenos por lo que no debe usarse como índice de contaminación, sino debe considerarse únicamente como un indicador de las características higiénicas generales del alimento. Dependiendo de las características del medio utilizado y de las condiciones de incubación, los microorganismos analizados serán miembros de poblaciones diferentes. En general se investiga la presencia de microorganismos aerobios o aerotolerantes (anaerobios facultativos); aunque, en ciertas situaciones (alimentos envasados al vacío), puede ser de interés hacer recuentos de anaerobios totales.

El INEN (1996), indica que el queso fresco ensayado de acuerdo con las normas ecuatorianas correspondientes deberá cumplir con los requisitos de microbiológicos establecidos en el cuadro 4.

Cuadro 4. REQUISITO MICROBIOLÓGICO DEL QUESO.

Requisitos	clase	n	c	m	M	Método de ensayo
<i>E coli</i>	3	5	2	100/g	500/g	INEN 1529
<i>S aureus</i>	3	5	2	100/g	1000/g	INEN 1529
Salmonella	3	5	0	0	0	INEN 1529

n = Número de muestras que deben analizarse.

c = Número de muestras que se permite que tengan un recuento mayor que m pero no mayor que M.

m = Recuento máximo recomendado.

M = Recuento máximo permitido.

Fuente: INEN Norma 1528 (1996).

Madrid, V. (1999), según las normas españolas, la tolerancia de microorganismos indicadores se señala en el cuadro 5.

Cuadro 5. NIVELES DE MICROORGANISMOS TOLERABLES DEL QUESO.

Bacteria	n	c	m	M
Entero bacterias totales/g	5	2	1×10^3	1×10^4
<i>E coli</i> / g	5	2	1×10^2	1×10^3
<i>Staphylococcus aureus</i> /g	5	1	1×10^2	1×10^3
Salmonella o shigella/25g	5	0	0	0

n = Número de muestras que deben analizarse.

c = Número de muestras que se permite que tengan un recuento mayor que m pero no mayor que M.

m = Recuento máximo recomendado.

M = Recuento máximo permitido.

Fuente: Madrid, V. (1999).

Mercosur (2002), para los quesos de muy alta humedad elaborados sin bacterias lácticas en forma viable y abundante (Humedad > 55%), reporta en el cuadro 6, los niveles de tolerancia para el consumo humano.

Cuadro 6. NIVELES DE TOLERANCIA DE MICROORGANISMOS DEL QUESO.

Microorganismos	Criterio de Aceptación	Categoría ICMSF	Métodos de Ensayo
Coliformes/g (30°C)	n=5 c=2 m=100 M=1000	5	FIL 73A: 1985
Coliformes/g (45°C)	n=5 c=2 m=50 M=500	5	APHA 1992
Estafilococos/g	n=5 c=1 m= 10 M=100	8	FIL 145: 1990
Hongos y Levaduras/g	n=5 c=2 m=500 M=5000	2	FIL 94B: 1990
Salmonella sp/25g	n=5 c=0 m=0	10	FIL 93A: 1985

n = Número de muestras que deben analizarse.

c = Número de muestras que se permite que tengan un recuento mayor que m pero no mayor que M.

m = Recuento máximo recomendado.

M = Recuento máximo permitido.

Fuente: Mercosur (2002).

D. EL CUAJO

1. Descripción

El cuajo es un líquido o sólido, que posee la propiedad de cuajar la leche, gracias a las enzimas proteolíticas; tales como: quimosina; pepsina; cardosina, etc. Algunos tipos de cuajo poseen además lipasas. La forma activa del cuajo es a pH de entre 5 y 6. Comienza a desnaturalizarse por arriba de los 35 °C (<http://www.cosmos.com.mx>. 2010).

<http://es.wikipedia.org>. (2010), señala que el cuajo es una sustancia presente en el abomaso de los mamíferos rumiantes, contiene principalmente la enzima llamada renina (EC 3.4.23.4), se le conoce también como quimosina, utilizada en la fabricación de quesos cuya función es separar la caseína (el 80% aproximadamente del total de proteínas), de su fase líquida (agua, proteínas del

lactosuero y carbohidratos), llamado suero. En la fabricación de algunos quesos son empleados cuajos de origen vegetal, que suelen provenir de la flor del cardo (*Cynara cardunculus*, variedad silvestre). La efectividad del cuajo está en función de la temperatura, la concentración del sustrato (la leche), concentración de calcio, la acidez y la temperatura. Las temperaturas usuales de coagulación pueden variar entre los 28°C y los 41°C, aunque lo más usual es una de 35°C.

2. Funciones

<http://apuntes.rincondelvago.com>. (2009), señala que la actividad proteolítica del cuajo se ejerce sobre la caseína, principalmente, y otras proteínas. Por lo tanto realiza dos acciones fundamentales:

- La primera acción es la de provocar la desestabilización de las micelas de caseína rompiendo las caseína k en un punto determinado de su molécula: el enlace peptídico entre el aminoácido fenilalanina y su vecino, que es una metionina. Generalmente la fuerza del cuajo se mide por la eficacia al romper este enlace, acción que produce la coagulación de la leche. En la caseína k hay unos 164 enlaces peptídicos que pueden ser atacados, además de los que hay en las otras fracciones de las micelas.
- El segundo papel del cuajo es el de hidrolizar estos enlaces siguiendo un orden específico que es característico de la enzima empleada. Esta acción secundaria sobre las proteínas comienza lentamente después de la coagulación y continúa durante la maduración del queso. Esta acción, junto con la de las proteasas nativas de la leche, las proteasas de la flora original y las del fermento, contribuye al desarrollo de algunas de las características de textura y sabor del queso.

3. Obtención

<http://apuntes.rincondelvago.com>. (2009), indica que el cuajo se extrae de los cuajares manteniéndolos a remojo en salmuera. Para el uso comercial, se preparan soluciones purificadas de fuerza estandarizada en las que se ajusta el pH, la sal y el color y a las que se añade agentes conservantes.

Los diferentes tipos de cuajo se pueden obtener de las fuentes naturales, es decir, extracción de las enzimas del estómago de rumiantes, de las flores, látex o por cultivos microbianos; también se ha utilizado la síntesis orgánica de la pre-proquimosina (<http://www.cosmos.com.mx>. 2010).

4. Características

<http://www.concytec.gob.pe>. (2009), señala que cualquiera sea el cuajo a utilizar deberá presentar las siguientes características:

- Poseer poder de coagulación o título de cuajo constante.
- La conservación será muy buena.
- Deberá estar libre de bacterias y enzimas perjudiciales.

5. Tipos

Según <http://es.wikipedia.org>. (2010), el cuajo se puede clasificar de acuerdo a su origen en:

- Cuajo animal (natural o de renina): Son enzimas obtenidas del cuarto estómago de los rumiantes, contiene en mayor cantidad a la enzima renina.
- Cuajo vegetal: Es el obtenido a partir de plantas, las más utilizadas son enzimas de flores (ej. cardo), o del látex (ej. higuera).
- Cuajos microbianos: Enzimas obtenidas a partir de microorganismos.

<http://rinconislamico.blogspot.com>. (2010), indica que el cuajo y los coagulantes son preparaciones de enzimas proteolíticas, las cuales han sido utilizadas para la elaboración de quesos; y, han sido categorizados eficientemente por su origen. El cuadro 7, muestra los tipos de coagulantes utilizados predominantemente para la elaboración de quesos, como también sus componentes enzimáticos activos.

Cuadro 7. COAGULANTES DE USO COMÚN Y SUS ENZIMAS COMPONENTES.

Grupo	Fuente	Nombres	Componente enzimático activo
Animal	Estómago bovino	Cuajo bovino, de ternero, en pasta	Quimosina, pepsina y gástrica más lipasa
	Estómago ovino	Cuajo de cordero, oveja	Quimosina y pepsina
	Estómago caprino	Cuajo de cabrito, cabra	Quimosina y pepsina
	Estómago porcino	Coagulante porcino	Pepsina, gástrica
Microbiano	<i>Rhizomucor miehei</i>	Hannilase	Proteasa aspártica de <i>R. miehei</i>
	<i>Rhizomucor pusillus</i>	Coag. Pusillus	Proteasa aspártica de <i>R. pusillus</i>
	<i>Cryphonectria parasítica</i>	Coagulante de Parasítica	Proteasa aspártica de <i>C. parasítica</i>
Quimosina producida por fermentación	<i>Aspergillus niger</i>	Chymax	Quimosina
	<i>Kluveromyces lactis</i>		Quimosina
Vegetal	<i>Cynara cardunculus</i>	Cardo	Cyprosina y/o cardosina

Fuente: <http://www.industriaalimenticia.com>. (2009).

6. Cuajos animales

El cuajo animal procede de los becerros de hasta seis meses. Tienen una glándula que es el cuajar y de ahí se extrae el cuajo. Esta glándula hace a los becerros, al tomar leche, cuajar en su alimentación para que ellos se alimenten. Este cuajo hasta los seis meses tiene mayor potencia al cuajar. Después se hierve, y se utiliza para los quesos semicurados y curados (<http://www.canalcocina.es>. 2009).

<http://apuntes.rincondelvago.com>. (2009), indica que el cuajo natural, llamado renina, es una enzima proteolítica segregada por la mucosa gástrica del cuarto estómago (cuajar), de los terneros, cabritos y corderos antes del destete. Esta secreción se produce en forma de un precursor inactivo, la pro-renina, que en medio neutro no tiene actividad enzimática pero que en medio ácido se

transforma rápidamente en renina activa. El cuajo contiene dos enzimas: la quimosina, que es el componente principal y la pepsina. Después del destete, disminuye la producción de quimosina y la pepsina pasa a ser el componente mayoritario.

a. Quimosina

La quimosina, cuyo código es E.C.3.4.23.4, es un enzima proteolítico que se obtiene tradicionalmente del abomaso (cuarto estómago), de terneros jóvenes. Se encuentra, como enzima digestiva, mezclada con pepsina, siendo la proporción de quimosina, y la calidad del cuajo, mayor cuanto más joven es el animal. También se encuentra en otras especies animales, como el cerdo. Durante muchos siglos se ha utilizado como en la fabricación de queso el estómago de los terneros secado al sol y triturado. El enzima, como todas las proteinasas, puede auto digerirse si se conserva en las condiciones en las que es activo. Puesto que la quimosina se inactiva reversiblemente con concentraciones elevadas de cloruro de sodio, se conserva en esta forma. Al disminuir la concentración salina al utilizarla, se reactiva (Calvo, M. 2010).

b. Pepsina

Este enzima, obtenido de bovinos adultos o de cerdos, también puede utilizarse en la coagulación de la leche (Calvo, M. 2010).

7. Cuajos microbianos

Según Calvo, M. (2010), los problemas de suministro de cuajo animal y la expansión de la industria del queso forzaron la búsqueda de enzimas alternativas al cuajo animal.

- La primera proteinasa microbiana utilizada fue la de *Mucos pusillus*, pero presenta el problema de que es más activa que el cuajo de ternero. En la fabricación de quesos industriales se utilizan habitualmente proteinasas obtenidas de microorganismos en lugar del cuajo animal.

- Una de las más utilizadas es la proteinaza de *Rhizomucor miehei*, que es también una aspartil-proteinaza, como la quimosina. La proteinaza de *Rhizomucor miehei* es la más glicosilada de todas las aspartil-proteinasas conocidas. Probablemente, esta es la razón de que sea particularmente termorresistente.
- También se utiliza en la elaboración de quesos la proteinaza de *Cryphonectria parasitica* (antes conocido como *Endothia parasitica*). Al contrario que la anterior, es muy termolábil, por lo que se destruye en la etapa de calentamiento de quesos como el Emmental. En quesos no calentados, puede dar problemas al fragmentar la caseína beta.
- Menos importante es la proteinaza de *Bacillus subtilis*.

8. Cuajos vegetales

De acuerdo a Calvo, M. (2010), muchos vegetales contienen proteinasas capaces de coagular las caseínas. Algunas de estas proteinasas se utilizan en la elaboración de quesos tradicionales.

- Entre ellas destaca la obtenida de la flor de cardo (cardón, o alcaucil), *Cynara cardunculus*. La preparación enzimática se obtiene artesanalmente macerando los pistilos de la flor con agua. La flor del cardo *Cynara humilis* también contiene proteinasas, que son más semejantes a la pepsina que a la quimosina en cuanto a su actividad.
- La proteinaza del látex de la higuera se utiliza en la coagulación de la leche.
- Otras proteinasas coagulantes se encuentran en el lampazo (*Herculeum spondylum*), y en la llamada "hierba cuajadera", *Galum verum*.

a. **Papaína (EC 3.4.22.2)**

El término papaína se aplica tanto a las preparaciones enzimáticas crudas obtenidas del látex de papaya como a las distintas fracciones proteicas del mismo. Las enzimas papaína y quimopapaína son las principales proteasas del látex (10 y 45% de la proteína soluble), el cual contiene también un 20 % de lisozima (Carrera, J. 2009).

b. Bromelina (3.4.22.4)

Se obtiene del jugo, de la fruta o de los tallos de la piña (*Ananas comosus*). Es una glicoproteína del grupo de las cisteín proteasas. Actúa de preferencia sobre los aminoácidos básicos y aromáticos de las proteínas. Su pH óptimo varía con el sustrato, en el rango de 5 a 8. Tiene baja tolerancia térmica. La enzima se utiliza principalmente como ablandador de carne (tiene buena actividad sobre los tendones y el tejido conectivo rico en elastina), y para hidrolizar proteínas solubles de la cerveza que pudieran precipitar y causar opacidad por el enfriamiento (Carrera, J. 2009).

c. Ficina (EC 3.4.22.3)

Es una cisteín proteasa como la papaína. Se obtiene del látex de las plantas del género *Ficus*. Presenta hidrólisis preferencial por los aminoácidos aromáticos. El pH óptimo varía con el sustrato y se encuentra en el rango 5-8. La temperatura óptima está alrededor de 60 °C, inactivándose completamente a 80 °C (Carrera, J. 2009).

E. USO INDUSTRIAL DE LAS ENZIMAS

De las miles de enzimas conocidas, solo algunas se producen en escala industrial para emplearse en la manufactura tanto de alimentos como de las materias primas para su elaboración. Cada día aumenta el número de reacciones que se efectúan por rutas enzimáticas, y esta tendencia seguramente aumentará a medida que existan más catalizadores de este tipo en el comercio, a precios accesibles (<http://www.itescam.edu.mx>. 2009).

1. Ventajas y limitaciones

Según <http://www.itescam.edu.mx>. (2009), el empleo de enzimas tiene muchas ventajas:

- Son de origen natural y por lo tanto no deben ser tóxicas.

- Son muy específicas en su manera de actuar, por lo que no propician reacciones secundarias indeseables.
- Funcionan en condiciones moderadas de temperatura y de pH y no requiere de condiciones de procesamiento drásticas que puedan alterar la naturaleza del alimento, ni de equipo muy costoso.
- Actúan a bajas concentraciones de enzimas.
- Son fácilmente inactivadas una vez alcanzado el grado de transformación deseado.

Por otra parte, la principal limitante es que algunas de ellas son muy caras y no se consiguen fácilmente; sin embargo, es conveniente hacer un balance de las ventajas y las desventajas que trae consigo llevar a cabo una determinada reacción con enzimas, o con otros métodos químicos o físicos.

2. Tipos y fuentes de obtención de enzimas

<http://apuntes.rincondelvago.com>. (2009), reporta que las células microbianas son la fuente usual de enzimas para uso industrial para algunas de las enzimas provenientes de animales y plantas utilizadas tradicionalmente como las proteasas de la papaína, ficina y bromelaína, que se utilizan para el ablandamiento de la carne, y la quimosina, empleada en la manufactura del queso. La inmensa mayoría de las enzimas microbianas se producen a partir de aproximadamente 25 organismos, incluyendo una docena de hongos, pero se ha calculado que sólo aproximadamente el 2% de los microorganismos existentes en el mundo han sido estudiado como fuente de enzimas.

<http://www.porquebiotecnologia.com.ar>. (2009), manifiesta que las fuentes principales de producción de enzimas para empleo industrial son:

- Animales: la industria empacadora de carnes es la fuente principal de las enzimas derivada del páncreas, estómago e hígado de los animales, tales como la tripsina, lipasas y cuajos (quimosina y renina).
- Vegetales: la industria de la malta de cebada es la fuente principal de enzimas

de cereales. Las enzimas proteolíticas (que degradan proteínas), tales como la papaína y la bromelina se obtienen de la papaya y del ananá, respectivamente.

- Microbianas: principalmente se extraen de bacterias, hongos y levaduras que se desarrollan en la industria de la fermentación. La ventaja de la obtención de enzimas microbianas es que los microorganismos se reproducen a ritmo acelerado, son fáciles de manipular genéticamente, crecen en un amplio rango de condiciones ambientales y tienen una gran variedad de vías metabólicas, haciendo que las enzimas obtenidas sean más económicas.

3. Preparaciones comerciales enzimáticas

Debido a que las encimas que se emplean en la industria no son puras, es preciso tomar en consideración todos los materiales extra que contienen; por esta razón, una preparación enzimática comercial es en realidad una mezcla de enzimas, en la que una de ellas predomina en actividad, como se observa en el cuadro 8 (<http://www.itescam.edu.mx>. 2009).

Cuadro 8. FUENTES COMERCIALES DE PREPARACIONES ENZIMÁTICAS.

Origen	Enzimas contenidas
Vegetal:	
Malta	-Amilasa, -amilasa, -glucanasa
Trigo	-Amilasa
Piña	Bromelina
Higo	Ficina
Papaya	Papaína
Soya	Lipoxigenasa
Animal:	
Estomago porcino	Pepsina
Páncreas	Tripsina, lipasa
Estomago de rumiantes	Renina
Estomago de rumiantes	Lipasa

Fuente: <http://www.itescam.edu.mx>. (2009).

F. LA PAPAYA

1. Generalidades

<http://bioextracto.com.mx>. (2009), señala que la papaya es originaria de América tropical, del sur de México hasta Costa Rica ; pero en la actualidad se cultiva con éxito en diferentes regiones tropicales del mundo. Los españoles la introdujeron en las Filipinas en el siglo XVI y posteriormente fue llevada a la India, Zanzíbar y Uganda; se cree que fue introducida en Hawai entre 1800 y 1823. El fruto de la papaya está constituido principalmente por agua (86.8 %), y carbohidratos (12.18 %). Es además una buena fuente de vitamina A (Retinol); mientras que su contenido de minerales tales como calcio, fósforo, y fierro es pobre. Los carbohidratos presentes en la papaya son azúcares con poco o nada de almidón presente. La cantidad de sólidos solubles del puré de papaya varía de 11.5 a 13.5° Brix. Entre los frutos es notable por su bajo contenido de ácidos y la porción comestible tiene un valor de pH entre 4.5 y 6.0. Entre los ácidos que pueden encontrarse en la papaya destacan el málico, cítrico, galacturónico y acetoglutárico. La papaya contiene látex que exuda al ser sesgado o puncionado el epitelio, este látex contiene en mayor concentración a la papaína, enzima proteolítica característica de la papaya.

2. Características morfológicas

Chuquisengo, R. (2009), indica que la papaya, se trata de un arbolito carnoso y de tronco frágil, muy esponjoso y hueco en su parte central, muy cultivado en regiones tropicales y subtropicales.

- Altura: hasta 9 metros
- Familia: Passifloráceas
- Hábitat: originaria probablemente del área tropical de América del Sur
- Hojas: de color verde oscuro y gruesas y de hasta 80 cm de longitud, alternas y muy juntas entre sí, palmadas y divididas de forma suborbicular en 5-7 lóbulos irregulares. Poseen unos pecíolos robustos de hasta 50 cm de longitud.

- Flores: dioicas, aunque raramente monoicas, agrupadas en el extremo del tronco. De color amarillo claro. Poseen 5 pétalos y 5 sépalos del mismo color. Las flores masculinas son fragantes las cuales nacen de racimos pedunculados de hasta 50 cm de longitud. Las femeninas son de mayor tamaño, solitarias, axilares y con pedúnculo cortó.
- Frutos: son gratos al paladar y refrigerantes. Si se consumen en ayunas con un poco de sal combaten el estreñimiento. Bayas carnosas y globulosas, usualmente con 5 ángulos de tamaño variable y de color anaranjado al madurar. Contiene en su interior una pulpa lechosa de color anaranjada, con numerosas semillas negras y globulares que están dispuestas en su cavidad central.
- La numerosas semillas que contiene son aplanadas y con endospermo carnososo.

3. Usos

Robles, A. (2009), manifiesta que son varios los usos que se le dan a la papaya. Según la región y las necesidades particulares pueden observarse usos como:

- Artesanal. El peciolo de la hoja es hueco y se improvisan flautas con las que juegan los niños.
- Fabricación de chicle. El látex que exuda la planta se usa como base para la fabricación de chicle.
- Comestible. Los frutos son ricos en vitaminas A, B, C y D. Cada fruto proporciona un promedio de 750 g de papaína. El tallo también es comestible en conservas. El fruto verde y las hojas se cocinan como vegetal semejante al calabacín.
- Cosmético e higiene. Las semillas contienen de 20 a 30 % de aceite no secante que tiene aplicaciones en las industrias jabonera y farmacéutica.
- Forrajero. El follaje se ha utilizado como fuente de alimento para peces. El fruto lo consume el ganado.
- Industrial. El fruto y otras partes de la planta poseen un jugo lechoso (látex) que tiene una enzima proteolítica (25 % de papaína), de acción semejante a la

pepsina del jugo gástrico. Se utiliza como ablandador de carnes y para clarificar cerveza.

- Insecticida. El látex es un buen vermicida.
- Medicinal. Se utiliza el fruto, látex, semilla y raíz. De entre sus propiedades destacan el de ser: analgésico, antibiótico, amebicida, antibacterial, cardiotónico, colagogo, digestivo, emenagogo, febrífugo, hipotensivo, laxativo, pectoral, estomáquico y vermífugo.
- El zumo de la fruta se usa en jarabe para aliviar la tos de tísico. Se recomienda cuidar la dosis porque es un irritante poderoso. El cocimiento de la raíz es un tónico para el sistema nervioso y remedio para la indigestión. La infusión que se obtiene de las hojas contiene un alcaloide llamado "carpaína" que tiene propiedades farmacéuticas parecidas a *Digitalis* y al que se le atribuyen propiedades cardiotónicas. El té de hojas es considerado digestivo e hipotensivo; las hojas picadas se usan como antiséptico.
- Anticonceptivo. Se ha descubierto mediante la experimentación en ratas macho que las semillas del fruto maduro tienen principios activos que previenen la producción espermática y disminuyen la capacidad de fertilizar a las hembras en un 40 %.
- Desparasitante. Una docena de semillas tragadas o una mezcla de látex con miel se emplean como vermífugo. El jugo del fruto, el polvo de semillas y el látex de la raíz y fruta verde se utilizan en Cuba contra los tricocéfalos. Las semillas secas tienen propiedades bactericidas y bacteriostáticas.
- La papaína ayuda a diluir tumores cancerosos y linfáticos. Se ha usado para disolver hernias de disco y formaciones anormales que se producen en las arterias en ciertas formas de arterioesclerosis, también es un agente desinflamatorio en casos de infecciones y traumatismos. Elimina materias proteicas causadas por derrames (hematomas y líquidos extravasados por golpes y contusiones). Se ha sugerido que el consumo excesivo de papaya puede inducir cáncer de próstata.
- Melífera. En apicultura, se ha observado que las flores masculinas producen abundante néctar constituido por 100 % de sacarosa y gran cantidad de aminoácidos. Sin embargo las femeninas producen muy poco y no contienen nectarios.
- Saponífera. Las hojas se han utilizado en vez de jabón para lavar tejidos finos.

Chuquisengo, R. (2009), señala que el fruto de la papaya, tiene diferentes usos, tanto como fruta fresca, en jugos, en batidos, en helados, como parte de las ensaladas, dulces diversos de elaboración casera o envasados por la industria, tanto semi verdes como maduros. Algunos países de Asia, África y Oceanía los destinan a la obtención de látex. De este líquido lechoso que es abundante en los frutos verdes, se extrae la papaina. La papaina se usa ampliamente como ablandador de carnes y también en la clarificación de cervezas y otras bebidas. Es de gran utilidad para suavizar las lanas, así como en el curtido de las pieles. Tiene gran aplicación en la fabricación de caucho y además en la preparación de productos medicinales y de remedios caseros, etc.

G. LA PAPAÍNA

1. Características e importancia

Glibota, G. et al. (2009), reportan que la papaína es una mezcla compleja de enzimas con actividad proteolíticas y peroxidasas contenidas en el exudado de *Carica papaya*. Dos son las enzimas proteolíticas más conocidas: la papaína propiamente dicha y la quimopapaína. Además de las aplicaciones farmacéuticas, las proteasas son utilizadas en distintos procesos industriales, tales como tiernización de carnes, elaboración de cueros, detergentes, cervezas, quesos, panes, proteínas modificadas para alimentación humana y animal, procesado de fibras textiles y tratamiento de efluentes industriales. Su importancia económica es considerable, ya que representa las dos terceras partes del mercado de enzimas.

La papaína es una enzima proteolítica que se obtiene a partir del látex de la fruta verde de la papaya antes que comience su maduración. La papaína deshidratada, se caracteriza por ser un polvo amorfo, granuloso de color blanco, grisáceo o parduzco; casi inodoro, soluble en agua e insoluble en alcohol y éter (<http://www.infoagro.com>. 2009).

La papaína que se extrae del látex de la papaya, se encuentra en una concentración de 10% aproximadamente; tiene un peso molecular de 23 900 (212

aminoácidos), un pH óptimo de 6.5 y en su centro activo se encuentra un grupo sulfhidrilo (<http://www.itescam.edu.mx>. 2009).

<http://www.botanical-online.com>. (2009), señala que las papayas son ricas en un componente llamado papaína o papayotina. La papaína es una enzima, con propiedades parecidas a la pepsina (enzima que forma parte de los jugos gástricos), o la tripsina (enzima que forma parte de los jugos pancreáticos). Al igual que estos fermentos, ataca las proteínas produciendo su destrucción. Este tipo de enzimas, que se conocen como enzimas proteolíticas tal como ocurre con la bromelina de la piña, la actidina del kiwi o la ficina de los higos, resultan muy interesantes en la alimentación porque ayudan a disgregar las proteínas y favorecen la digestión.

2. Extracción del látex de papaya

Fernández, P. (2010), indica que para la obtención de esta enzima, se extrae el látex de los frutos verdes, realizando varias incisiones y se recoge en bolsas de plástico que rodean al tronco del árbol; se transporta en condiciones de congelación y la separación de la misma se realiza por centrifugación a 13400 rpm por 30 minutos. A la enzima purificada se le adiciona Bisulfito de Sodio al 1 % p/p para su conservación.

Hernández, R. (2009), sostiene que el látex de papaya es una enzima similar a la pepsina humana. Se extrae de la deliciosa papaya, y el crecimiento del negocio relacionado con ella ha sido tal en los últimos años que el mercado mundial se calcula en unos 100 millones de dólares anuales, de los cuales el 70% pertenece a las industrias relacionadas con la alimentación. La producción de papaína, tiene dos fases: terreno y laboratorio:

- En la primera, se cultivan los papayos, que son plantas jóvenes, entre 3 y 4 años. Estas son renovadas permanentemente mediante cultivo rotatorio.
- Posteriormente se realiza la extracción del látex, que es un líquido blanco obtenido mediante cortes en los frutos inmaduros y que es de donde sale la papaína. Luego, en laboratorio, se separa la enzima y se purifica hasta

alcanzar un nivel óptimo de calidad para la venta. La enzima se vende en estado líquido y tiene una duración mínima de seis meses estando refrigerada.

3. Usos de la papaína

<http://www.itescam.edu.mx>. (2009), indica que uno de los principales usos de la papaína es en el ablandamiento de la carne; en algunos países es práctica común la inyección de soluciones de esta enzima en el sistema circulatorio de los animales antes de su sacrificio, con lo cual se logra que se distribuya en forma homogénea; su acción durante el almacenamiento del cuerpo muerto provoca que los tejidos se suavicen; sin embargo, esto debe controlarse ya que en exceso puede ocasionar demasiado ablandamiento lo que es indeseable. Por otra parte, existen en el mercado diversos productos a base de papaína, cloruro de sodio y glutamato monosódico que se usan en las cocinas familiares para suavizar la carne; esta enzima es adecuada para este fin ya que actúa a bajas concentraciones y además, es muy estable a temperaturas altas.

<http://www.portalagrario.gob.pe>. (2009), indica que la papaína tiene las siguientes aplicaciones:

- Se emplea en la industria cervecera como clarificador.
- En la industria se usa como ablandador de carnes y en el tratamiento de cueros. En la industria farmacéutica interviene como ingrediente en una serie de formulaciones o preparados que facilitan la digestión; como antihelmíntico; para el tratamiento de la obstrucción de esófago, difteria, lesiones, de la piel, incluyendo eccema, soriasis, algunos tipos de esterilidad, ciertas heridas y para prevenir adherencias peritoneales.
- Finalmente, en la industria de productos lácteos y para la elaboración de quesos sustituye al cuajo.

H. EL RENDIMIENTO EN LA FABRICACIÓN DE QUESOS

Para Revilla, A. (1996), el control técnico de los factores relacionados al rendimiento y a la reducción de pérdidas, contribuye para garantizar la

competitividad del producto en el mercado. Dos importantes parámetros influyen decisivamente en la variabilidad económica de la elaboración de quesos: el rendimiento (o sea, la cantidad máxima de quesos que se pueda fabricar con un volumen determinado de leche), y la reducción del descarte (o sea, la obtención de productos de calidad con una buena durabilidad). Ambos parámetros están relacionados con una serie de factores, incluyendo la calidad de la leche y de los ingredientes utilizados, que pueden y deben ser controlados técnicamente con un objetivo de transformar el producto resultante en un producto que sea más expresivo y competitivo dentro del mercado.

<http://www.vulcano.terra.com.pe>. (2009), indica que los rendimientos estimados de acuerdo a los tipos de quesos que se elaboren, se puede tomar como referencia los valores reportados en el cuadro 9.

Cuadro 9. RENDIMIENTO DE DIFERENTES TIPOS DE QUESOS.

Tipo de queso	Cantidad de leche	Cantidad de queso obtenido	Rendimiento
Fresco	6 kg	1 kg	16.7 %
Prensado	8 kg	1 kg	12.5%
Desgrasado	10 kg	1 kg	10%
Andino	9 kg	1 kg	11%
holandés	9 kg	1 kg	11%

Fuente: <http://www.vulcano.terra.com.pe>. (2009).

1. Factores que afectan el rendimiento

Según Hansen (2001), los principales factores que afectan el rendimiento de la fabricación de quesos son:

a. Composición de la leche

Obviamente, la composición de la leche, especialmente su tenor en proteínas y grasa, tiene un papel fundamental en la definición del rendimiento. En relación a las proteínas, se considera de manera muy especial a la caseína, que es la

fracción coagulable por el cuajo y que al formar una red (paracaseinato de calcio), "aprisiona", en diferentes proporciones, los demás elementos de la leche como la grasa, lactosa, sales minerales, etc. Si se aumenta el tenor de la caseína en la leche, el rendimiento de elaboración se ve incrementado por el propio peso de la proteína, la cual es retenida en mayor cantidad y también por el hecho de que la caseína aumenta considerablemente la retención del agua en el queso. Por otro lado, un aumento en el tenor de la materia grasa provoca el mismo aumento positivo en el rendimiento, pero en este caso la mayor retención de agua en el queso se debe a la menor sinéresis durante la elaboración en el tanque. Es muy importante que la estandarización de la leche para la fabricación de quesos se realice en base a la relación caseína / materia grasa. Si ésta se mantiene fija, permite obtener quesos física y químicamente uniformes. La composición de la leche y consecuentemente el rendimiento sufren las influencias de diversos factores como la raza de animal, alimentación, período de lactación, etc. (Hansen. 2001).

b. Composición del queso

La influencia más importante es el tenor de humedad del queso. Naturalmente, cuanto mayor sea el tenor de agua de un queso mayor será el rendimiento de dicha fabricación. El aumento del tenor de humedad es limitado por las alteraciones paralela que pueden ocurrir en el queso, como una aceleración del proceso de maduración (hidrólisis más intensa), que en queso frescos, como el Blanco y similares representa una disminución de la vida útil o en quesos como Mozzarella, Gouda y similares, provoca alteraciones de consistencia que dificultan el tajado, entre otros problemas. Siempre se busca mantener un tenor de humedad compatible con las características funcionales y sensoriales deseadas; el mejor abordaje es la estandarización de la humedad en el extracto seco sin grasa de queso, un parámetro cada vez más usado en las modernas fábricas queseras. Obviamente, cuando mayor sea el tenor de proteínas o de grasa de un queso, más positivo será el efecto en el rendimiento de esta manera, el "punto" de la elaboración, junto con el corte de la cuajada y el proceso de acidificación en el tanque y en la prensa, son factores fundamentales en la definición del rendimiento, pues regulan el tenor final de la humedad del queso. El uso de un

cuajo a base de quimosina también ayuda a una mayor retención de humedad (Hansen. 2001).

c. Pérdidas en el corte

Es imposible cortar una cuajada sin que se produzcan pérdidas parciales de componentes de la leche en el suero. Sin embargo estas pérdidas pueden ser minimizadas a través de una coagulación de la leche bien controlada y de un cuidadoso corte de cuajada. La rapidez del corte y el tamaño de los granos, así como la intensidad de la agitación realizada inmediatamente después del corte tienen gran influencia en las pérdidas de grasa y proteína en el suero (Hansen. 2001).

d. Tipo de cuajo utilizado

Todos los cuajos utilizados son caracterizados por la presencia de una o más proteasas que atacan la fracción K de la caseína, provocando la coagulación de la leche. Algunas de estas proteasas son más proteolíticas o menos específicas en su actuación que otras. Aquellas más proteolíticas, como la pepsina porcina o las proteasas ácidas de origen fúngico (llamadas de "coagulantes microbianas además de romper la ligación específica 105-106 de la caseína K, continúan degradando rápidamente el resto de la cadena de aminoácidos durante la coagulación de la leche y pueden provocar mayor pérdida de nitrógeno, grasa y partículas durante el corte de la cuajada. La enzima que tenga la mejor actuación coagulante con la más alta especificidad y que por tanto permite el mejor aprovechamiento de los elementos de la leche en la cuajada proporcionando así mayor rendimiento, es la quimosina presente en los cuajos obtenidos por fermentación, genéricamente conocidos como "FPC (quimosina producida por fermentación), seguida por la pepsina bovina (Hansen. 2001).

I. ANÁLISIS SENSORIAL DEL QUESO

Morales, A (2004), señala que la calidad organoléptica del queso, se refiere a los atributos que posee. El análisis sensorial o cata es el examen de las propiedades

organolépticas de un producto realizable con los sentidos, utilizando al hombre como instrumento de medida. La precisión y reproductibilidad de los métodos instrumentales son mayores que las de un jurado de degustación. Puede darse el caso de que dos quesos totalmente diferentes organolépticamente presenten datos analíticos, químicos y microbiológicos iguales. De aquí se deduce la importancia del análisis sensorial, para los siguientes fines:

- Desarrollar, modificar y mejorar el queso.
- Identificar diferencias entre quesos.
- Asegurar la calidad de los quesos elaborados.
- Proporcionar datos sensoriales.
- Proporcionar un registro permanente de los atributos de un producto.
- Poder seguir la evolución del producto durante su almacenamiento.
- Juzgar la tipicidad del producto.
- Seleccionar y preparar catadores.

1. Apariencia

Chamorro, M. (2002), indica que la apariencia es el conjunto de atributos que se aprecian con la vista. Tienen en cuenta las propiedades visuales, tanto externas (forma, corteza), como internas del queso (aberturas, color).

Coste, E. (2005), señala que la evaluación de la apariencia externa del queso, consiste en el examen visual de la muestra de queso, en los que se consideran los atributos de: forma, tamaño y peso; y, corteza:

- En cuanto a la forma, dada la gran variedad de quesos existente, es posible encontrar las formas más diversas, las básicas son las geométricas, especialmente cilindro o paralelepípedo, pero también hay esféricas, piramidales o troncocónicas. En ocasiones tienen formas que recuerdan a otros objetos o productos, pueden tener los bordes o aristas rectas o redondeadas, y las caras superior e inferior planas o abombadas (cóncavas, convexas); de igual modo las caras laterales pueden ser rectas o curvas (cóncavas o convexas). Siempre se debe presentar una forma regular.

- El tamaño y peso de los quesos también es muy variable, las piezas más pequeñas suelen ser las propias de los quesos de cabra franceses y las pastas blandas, mientras que los mayores son siempre de la familia de las pastas prensadas y cocidas.
- La corteza, puede no existir en los quesos frescos, es fina en las pastas blandas y gruesa o muy gruesa en las prensadas y cocidas. Puede ser lisa o estriada y presentarse al natural, con hongos, con especias, ahumada, parafinada, teñida, encerada, cubierta de cenizas, etc.

2. Color

Losada, M. y Serrano, J. (2004), reportan que el corte de la pasta va a influir en la apreciación del color, por lo que se procurará que sea un corte limpio. El matiz o tono y la intensidad varían mucho de unos quesos a otros y a veces incluso en la superficie del corte del mismo queso. El brillo de la pasta va a estar influenciado por el contenido en agua o de grasa del queso (gotitas), por el tipo de leche y la zona de producción. Entre los matices más frecuentes en la pasta, tenemos: Blanco, blanco marfil, amarillo pálido, amarillo beige, verde azulado y naranja.

3. Textura

La textura de los sólidos está influida por el tamaño de partícula, la higroscopicidad del producto, el molturado, la plasticidad, etc. En los líquidos su "apariencia" varía fundamentalmente en función de sus propiedades reológicas y de su homogeneidad (<http://www.chemedia.com>. 2005).

Coste, E. (2005), sostiene que la textura es la propiedad sensorial de los alimentos que es detectada por los sentidos del tacto, la vista y el oído, y que se manifiesta cuando el alimento sufre una deformación. También se puede definir a la textura como el conjunto de propiedades mecánicas, geométricas y de superficie de un producto perceptibles por los mecano-receptores, los receptores táctiles y en ciertos casos los visuales y los auditivos.

a. Características de superficie

Conjunto de características que informan del estado de la superficie de la textura del queso. Estas características se observan sobre una sección o una loncha del queso, de un tamaño y forma que sean representativas de todas las zonas del miso a ser posible. En la fase visual se observará si hay o no elementos de ruptura en la presentación del corte, considerando como elementos de ruptura los cristales, los ojos, las aberturas y las grietas, también se tendrá en cuenta su forma, tamaño y número. La pasta siempre se observará en un corte limpio, pudiendo presentar diferentes características (Aenor, D. 2002):

- Compacta y prensada
- Agrietada
- Cerrada y blanda
- Friable
- Ciega
- Con cavidades
- Blanda y granulada
- Poco elástica
- Untable
- Gomosa
- Líquida
- Abierta.
- Cerrada y compacta.
- Corta.
- Untuosa.
- Con pequeñas oquedades.
- Gelatinosa y brillante.
- Elástica.
- Nada elástica.
- Frágil.
- Blanda.
- Desmenuzable.

b. Corteza

La corteza depende del tipo de queso (fresco, maduro, etc.), de la tecnología empleada en su elaboración (pasta blanda, pasta prensada), del tipo de maduración (con mohos, bacterias), así pueden ser (Anzaldúa, A. 2004):

- Bien definida
- Natural
- Cerrada
- Lisa
- Rugosa
- Ausencia de corteza.
- Compacta.
- Dura.
- Estriada.
- Escalada.

- Cerosa
- Engrasada o aceitosa
- Con ceniza
- Húmeda
- Brillante
- Untuosa.
- Ahumada.
- Enmohecida.
- Suave.
- Limpia.

4. Olor

Propiedad organoléptica perceptible por vía indirecta por el órgano olfativo durante la degustación, es la fuerza del estímulo global percibido en el bulbo olfativo. Recibimos este estímulo por la nube gaseosa aromática, liberada por la masticación y por la respiración, que lo guía hacia el interior de la nariz (Barcina, A. 2004).

Coste, E. (2005), indica que para evaluar el olor se debe acercar la muestra de queso a la nariz con el fin de poder percibir los olores que caracterizan al queso, intentando reconocer los olores dominantes. Para completar y mejorar la percepción se aconseja romper en dos la muestra por el centro, cerca de la nariz y aspirar inmediatamente la fuerza del estímulo percibido (intensidad del olor). El olor y el aroma de los quesos tienen dos orígenes principales: la materia prima y el afinado. El olor láctico es dominante o casi exclusivo en los quesos jóvenes (frescos), mientras que en los más madurados aparecen otras familias de olores, como consecuencia de una serie de mecanismos, en su mayoría enzimáticos, que transforman los diferentes componentes de la cuajada (proteínas y lípidos, principalmente), formando numerosos componentes aromáticos, cuya proporción y naturaleza dependen de la tecnología de elaboración del queso. La intensidad del olor puede ser baja, media o elevada; pero ha definido 8 familias de términos para describir los olores y aromas. Estas familias son los olores:

- Lácticos (leche fresca, acidificada, corteza de queso).
- Vegetales (hierba, verdura cocida, ajo, cebolla, madera).
- Florales (miel, rosa).
- Afrutados (avellana, nuez, cítricos, plátano, piña, manzana, aceites).
- Torrefactos (bizcocho, vainilla, caramelo, tostado).

- Animales (vaca, establo, cuajo, estiércol).
- Especies (pimienta, menta, clavo de olor).
- Otros (propiónico, rancio, jabón, ensilado).

5. Sabor

En la boca se entremezcla la valoración de las propiedades táctiles, aromas, sabores elementales, regusto y persistencia. El sabor, son las sensaciones bucales táctiles percibidas en el interior de la boca, incluyendo la lengua y los dientes (Aenor, D. 2002).

Coste, E. (2005), indica que para evaluar el sabor las piezas de queso deben ser masticadas y salivadas. El sabor es la sensación percibida por el órgano del gusto (lengua), cuando se lo estimula con ciertas sustancias solubles. Entonces, las sensaciones gustativas nos permiten captar la cantidad de sal, dulzor, acidez y amargor del queso. De los cuatro sabores básicos (dulce, salado, ácido y amargo), los más frecuentes en un queso son el ácido y el salado.

<http://www.oirsa.org>. (2009), señala que la Norma Nicaragüense 03 022-99, para quesos frescos no madurados, la apariencia, la textura, el color, el olor y el sabor de los quesos no madurados deberán ser los característicos para el tipo de queso que corresponda y deberán estar libres de los defectos indicados a continuación:

- Defectos del sabor: Fermentado, rancio, agrio, quemado, o cualquier otro sabor anormal o extraño.
- Defectos en el olor: Fermentado, amoniacal, fétido, rancio, mohoso, o cualquier olor anormal o extraño.
- Defectos en el color: Anormal; no uniforme, manchado o moteado, provocado por crecimiento de mohos o microorganismos que no correspondan a las características del queso de que se trate.
- Defectos en la textura: No propia o con cristales grandes de lactosa con consistencia ligosa acompañada de olor desagradable.
- Defectos en la apariencia No propia, con cristales grandes de lactosa, sucia o con desarrollo de mohos u otros hongos.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

A. LOCALIZACION Y DURACION DEL EXPERIMENTO

La presente investigación se realizó en la Planta de Lácteos Molestina de la ESPE que pertenece a la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Escuela Superior Politécnica del Ejército (IASA II), que se encuentra localizada en la Provincia de Santo Domingo de los Tsachilas, cantón Santo Domingo, km 28 vía a Quevedo, a una altitud de 270 m.s.n.m., con una latitud de 00°18'43" y una longitud de 79°18'43". El tiempo que duró el trabajo experimental fue de 120 días (4 meses), distribuidos en la elaboración de quesos frescos, análisis bromatológicos, microbiológicos, organolépticos y la vida de anaquel del producto obtenido.

B. UNIDADES EXPERIMENTALES

En la elaboración del queso fresco, se utilizó un total de 384 litros de leche, siendo el tamaño de la unidad experimental 12 litros de leche, con lo cual se obtuvo 4 quesos de aproximadamente 0.45 kg de peso, utilizándose un total de 32 unidades experimentales en dos replicas consecutivas y en cada replica se trabajo con 16 unidades experimentales que corresponden a 4 tratamientos con 4 repeticiones cada uno. Por efectos de evaluación de la producción, se realizó dos ensayos por semana. Para las pruebas físico - químicas, microbiológicas y organolépticas, se utilizaron muestras de 200 g de cada una de las repeticiones de los diferentes tratamientos experimentales.

C. MATERIALES EQUIPOS E INSTALACIONES

Las instalaciones, equipos y materiales utilizados en el presente trabajo fueron:

1. Instalaciones

Las instalaciones empleadas en la Planta de Lácteos Molestina que pertenece a la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Escuela Superior Politécnica del Ejército (IASA II), fueron:

- Laboratorio.
- Sala de refrigeración.
- Planta procesadora.

2. Materiales para recolección del látex

- Cuchillos.
- Guantes de goma.
- Corcho de perforación.
- Tubos de ensayos.
- Gradilla para tubos de ensayo.

3. Elaboración del queso

Equipos:

- Olla doble fondo.
- Mesa de moldeo.
- Prensa.
- Termómetro.

Materiales:

- Bidón de 40 litros de acero inoxidable.
- Moldes de acero inoxidable.
- Baldes.
- Tina para salmuera.
- Frigorífico.
- Malla 7 x 15.
- Tacos de madera.
- Fuente de calor.
- Cilindro de gas.
- Balanza digital.
- Jabones, detergentes y desinfectantes.
- Libreta de apuntes.

Ingredientes:

- Leche de vaca.
- Cuajo microbiano Marshall.
- Látex de papaya.
- Cloruro de calcio.
- Sal yodada.

4. Equipos y materiales de laboratorio

- Peachímetro.
- Tubos de ensayo.
- Termómetro.
- Calculadora.
- Equipo de protección personal (cofia, guantes, botas y mandil).

D. TRATAMIENTOS Y DISEÑO EXPERIMENTAL

Se evaluó el efecto de la utilización de diferentes niveles de látex de papaya como coagulante natural (5, 10 y 15 %), en reemplazo del coagulante microbiano, en la elaboración de queso fresco para ser comparada con un grupo testigo en el que se empleó el coagulante microbiano, por lo que se contó con cuatro tratamientos experimentales, con cuatro repeticiones cada uno, en dos ensayos consecutivos, dando un total de 32 unidades experimentales, las mismas que fueron distribuidas bajo un diseño completamente al azar, en un arreglo combinatorio donde el Factor A, estuvo compuesto por los niveles del látex de papaya y el Factor B, por los ensayos, sin considerarse el efecto de su interacción, por lo que para su análisis se ajustaron al siguiente modelo lineal aditivo:

$$Y_{ijk} = \mu + A_i + B_j + \epsilon_{ijk}$$

Donde:

Y_{ijk} = Parámetro de determinación.

μ = Media general.

A_i = Efecto de los niveles de látex de papaya.

B_j = Efecto del número de ensayo.

C_{ijk} = Efecto del error experimental.

El esquema del experimento empleado se detalla en el cuadro 10.

Cuadro 10. ESQUEMA DEL EXPERIMENTO.

Niveles de látex (Factor A)	Ensayos (Factor B)	Código	Repetición	TUE	Litros leche /tratamiento.
Testigo	1	CM1	4	12	48
Testigo	2	CM2	4	12	48
5 %	1	LP5E1	4	12	48
5 %	2	LP5E2	4	12	48
10 %	1	LP10E1	4	12	48
10 %	2	LP10E2	4	12	48
15 %	1	LP15E1	4	12	48
15 %	2	LP15E2	4	12	48
Total litros de leche					384

TUE: Tamaño de la unidad Experimental, 12 litros de leche (4 quesos de 0.45 kg).

E. MEDICIONES EXPERIMENTALES

1. Variables físico – químicas (bromatológicas)

- Contenido de humedad, %.
- Contenido de materia seca, %.
- Contenido de Proteína, %.
- Contenido de grasa, %.
- Contenido de cenizas, %.
- pH.

2. Valoración organoléptica

- Apariencia, 20 puntos.
- Olor, 20 puntos.

- Sabor, 20 puntos.
- Color, 20 puntos.
- Textura, 20 puntos.
- Total, 100 puntos.

3. Valoración microbiológica

- Coliformes totales, UFC/g.
- Mohos y Levaduras, UFC/g.

4. Valoración de la vida de anaquel

Se evaluó a los 21 días posteriores en almacenamiento en refrigeración las cargas microbiológicas presentadas por los quesos frescos.

5. Análisis productivo y económico

- Conversión lt leche/kg queso fresco.
- Rendimiento, leche/queso, lt/kg.
- Beneficio / Costo.

F. ANÁLISIS ESTADÍSTICOS Y PRUEBAS DE SIGNIFICANCIA

Los resultados experimentales se analizaron estadísticamente bajo las siguientes pruebas las mismas que se reportan en el cuadro 11.

- Análisis de varianza para las diferencias (ADEVA), y separación de medias de acuerdo a la prueba de Waller-Duncan a los niveles de significancia de $P < 0.05$ y $P < 0.01$, para las variables físicas-químicas y microbiológicas.
- Pruebas no paramétricas para la valoración de las características organolépticas en función de la prueba de Rating Test (Witting E., 1981) y separación de medias de acuerdo a la prueba de Waller-Duncan a los niveles de significancia de $P < 0.05$ y $P < 0.01$.
- Determinación de las líneas de tendencia por medio del análisis de la regresión

polinomial en las variables que presentaron diferencias estadísticas.

Cuadro 11. ESQUEMA ADEVA.

Fuente de variación.	Grado de libertad
Total.	31
Niveles de látex de papaya (Factor A)	3
Ensayos (Factor B)	1
Error experimental	27

Fuente: Yanza, E. (2010).

G. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

1. Obtención del látex de papaya

Para la obtención de esta enzima, se extrajo el látex de los tallos, hojas y frutos verdes, realizando varias incisiones y se recogió en bolsas de plástico dispuestas alrededor del tronco del árbol; posteriormente se trasladó en un termo refrigerante al laboratorio, el látex recogido fue un líquido de color blanco cremoso que se almacenó en tubos de ensayo bajo refrigeración hasta el momento de su utilización.

2. Proceso de elaboración de queso fresco

La materia prima al momento de recibirla se procedió a realizar el análisis de control de calidad, para los parámetros físicos, químicos, antes de ingresar a los tanques de almacenamiento ubicados en el Área de Recepción.

Los resultados garantizan que la leche cumple con los requisitos exigidos por el INEN (1996), que señala que la leche fresca debe presentar una densidad entre 1.0270 a 1.0320, el contenido de grasa mínimo de 3.00 %, ser negativa a la prueba de alcohol y un tiempo de reducción (reductasa), entre 4 a 8 horas, obteniéndose los resultados que se reportan en el cuadro 12.

Cuadro 12. ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO DE LA LECHE RECIBIDA.

Análisis	Medida
% de grasa	3.5
Densidad, g/cc	1.029
Acidez D	15
Prueba de Alcohol 82%	Negativa
Reductasa	Entre 5 y 8 horas

Fuente: Yanza, E. (2010).

En la elaboración del queso fresco, se utilizó las formulaciones que se reportan en el cuadro 13 y para su elaboración se siguió el esquema que se reporta en el gráfico 1, proceso el cual se detalla a continuación:

Cuadro 13. FORMULACIONES PARA LA ELABORACIÓN DE QUESO FRESCO CON DIFERENTES NIVELES DE LÁTEX DE PAPAYA EN REEMPLAZO DEL CUAJO MICROBIANO.

Ingredientes	Referen. 100 lt	Cuajo microbiano	Niveles de látex de papaya		
			5 %	10 %	15 %
Leche, lt	100	12,00	12,00	12,00	12,00
Carbonato de calcio, g	25	3,00	3,00	3,00	3,00
Cloruro de calcio, g	20	2,40	2,40	2,40	2,40
Cuajo microbiano, ml	10	1,20	1,14	1,08	1,02
Látex de papaya, ml		0,00	0,05	0,10	0,14
Sal, kg	0,5	0,06	0,06	0,06	0,06

Fuente: Yanza, E. (2010).

- Proceso de pasteurización de la leche a 75°C por 15 minutos, luego de lo cual se dejó enfriar a 40°C.
- Calentamiento de la leche pasteurizada a 37° C, en una olla de doble fondo.
- Medir la cantidad de cuajo microbiano a utilizar (10 cc/100 litros de leche)
- Medir el cloruro de calcio (20 cc/100 litros de leche, si es calsol).
- Adicionar el cloruro de calcio y el cuajo, agitar para lograr una mayor uniformidad en la mezcla. Dejar actuar al cuajo durante 35 min.

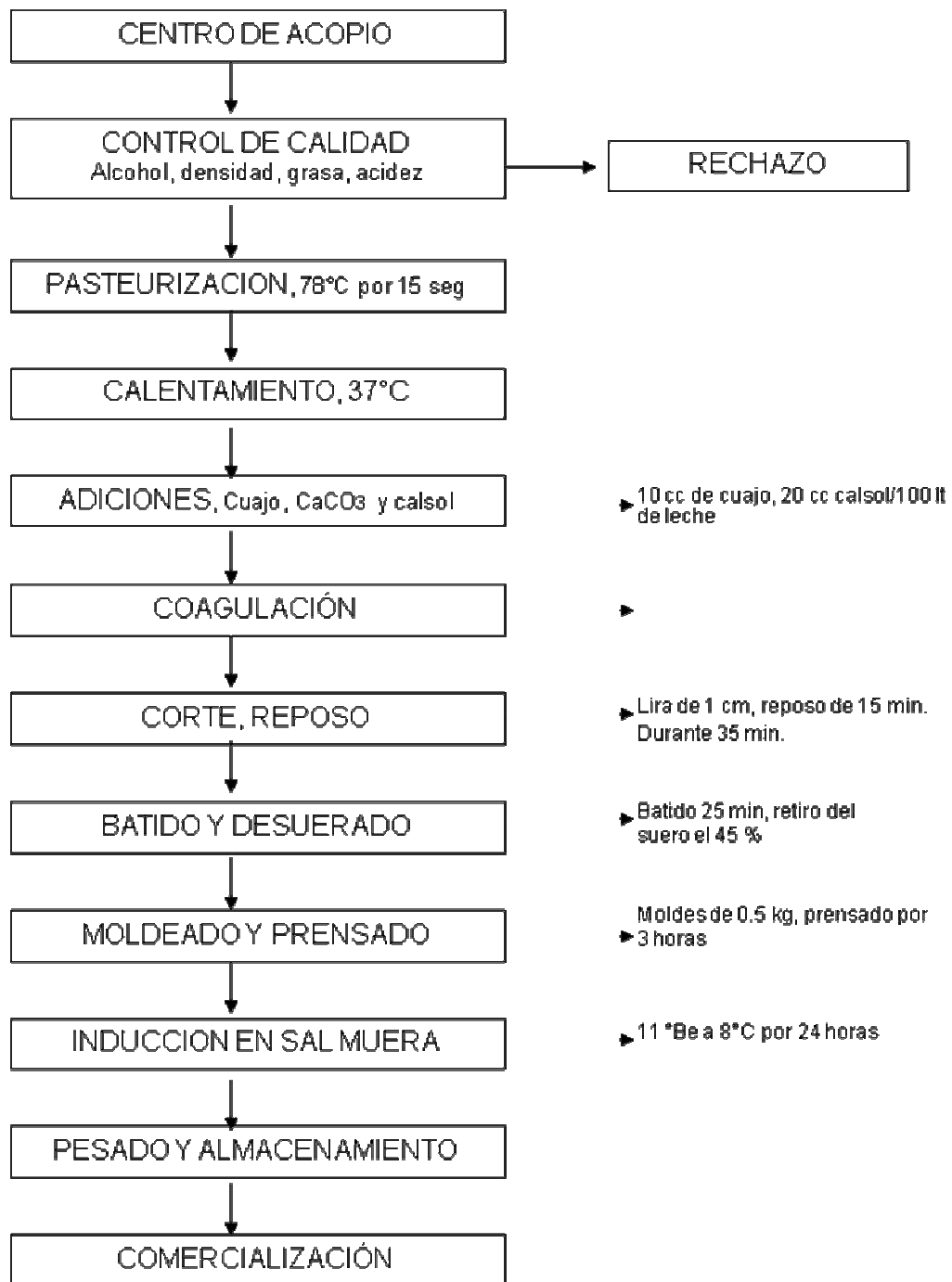


Gráfico 1. DIAGRAMA DE LA ELABORACIÓN DEL QUESO FRESCO.

- Corte de la cuajada.
- Reposo durante 15 minutos de la cuajada.
- Batido de la cuajada durante 25 minutos
- Sacar el suero en un 45% aproximadamente.
- Añadir el 15 % de agua caliente a 75°C con la inclusión de sal.
- Cubrir con lienzos los moldes.
- Colocar el queso en los moldes de 0.5 kg de capacidad
- Prensado mediante el uso de bloques de madera.
- Luego de 3 horas proceder a retirar las prensas
- Inducción en salmuera a 11°Be y temperatura de 8 °C. Durante 24 horas.
- Pesar la cantidad total de queso obtenido.

3. Programa sanitario

Previa a la elaboración del queso fresco, de cada una de las repeticiones, se realizaron las siguientes actividades:

- Lavado de instalaciones, equipos y utensilios, utilizando jabón líquido y agua.
- Se desinfectó el ambiente con vapor de agua y aplicación de hipoclorito.
- Durante el procesamiento de los quesos, la limpieza del área se realizó solamente con agua
- Al final de cada proceso, se realizó la desinfección del local con cloro en una proporción de 0.5 litros de cloro disueltos e 10 litros de agua.
- Los moldes, mallas, tacos, prensadora, olla de doble fondo y otros materiales, que se utilizaron durante el proceso, se lavaron con agua caliente y luego fueron desinfectados con vapor de agua.

H. METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN

1. Valoración físico-química

Para el control de los parámetros bromatológicos del queso fresco, se tomaron muestras de 200 g y fueron enviadas al Laboratorio de Análisis Ambiental e Inspección LAB-CESTTA, de la Facultad de Ciencias de la Escuela Superior

Politécnica de Chimborazo (ESPOCH), así como al Laboratorio de Alimentos “OSF”, de la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Central del Ecuador, para la determinación del contenido de humedad, materia seca, proteína, grasa y cenizas.

2. Valoración microbiológica

Para los análisis microbiológicos, de igual manera se tomaron muestras de 200 g de cada unidad experimental, luego de su identificación se las envió al Laboratorio de Microbiología de los Alimentos y Técnicas Industriales, de la Facultad de Ciencias Pecuarias de la ESPOCH, para determinar la carga microbiológica presente en base al método de siembra en profundidad, para determinar la presencia y carga microbiológica de Coliformes totales, así como de mohos y levaduras. Este proceso se realizó al obtener el queso y a los 21 días posteriores, para establecer su calidad en la vida de anaquel.

3. Valoración organoléptica

Para la obtención de los resultados organolépticos, se coordinó con el director de tesis, para seleccionar el panel de catadores quienes calificaron los quesos frescos bajo los siguientes parámetros propuestos:

Apariencia del producto,	20 puntos.
Olor,	20 puntos.
Sabor,	20 puntos.
Color,	20 puntos.
Textura	20 puntos.
Total,	100 puntos.

El panel calificador debió cumplir con ciertas normas como: estricta individualidad entre panelistas para que no haya influencia entre los mismos; disponer a la mano de agua o té, para equiparar los sentidos y no haber ingerido bebidas alcohólicas. En la evaluación de las características organolépticas se siguió el siguiente procedimiento:

Una vez definidas las muestras de los tratamientos a evaluarse durante la sesión, se procedió a la evaluación sensorial, para lo cual se entregó a cada juez la encuesta correspondiente (Anexo 1), en la que se pide valorar las muestras en una escala numérica, de acuerdo a la escala predefinida. Este proceso se repitió en cada sesión, con todos los resultados obtenidos se procedió a la evaluación estadística de acuerdo a la prueba de Rating Test (Witting, E. 1981).

4. Vida de anaquel

En la evaluación de la vida de anaquel del queso fresco se tomó como referencia las cargas microbiológicas presentadas por los quesos frescos a los 21 días posteriores de almacenamiento en refrigeración.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A. PROPIEDADES FÍSICO QUÍMICAS

1. pH

El pH del queso fresco elaborado con la utilización de diferentes niveles de látex de papaya en reemplazo del cuajo microbiano, no presentó diferencias estadísticas entre las medias determinadas que se presentan en el cuadro 14, ya que los valores determinados fluctuaron entre un pH de 5.21 y 5.50, que corresponden a los quesos elaborados con el cuajo microbiano y en los que se emplearon los niveles 5 y 15 %; respectivamente, de igual manera entre ensayos no se encontraron diferencias estadísticas ya que los valores de pH determinados fueron de 5.47 y 5.36, en el primero y segundo ensayo, respectivamente. Respuestas que denotan que el pH del queso no se altera al emplear la enzima papaya, por el contrario propician el medio adecuado para que se precipite la caseína al igual que el cuajo microbiano, lo que denota lo indicado en <http://www.itescam.edu.mx>. (2009), en que el empleo de enzimas en la coagulación de la leche funciona en condiciones moderadas de temperatura y de pH y no requiere de condiciones de procesamiento drásticas que puedan alterar la naturaleza del alimento, de ahí que los valores obtenidos tengan relación con lo señalado por Hansen (2001), y Rodríguez, J. (2002), quienes reportan que el queso fresco se caracteriza por ser un producto poco fermentado, aunque ligeramente ácido, ya que su pH oscila entre 5,3 y 5.6.

2. Contenido de humedad

Los contenidos de humedad presentados por los quesos frescos elaborados con diferentes niveles de látex de papaya, no fueron diferentes estadísticamente ($P > 0.05$), a pesar de que numéricamente registran pequeñas diferencias, por cuanto se registraron contenidos de humedad de 44.64, 46.41, 43.47 y 45.61 %, cuando se empleó el cuajo microbiano y niveles de 5, 10 y 15 % de la papaya, en su orden, estableciéndose por tanto, que el proceso de desuerado de la cuajada con el empleo del cuajo microbiano y con la papaya, no se altera, ya que en am--

Cuadro 14. VALORACIÓN FÍSICO-QUÍMICA DEL QUESO FRESCO ELABORADO CON DIFERENTES NIVELES DE LÁTEX DE PAPAYA COMO COAGULANTE NATURAL EN REEMPLAZO DEL COAGULANTE MICROBIANO, EN DOS ENSAYOS CONSECUTIVOS.

Parámetros	Cuajo microbiano	Niveles de látex de papaya			Prob.	Ensayos		Prob.
		5	10	15		I	II	
Contenido de humedad, %	44,64 a	46,41 a	43,47 a	45,61 a	0,451	42,83 b	47,23 a	0,003
Contenido de materia seca, %	55,30 a	53,53 a	56,47 a	54,58 a	0,527	57,55 a	52,39 b	0,001
Contenido de proteína, %	27,75 a	24,33 a	24,34 a	22,39 a	0,438	28,90 a	20,50 b	0,001
Contenido de grasa, %	23,63 b	24,02 b	28,55 a	27,55 a	0,001	24,58 b	27,29 a	0,005
Contenido de cenizas, %	3,07 a	3,28 a	3,07 a	3,07 a	0,862	3,14 a	3,11 a	0,884
pH	5,21 b	5,50 a	5,46 ab	5,50 a	0,048	5,47 a	5,36 a	0,215

P>0,05: No existen diferencias significativas

P<0,05: Existen diferencias significativas

P<0,01: Existen diferencias estadísticas altas

Promedios con letras diferentes en una misma fila, difieren estadísticamente de acuerdo a la Prueba de Waller-Duncan

Fuente: Yanza, E. (2010).

bos casos se cumple lo que se indica Giménez J. (2009), quien indica que en la coagulación de la leche se provoca una desestabilización de las micelas caseicas que estaban dispersas en la leche; se insolubilizan en forma de coágulos, aunque afirma que el coágulo formado por vía enzimática es más firme que el producido por vía ácida, por lo que las respuestas determinadas se encuentran por debajo de lo recomendado por el INEN (1996), en su Norma INEN 1528, donde se señala que el queso fresco debe contener un máximo de 65 %, de igual manera son inferiores con respecto al reporte de la FAO (2000), que sostiene que el queso fresco debe presentar una humedad del 50 %, notándose por tanto que el queso obtenido en el presente trabajo fue más compacto, por cuanto presenta contenidos de humedad menores que varios estudios realizados en la Facultad de Ciencias Pecuarias, entre los que se citan a: Cantuña, G. (2002), Becerra, F. (2003), Dávalos, N. (2004), López, M. (2005), Paucar, M. (2006), y Cali, C. (2007), quienes determinaron contenidos entre 54.42 y 64.49 % de humedad, diferencias que pueden deberse al proceso tecnológico empleado, por cuanto en el prensado se aplicó una mayor fuerza, hasta que dejaba de drenar el suero, por lo que en el segundo ensayo se aplicó menos presión, de ahí que los quesos presentaron un mayor contenido de humedad en la réplica que en el primero ensayo, por lo que entre sus respuestas (42.83 y 47.23 %, respectivamente), se encontraron diferencias altamente significativas.

3. Contenido de materia seca

El contenido de materia seca por ser inversamente proporcional al contenido de humedad, se mantiene que por efecto de los niveles de látex de papaya las respuestas alcanzadas no fueron diferentes estadísticamente ($P > 0.05$), ya que se registraron contenidos de materia seca entre 53.53 y 56.47 % en los quesos elaborados con los niveles 5 y 10 % de papaya, no así por efecto del número de ensayos, donde el contenido de materia seca se redujo en la réplica, pues del 57.55 % registrado en el primer ensayo, se redujo al 52.39 % los mismos que se indican en el gráfico 2, lo que ratifica que a menor contenido de humedad, mayor es la cantidad de materia seca, y por consiguiente habrá una mayor concentración de nutrientes, de ahí que las respuestas obtenidas sean superiores a las determinadas en los estudio de Cantuña, G. (2002), Becerra, F. (2003), Dávalos, -

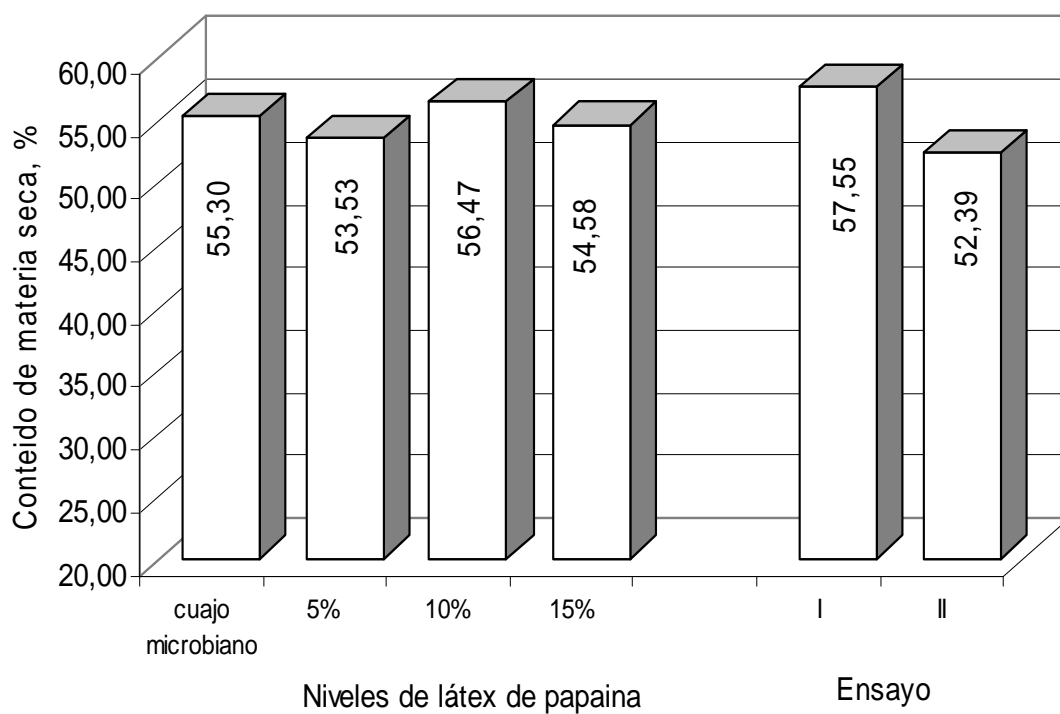


Gráfico 2. Contenido de materia seca (%) en los quesos frescos elaborados con diferentes niveles de látex de papaya como coagulante natural en reemplazo del cuajo microbiano, en dos ensayos consecutivos.

Fuente: Yanza, E. (2010).

N. (2004), López, M. (2005), Paucar, M. (2006), y Cali, C. (2007), quienes determinaron contenidos de materia seca entre 35.51 y 45.58 %.

4. Contenido de proteína

El contenido de proteína de los quesos frescos no fueron estadísticamente diferentes por efecto de los niveles de látex de papaya empleados ($P > 0.05$), aunque numéricamente se establece que al emplearse el cuajo microbiano se obtuvo quesos con mayor contenido de proteína (27.75 %), que cuando se utilizó la papaya, por cuanto los valores determinados fueron menores, entre 22.39 y 24.34 % de proteína que se reportan en el gráfico 3, lo que supone que el cuajo microbiano propende a una mayor retención de las proteínas de la leche en la cuajada, a diferencia del empleo de la papaya, que al parecer facilita el desprendimiento de las proteínas y que se pierdan a través del suero y el lavado de la cuajada, lo que puede deberse a lo que se señala en <http://es.wikipedia.org>. (2010), en que la función del cuajo en la fabricación de quesos es separar la caseína (el 80% aproximadamente del total de proteínas), de su fase líquida llamado suero; actuando directamente en un punto delimitado de la caseína con el calcio. Al alterar dicha molécula se inicia la formación de un gel que atrapa la mayoría de los componentes sólidos de la leche; este gel se contrae poco a poco ayudado por la acidificación previa de la leche, considerándose por tanto que la papaya tiene un menor efecto en la retención de las proteínas.

Tomando en consideración el factor ensayos, se observó que en el primer ensayo los quesos tuvieron un mayor contenido de proteínas (28.90 %), que en el segundo ensayo (20.50 %), por lo que se establecieron diferencias estadísticas entre estas ($P < 0.01$). Tomando como referencia el reporte de la FAO (2000), que indican que el queso fresco debe contener el 21 % de proteína, los valores encontrados tomando como referencia los niveles de papaya utilizados, son más altos, al igual que con los estudios de Becerra, F. (2003), López, M. (2005), Paucar, M. (2006), y Cali, C. (2007), ya que estos investigadores en sus estudios encontraron que los quesos frescos contenían 21.11, 22.04, 19.52 y 18.76 %, de proteína, en su orden; pudiendo las variaciones encontradas deberse a lo que reporta <http://es.wikipedia.org>. (2010), en que el contenido de proteína del queso

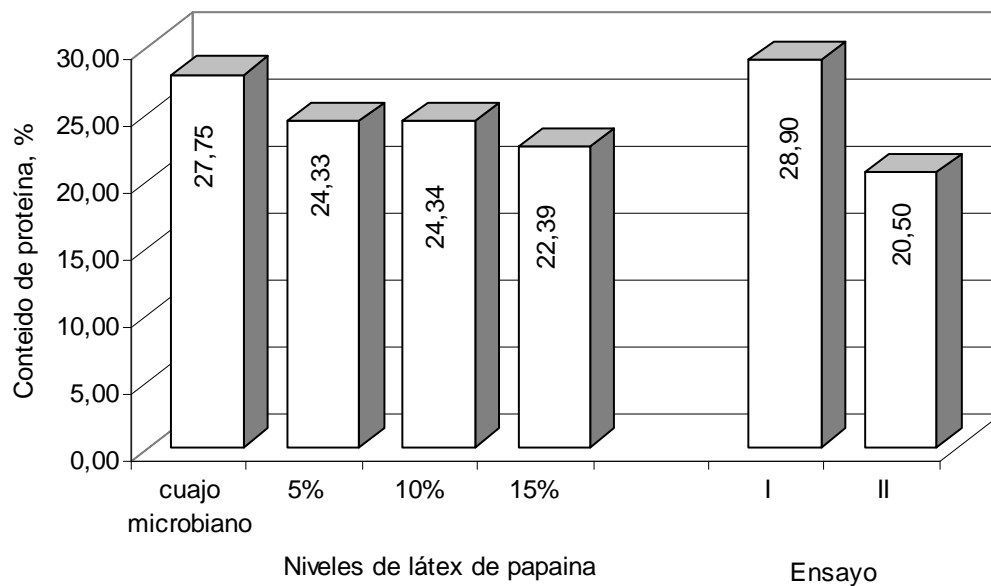


Gráfico 3. Contenido de proteína seca (%) en los quesos frescos elaborados con diferentes niveles de látex de papaya como coagulante natural en reemplazo del cuajo microbiano, en dos ensayos consecutivos.

Fuente: Yanza, E. (2010).

puede estar supeditado a la efectividad del cuajo y ésta a su vez está en función de la temperatura, la concentración del sustrato (la leche), concentración de calcio y la acidez en que se genera la coagulación de la leche, siendo también necesario considerar que los quesos del presente trabajo presentaron una menor cantidad de humedad, de ahí que haya existido una mayor concentración de materia seca, lo que permite a su vez elevar el contenido de la proteína y de los otros nutrientes en función del volumen alcanzado, por lo que se ratifica el comportamiento señalado por González, M. (2002), quien indica que la composición nutritiva del queso depende enteramente del contenido de humedad y de las materias primas utilizadas en su fabricación, ya que al perder humedad el queso hay una mayor concentración de nutrientes.

5. Contenido de grasa

Los contenidos de grasa de los quesos frescos registraron diferencias altamente significativas ($P < 0.01$), por efecto de los niveles de papaya empleados en reemplazo del cuajo microbiano, ya que se determinó que los quesos del grupo control (cuajo microbiano), presentaron contenidos de 23.63 %, que se elevó ligeramente al 24.02 % cuando se utilizó el 5 % de papaya, incrementándose al 28.55 % con el nivel 10 % y reducirse al 27.55 % con el 15 % de papaya, por lo que mediante el análisis de la regresión se estableció una tendencia cúbica altamente significativa los cuales se presentan en el gráfico 4, que determina que cuando se utiliza el 5 % del látex de papaya en reemplazo del cuajo microbiano el queso presenta similares contenidos de grasa, pero cuando se incrementa al 10 %, la grasa se eleva, para decaer con niveles superiores de papaína, lo que denota que la papaya coadyuva para que las moléculas de grasa no se desprendan durante el desuerado, ya que en <http://apuntes.rincondelvago.com>. (2009), señala que en la deshidratación o desuerado, se elimina una parte de las sustancias que se encuentran en suspensión, es decir, de los elementos del lacto suero.

Por efecto del número de ensayos, las cantidades de grasa en los quesos fueron diferentes estadísticamente ($P < 0.01$), registrándose un mayor contenido en los quesos del segundo ensayo (27.29 %), que el primero (24.58 %), observándose,

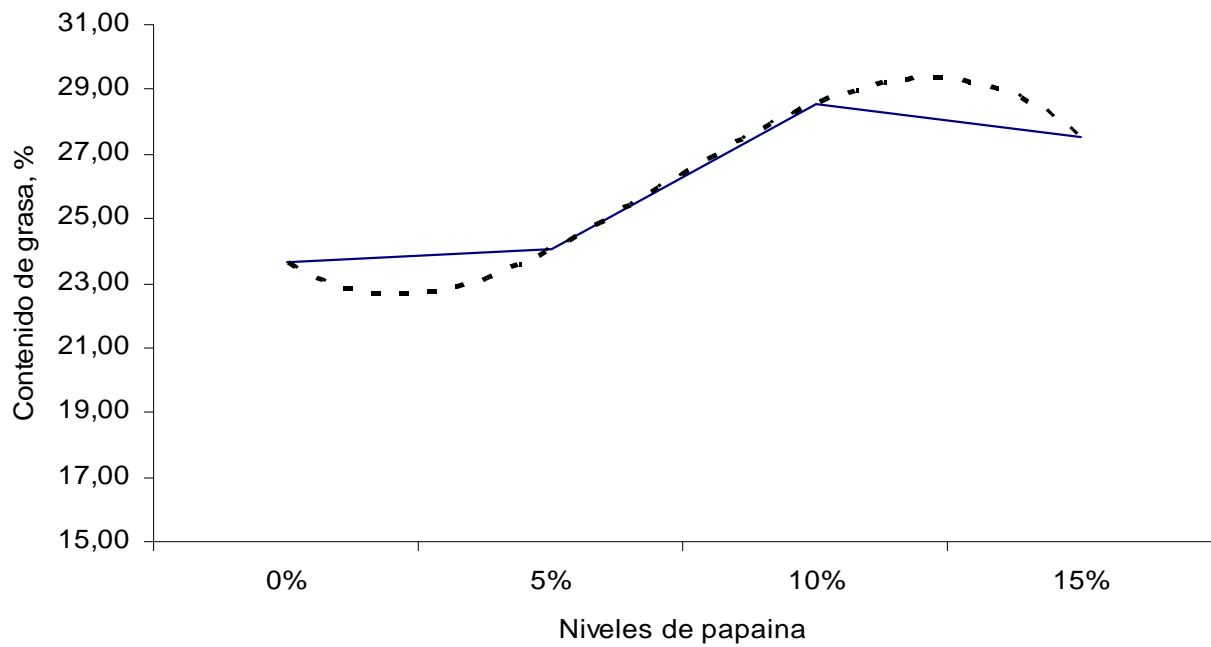


Gráfico 4. Comportamiento del contenido de grasa (%) en los quesos frescos elaborados con diferentes niveles de látex de papaya como coagulante natural en reemplazo del cuajo microbiano.

Fuente: Yanza, E. (2010).

adicionalmente de acuerdo a la clasificación del INEN (1996), en su Norma INEN 64, que el queso fresco obtenido con el grupo control y con el nivel 5 % de papaya, pertenece al grupo de quesos pobres en grasa, por cuanto el contenido graso para esta categorización del hasta el 25 % máximo, pero cuando se emplearon los niveles 10 y 15 %, de papaya, asumen el grado de semi-grasos, por superar este límite. Las respuestas encontradas denotan que el contenido graso de los quesos, son superiores a los determinados por Becerra, F. (2003), López, M. (2005), Paucar, M. (2006) y Cali, C. (2007), quienes en sus estudios registraron contenidos entre 14.35 y 17.48 % de grasa, diferencias que pueden deberse a que estos investigadores estandarizaron la leche a un contenido del 3 %, mientras que en el presente trabajo se utilizó la leche entera, que contenía un promedio de 3.5 %.

6. Contenido de cenizas

Para el contenido de cenizas las medias determinadas en los quesos frescos no fueron diferentes estadísticamente ($P > 0.05$), por efecto de los niveles de látex de papaya utilizados, así como por efecto del número de ensayos, por cuanto se determinaron respuestas que estuvieron entre 3.07 y 3.28 %, en el primer caso y entre 3.11 y 3.14 %, en función de los ensayos, valores que son altos si se consideran el reporte de la FAO (2000), que indica que el queso fresco debe presentar un contenido de cenizas o minerales del 2.0 %, manteniendo esta misma relación con los estudios de López, M. (2005), Paucar, M. (2006) y Cali, C. (2007), quienes determinaron contenidos entre 1.88 y 2.82 % de cenizas, diferencias que pueden deberse a lo indicado anteriormente, que cuando mayor contenido de materia seca presente un queso, la concentración de los nutrientes es mayor, ya que los investigadores citados reportaron que el queso fresco presentaron contenidos de humedad entre 58.17 y 62.20 %, en tanto que en el presente trabajo fue de hasta el 46.11 %.

B. VALORACIÓN ORGANOLÉPTICA

Las respuestas de la valoración organoléptica se reportan en el cuadro 15, los mismos que se analizan a continuación.

Cuadro 15. VALORACIÓN ORGANOLÉPTICA DEL QUESO FRESCO ELABORADO CON DIFERENTES NIVELES DE LÁTEX DE PAPAYA COMO COAGULANTE NATURAL EN REEMPLAZO DEL COAGULANTE MICROBIANO.

Parámetros	Cuajo	Niveles de látex de papaya			F&		Ftab _{0,05}	Ftab _{0,01}
	microbiano	5	10	15				
Apariencia, 20 puntos	18,5 a	18 a	16,5 b	16,5 b	5,667	**	3,29	5,42
Color, 20 puntos	18,75 a	18,00 ab	16,50 b	16,00 b	7,326	**	3,29	5,42
Olor, 20 puntos	18,75 a	17,25 ab	16,25 ab	15,25 b	11,889	**	3,29	5,42
Sabor, 20 puntos	19,25 a	18,00 ab	17,00 b	16,25 b	12,789	**	3,29	5,42
Acidez, 20 puntos	19,25 a	18,25 ab	17,75 b	17,25 b	6,176	**	3,29	5,42
Total, 100 puntos	94,50 a	89,50 ab	84,00 bc	81,25 c	30,818	**	3,29	5,42
Calidad 1	Excelente	Muy Bueno	Bueno	Bueno				

** : Existen diferencias estadísticas altas $F > F_{tab 0,01}$

Promedios con letras diferentes en una misma fila difieren estadísticamente de acuerdo a la prueba de Waller-Duncan

Fuente: Yanza, E. (2010).

1. Apariencia

La valoración organoléptica de la apariencia de los quesos presentaron diferencias altamente significativas ($F > F_{\text{tab } 0.01}$), entre las medias de los tratamientos, registrando las mayores puntuaciones los quesos frescos elaborados con el cuajo microbiano y con el 5 % de papaya en su reemplazo, por cuanto recibieron una calificaciones de 18.5 y 18.0 puntos sobre 20 de referencia, debido a que presentaron una apariencia más compacta y homogénea, en tanto que menores puntuaciones recibieron los quesos elaborados con los niveles 10 y 15 % de papaya, con alcanzaron calificaciones de 16.50 puntos, en ambos casos, por lo que mediante el análisis de la regresión se estableció una tendencia lineal negativa altamente significativa los mismos que se señalan en el gráfico 5, que determina que por cada unidad adicional que se reemplace el cuajo microbiano por el látex de papaya, la valoración de la apariencia se reducirá en 0.15 unidades, debido posiblemente a que la papaya no proporciona la suficiente fuerza de cuajado, ya que <http://apuntes.rincondelvago.com>. (2009), indica que los cuajos comerciales, se preparan en soluciones purificadas de fuerza estandarizada en las que se ajusta el pH, la sal y el color, por cuanto el aspecto de los quesos que recibieron las menores puntuaciones, presentaban a la vista un aspecto ligeramente grumoso con presencia de líquido, ocasionado posiblemente a la falta de desuerado en el corte de la cuajada, por lo que se concuerda con lo reportado en <http://www.oirsa.org>. (2009), donde se indica que la Norma Nicaragüense 03 022-99, para quesos frescos no madurados, entre los defectos de la apariencia es cuando se registra cristales grandes de lactosa (grumos).

2. Color

Las calificaciones asignadas al color de los quesos obtenidos por efecto de la utilización de diferentes niveles de papaya presentaron diferencias estadísticas altas ($F > F_{\text{tab } 0.01}$), alcanzado las respuestas más altas (18.75 y 18.00 sobre 20 de referencia), con el empleo del cuajo microbiano y con el nivel 5 % con papaya, por cuanto presentaron colores blanco cremosos, no así con la utilización de los niveles 10 y 15 % de papaya, cuyos quesos presentaron una coloración blanco azulados, por la presencia de líquido en su parte exterior y recibieron calificacio-

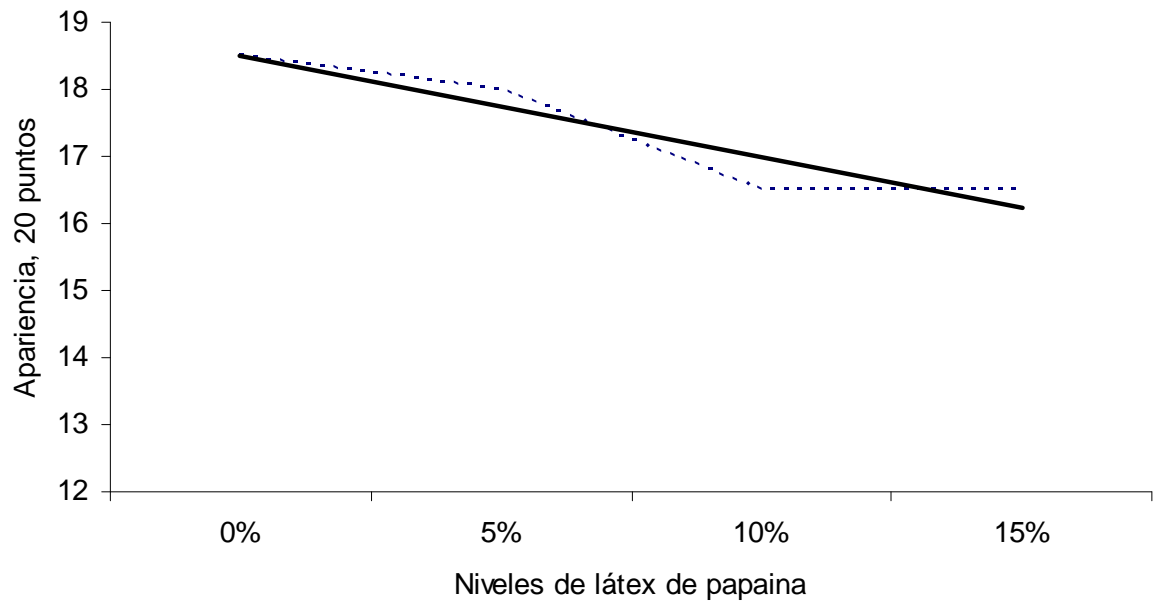


Gráfico 5. Línea de tendencia de la valoración organoléptica de la apariencia (sobre 20 puntos) de los quesos frescos elaborados con diferentes niveles de látex de papaya como coagulante natural en reemplazo del cuajo microbiano.

Fuente: Yanza, E. (2010).

nes de 16.50 y 16.00 puntos, en su orden, por lo que a través del análisis de la regresión se estableció una tendencia lineal negativa altamente significativa los que se reportan en el gráfico 6, que determina que por cada unidad adicional de látex de papaya que se utilice en reemplazo del cuajo microbiano, la valoración del color se reducirá en 0.13 unidades; debido posiblemente a lo que reporta <http://www.oirsa.org>. (2009), donde se indica que los quesos que posean un color anormal; no uniforme, manchado o moteado, son menos apetecidos por los consumidores.

3. Olor

El olor de los quesos frescos vario sustancialmente por cuanto las mejores puntuaciones alcanzadas se registraron en los quesos elaborados con el cuajo microbiano, que alcanzaron puntuaciones de 18.75 sobre 20 de referencia, a diferencia de aquellos elaborados con el 15 % de látex de papaya, que obtuvieron las calificaciones más bajas (15.25 puntos), valores que estadísticamente son diferentes ($F > F_{\text{tab } 0.01}$), en tanto que las respuestas alcanzadas por efecto del empleo de los niveles 5 y 10 %, comparten los rangos de significancia establecidos, ya que sus respuestas fueron de 17.25 y 16.25 puntos respectivamente; por lo que el análisis de la regresión estableció una tendencia lineal negativa altamente significativa los que se indican en el gráfico 7, que establece que por cada unidad adicional del reemplazo del cuajo microbiano con el látex de papaya, la valoración del olor se reducirá en 0.23 unidades; debido a según <http://www.oirsa.org>. (2009), los defectos característicos del olor de los quesos cuando se perciben aromas a fermentado, amoniacal, fétido, o rancio.

4. Sabor

El sabor de los quesos presentaron diferencias estadísticas altas ($F > F_{\text{tab } 0.01}$), por efecto de los niveles de látex de papaya empleados, registrándose la mejor puntuación al elaborarse el queso con cuajo microbiano que alcanzó una calificación de 19.25 puntos sobre 20 de referencia, seguidos de los quesos elaborados con 5 % de papaya que recibió una valoración de 18.00 Puntos, en cambio que las menores puntuaciones asignadas (17.00 y 16.25 puntos), recibie-

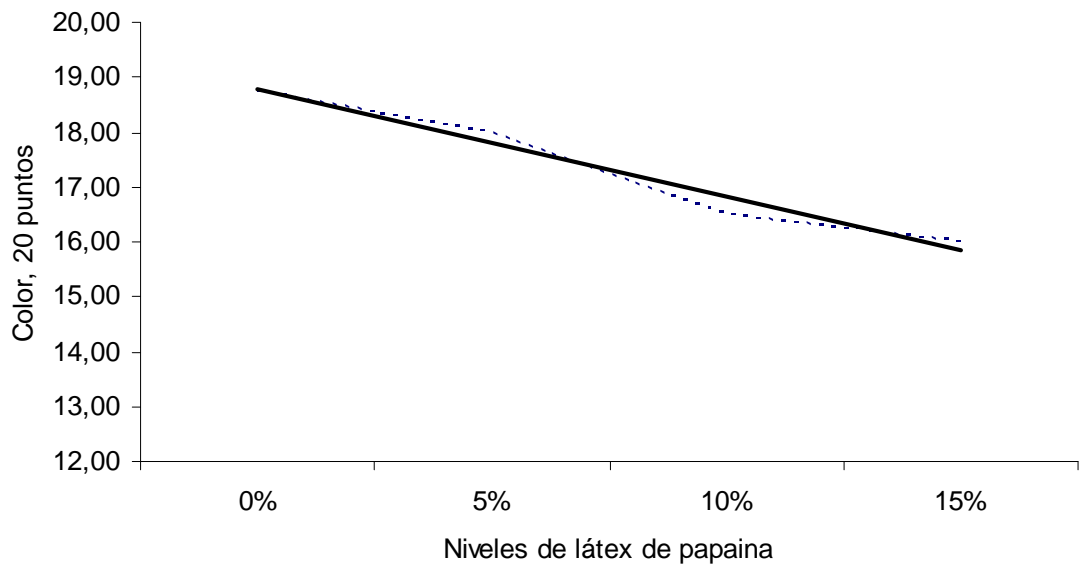


Gráfico 6. Línea de tendencia de la valoración organoléptica del color (sobre 20 puntos) de los quesos frescos elaborados con diferentes niveles de látex de papaya como coagulante natural en reemplazo del cuajo microbiano.

Fuente: Yanza, E. (2010).

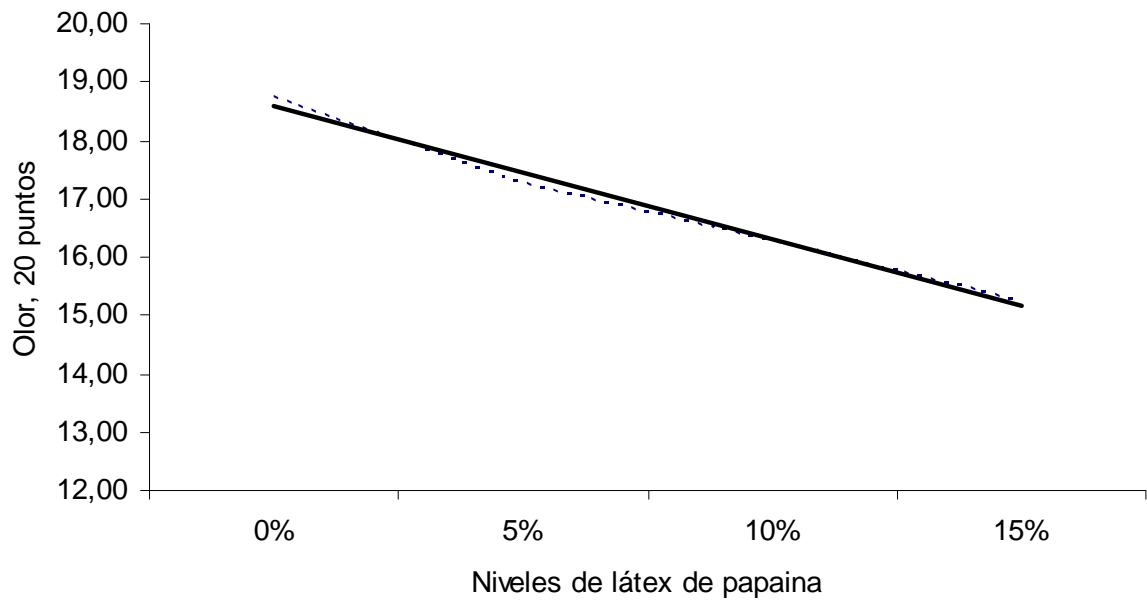


Gráfico 7. Línea de tendencia de la valoración organoléptica del olor (sobre 20 puntos) de los quesos frescos elaborados con diferentes niveles de látex de papaya como coagulante natural en reemplazo del cuajo microbiano.

Fuente: Yanza, E. (2010).

ron los quesos elaborado con los niveles 10 y 15 %, en su orden, registrándose una tendencia lineal negativa altamente significativa que se presentan en el gráfico 8, que determina que por cada unidad adicional de látex de papaya que se emplee en reemplazo del cuajo microbiano, la calificación del queso fresco se reducirá en 0.2 unidades, debido posiblemente a que el queso durante el salado, este absorbe esta característica por cuanto al presentar una considerable cantidad de humedad, el líquido de la salmuera se mezcla con el contenido del queso de ahí que se haya percibido un sabor ligeramente salino ácido, que según Coste, E. (2005), los sabores más frecuentes que se consideran como defecto en el queso son el ácido y el salado.

5. Acidez

La sensación de acidez percibida por parte de los catadores, arrojaron respuestas diferentes estadísticamente ($F > F_{\text{tab } 0.01}$), por efecto de los niveles de látex de papaya empleados, por cuanto los quesos del grupo control presentaban una característica de fresco con sabor ligeramente dulce no salado, por lo que recibió una calificación de 19.25 puntos, particulares estas que se fueron perdiendo conforme se fue reemplazando el cuajo microbiano por el látex de papaya, ya que recibieron calificaciones de 18.25, 17.75 y 17.25 puntos cuando se emplearon los niveles 5, 10 y 15 %, por lo que a través del análisis de la regresión se estableció una tendencia lineal negativa altamente significativa que se reportan en el gráfico 9, que establece que por cada unidad adicional de reemplazo del cuajo por el látex de papaya, la valoración de la característica de la acidez se reduce en 0.13 unidades, lo que puede deberse posiblemente a lo que señala Giménez J. (2009), quien indica que durante la coagulación actúa la flora microbiana de la leche acidificándola, de esta forma la lactosa, se desdobla en ácido láctico, el cual al parecer es mayor con el uso de la papaya y que se mantiene esta sensación ácida en el producto final (queso).

6. Valoración total

En las puntuaciones totales, se estableció diferencias estadísticas altas ($F > F_{\text{tab } 0.01}$), ya que la valoración total más alta le correspondió a los quesos obtenidos --

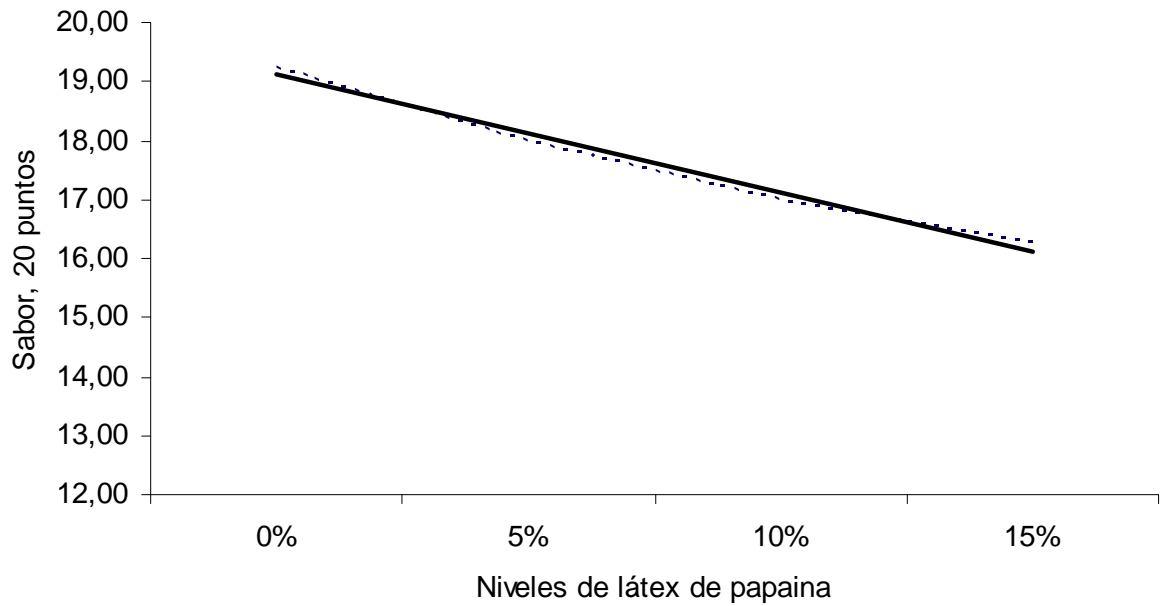


Gráfico 8. Línea de tendencia de la valoración organoléptica del sabor (sobre 20 puntos) de los quesos frescos elaborados con diferentes niveles de látex de papaya como coagulante natural en reemplazo del cuajo microbiano.

Fuente: Yanza, E. (2010).

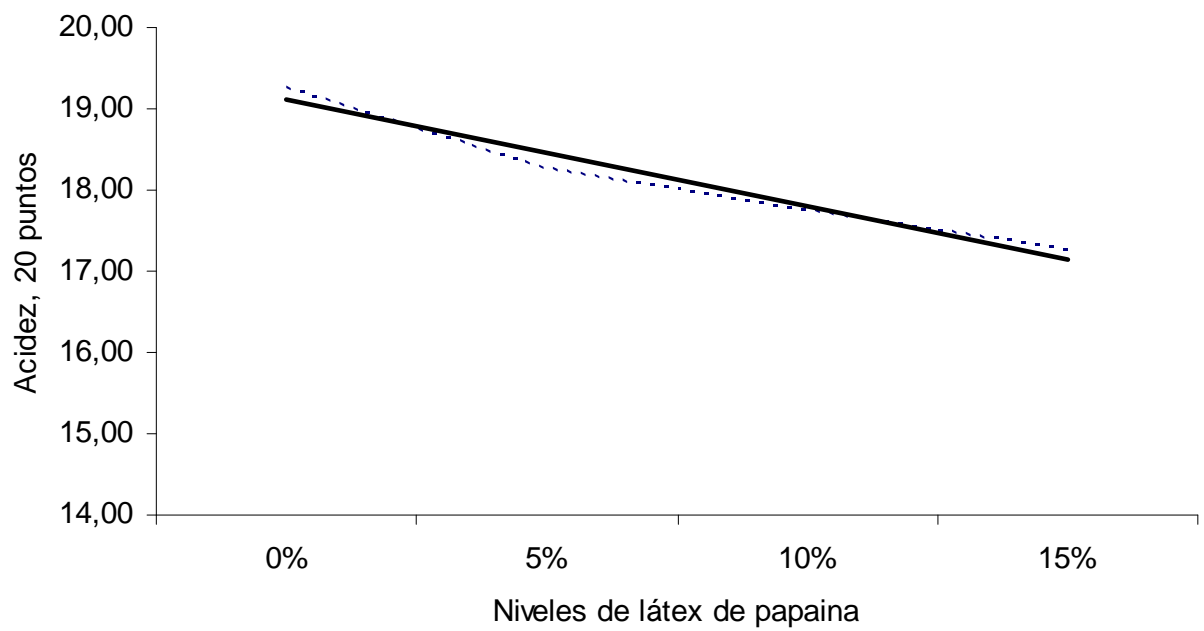


Gráfico 9. Línea de tendencia de la valoración organoléptica de la acidez (sobre 20 puntos) de los quesos frescos elaborados con diferentes niveles de látex de papaya como coagulante natural en reemplazo del cuajo microbiano.

Fuente: Yanza, E. (2010).

con la utilización del cuajo microbiano, pues alcanzó un valor de 94.50 puntos sobre 100 de referencia, por lo que de acuerdo a la escala de valoración de los alimentos de Witting, E. (1981), le corresponde una calificación de Excelente, en orden de calidad le siguen los elaborados con el 5.0 % de látex de papaya que recibió una calificación de Muy Bueno (89.50/100 puntos), luego se ubican los quesos elaborados con los 10 y 15 %, que alcanzaron la calidad de Buenos por presentar puntuaciones de 84.00 y 81.25 puntos, por lo que el análisis de la regresión estableció una tendencia lineal negativa altamente significativa que se señalan en el gráfico 10, que determina que la calidad organoléptica de los quesos se reduce en 0.91 unidades por cada unidad adicional de látex de papaya que se utilice, por lo que en base a estas respuestas se puede considerar emplear el látex de papaya hasta el nivel 5 % en reemplazo del cuajo, por cuanto se repercute negativamente en la aceptación de los consumidores.

C. ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO Y VIDA DE ANAQUEL

1. Condición inicial

Mediante los análisis microbiológicos realizados en los quesos frescos obtenidos por efecto de la utilización de diferentes niveles de látex de papaya en reemplazo del cuajo microbiano, se determinó que el producto fresco o recién elaborado no presentaron coliformes totales peor hongos y levaduras, debido posiblemente a que durante el proceso de elaboración del queso se siguieron estrictamente las normas higiénicas correspondientes, basados en el manual de buenas prácticas de manejo (BPM), así como las operaciones estandarizadas de sanitización (POES), que dispone esta planta de producción.

2. A los 21 días de almacenamiento

Las cantidades de UFC/g (Unidades Formadoras de Colonias/gramo), de coliformes encontradas en los diferentes quesos presentaron diferencias estadísticas altas, notándose que a medida que se incrementa los niveles de reemplazo del cuajo microbiano por el látex de papaya en la elaboración del queso fresco, a los 21 días de almacenamiento en refrigeración, se encontró que

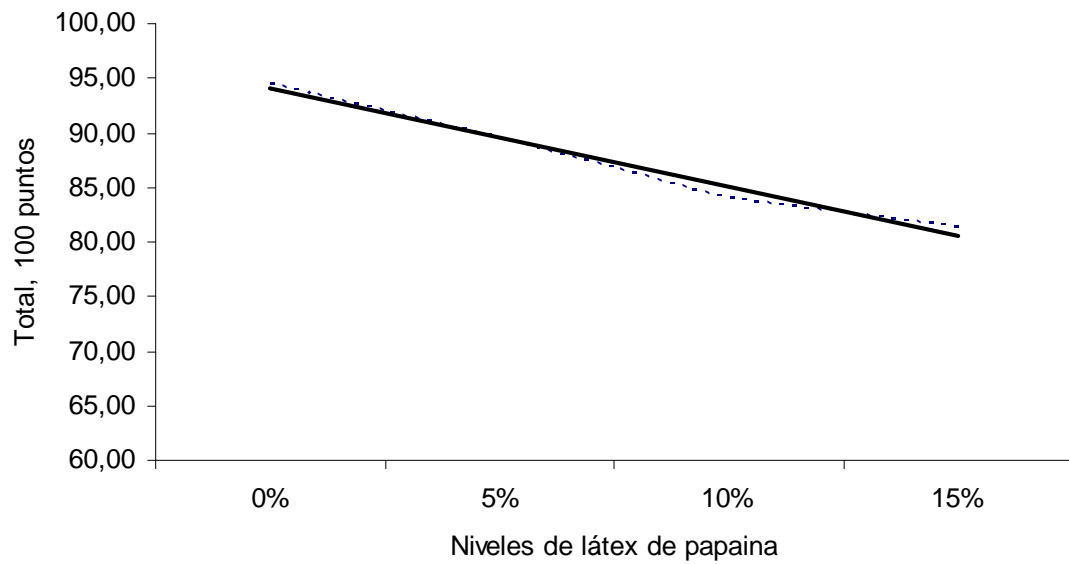


Gráfico 10. Línea de tendencia de la valoración organoléptica total (sobre 100 puntos) de los quesos frescos elaborados con diferentes niveles de látex de papaya como coagulante natural en reemplazo del cuajo microbiano.

Fuente: Yanza, E. (2010).

la frecuencia de estas bacterias se va incrementando, por cuanto las respuestas alcanzadas fueron de 8.00, 9.00, 10.50 y 12.25 UFC/g en los quesos elaborados con el cuajo microbiano y en los que se utilizaron los niveles 5, 10 y 15 % de látex de papaya, respectivamente que se presentan en el cuadro 16 y gráfico 11, debiéndose posiblemente este comportamiento al contenido de humedad que presentaron los quesos, ya que según <http://www.doschivos.com>. (2005), la proliferación microbiana en los quesos se deben a Actividad del agua (aw), que se conoce como la cantidad de agua libre disponible para el crecimiento microbiano y para los procesos químicos y enzimáticos, pero que en todo caso, de acuerdo a los reportes del INEN (1996), así como el Mercosur (2002), que indican que el queso fresco apto para el consumo humano debe presentar un recuento máximo recomendado de 100 UFC/g, por lo que las cantidades encontradas están muy por debajo de estas exigencias, de ahí, que se considere que el producto elaborado no tiene cambios significativos en la presencia de microorganismos hasta los 21 días de almacenamiento en refrigeración siempre que se apliquen las condiciones higiénicas de manejo y conservación.

Respecto a la cantidad registrada de mohos y levaduras las medias determinadas fueron diferentes estadísticamente ($P < 0.01$), observándose mayor cantidad de mohos (11.00 UFC/g), en los quesos elaborados con 10 % de látex de papaya, siguiéndoles con cantidades superiores a las determinadas con el grupo control (1.38 UFC/g), en los quesos elaborados con 5 y 15 % de látex de papaya que presentaron 6.00 y 6.25 UFC/g reportados en el gráfico 12, por lo que a pesar de establecerse diferencias estadísticas entre estos valores, se puede señalar que estas cantidades encontradas pueden deberse más a la contaminación del medio ambiente, las instalaciones y manipuleo durante el período de almacenamiento y comercialización (Rodríguez, J. 2002). Por otra parte, los valores registrados se encuentran por debajo del límite permitido por el INEN (1996), así como por Mercosur (2002), ya que estas instituciones indican que su rango permitido es de 500 UFC/g, pero que sin embargo las cantidades encontradas indica cierto grado de riesgo, ya que estos microorganismos producen micotoxinas que son compuestos producidos por diversos hongos de bajo peso molecular y altamente reactivos. La presencia de mohos en el alimento no implica automáticamente la presencia en éste de micotoxinas, además de que hay que destacar que las canti-

Cuadro 16. VALORACIÓN MICROBIOLÓGICA Y VIDA DE ANAQUEL DEL QUESO FRESCO ELABORADO CON DIFERENTES NIVELES DE LÁTEX DE PAPAYA COMO COAGULANTE NATURAL EN REEMPLAZO DEL COAGULANTE MICROBIANO, EN DOS ENSAYOS CONSECUTIVOS.

Parámetros	Cuajo microbiano	Niveles de latex de papaya			Prob.	Ensayos		Prob.
		5	10	15		I	II	
Coliformes totales, UFC/g								
Inicial	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo		Negativo	Negativo	
A los 21 días	8,00 d	9,00 c	10,50 b	12,25 a	0,000	9,94 a	9,94 a	1,000
Mohos y levaduras, UFC/g								
Inicial	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo		Negativo	Negativo	
A los 21 días	1,38 c	6,00 b	11,00 a	6,25 b	0,000	6,19 a	6,13 a	0,893

P>0,05: No existen diferencias significativas

P<0,01: Existen diferencias estadísticas altas

Promedios con letras diferentes en una misma fila, difieren estadísticamente de acuerdo a la Prueba de Waller-Duncan

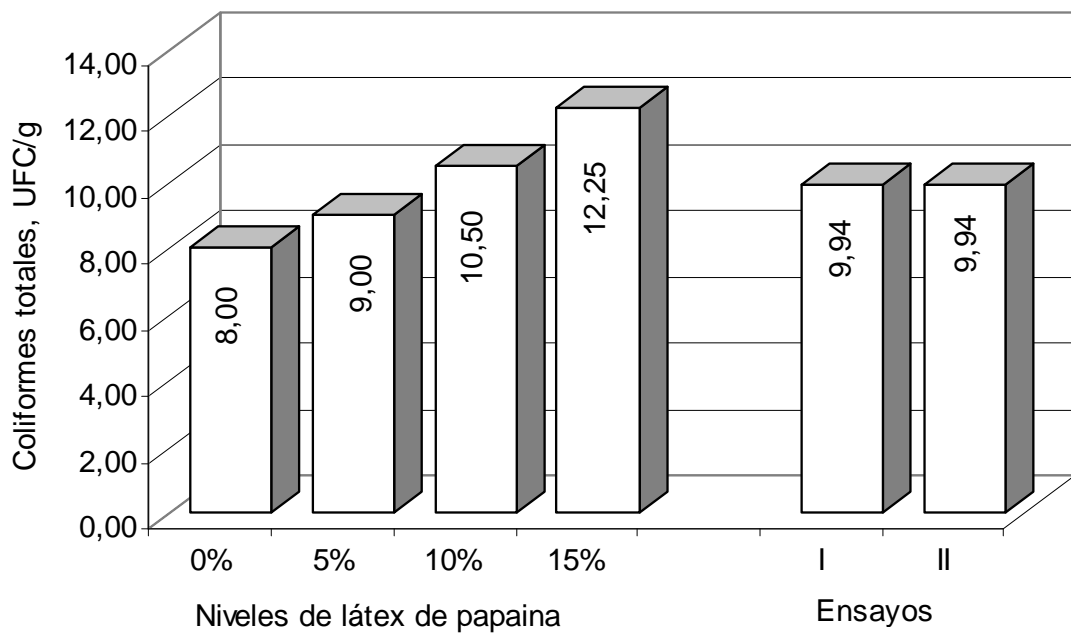


Gráfico 11. Presencia de coliformes totales (UFC/g) a los 21 días de almacenamiento en los quesos frescos elaborados con diferentes niveles de látex de papaya como coagulante natural en reemplazo del cuajo microbiano, en dos ensayos consecutivos.

Fuente: Yanza, E. (2010).

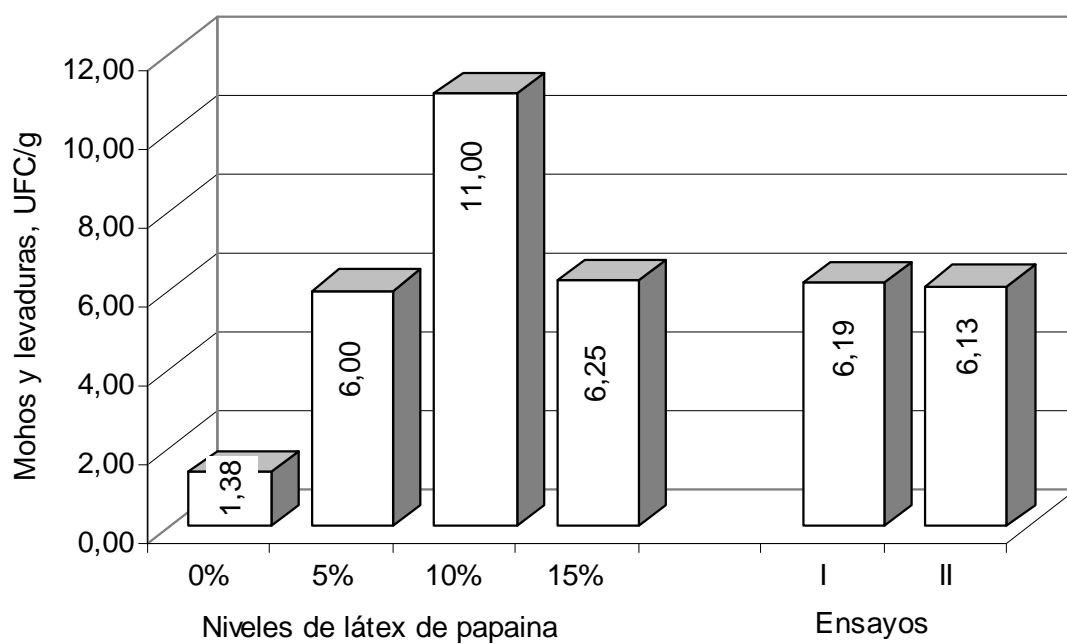


Gráfico 12. Presencia de mohos y levaduras (UFC/g) a los 21 días de almacenamiento en los quesos frescos elaborados con diferentes niveles de látex de papaya como coagulante natural en reemplazo del cuajo microbiano, en dos ensayos consecutivos.

Fuente: Yanza, E. (2010).

dades que se deben ingerir de estas sustancias han de ser muy elevadas para producir trastornos sanitarios en los consumidores (Medspain. 2000).

E. ANÁLISIS PRODUCTIVO Y ECONÓMICO

1. Conversión leche/queso

Con relación a la cantidad de leche requerida para obtener un kg de queso, las cantidades establecidas determinaron que cuando se empleó el 10 % de látex de papaya en reemplazo del cuajo microbiano se requirió de 6.90 litros de leche para obtener un kg de queso fresco, reduciéndose ligeramente a 6.73 litros cuando se utilizó solamente cuajo, en tanto que al utilizarse los niveles 5 y 15 % del látex, se redujeron a 6.47 y 6.58 litros, respectivamente señalándose así en el cuadro 17, valores que al parecer están directamente relacionados con el contenido de humedad de los quesos, ya que cuando mayor es el contenido de humedad, mayor será el peso de los quesos, como lo afirma Hansen (2001), quien indica que la influencia más importante es el tenor de humedad del queso, naturalmente, cuanto mayor sea el tenor de agua de un queso mayor será el rendimiento de dicha fabricación, siendo necesario, siempre mantener un tenor de humedad compatible con las características funcionales y sensoriales deseadas, por cuanto en el presente trabajo, los quesos que mayor humedad presentaron fueron los que menos prefirieron los consumidores (con el 15 % de látex de papaya).

2. Rendimiento, %

Los rendimientos leche/queso determinados variaron entre 14.50 y 15.47 % los que se indican en el gráfico 13, cuando se utilizaron 15 y 5 % de látex de papaya en reemplazo del cuajo microbiano, respectivamente, que corresponden al menor y mayor rendimiento registrados en el presente trabajo, valores que se encuentran por debajo del reporte de <http://www.vulcano.terra.com.pe>. (2009), donde se indica que los rendimientos estimados de la elaboración del queso fresco es del 16.7 %, de igual manera señala Hansen (2001), quien sostiene que la capacidad de hidratación de la cuajada torna al queso con una pasta más blanda, con riesgo de mayores pérdidas en el corte y el queso se tornará más húmedo,

Cuadro 17. ANÁLISIS ECONÓMICO (DÓLARES) DE LA PRODUCCIÓN DE QUESO FRESCO CON DIFERENTES NIVELES DE LÁTEX DE PAPAYA COMO COAGULANTE NATURAL EN REEMPLAZO DEL CUAJO MICROBIANO.

Concepto	Costo/unidad	Cuajo microbiano	Niveles de látex de papaya		
			5%	10%	15%
Leche, lt	0,350	4,200	4,200	4,200	4,200
Carbonato de calcio, g	0,007	0,021	0,021	0,021	0,021
Cloruro de calcio, g	0,006	0,014	0,014	0,014	0,014
Cuajo microbiano, ml	0,014	0,017	0,016	0,015	0,014
Látex de papaya, ml	0,020	0,000	0,001	0,002	0,004
Sal, kg	0,500	0,030	0,030	0,030	0,030
Uso de equipos		1,000	1,000	1,000	1,000
Mano de obra		1,000	1,000	1,000	1,000
Costo Total por parada, \$		6,282	6,283	6,283	6,283
Peso, kg		1,78	1,86	1,74	1,82
Conversión leche/queso		6,73	6,47	6,90	6,58
Rendimiento, %		14,87	15,47	14,50	15,20
Costo prod./kg, \$		3,521	3,385	3,611	3,445
Precio venta, \$/kg		4,000	4,000	4,000	4,000
Ingresos		7,136	7,424	6,960	7,296
BENEFICIO/COSTO, %		1,14	1,18	1,11	1,16

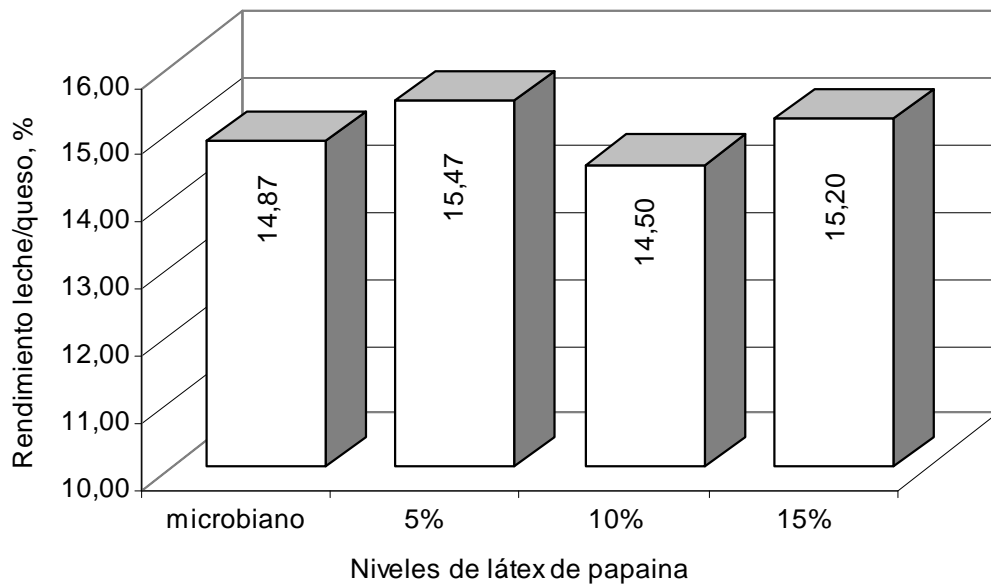


Gráfico 13. Rendimiento leche/queso (%) en elaboración de quesos frescos con diferentes niveles de látex de papaya como coagulante natural en reemplazo del cuajo microbiano.

Fuente: Yanza, E. (2010).

pero que aparentemente elevan los rendimientos, de ahí que debe tomarse en cuenta lo que manifiesta Revilla, A. (1996), quien indica que en la práctica se observa que la expresión del rendimiento casi siempre se realiza de manera empírica e inexacta y no demuestra la situación real de aceptación del producto en el mercado, ya que no se toma en cuenta las características organolépticas, que es una de las respuestas que espera tener la empresa para poder competir en el mercado, ya que además en el control técnico de los factores relacionados al rendimiento y a la reducción de pérdidas, intervienen dos importantes parámetros que influyen decisivamente en la variabilidad económica de la elaboración de quesos: el rendimiento, o sea, la cantidad máxima de quesos que se pueda fabricar con un volumen determinado de leche; y, la reducción del descarte o sea, la obtención de productos de calidad con una buena durabilidad.

3. Beneficio/Costo

Al realizar el análisis del beneficio/costo (B/C), de la producción del queso fresco los mismos que se reportan en el cuadro 17, utilizando diferentes niveles de látex de papaya en reemplazo del cuajo microbiano, se estableció el mayor B/C cuando se utilizó el nivel 5 %, alcanzándose una rentabilidad del 18 %, es decir, que por cada dólar invertido se obtiene una ganancia de 18 centavos de dólar, que se reduce a 16 centavos cuando se utilizó el nivel 15 % de látex, que económicamente es superior a los otros grupos evaluados, pero con la consideración de que la aceptación por parte de los consumidores no fue la más adecuada, no así los quesos del grupo control que presentó la mayor aceptación pero su B/C es de 1.14 o una rentabilidad del 14 %, en cambio Con el nivel 10 % de papaya la rentabilidad alcanzada fue de apenas el 11 %, teniendo además como antecedentes que su calidad organoléptica deja mucho que desear (al igual que con el nivel 15 %), por lo que en base a estas respuestas se puede utilizar en la elaboración de queso fresco el 5 % de látex de papaya en reemplazo del cuajo microbiano, ya que las características físico-químicas y organolépticas son estadísticamente similares a los quesos elaborados solamente con cuajo microbiano, pero se obtiene una rentabilidad superior en 4 puntos (con B/C de 1.18 frente a 1.14, respectivamente). En base a estas respuestas económicas teniendo en cuenta que la producción de quesos se realiza diariamente y teniendo

rentabilidades entre 11 y 18 %, se debe fomentar la producción de quesos a nivel industrial, poniendo en práctica las medidas higiénicas necesarias, para asegurar un alimento apto para el consumo humano, a la vez que se lograría rentabilidades superiores a los que se generan a través de la banca privada.

V. CONCLUSIONES

En base a los resultados analizados se pueden realizar las siguientes conclusiones:

- Las propiedades físico-químicas del queso fresco elaborado con diferentes niveles de látex de papaya en reemplazo del cuajo microbiano no se alteraron, a excepción del contenido de grasa, que se incrementa a 28.55 % cuando se empleó el nivel 10 %.
- Los quesos frescos elaborados presentaron un pH promedio de 5.42, con un 45.03 % de humedad, 20.70 % de proteína y 3.12 % de cenizas.
- La valoración organoléptica determinó que a medida que se incrementa los niveles de látex de papaya en reemplazo del cuajo microbiano, la aceptación por parte de los consumidores se reduce, por lo que mediante el análisis de la regresión se estableció tendencias lineales negativas altamente significativas, siendo estadísticamente similares las respuestas del grupo control y los que se elaboraron con el nivel 5 %.
- En la calidad microbiológica y la vida de anaquel a los 21 días de almacenamiento, se encontró que las cargas microbiológicas de coliformes (de 8 a 12.25 UFC/g), hongos y levaduras (1.38 a 11.00 UFC/g), estuvieron por debajo de los requerimientos establecidos por el INEN (1996) y Mercosur (2002), por lo que se consideran aptos para el consumo humano y pueden conservarse por más de 21 día en almacenamiento.
- La mayor rentabilidad económica se alcanzó al emplear el 5 % de látex de papaya, con 18 centavos por cada dólar invertido, mientras que al utilizar el nivel 15 % su rentabilidad fue del 11 %, que es inferior a la alcanzada con el grupo control (B/C de 1.14).

VI. RECOMENDACIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos, se pueden realizar las siguientes recomendaciones:

- Elaborar queso fresco con la utilización de hasta el 5 % de látex de papaya en reemplazo del cuajo microbiano, por cuanto con este nivel no se alteraron las propiedades físico-químicas, presenta una muy buena aceptación por parte de los consumidores y se alcanza una rentabilidad del 18 % por lote producido (cada 3 días).
- Replicar el presente estudio, pero en la elaboración de quesos semi-maduros y maduros, para determinar si el contenido de humedad que se retiene en los quesos afectan las características físico-químicas, organolépticas y microbiológicas durante el período de maduración.
- Continuar con el estudio de las enzimas vegetales que actúan como coagulantes naturales y que se pueden obtener de diferentes frutas como la piña (Bromelina), el higo (Ficina) y de otros vegetales como la malta, el trigo y la soya que son productores de las enzimas Amilasa y Lipoxigenasa, ya que en el mercado nacional no existen y de su empleo se conoce solamente por reportes internacionales.

VII. LITERATURA CITADA

1. AENOR, D. 2002. Análisis sensorial de alimentos. Metodología. 1a ed. Zaragoza, España. Edit. Acribia. pp 10 – 15.
2. ANZALDÚA, A. 2004. La evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y en la práctica. 2a ed. Zaragoza, España. Edit. Acribia. pp 15 - 20.
3. BARCINA, A. 2004. El análisis sensorial y sus aplicaciones en el control de calidad de quesos tradicionales y los desarrollados por nuevas tecnologías. Revista Española de lechería. Archivo de Internet .pdf.
4. BECERRA, F. 2003. Calidad de los quesos frescos elaborados con tres tipos de cuajo (microbianos, enzimáticos y vegetales) en tres niveles (0.8, 1.0 y 1.2 %). Tesis de grado. Facultad de Ciencias Pecuaria, ESPOCH. Riobamba, Ecuador. pp. 48 -67.
5. CALI, C. 2007. Elaboración de queso fresco con diferentes niveles de leche de soya. Tesis de grado. Facultad de Ciencias Pecuaria, ESPOCH. Riobamba, Ecuador. pp. 51 -72.
6. CANTUÑA, G. 2002. Efecto de tres niveles de estabilizante (0.015%, 0.030% y 0.045%) en el rendimiento de queso pasteurizado fresco Reyqueso. Tesis de grado. Facultad de Ciencias Pecuaria, ESPOCH. Riobamba, Ecuador. pp 20-62.
7. CHAMORRO, M. 2002. El análisis sensorial de los quesos. 1a ed. Madrid, España. Edit. Mundi-Prensa. pp 10 – 25.
8. COSTE, E. 2005. Análisis Sensorial de Quesos. sn. Madrid, España. Edit. Univ. Nac. de Lomas de Zamora. pp 2 -10.
9. DÁVALOS, N. 2004. Efecto de tres tipos de estabilizantes (CMC, gelatina, pectina) al 0.15 % en el rendimiento de queso fresco pasteurizado.

Tesis de grado. Facultad de Ciencias Pecuaria, ESPOCH. Riobamba, Ecuador. pp. 38-51.

10. FOOD AND AGRICULTURAL ORGANIZATION (FAO). 2000. Equipo Regional de Fomento y Capacitación para América Latina. Manual de elaboración de quesos. Santiago de Chile. Archivo de Internet .pdf.
11. GLIBOTA, G.. GARRO, O., JUDIS, M. Comparación de distintos métodos para medir la actividad enzimática del látex de *Carica papaya*. Facultad de Agroindustrias. Universidad Nacional del Nordeste, Argentina. Archivo de Internet .pdf.
12. GONZÁLEZ, M. 2002. Tecnología para la elaboración de queso blanco, amarillo y yogurt. Veraguas, Panamá. Páginas pdf.
13. HANSEN. 2001. Ha-Lactase. Folleto divulgativo de la lactasa comercial de Ha-lactase de Chr. Hansen. Distribuidora Descalzi. Guayaquil, Ecuador.
14. <http://agroindustria-cw.blogspot.com>. 2009. Elaboración de queso.
15. <http://apuntes.rincondelvago.com>. 2009. El queso.
16. <http://apuntes.rincondelvago.com>. 2009. Enzimas.
17. <http://bioextracto.com.mx>. 2009. Boletín 70. Papaya.
18. <http://es.wikipedia.org>. 2010. Cuajo.
19. <http://es.wikipedia.org>. 2010. Queso fresco.
20. <http://members.tripod.com.ve>. 2009. Fundamentos para la elaboración de quesos. Principios para la elaboración de queso.

21. <http://milksci.unizar.es>. 2010. Calvo, M. Bioquímica de los alimentos.
22. <http://quesoblanco.ch>. 2009. Historia del queso.
23. <http://rinconislamico.blogspot.com>. 2010. Coagulante porcino en los quesos.
24. <http://www.bioplanet.net>. 2009. Hernández, R. Como extraer la Enzima Papaína de las Papayas.
25. <http://www.botanical-online.com>. 2009. Dieta para el flato o meteorismo.
26. <http://www.buscasalud.com>. 2000. Medspain, Copyright© 2.000. Microbiología de los alimentos.
27. <http://www.canalcocina.es>. 2009. Usos del cuajo.
28. <http://www.chemedia.com>. 2005. Propiedades Organolépticas.
29. <http://www.concytec.gob.pe>. 2009. Tipos de Fermentos.
30. <http://www.consumaseguridad.com>. 2002. Rodríguez, J. Alimentos de origen animal. La contaminación en la leche y derivados.
31. <http://www.cosmos.com.mx>. 2010. Generalidades del cuajo.
32. <http://www.cucba.udg.mx>. 2009. Robles, A. La papaya (Carica papaya).
33. <http://www.doschivos.com>. 2005. Factores que afectan el crecimiento de microorganismos.
34. <http://www.industriaalimenticia.com>. 2009. Coagulantes de uso común.
35. <http://www.infoagro.com>. 2009. Papaya, Papayas, Papayo, Papayero, Mamón, Fruta bomba. Carica papay.

36. <http://www.itescam.edu.mx>. 2009. Uso industrial de las enzimas
37. <http://www.mercosulgm cres.> 2002. Mercosur. RES N° 079/94 Resolución MSyAS N° 110 del 4.04.95.
38. <http://www.monografias.com>. 2009. Chuquisengo, R. La papaya.
39. <http://www.monografias.com>. 2009. Giménez J. Leche y productos lácteos.
40. <http://www.monografias.com>. 2009. Mena, W. Tecnología de los alimentos.
41. <http://www.monografias.com>. 2009. Rufine, V. Quesos.
42. <http://www.oirsa.org>. 2009. NTON 03 022 - 99 Norma de quesos frescos no madurados. Nicaragua.
43. <http://www.poncelet.es>. 2009. Elaboración de quesos.
44. <http://www.porquebiotecnologia.com.ar>. 2009. Enzimas utilizadas en la industria alimenticia.
45. <http://www.portalagrario.gob.pe>. 2009. Papaina.
46. <http://www.rincondelasciencias.com>. 2010. Fernández, P. Enzimas utilizados en la industria alimentaria.
47. <http://www.unavarra.es>. 2003. Departamento de Microbiología. Universidad de Navarra.
48. <http://www.unicauca.edu.co>. 2009. Carrera, J. Producción y aplicación de enzimas industriales.
49. <http://www.vulcano.terra.com.pe>. 2009. Diagrama de flujo para la elaboración de queso prensado.

50. INSTITUTO NACIONAL ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN (INEN). 1996. Elaboración y requisitos exigidos en la elaboración de quesos. Norma INEN 1528. Quito, Ecuador.
51. LÓPEZ, M. 2005. Niveles de cloruro de calcio líquido y en polvo en la elaboración de queso fresco pasteurizado. Tesis de grado. Facultad de Ciencias Pecuaria, ESPOCH. Riobamba, Ecuador. pp. 36-50.
52. LOSADA, M Y SERRANO, J. 2004. Manual de cata. Madrid, España. Edit. Servicio de Publicaciones de la E.U.I.T.A. pp 16 – 32.
53. MADRID, V. 1999. Tecnología Quesera. 2a ed. Ediciones Mundi Prensa. Madrid, España. pp 10 – 18.
54. MORALES, A. 2004. La evaluación sensorial de los alimentos en teoría y en práctica. 1a ed. España, Madrid. Edit. Acribia. pp 26 – 31.
55. PAUCAR, M. 2006. Efecto de la adición de 3 niveles de rindente en la elaboración de queso fresco pasteurizado. Tesis de grado. Facultad de Ciencias Pecuaria, ESPOCH. Riobamba, Ecuador. pp. 45-60.
56. REVILLA, A. 1996. Tecnología de la leche. sn. Tegucigalpa, Honduras. Edit. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. pp 24-42.
57. WITTING, E. 1981. Evaluación sensorial. Una metodología actual para tecnología de alimentos. sn. Santiago, Chile. Edit. Talleres gráficos USACH. pp 4-10.

ANEXOS

Anexo 1. Modelo de encuesta para la valoración organoléptica de los quesos frescos elaborados con diferentes niveles de látex de papaina como coagulante natural en reemplazo del cuajo microbiano.

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
ESCUELA DE INGENIERÍA EN INDUSTRIAS PECUARIAS

PRUEBA ORGANOLEPTICA

Sírvase a degustar las muestras que se presentan y clasifíquelas de acuerdo a la hoja adjunta

Nº muestra:

		Tratamientos			
Carácter	Valor en puntos	00 %	05 %	10%	15 %
Apariencia Producto	20				
Olor	20				
Sabor	20				
Color	20				
Acidez	20				
Total	100				

CARACTERÍSTICAS A EVALUAR EN LA DEGUSTACIÓN DEL QUESO FRESCO ELABORADO CON LATEX DE PAPAYA (HOJAS, TALLOS Y FRUTO)

OLOR:

1 – 4	Extraño, desagradable, putrefacto, ácido
5 – 8	Típico, claramente dañado, insípido, rancio, picante
9 – 12	Levemente perjudicado, normal, todavía aceptable.
13 – 15	Específico del producto, no muy intenso, bueno
16 – 20	Excepcionalmente agradable, específico del producto, muy intenso.

SABOR:

1 – 4	Demasiado ácido y ligeramente amargo.
5 – 8	Ligeramente extraño.
9 – 12	Sabor con tendencia acida
13 – 15	Agradable.
16 _ 20	Muy agradable.

COLOR:

1 – 5	Malo
6 – 10	Regular
11 – 15	Bueno
16 – 20	Agradable

ACIDEZ:

1 – 5	Poco apetecible
6 – 10	Ligeramente apetecible
11 – 15	Medianamente apetecible
16 – 20	Altamente apetecible.

Anexo 3. Resultados experimentales de la valoración físico-química de los quesos frescos

elaborados con diferentes niveles de látex de papaya como coagulante natural en reemplazo del cuajo microbiano, en dos ensayos consecutivos.

Niveles látex papaya	Réplica	Repet.	Contenido de:					pH
			Humedad (%)	M. seca (%)	Proteína (%)	Grasa (%)	Cenizas (%)	
Microbiológico	1	1	40,24	59,76	35,22	21,13	3,31	5,20
Microbiológico	1	2	41,04	60,96	35,92	21,55	3,38	5,10
Microbiológico	1	3	49,13	50,87	20,25	26,18	2,63	5,30
Microbiológico	1	4	40,04	59,46	35,04	21,02	3,29	5,17
5%	1	1	41,25	58,75	31,25	22,43	4,52	5,98
5%	1	2	42,08	59,93	31,88	22,88	3,60	5,12
5%	1	3	51,67	48,33	17,37	25,66	2,00	5,48
5%	1	4	41,04	58,46	31,09	22,32	3,50	5,95
10%	1	1	40,55	59,45	31,51	24,57	3,24	5,61
10%	1	2	41,36	60,64	32,14	25,06	3,30	5,12
10%	1	3	46,47	53,53	17,14	32,59	2,15	5,55
10%	1	4	40,35	59,15	31,35	24,45	3,22	5,58
15%	1	1	40,25	59,75	31,70	24,62	3,24	5,82
15%	1	2	41,06	60,95	32,33	25,11	3,30	5,15
15%	1	3	48,71	51,29	16,71	29,23	2,28	5,55
15%	1	4	40,05	59,45	31,54	24,50	3,22	5,79
Microbiológico	2	1	49,13	50,87	20,25	26,18	2,63	5,30
Microbiológico	2	2	40,24	59,76	35,22	21,13	3,31	5,20
Microbiológico	2	3	48,39	50,11	19,95	25,79	2,59	5,10
Microbiológico	2	4	48,88	50,62	20,15	26,05	3,40	5,27
5%	2	1	51,67	48,33	17,37	25,66	2,00	5,48
5%	2	2	41,25	58,75	31,25	22,43	4,52	5,12
5%	2	3	50,89	47,61	17,11	25,28	2,97	5,40
5%	2	4	51,41	48,09	17,28	25,53	3,10	5,45
10%	2	1	46,47	53,53	17,14	32,59	3,15	5,55
10%	2	2	40,55	59,45	31,51	24,57	3,24	5,61
10%	2	3	45,77	52,73	16,88	32,10	3,10	5,12

Anexo 4. Análisis estadístico del contenido de humedad (%) en el queso fresco elaborado con diferentes niveles de látex de papaya como coagulante natural en reemplazo del coagulante microbiano.

1. Análisis de varianza

F.V.	S.C.	gl	C.M.	Fcal.	Prob.	
Niveles de látex	38.615	3	12.872	0.906	0.451	ns
Réplica	155.056	1	155.056	10.916	0.003	**
Error	383.516	27	14.204			
Total	577.187	31				

Prob. > 0.05; no existen diferencias estadísticas (ns).

Prob. < 0.01; existen diferencias altamente significativas (**).

2. Cuadro de medias y separación de medias de acuerdo a la prueba de Waller-Duncan

Factor de estudio	Media	Error estándar	Prob.
Látex de papaya		1.332	ns
0 %	44.636		A
5 %	46.408		A
10 %	43.470		A
15 %	45.614		A
Réplicas		0.942	**
1	42.831		B
2	47.233		A

Anexo 5. Análisis estadístico del contenido de materia seca (%) en el queso fresco elaborado con diferentes niveles de látex de papaya como coagulante natural en reemplazo del coagulante microbiano.

1. Análisis de varianza

F.V.	S.C.	gl	C.M.	Fcal.	Prob.	
Niveles de látex	36.626	3	12.209	0.760	0.527	ns
Réplica	212.489	1	212.489	13.220	0.001	**
Error	433.981	27	16.073			
Total	683.096	31				

Prob. > 0.05; no existen diferencias estadísticas (ns).

Prob. < 0.01; existen diferencias altamente significativas (**).

2. Cuadro de medias y separación de medias de acuerdo a la prueba de Waller-Duncan

Factor de estudio	Media	Error estándar	Prob.
Látex de papaya		1.417	ns
0 %	55.301		A
5 %	53.531		A
10 %	56.467		A
15 %	54.575		A
Réplicas		1.002	**
1	57.546		A
2	52.392		B

Anexo 6. Análisis estadístico del contenido de proteína (%) en el queso fresco elaborado con diferentes niveles de látex de papaya como coagulante natural en reemplazo del coagulante microbiano.

1. Análisis de varianza

F.V.	S.C.	gl	C.M.	Fcal.	Prob.	
Niveles de látex	119.271	3	39.757	0.933	0.438	ns
Réplica	564.816	1	564.816	13.250	0.001	**
Error	1150.931	27	42.627			
Total	1835.018	31				

Prob. > 0.05; no existen diferencias estadísticas (ns).

Prob. < 0.01; existen diferencias altamente significativas (**).

2. Cuadro de medias y separación de medias de acuerdo a la prueba de Waller-Duncan

Factor de estudio	Media	Error estándar	Prob.
Látex de papaya		2.308	ns
0 %	27.750		A
5 %	24.325		A
10 %	24.340		A
15 %	22.390		A
Réplicas		0.942	**
1	28.903		A
2	20.500		B

Anexo 7. Análisis estadístico del contenido de grasa (%) en el queso fresco elaborado con diferentes niveles de látex de papaya como coagulante natural en reemplazo del coagulante microbiano.

1. Análisis de varianza

F.V.	S.C.	gl	C.M.	Fcal.	Prob.	
Niveles de látex	147.039	3	49.013	7.954	0.001	**
Réplica	58.726	1	58.726	9.530	0.005	**
Error	166.375	27	6.162			
Total	372.140	31				

Prob. < 0.01; existen diferencias altamente significativas (**).

2. Cuadro de medias y separación de medias de acuerdo a la prueba de Waller-Duncan

Factor de estudio	Media	Error estándar	Prob.
Látex de papaya		0.878	**
0 %	23.629		B
5 %	24.024		B
10 %	28.545		A
15 %	27.546		A
Réplicas		0.621	**
1	24.581		B
2	27.291		A

Anexo 8. Análisis estadístico del contenido de cenizas (%) en el queso fresco elaborado con diferentes niveles de látex de papaya como coagulante natural en reemplazo del coagulante microbiano.

1. Análisis de varianza

F.V.	S.C.	gl	C.M.	Fcal.	Prob.	
Niveles de látex	0.258	3	0.086	0.248	0.862	ns
Réplica	0.008	1	0.008	0.022	0.884	ns
Error	9.353	27	0.346			
Total	9.618	31				

Prob. > 0.05; no existen diferencias estadísticas (ns).

2. Cuadro de medias y separación de medias de acuerdo a la prueba de Waller-Duncan

Factor de estudio	Media	Error estándar	Prob.
Látex de papaya		0.208	ns
0 %	3.067		A
5 %	3.276		A
10 %	3.066		A
15 %	3.074		A
Réplicas		0.147	ns
1	3.136		A
2	3.106		A

Anexo 9. Análisis estadístico del pH inicial de los quesos frescos elaborados con diferentes niveles de látex de papaya como coagulante natural en reemplazo del coagulante microbiano.

1. Análisis de varianza

F.V.	S.C.	gl	C.M.	Fcal.	Prob.
Niveles de látex	0.480	3	0.160	2.991	0.048 *
Réplica	0.086	1	0.086	1.612	0.215 ns
Error	1.443	27	0.053		
Total	2.008	31			

Prob. > 0.05; no existen diferencias estadísticas (ns).

Prob. < 0.05; existen diferencias significativas (*).

2. Cuadro de medias y separación de medias de acuerdo a la prueba de Waller-Duncan

Factor de estudio	Media	Error estándar	Prob.
Látex de papaya		0.082	*
0 %	5.205		B
5 %	5.498		A
10 %	5.458		AB
15 %	5.500		A
Réplicas		0.058	ns
1	5.467		A
2	5.363		A

Anexo 10. Resumen de la valoración organoléptica de los quesos frescos elaborados con diferentes niveles de látex de papaya como coagulante natural en reemplazo del cuajo microbiano.

Niveles látex papaya	Repet.	Característica organoléptica					Total (100 puntos)
		Apariencia (20 puntos)	Olor (20 puntos)	Sabor (20 puntos)	Color (20 puntos)	Acidez (20 puntos)	
Microbiológico	1	20	20	20	20	20	100
Microbiológico	2	20	19	19	19	18	95
Microbiológico	3	18	18	18	18	20	92
Microbiológico	4	16	18	20	18	19	91
5%	1	19	18	18	19	18	92
5%	2	19	19	18	19	18	93
5%	3	17	17	17	18	19	88
5%	4	17	15	19	16	18	85
10%	1	17	17	16	18	18	86
10%	2	18	18	18	15	18	87
10%	3	17	16	16	18	18	85
10%	4	14	14	18	15	17	78
15%	1	16	15	15	17	18	81
15%	2	18	17	16	15	18	84
15%	3	16	14	16	17	17	80
15%	4	16	15	18	15	16	80

Anexo 11. Análisis estadístico de la valoración de la apariencia (20 puntos) del queso fresco elaborado con diferentes niveles de látex de papaya como coagulante natural en reemplazo del coagulante microbiano.

Tratam. = 4
 Repetic. = 4
 Bloques = 4
 k = 4

Boque	Niveles de látex de papaya, %				Total
	0	5	10	15	
1	20,00	19,00	17,00	16,00	72,00
2	20,00	19,00	18,00	18,00	75,00
3	18,00	17,00	17,00	16,00	68,00
4	16,00	17,00	14,00	16,00	63,00
Total	74,00	72,00	66,00	66,00	278,00

Promedio 18,50 18,00 16,50 16,50

Para Bt se suman las cantidades de los bloques de donde aparecen los tratamientos

					Sumatoria
Bt1	72,00	75,00	68,00	63,00	278,00
Bt2	72,00	75,00	68,00	63,00	278,00
Bt3	72,00	75,00	68,00	63,00	278,00
Bt4	72,00	75,00	68,00	63,00	278,00

$Q = (K * \text{Sum.tratam}) - B_{tn}$	K constante (3 muestras)				Q^2	
Q1	4	74,00	278,0	Q1 =	18	324
Q2	4	72,00	278,0	Q2 =	10	100
Q3	4	66,00	278,0	Q3 =	-14	196
Q4	4	66,00	278,0	Q4 =	-14	196
					0	

La suma de Q debe ser igual a cero

calculo de t' para el ajuste de los tratamientos

$$t' = m + [(t-1)/(t*r(k-1))]xQ$$

$$m = Ex / N$$

$$N = t * r$$

$$Ex = 278,000$$

$$N = 16,000$$

$$m = 17,375$$

$$t' 1 = 18,500$$

$$t' 2 = 18,000$$

$$t' 3 = 16,500$$

$$t' 4 = 16,500$$

Continuación Anexo 11

Calculo del factor de corrección (C)

$$C = (Ex)^2/N$$

$$C = 4830,250$$

Calculo del análisis de varianza

$$\text{Bloques} = (b - 1)$$

$$\text{Tratam. Ajustados} = (t - 1)$$

$$\text{Error intrablok} = (t * r) - t - b + 1 / [(t * r) - 1]$$

Calculo de la Suma de cuadrados para bloques

$$SQB = [(\text{totales block})^2/k] - C$$

$$SQB = 20,25$$

Calculo de la suma de tratamientos ajustados

$$SQTaj = [(t-1)/rtk(k-1)]EQ^2$$

$$SQTaj = 12,750$$

Calculo de la suma total de cuadrados

$$SQT + E(x)^2 - C$$

$$SQT = 39,750$$

ADEVA

FV	gl	SC	CM	F&
Bloques (no ajustados)	3	20,25	6,750	
Tratamientos (ajustados)	3	12,75	4,250	5,667
Error intrabloques	9	6,75	0,750	
Total	15	39,75		

F&: tet F (razon entre varianzas de tratamientos y error)

Ftab al 5 % = 3.29

Ftab al 1 % = 5.42

F& > Ftab; por lo tanto existen diferencias altamente significativas

Separación de medias de acuerdo a la prueba de Waller-Duncan

Látex papaya (%)	Nº obs.	Grupos homogéneos	
		B	A
10	4	16,50	
15	4	16,50	
5	4		18,00
0	4		18,50

Anexo 12. Análisis estadístico de la valoración del olor (20 puntos) del queso fresco elaborado con diferentes niveles de látex de papaya como coagulante natural en reemplazo del coagulante microbiano.

Tratam. = 4
 Repetic. = 4
 Bloques = 4
 k = 4

Boque	Niveles de látex de papaya, %				Total
	0	5	10	15	
1	20	18	17	15	70,00
2	19	19	18	17	73,00
3	18	17	16	14	65,00
4	18	15	14	15	62,00
Total	75,00	69,00	65,00	61,00	270,00

Promedio 18,75 17,25 16,25 15,25

Para Bt se suman las cantidades de los bloques de donde aparecen los tratamientos

					Sumatoria
Bt1	70,00	73,00	65,00	62,00	270,00
Bt2	70,00	73,00	65,00	62,00	270,00
Bt3	70,00	73,00	65,00	62,00	270,00
Bt4	70,00	73,00	65,00	62,00	270,00

Q = (K * Sum.tratam) - Btn	K constante (3 muestras)					Q ²
Q1	4	75,00	270,0	Q1 =	30	900
Q2	4	69,00	270,0	Q2 =	6	36
Q3	4	65,00	270,0	Q3 =	-10	100
Q4	4	61,00	270,0	Q4 =	-26	676
					0	

La suma de Q debe ser igual a cero

calculo de t' para el ajuste de los tratamientos

$$t' = m + [(t-1)/(t*r(k-1))]xQ$$

$$m = Ex / N$$

$$N = t * r$$

$$Ex = 270,000$$

$$N = 16,000$$

$$m = 16,875$$

$$t' 1 = 18,750$$

$$t' 2 = 17,250$$

$$t' 3 = 16,250$$

$$t' 4 = 15,250$$

Continuación Anexo 12
 Calculo del factor de corrección (C)

$$C = (Ex)^2/N$$

$$C = 4556,250$$

Calculo del análisis de varianza

$$\begin{aligned} \text{Bloques} &= (b - 1) \\ \text{Tratam. Ajustados} &= (t - 1) \\ \text{Error intrablok} &= (t * r) - t - b + 1 / [(t * r) - 1] \end{aligned}$$

Calculo de la Suma de cuadrados para bloques

$$SQB = [(\text{totales block})^2/k] - C$$

$$SQB = 18,25$$

Calculo de la suma de tratamientos ajustados
 $SQTaj = [(t-1)/rtk(k-1)]EQ^2$

$$SQTaj = 26,750$$

Calculo de la suma total de cuadrados

$$SQT + E(x)^2 - C$$

$$SQT = 51,750$$

ADEVA

FV	gl	SC	CM	F&
Bloques (no ajustados)	3	18,25	6,083	
Tratamientos (ajustados)	3	26,75	8,917	11,889
Error intrabloques	9	6,75	0,750	
Total	15	51,75		

F&: tet F (razon entre varianzas de tratamientos y error)

Ftab al 5 % = 3.29

Ftab al 1 % = 5.42

F& > Ftab; por lo tanto existen diferencias altamente significativas

Separación de medias de acuerdo a la prueba de Waller-Duncan

Látex papaya (%)	Nº obs.	Grupos homogéneos	
		B	A
15	4	15,25	
10	4	16,25	16,25
5	4	17,25	17,25
0	4		18,75

Anexo 13. Análisis estadístico de la valoración del sabor (20 puntos) del queso fresco elaborado con diferentes niveles de látex de papaya como coagulante natural en reemplazo del coagulante microbiano.

Tratam. = 4
 Repetic. = 4
 Bloques = 4
 k = 4

Boque	Niveles de látex de papaya, %				Total
	0	5	10	15	
1	20,00	18,00	16,00	15,00	69,00
2	19,00	18,00	18,00	16,00	71,00
3	18,00	17,00	16,00	16,00	67,00
4	20,00	19,00	18,00	18,00	75,00
Total	77,00	72,00	68,00	65,00	282,00

Promedio 19,25 18,00 17,00 16,25

Para Bt se suman las cantidades de los bloques de donde aparecen los tratamientos

					Sumatoria
Bt1	69,00	71,00	67,00	75,00	282,00
Bt2	69,00	71,00	67,00	75,00	282,00
Bt3	69,00	71,00	67,00	75,00	282,00
Bt4	69,00	71,00	67,00	75,00	282,00

Q = (K * Sum.tratam) - Btn	K constante (3 muestras)					Q ²
Q1	4	77,00	282,0	Q1 =	26	676
Q2	4	72,00	282,0	Q2 =	6	36
Q3	4	68,00	282,0	Q3 =	-10	100
Q4	4	65,00	282,0	Q4 =	-22	484
					0	

La suma de Q debe ser igual a cero

calculo de t' para el ajuste de los tratamientos

$$t' = m + [(t-1)/(t*r(k-1))]xQ$$

$$m = Ex / N$$

$$N = t * r$$

$$Ex = 282,000$$

$$N = 16,000$$

$$m = 17,625$$

$$t' 1 = 19,250$$

$$t' 2 = 18,000$$

$$t' 3 = 17,000$$

$$t' 4 = 16,250$$

Continuación Anexo 13

Calculo del factor de corrección (C)

$$C = (Ex)^2/N$$

$$C = 4970,250$$

Calculo del análisis de varianza

$$\text{Bloques} = (b - 1)$$

$$\text{Tratam. Ajustados} = (t - 1)$$

$$\text{Error intrablok} = (t * r) - t - b + 1 / [(t * r) - 1]$$

Calculo de la Suma de cuadrados para bloques

$$SQB = [(\text{totales block})^2/k] - C$$

$$SQB = 8,75$$

Calculo de la suma de tratamientos ajustados

$$SQTaj = [(t-1)/rtk(k-1)]EQ^2$$

$$SQTaj = 20,250$$

Calculo de la suma total de cuadrados

$$SQT + E(x)^2 - C$$

$$SQT = 33,750$$

ADEVA

FV	gl	SC	CM	F&
Bloques (no ajustados)	3	8,75	2,917	
Tratamientos (ajustados)	3	20,25	6,750	12,789
Error intrabloques	9	4,75	0,528	
Total	15	33,75		

F&: tet F (razón entre varianzas de tratamientos y error)

$$F_{tab} \text{ al } 5 \% = 3.29$$

$$F_{tab} \text{ al } 1 \% = 5.42$$

F& > Ftab; por lo tanto existen diferencias altamente significativas

Separación de medias de acuerdo a la prueba de Waller-Duncan

Látex papaya (%)	Nº obs.	Grupos homogéneos	
		B	A
15	4	16,25	
10	4	17,00	
5	4	18,00	18,00
0	4		19,25

Anexo 14. Análisis estadístico de la valoración del color (20 puntos) del queso fresco elaborado con diferentes niveles de látex de papaya como coagulante natural en reemplazo del coagulante microbiano.

Tratam. = 4
 Repetic. = 4
 Bloques = 4
 k = 4

Boque	Niveles de látex de papaya, %				Total
	0	5	10	15	
1	20,00	19,00	18,00	17,00	74,00
2	19,00	19,00	15,00	15,00	68,00
3	18,00	18,00	18,00	17,00	71,00
4	18,00	16,00	15,00	15,00	64,00
Total	75,00	72,00	66,00	64,00	277,00

Promedio 18,75 18,00 16,50 16,00

Para Bt se suman las cantidades de los bloques de donde aparecen los tratamientos

					Sumatoria
Bt1	74,00	68,00	71,00	64,00	277,00
Bt2	74,00	68,00	71,00	64,00	277,00
Bt3	74,00	68,00	71,00	64,00	277,00
Bt4	74,00	68,00	71,00	64,00	277,00

Q = (K * Sum.tratam) - Btn	K constante (3 muestras)					Q ²
Q1	4	75,00	277,0	Q1 =	23	529
Q2	4	72,00	277,0	Q2 =	11	121
Q3	4	66,00	277,0	Q3 =	-13	169
Q4	4	64,00	277,0	Q4 =	-21	441
					0	

La suma de Q debe ser igual a cero

calculo de t' para el ajuste de los tratamientos

$$t' = m + [(t-1)/(t*r(k-1))]xQ$$

$$m = Ex / N$$

$$N = t * r$$

Ex = 277,000

N = 16,000

m = 17,313

t' 1 = 18,750

t' 2 = 18,000

t' 3 = 16,500

t' 4 = 16,000

Continuación Anexo 14

Calculo del factor de corrección (C)

$$C = (Ex)^2/N$$

$$C = 4795,563$$

Calculo del análisis de varianza

$$\text{Bloques} = (b - 1)$$

$$\text{Tratam. Ajustados} = (t - 1)$$

$$\text{Error intrablok} = (t * r) - t - b + 1 / [(t * r) - 1]$$

Calculo de la Suma de cuadrados para bloques

$$SQB = [(\text{totales block})^2/k] - C$$

$$SQB = 13,6875$$

Calculo de la suma de tratamientos ajustados

$$SQTaj = [(t-1)/rtk(k-1)]EQ^2$$

$$SQTaj = 19,688$$

Calculo de la suma total de cuadrados

$$SQT + E(x)^2 - C$$

$$SQT = 41,438$$

ADEVA

FV	gl	SC	CM	F&
Bloques (no ajustados)	3	13,69	4,563	
Tratamientos (ajustados)	3	19,69	6,563	7,326
Error intrabloques	9	8,06	0,896	
Total	15	41,44		

F&: tet F (razon entre varianzas de tratamientos y error)

$$F_{tab} \text{ al } 5 \% = 3.29$$

$$F_{tab} \text{ al } 1 \% = 5.42$$

F& > Ftab; por lo tanto existen diferencias altamente significativas

Separación de medias de acuerdo a la prueba de Waller-Duncan

Látex papaya (%)	Nº obs.	Grupos homogéneos	
		B	A
15	4	16,00	
10	4	16,50	16,50
5	4	18,00	18,00
0	4		18,75

Anexo 15. Análisis estadístico de la valoración de la acidez (20 puntos) del queso fresco elaborado con diferentes niveles de látex de papaya como coagulante natural en reemplazo del coagulante microbiano.

Tratam. = 4
 Repetic. = 4
 Bloques = 4
 k = 4

Boque	Niveles de látex de papaya, %				Total
	0	5	10	15	
1	20,00	18,00	18,00	18,00	74,00
2	18,00	18,00	18,00	18,00	72,00
3	20,00	19,00	18,00	17,00	74,00
4	19,00	18,00	17,00	16,00	70,00
Total	77,00	73,00	71,00	69,00	290,00

Promedio 19,25 18,25 17,75 17,25

Para Bt se suman las cantidades de los bloques de donde aparecen los tratamientos

					Sumatoria
Bt1	74,00	72,00	74,00	70,00	290,00
Bt2	74,00	72,00	74,00	70,00	290,00
Bt3	74,00	72,00	74,00	70,00	290,00
Bt4	74,00	72,00	74,00	70,00	290,00

Q = (K * Sum.tratam) - Btn	K constante (3 muestras)				Q ²
Q1	4	77,00	290,0	Q1 = 18	324
Q2	4	73,00	290,0	Q2 = 2	4
Q3	4	71,00	290,0	Q3 = -6	36
Q4	4	69,00	290,0	Q4 = -14	196
					0

La suma de Q debe ser igual a cero

calculo de t' para el ajuste de los tratamientos

$$t' = m + [(t-1)/(t*r(k-1))]xQ$$

$$m = Ex / N$$

$$N = t * r$$

Ex = 290,000

N = 16,000

m = 18,125

t' 1 = 19,250

t' 2 = 18,250

t' 3 = 17,750

t' 4 = 17,250

Continuación Anexo 15

Calculo del factor de corrección (C)

$$C = (Ex)^2/N$$

$$C = 5256,250$$

Calculo del análisis de varianza

$$\text{Bloques} = (b - 1)$$

$$\text{Tratam. Ajustados} = (t - 1)$$

$$\text{Error intrablok} = (t * r) - t - b + 1 / [(t * r) - 1]$$

Calculo de la Suma de cuadrados para bloques

$$SQB = [(\text{totales block})^2/k] - C$$

$$SQB = 2,75$$

Calculo de la suma de tratamientos ajustados

$$SQTaj = [(t-1)/rtk(k-1)]EQ^2$$

$$SQTaj = 8,750$$

Calculo de la suma total de cuadrados

$$SQT + E(x)^2 - C$$

$$SQT = 15,750$$

ADEVA

FV	gl	SC	CM	F&
Bloques (no ajustados)	3	2,75	0,917	
Tratamientos (ajustados)	3	8,75	2,917	6,176
Error intrabloques	9	4,25	0,472	
Total	15	15,75		

F&: tet F (razón entre varianzas de tratamientos y error)

$$F_{\text{tab}} \text{ al } 5 \% = 3.29$$

$$F_{\text{tab}} \text{ al } 1 \% = 5.42$$

F& > F_{tab}; por lo tanto existen diferencias altamente significativas

Separación de medias de acuerdo a la prueba de Waller-Duncan

Látex papaya (%)	Nº obs.	Grupos homogéneos	
		B	A
15	4	17,25	
10	4	17,75	
5	4	18,25	18,25
0	4		19,25

Anexo 16. Análisis estadístico de la valoración total (100 puntos) del queso fresco elaborado con diferentes niveles de látex de papaya como coagulante natural en reemplazo del coagulante microbiano.

Tratam. = 4
 Repetic. = 4
 Bloques = 4
 k = 4

Boque	Niveles de látex de papaya, %				Total
	0	5	10	15	
1	100,00	92,00	86,00	81,00	359,00
2	95,00	93,00	87,00	84,00	359,00
3	92,00	88,00	85,00	80,00	345,00
4	91,00	85,00	78,00	80,00	334,00
Total	378,00	358,00	336,00	325,00	1397,00

Promedio 94,50 89,50 84,00 81,25

Para Bt se suman las cantidades de los bloques de donde aparecen los tratamientos

					Sumatoria
Bt1	359,00	359,00	345,00	334,00	1397,00
Bt2	359,00	359,00	345,00	334,00	1397,00
Bt3	359,00	359,00	345,00	334,00	1397,00
Bt4	359,00	359,00	345,00	334,00	1397,00

Q = (K * Sum.tratam) - Btn	K constante (3 muestras)			Q ²		
Q1	4	378,00	1397,0	Q1 =	115	13225
Q2	4	358,00	1397,0	Q2 =	35	1225
Q3	4	336,00	1397,0	Q3 =	-53	2809
Q4	4	325,00	1397,0	Q4 =	-97	9409
					0	

La suma de Q debe ser igual a cero

calculo de t' para el ajuste de los tratamientos

$$t' = m + [(t-1)/(t*r(k-1))]xQ$$

$$m = Ex / N$$

$$N = t * r$$

$$Ex = 1397,000$$

$$N = 16,000$$

$$m = 87,313$$

$$t' 1 = 94,500$$

$$t' 2 = 89,500$$

$$t' 3 = 84,000$$

$$t' 4 = 81,250$$

Continuación Anexo 16

Calculo del factor de corrección (C)

$$C = (Ex)^2/N$$

$$C = 121975,56$$

Calculo del análisis de varianza

$$\text{Bloques} = (b - 1)$$

$$\text{Tratam. Ajustados} = (t - 1)$$

$$\text{Error intrablok} = (t * r) - t - b + 1 / [(t * r) - 1]$$

Calculo de la Suma de cuadrados para bloques

$$SQB = [(\text{totales block})^2/k] - C$$

$$SQB = 110,19$$

Calculo de la suma de tratamientos ajustados

$$SQTaj = [(t-1)/rtk(k-1)]EQ^2$$

$$SQTaj = 416,688$$

Calculo de la suma total de cuadrados

$$SQT + E(x)^2 - C$$

$$SQT = 567,44$$

ADEVA

FV	gl	SC	CM	F&
Bloques (no ajustados)	3	110,19	36,73	
Tratamientos (ajustados)	3	416,69	138,90	30,818
Error intrabloques	9	40,56	4,51	
Total	15	567,44		

F&: tet F (razón entre varianzas de tratamientos y error)

Ftab al 5 % = 3.29

Ftab al 1 % = 5.42

F& > Ftab; por lo tanto existen diferencias altamente significativas

Separación de medias de acuerdo a la prueba de Waller-Duncan

Látex papaya (%)	Nº obs.	Grupos homogéneos		
		C	B	A
15	4	81,25		
10	4	84,00	84,00	
5	4		89,50	89,50
0	4			94,50

Anexo 17. Resultados experimentales de la valoración microbiológica de los quesos frescos elaborados con diferentes niveles de látex de papaya como coagulante natural en reemplazo del cuajo microbiano, en dos ensayos consecutivos.

Niveles látex papaya	Réplica	Repet.	Coliformes totales, UFC/g		Mohos y levaduras, UFC/g	
			Inicial	A 21 días	Inicial	A 21 días
Microbiológico	1	1	Negativo	8	Negativo	1
Microbiológico	1	2	Negativo	8	Negativo	1
Microbiológico	1	3	Negativo	9	Negativo	2
Microbiológico	1	4	Negativo	7	Negativo	2
5%	1	1	Negativo	9	Negativo	8
5%	1	2	Negativo	9	Negativo	4
5%	1	3	Negativo	10	Negativo	5
5%	1	4	Negativo	8	Negativo	7
10%	1	1	Negativo	11	Negativo	10
10%	1	2	Negativo	10	Negativo	12
10%	1	3	Negativo	10	Negativo	12
10%	1	4	Negativo	11	Negativo	10
15%	1	1	Negativo	11	Negativo	7
15%	1	2	Negativo	13	Negativo	5
15%	1	3	Negativo	13	Negativo	6
15%	1	4	Negativo	12	Negativo	7
Microbiológico	2	1	Negativo	8	Negativo	1
Microbiológico	2	2	Negativo	8	Negativo	1
Microbiológico	2	3	Negativo	7	Negativo	2
Microbiológico	2	4	Negativo	9	Negativo	1
5%	2	1	Negativo	9	Negativo	4
5%	2	2	Negativo	9	Negativo	8
5%	2	3	Negativo	10	Negativo	8
5%	2	4	Negativo	8	Negativo	4
10%	2	1	Negativo	10	Negativo	12
10%	2	2	Negativo	11	Negativo	10
10%	2	3	Negativo	11	Negativo	10
10%	2	4	Negativo	10	Negativo	12
15%	2	1	Negativo	13	Negativo	5
15%	2	2	Negativo	11	Negativo	7
15%	2	3	Negativo	12	Negativo	8
15%	2	4	Negativo	13	Negativo	5

Anexo 18. Análisis estadístico del contenido de coliformes totales (UFC/g) a los 21 días de almacenamiento de los quesos frescos elaborados con diferentes niveles de látex de papaya como coagulante natural en reemplazo del coagulante microbiano.

1. Análisis de varianza

F.V.	S.C.	gl	C.M.	Fcal.	Prob.	
Niveles de látex	82.375	3	27.458	47.831	0.000	**
Réplica	0.000	1	0.000	0.000	1.000	ns
Error	15.500	27	0.574			
Total	97.875	31				

Prob. > 0.05; no existen diferencias estadísticas (ns).

Prob. < 0.01; existen diferencias altamente significativas (**).

2. Cuadro de medias y separación de medias de acuerdo a la prueba de Waller-Duncan

Factor de estudio	Media	Error estándar	Prob.
Látex de papaya		0.268	**
0 %	8.000		D
5 %	9.000		C
10 %	10.500		B
15 %	12.250		A
Réplicas		0.189	ns
1	9.938		A
2	9.938		A

Anexo 19. Análisis estadístico del contenido de mohos y levaduras (UPC/g) a los 21 días de almacenamiento de los quesos frescos elaborados con diferentes niveles de látex de papaya como coagulante natural en reemplazo del coagulante microbiano.

1. Análisis de varianza

F.V.	S.C.	gl	C.M.	Fcal.	Prob.	
Niveles de látex	370.844	3	123.615	73.606	0.000	**
Réplica	0.031	1	0.031	0.019	0.893	ns
Error	45.344	27	1.679			
Total	416.219	31				

Prob. > 0.05; no existen diferencias estadísticas (ns).

Prob. < 0.05; existen diferencias significativas (*).

Prob. < 0.01; existen diferencias altamente significativas (**).

2. Cuadro de medias y separación de medias de acuerdo a la prueba de Waller-Duncan

Factor de estudio	Media	Error estándar	Prob.
Látex de papaya		0.458	**
0 %	1.375		C
5 %	6.000		B
10 %	11.000		A
15 %	6.250		B
Réplicas		0.324	ns
1	6.188		A
2	6.125		A

Anexo 20. Análisis de regresión de las variables organolépticas del queso fresco por efecto de los niveles de látex de papaya como coagulante natural en reemplazo del cuajo microbiano.

A. APARIENCIA, 20 PUNTOS CON NIVELES DE PAPAYA, %

R ²	0,283019
Raíz del cuadrado medio del error	1,426785
Media general	17,375
Nº observaciones	16

Análisis de varianza

F.V.	gl	S.C.	C.M.	Fcal
Modelo	1	11,250000	11,2500	5,5263
Error	14	28,500000	2,0357	Prob>F
Total	15	39,750000		0,0339

Parámetros estimados

Término	Estimado	E. estándar	Tcal	Prob.
Intercepto	18,5	0,596867	31,00	<,0001
Niveles de papaya, %	-0,15	0,063808	-2,35	0,0339

Apariencia, 20 puntos = 18,5 - 0,15 (Niveles de papaya, %)

B. OLOR, 20 PUNTOS CON NIVELES DE PAPAINA, %

R ²	0,511111
R ² Adj	0,47619
Raíz del cuadrado medio del error	1,3443
Media general	16,875
Nº observaciones	16

Análisis de varianza

F.V.	gl	S.C.	C.M.	Fcal
Modelo	1	26,450000	26,4500	14,6364
Error	14	25,300000	1,8071	Prob>F
Total	15	51,750000		0,0019

Parámetros estimados

Término	Estimado	E. estándar	Tcal	Prob.
Intercepto	18,6	0,562361	33,07	<,0001
Niveles de papaya, %	-0,23	0,060119	-3,83	0,0019

Olor, 20 puntos = 18,6 - 0,23 (Niveles de papaya, %)

C. SABOR, 20 PUNTOS CON NIVELES DE PAPAYA, %

R ²	0,592593
R ² Adj	0,563492
Raíz del cuadrado medio del error	0,991031
Media general	17,625
Nº observaciones	16

Análisis de varianza

F.V.	gl	S.C.	C.M.	Fcal
Modelo	1	20,000000	20,0000	20,3636
Error	14	13,750000	0,9821	Prob>F
Total	15	33,750000		0,0005

Parámetros estimados

Término	Estimado	E. estándar	Tcal	Prob.
Intercepto	19,125	0,414578	46,13	<,0001
Niveles de papaya, %	-0,20	0,04432	-4,51	0,0005

Sabor, 20 puntos = 19,125 - 0,2 (Niveles de papaya, %)

D. COLOR, 20 PUNTOS CON NIVELES DE PAPAYA, %

R ²	0,458824
R ² Adj	0,420168
Raíz del cuadrado medio del error	1,265617
Media general	17,3125
Nº observaciones	16

Análisis de varianza

F.V.	gl	S.C.	C.M.	Fcal
Modelo	1	19,012500	19,0125	11,8696
Error	14	22,425000	1,6018	Prob>F
Total	15	41,437500		0,0039

Parámetros estimados

Término	Estimado	E. estándar	Tcal	Prob.
Intercepto	18,775	0,529445	35,46	<,0001
Niveles de papaya, %	-0,195	0,0566	-3,45	0,0039

Color, 20 puntos = 18,775 - 0,195 (Niveles de papaya, %)

E. ACIDEZ, 20 PUNTOS CON NIVELES DE PAPAYA, %

R ²	0,536508
Raíz del cuadrado medio del error	0,7221
Media general	18,125
Nº observaciones	16

Análisis de varianza

F.V.	gl	S.C.	C.M.	Fcal
Modelo	1	8,450000	8,45000	16,2055
Error	14	7,300000	0,52143	Prob>F
Total	15	15,750000		0,0013

Parámetros estimados

Término	Estimado	E. estándar	Tcal	Prob.
Intercepto	19,1	0,302076	63,23	<,0001
Niveles de papaya, %	-0,13	0,032293	-4,03	0,0013

Acidez, 20 puntos = 19,1 - 0,13 (Niveles de papaya, %)

F. TOTAL, 100 PUNTOS CON NIVELES DE PAPAYA, %

R ²	0,721687
R ² Adj	0,701808
Raíz del cuadrado medio del error	3,358624
Media general	87,3125
Nº observaciones	16

Análisis de varianza

F.V.	gl	S.C.	C.M.	Fcal
Modelo	1	409,51250	409,512	36,3032
Error	14	157,92500	11,280	Prob>F
Total	15	567,43750		<,0001

Parámetros estimados

Término	Estimado	E. estándar	Tcal	Prob.
Intercepto	94,1	1,405013	66,97	<,0001
Niveles de papaina, %	-0,905	0,150202	-6,03	<,0001

Total, 100 puntos = 94,1 - 0,905 (Niveles de papaya, %).