



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
ESCUELA DE INGENIERÍA ZOOTÉCNICA

**“EVALUACION DE DISTINTOS CUAJOS NATURALES Y
PROCESADOS (BOVINOS, OVINOS Y CUY) PARA LA
REALIZACION DE QUESO FRESCO”**

TESIS DE GRADO

**Previa la obtención del título de:
INGENIERA ZOOTECNISTA**

AUTOR

VERÓNICA ELIZABETH RIVERA GUERRA

Riobamba – Ecuador

2012

Esta tesis fue aprobada por el siguiente Tribunal

Ing. M.C. Luis Gerardo Flores Mancheno
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Ing. M.C. Hugo Estuardo Gavilánez Ramos
DIRECTOR DE TESIS

Ing. M.C. Edgar Alonso Merino Peñafiel
ASESOR DE TESIS

AGRADECIMIENTO

A ESTA NOBLE INSTITUCIÓN LA ESPOCH, EN ELLA MI FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS, ESCUELA DE INGENIERÍA ZOOTÉCNICA, EN ESPECIAL A LA PLANTA DE LÁCTEOS DE LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL TUNSHI AL PONER A SU DISPOSICIÓN SUS INSTALACIONES PARA EL TRABAJO DE CAMPO DE DICHA TESIS. A MIS MAESTROS QUE DESINTERESADAMENTE COMPARTIERON SUS CONOCIMIENTOS PARA FORMARME PROFESIONALMENTE.

A MIS COMPAÑEROS Y COMPAÑERAS DE AULA POR SU AMISTAD Y POR COMPARTIR CONMIGO LA DURA TAREA DE SER ESTUDIANTES. A TODOS MUCHAS GRACIAS

VERONICA ELIZABETH

DEDICATORIA

A MI ABUELITO QUE DESDE EL CIELO ME HA DADO SUS BENDICIONES, A MI ABUELITA PACIFICA BADILLO, MIS PADRES, HERMANOS QUE ESTUVIERON SIEMPRE APOYÁNDOME EN MIS DECISIONES Y LOGROS OBTENIDOS.

A TODAS MIS AMIGAS QUE COMPARTIERON MUCHAS COSAS Y “ALGO MÁS”.

Y A TODA MI FAMILIA, PORQUE TODOS USTEDES MERECEEN ESTE TRIUNFO, YA QUE SIEMPRE ME RECORDABAN QUE TODO ERA POSIBLE DE CONSEGUIR CON ESFUERZO Y PERSEVERANCIA LO CUAL NO PERMITIO QUE DESMAYARA EN MIS ESTUDIOS.

VERONICA ELIZABETH

CONTENIDO

	Pág.
Resumen	v
Abstract	vi
Lista de Cuadros	vii
Lista de Gráficos	viii
Lista de Anexos	ix
I. <u>INTRODUCCIÓN</u>	1
II. <u>REVISIÓN DE LITERATURA</u>	3
A. EL QUESO	3
1. <u>Historia</u>	3
2. <u>Definición</u>	3
3. <u>Ventajas e inconvenientes</u>	4
a. Ventajas	4
b. Desventajas	5
4. <u>Clasificación</u>	5
5. <u>Factores que participan en el resultado y la caracterización del queso</u>	6
6. <u>Hechos que explican la variedad del queso</u>	6
7. <u>Valor nutritivo</u>	7
8. <u>Características microbiológicas</u>	9
9. <u>Características sensoriales</u>	10
B. CUAJOS	10
1. <u>Historia e importancia</u>	10
2. <u>Definición de cuajo y coagulante lácteo</u>	11
3. <u>Funciones del cuajo</u>	12
4. <u>Tipos de cuajos</u>	13
a. Cuajo bovino	16
b. Cuajo de cordero	17
c. Cuajo vegetal	17
d. Cuajos microbianos	18
5. <u>Obtención del cuajo animal</u>	18
6. <u>Titulo o fuerza del cuajo</u>	19
7. <u>Cantidad necesaria</u>	19
C. ELABORACIÓN DEL QUESO FRESCO	20

1.	<u>Materias primas</u>	20
2.	<u>Procesos en la transformación de la leche en queso</u>	21
a.	Coagulación de la leche	21
b.	Sinéresis	22
3.	<u>Tipos de fabricación</u>	22
4.	<u>Proceso de elaboración del queso</u>	22
a.	Recepción de la leche cruda	23
b.	Preparación de la leche	23
c.	Acidificación o adición del cultivo iniciador	24
d.	Adición de materias complementarias y cultivos especiales	25
e.	Coagulación	25
f.	Cortado del coágulo	26
g.	Desuerado	27
h.	Moldeado	28
i.	Prensado	28
j.	Salado	28
k.	Maduración	29
D.	ANÁLISIS SENSORIAL DE LOS QUESOS	30
1.	<u>Importancia y definición</u>	30
2.	<u>Utilidad del análisis sensorial</u>	31
3.	<u>Factores que influyen en la evaluación sensorial</u>	31
4.	<u>Funciones de la evaluación sensorial en una empresa</u>	32
5.	<u>Atributos sensoriales de los quesos</u>	33
a.	Apariencia	34
b.	Color	35
c.	Textura	35
d.	Olor/ Aroma	36
e.	Sabor o gusto	37
f.	Sensaciones trigeminales	38
g.	Gusto residual, retrogusto o regusto	38
h.	Persistencia	38
E.	MICROBIOLOGÍA DE LOS PRODUCTOS LÁCTEOS	38
III.	<u>MATERIALES Y MÉTODOS</u>	40
A.	LOCALIZACIÓN Y DURACIÓN DEL EXPERIMENTO	40

B.	UNIDADES EXPERIMENTALES	40
C.	MATERIALES, EQUIPOS E INSTALACIONES	41
1.	<u>Instalaciones</u>	41
2.	<u>Equipos</u>	41
3.	<u>Materiales</u>	41
4.	<u>Materias primas</u>	42
D.	TRATAMIENTO Y DISEÑO EXPERIMENTAL	42
E.	MEDICIONES EXPERIMENTALES	43
1.	<u>Comportamiento productivo de los cuajos</u>	43
2.	<u>Valoración bromatológica de los quesos</u>	43
3.	<u>Valoración microbiológica</u>	44
4.	<u>Valoración organoléptica</u>	44
5.	<u>Análisis económico</u>	44
F.	ANÁLISIS ESTADÍSTICO Y PRUEBAS DE SIGNIFICANCIA	44
G.	PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL	45
1.	<u>Obtención de los cuajos naturales</u>	45
2.	<u>Elaboración de queso fresco</u>	46
3.	<u>Programa sanitario</u>	48
H.	METODOLOGIA DE EVALUACION	48
1.	<u>Comportamiento productivo de los cuajos</u>	49
a.	Tiempo de cuajado, minutos	49
b.	Conversión (leche/queso)	49
c.	Rendimiento (queso/leche), %	49
2.	<u>Valoración bromatológica</u>	49
3.	<u>Valoración microbiológica</u>	50
4.	<u>Valoración organoléptica</u>	50
5.	<u>Análisis económico</u>	51
IV.	<u>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</u>	52
A.	<u>COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE LOS CUAJOS</u>	52
1.	<u>Tiempo de cuajado</u>	52
2.	<u>Conversión (leche/queso)</u>	52
3.	<u>Rendimiento</u>	56
B.	VALORACIÓN BROMATOLÓGICA	56
1.	<u>Contenido de humedad</u>	56

2.	<u>Contenido de materia seca</u>	59
3.	<u>Contenido de proteína</u>	60
4.	<u>Contenido de grasa</u>	62
5.	<u>Contenido de cenizas</u>	64
6.	<u>Contenido de materia orgánica</u>	64
7.	<u>Contenido de lactosa</u>	67
8.	<u>Contenido de calcio</u>	67
C.	VALORACIÓN MICROBIOLÓGICA	69
1.	<u>Coliformes totales</u>	69
2.	<u>Coliformes fecales</u>	73
B.	VALORACIÓN ORGANOLÉPTICA	73
1.	<u>Textura</u>	73
2.	<u>Color</u>	76
3.	<u>Sabor</u>	76
4.	<u>Apariencia</u>	76
5.	<u>Valoración total</u>	77
E.	ANÁLISIS ECONÓMICO	77
1.	<u>Costo de producción</u>	77
2.	<u>Beneficio/costo</u>	81
V.	<u>CONCLUSIONES</u>	82
VI.	<u>RECOMENDACIONES</u>	83
VII.	<u>LITERATURA CITADA</u>	84
	ANEXOS	89

RESUMEN

En la Planta de Lácteos, de la Facultad de Ciencias Pecuarias, ESPOCH. Se evaluó diferentes cuajos naturales y procesados de especies zootécnica (bovinos, ovinos y cuy), para ser comparado con el tratamiento testigo (cuajo químico), en la elaboración de queso fresco, utilizándose 56 unidades experimentales de 20 litros de leche cada una, los resultados experimentales fueron sometidos a un análisis de varianza y separación de medias mediante la prueba de Tukey. Determinándose mejores respuestas productivas con el cuajo macerado de bovino con una conversión de 5.44 litros/kg de queso. En lo bromatológico, con el cuajo químico y macerado de cuy se obtuvo mayor proteína (18.98 y 18.31%, respectivamente), pero con el macerado de bovino existe mayor materia orgánica (96.89%) y calcio (501.25 mg). Los quesos presentaron coliformes totales entre 81.75 y 100.5 UFC/g, que están por debajo de las recomendadas por el INEN, además, existió ausencia de coliformes fecales, siendo aptos para el consumo humano. Al emplearse el cuajo macerado de ovino, le transfiere mejores características de textura, color y apariencia, recibiendo una valoración total de excelente (18.50/20 puntos). El análisis económico determinó los menores costos de producción (3.22 USD/kg) y la mayor rentabilidad económica (B/C de 1.24), al utilizarse el cuajo macerado de bovino, a diferencia del cuajo macerado de cuy que presentó los costos más altos (3.65 USD/kg) y la menor rentabilidad del estudio (B/C de 1.09), por lo que se recomienda emplear el cuajo macerado de bovino para elevar los índices productivos y económicos.

ABSTRACT

At the Dairy Products of the Cattle and Livestock Science Faculty, ESPOCH, different natural and processed zootechnical species (bovine, ovine and caprine) were evaluated to be compared to the control treatment (chemical curd) in the elaboration of fresh cheese, using 56 experimental units of 20 liters each; the experimental results were subjected to variance analysis and mean separation through the Tukey test. The best responses were determined with the macerated bovine curd with a conversion of 5.44 l/kg cheese. As to the bromatological field, with the chemical and macerated caprine curd a higher protein was obtained (18.98 and 18.31% respectively), but with the macerated bovine curd a higher organic matter (96.89%) and calcium (501.25 mg). Cheeses presented total coliforms between 81.75 and 100.5 UFC/g which are below the recommended by the INEN; moreover, there was an absence of fecal coliforms, being suitable for human consumption. Upon using macerated bovine curd better features of texture, color and appearance are transferred, receiving a total valuation of excellent (18.50/20 points). The economic analysis determined lower production costs (3.22 USD/kg) and a higher economic profitability (B/C of 1.24) upon using the macerated bovine curd, different from that of caprine which presented higher costs (3.65 USD/kg) and the lowest study profitability (B/C of 1.09); this is why it is recommended to use the macerated bovine curd to increase the productive and economic indexes.

LISTA DE CUADROS

Nº	Pág.
1. APORTE NUTRITIVO DE LOS QUESOS FRESCOS Y MADURADOS (EN 100 g DE PRODUCTO).	7
2. COMPOSICIÓN NUTRITIVA DE DIFERENTES TIPOS DE QUESOS FRENTE AL APORTE DE LA LECHE ENTERA (En 100 g).	8
3. REQUISITOS MICROBIOLÓGICO DEL QUESO.	9
4. CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS DEL QUESO FRESCO.	9
5. CARACTERÍSTICAS DE LOS CUAJOS Y COAGULANTES LÁCTEOS.	14
6. PRINCIPALES ENZIMAS COAGULANTES DE USO EN QUESERÍA.	16
7. FUNCIONES DEL SISTEMA DE CALIDAD SENSORIAL PARA UNA EMPRESA ALIMENTARIA.	33
8. CONDICIONES METEOROLÓGICAS DE LA CIUDAD DE RIOBAMBA, ECUADOR.	40
9. ESQUEMA DEL EXPERIMENTO.	43
10. ESQUEMA DEL ANALISIS DE VARIANZA.	44
11. FORMULACION PARA LA ELABORACIÓN DE QUESO FRESCO.	46
12. COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE DISTINTOS CUAJOS NATURALES Y PROCESADOS (BOVINO, OVINO Y CUY), EN LA ELABORACIÓN DE QUESO FRESCO.	53
13. CARACTERÍSTICAS BROMATOLÓGICAS DE LOS QUESOS FRESCOS ELABORADOS CON DISTINTOS CUAJOS NATURALES Y PROCESADOS (BOVINO, OVINO Y CUY).	58
14. CALIDAD MICROBIOLÓGICA DE LOS QUESOS FRESCOS ELABORADOS CON DISTINTOS CUAJOS NATURALES Y PROCESADOS (BOVINO, OVINO Y CUY).	71
15. VALORACION ORGANOLÉPTICA DE LOS QUESOS FRESCOS ELABORADOS CON DISTINTOS CUAJOS NATURALES Y PROCESADOS (BOVINO, OVINO Y CUY).	74
16. EVALUACIÓN ECONÓMICA (DÓLARES) DE LA PRODUCCIÓN DE QUESO FRESCO ELABORADO CON CUAJOS NATURALES Y PROCESADOS DE BOVINO, OVINO Y CUY.	78

LISTA DE GRÁFICOS

Nº		Pág.
1.	Diagrama de la obtención de cuajo natural animal.	45
2.	Esquema de elaboración del queso fresco.	47
3.	Tiempo de cuajado de la leche (minutos), en la elaboración de queso fresco por efecto del empleo de distintos cuajos naturales y procesados de bovino, ovino y cuy.	54
4.	Conversión leche/queso, en la elaboración de queso fresco por efecto del empleo de distintos cuajos naturales y procesados de bovino, ovino y cuy.	55
5.	Rendimiento (queso/leche, %), en la elaboración de queso fresco utilizando distintos cuajos naturales y procesados de bovino, ovino y cuy.	57
6.	Contenido de proteína (%), en el queso fresco elaborado con distintos cuajos naturales y procesados de bovino, ovino y cuy.	61
7.	Contenido de grasa (%), en el queso fresco elaborado con distintos cuajos naturales y procesados de bovino, ovino y cuy.	63
8.	Contenido de cenizas (%), en el queso fresco elaborado con distintos cuajos naturales y procesados de bovino, ovino y cuy.	65
9.	Contenido de materia orgánica (%), en el queso fresco elaborado con distintos cuajos naturales y procesados de bovino, ovino y cuy.	66
10.	Contenido de lactosa (%), en el queso fresco elaborado con distintos cuajos naturales y procesados de bovino, ovino y cuy.	68
11.	Contenido de calcio (mg), en el queso fresco elaborado con distintos cuajos naturales y procesados de bovino, ovino y cuy.	70
12.	Presencia de coliformes totales (UFC/g), en el queso fresco elaborado con distintos cuajos naturales y procesados de bovino, ovino y cuy.	72
13.	Valoración organoléptica de la textura (sobre 5 puntos), del queso fresco elaborado con distintos cuajos naturales y procesados de bovino, ovino y cuy.	75
14.	Valoración organoléptica total (sobre 20 puntos), del queso fresco	

	elaborado con distintos cuajos naturales y procesados de bovino, ovino y cuy.	79
15.	Costo de producción (dólares/kg), de la elaboración de queso fresco utilizando distintos cuajos naturales y procesados de bovino, ovino y cuy.	80

LISTA DE ANEXOS

Nº

1. Resultados experimentales del comportamiento productivo de distintos cuajos naturales y procesados (bovino, ovino y cuy), en la elaboración de queso fresco.
2. Análisis estadísticos del tiempo de cuajado (minutos), al elaborar queso fresco utilizando distintos cuajos naturales y procesados (bovino, ovino y cuy).
3. Análisis estadísticos de conversión leche/queso, al elaborar queso fresco utilizando distintos cuajos naturales y procesados (bovino, ovino y cuy).
4. Análisis estadísticos del rendimiento leche/queso (%), al elaborar queso fresco utilizando distintos cuajos naturales y procesados (bovino, ovino y cuy).
5. Resultados experimentales de la valoración bromatológica del queso fresco elaborado con distintos cuajos naturales y procesados (bovino, ovino y cuy).
6. Análisis estadísticos del contenido de humedad (%), en el queso fresco elaborado con distintos cuajos naturales y procesados (bovino, ovino y cuy).
7. Análisis estadísticos del contenido de materia seca (%), en el queso fresco elaborado con distintos cuajos naturales y procesados (bovino, ovino y cuy).
8. Análisis estadísticos del contenido de proteína (%), en el queso fresco elaborado con distintos cuajos naturales y procesados (bovino, ovino y cuy).
9. Análisis estadísticos del contenido de grasa (%), en el queso fresco elaborado con distintos cuajos naturales y procesados (bovino, ovino y cuy).
10. Análisis estadísticos del contenido de cenizas (%), en el queso fresco elaborado con distintos cuajos naturales y procesados (bovino, ovino y cuy).
11. Análisis estadísticos del contenido de materia orgánica (%), en el queso fresco elaborado con distintos cuajos naturales y procesados (bovino, ovino y cuy).
12. Análisis estadísticos del contenido de lactosa (%), en el queso fresco elaborado con distintos cuajos naturales y procesados (bovino, ovino y cuy).
13. Análisis estadísticos del contenido de calcio (%), en el queso fresco elaborado con distintos cuajos naturales y procesados (bovino, ovino y cuy).
14. Resultados experimentales de la valoración microbiológica del queso fresco elaborado con distintos cuajos naturales y procesados (bovino, ovino y cuy).

15. Análisis estadísticos de la presencia de Coliformes totales (UFC/g), en el queso fresco elaborado con distintos cuajos naturales y procesados (bovino, ovino y cuy).
16. Resultados experimentales de la valoración organoléptica del queso fresco elaborado con distintos cuajos naturales y procesados (bovino, ovino y cuy).
17. Análisis estadísticos de la valoración organoléptica de la textura (sobre 5 puntos), del queso fresco elaborado con distintos cuajos naturales y procesados (bovino, ovino y cuy).
18. Análisis estadísticos de la valoración organoléptica del color (sobre 5 puntos), del queso fresco elaborado con distintos cuajos naturales y procesados (bovino, ovino y cuy).
19. Análisis estadísticos de la valoración organoléptica del sabor (sobre 5 puntos), del queso fresco elaborado con distintos cuajos naturales y procesados (bovino, ovino y cuy).
20. Análisis estadísticos de la valoración organoléptica de la apariencia (sobre 5 puntos), del queso fresco elaborado con distintos cuajos naturales y procesados (bovino, ovino y cuy).
21. Análisis estadísticos de la valoración organoléptica total (sobre 20 puntos), del queso fresco elaborado con distintos cuajos naturales y procesados (bovino, ovino y cuy).
22. Resumen del comportamiento productivo de distintos cuajos naturales procesados (bovino, ovino y cuy), en la elaboración de queso fresco y datos referenciales de otras investigaciones.
23. Resumen de las características bromatológicas de los quesos frescos elaborados con distintos cuajos naturales procesados (bovino, ovino y cuy) y datos referenciales de otras investigaciones.

I. INTRODUCCIÓN

El continuo aumento de la preferencia de los consumidores por alimentos saludables, que proporcionen sensaciones organolépticas novedosas y sofisticadas induce a pensar que el futuro de la variedad de alimentos lácteos es realmente muy próspero. En este sentido, la obtención de aromas, sabores y texturas novedosas en los quesos frescos, así como la recuperación de propiedades organolépticas tradicionales, requieren el desarrollo y empleo de cuajos naturales.

La utilización de cuajo enzimático de origen animal es una de las actividades biotecnológicas más antiguas de la humanidad; de fácil obtención, bajo costo, y se lo realiza por medio de procesos tradicionales que permiten obtener un producto apto a ser utilizado en la industria quesera.

Por medio del uso de cuajos naturales y procesados de varias especies zootécnicas (bovinos, ovinos y cuy), para la realización de queso fresco; se logra rescatar los saberes de nuestros pueblos adaptándolo a la tecnología actual; por medio de un manejo sanitario estricto, análisis bromatológicos y microbiológicos.

El cuajo que se encuentra en el estómago de estos animales contiene enzimas tales como quimosina, pepsina y lipasa; que tiene la propiedad de precipitar la caseína del resto de componentes y del plasma lácteo.

Estas enzimas hidrolíticas contribuyen de forma significativa a las características sensoriales y diferencian los productos obtenidos, de aquellos elaborados mediante el empleo de los cuajos comerciales habituales y de las enzimas coagulantes de origen vegetal o microbiano.

También nos encontramos frente a una visión globalizada y competitiva, la cual obliga al sector de la producción a ser más eficiente, ya que los consumidores demandan mayor calidad en los productos.

Si bien los cuajos comerciales de vacunos (de uso habitual en la industria quesera) y los cuajos de ovinos contienen concentraciones de quimosina similares, la actividad proteolítica es mayor en los cuajos de ovinos, que además poseen actividad lipasa y esterasa, lo que permite acelerar considerablemente la maduración. La maduración acelerada de los quesos, es de suma importancia en aquellas industrias queseras que tienen grandes producciones, donde el tiempo de comercialización y utilización de espacios es de vital importancia económica (Ferrandini, E. 2006).

Además, es necesario indicar que el efecto del cuajo obtenido de los estómagos de los cuyes no está documentado científicamente, sin embargo mediante costumbres ancestrales se conoce que en los sectores rurales lo utilizan en la elaboración de quesos frescos, por tanto, el rescate de nuestros saberes ancestrales en la actualidad, es un tema primordial para la sociedad, tomando en cuenta que vivimos en un caos ambiental por la utilización de productos químicos que afectan la salud y bienestar del consumidor final.

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

- Evaluar distintos cuajos naturales procesados (bovino, ovino y cuy) y un químico para la obtención de queso fresco.
- Producir cuajo natural de las especies bovino, ovino y cuy, deshidratado y macerado para la elaboración de queso fresco.
- Analizar el efecto de los diferentes cuajos naturales y el químico en la elaboración de queso fresco a través de las características nutritivas, organolépticas y microbiológicas del queso.
- Determinar su rentabilidad mediante el indicador beneficio/costo.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

A. EL QUESO

1. Historia

Árabes, persas, asirios, egipcios y babilonios ya disfrutaban del queso; y, de acuerdo con algunos hallazgos arqueológicos, se sabe que el uso cotidiano de este alimento se remonta a unos 7 mil años atrás (<http://www.venelogia.com>. 2011).

Los egipcios descubrieron el poder coagulante de los cuajares por casualidad ya que los pastores guardaban los alimentos que llevaban al campo en pellejos, cuajares y vejigas. Tras comprobar que la leche se había cortado, tomaban el suero como bebida refrescante y la cuajada como alimentos altamente proteicos y energéticos. El queso se transformó en uno de los alimentos de esa época. No comenzó a comercializarse el queso hasta la época de los griegos (<http://www.cuajoscaporal.com>. 2011).

Licata, M. (2011), señala que el origen del queso no es muy preciso pero puede estimarse entre el año 8.000 a.C y el 3.000 a.C. Datos arqueológicos demuestran que su elaboración en el antiguo Egipto data del año 2.300 a.C. Europa introdujo las habilidades para su elaboración y producción, convirtiéndolo en un producto de consumo popular. Gracias al imperio europeo, poco a poco el queso se ha dado a conocer en todo el mundo. Fue en Suiza (1815) donde se abrió la primera fábrica para la producción industrial del queso.

2. Definición

González, M. (2002), reporta que queso es el producto, fermentado o no, constituido esencialmente por la caseína de la leche, en forma de gel más o menos deshidratado que retiene casi toda la materia grasa, si se trata de queso graso, un poco de lactosa en forma de ácido láctico y una fracción variable de sustancias minerales.

Medina, M. y Aragundi, E. (2007), indican que según el CAE (Código Alimentario Español), el queso es un producto fresco o maduro obtenido por la separación del suero después de la coagulación de la leche natural, de la leche desnatada total o parcialmente, de la nata, del suero de mantequilla o de la mezcla de alguno o de todos estos productos.

La Norma Técnica Nicaragüense 03 022-99. (<http://www.oirsa.org>. 2011), define al queso como el producto fresco o madurado, sólido o semisólido, obtenido por la coagulación de leche, leche descremada, leche parcialmente descremada, leche en polvo, crema, crema de suero, o suero de mantequilla o una combinación cualquiera de éstas, por la acción de cuajo u otros coagulantes apropiados, con o sin aplicación de calor, y con o sin la adición de otros ingredientes y aditivos alimentarios.

3. Ventajas e inconvenientes

a. Ventajas

González, M. (2002), indica que el queso es la modalidad más antigua de transformación industrial de la leche, proporciona proteínas ricas en aminoácidos esenciales no sintetizables por el organismo.

De acuerdo a <http://www.venelogia.com>. (2011), el queso conserva gran parte del calcio y de las vitaminas de la leche; sin embargo, una de las mayores ventajas del queso es su proteína, que se cuenta entre las de mayor calidad biológica. La diferencia es que el queso la tiene en mayor concentración que la leche y es, por lo tanto, más alimenticio que ésta última. Además el queso aporta nutrientes valiosos con mucha menor proporción de grasa y colesterol que otros alimentos. Independientemente, del tipo de queso, su contenido de grasa depende de si se fabricó con leche entera o semidescremada. Pero en el caso del queso, aun el hecho con leche entera, es bajo es calorías y por lo tanto compatible con las dietas.

La Fundación Eroski. (2011), reporta que los nutrientes del queso fresco, se

asimilan y aprovechan mejor que los de la leche, gracias a la fermentación producida por las bacterias acidolácticas o el cuajo. Resulta muy recomendable para quienes sufren de estómago delicado y no toleran bien la leche entera como alimento alternativo rico en calcio y otros nutrientes.

b. Desventajas

En <http://www.venelogia.com>. (2011), se manifiesta que los quesos en general no son recomendables para quienes sean alérgicos a la leche o que presenten intolerancia a lactosa. Asimismo, los quesos contienen una sustancia llamada tiramina, que se cuenta entre las culpables más frecuentes de desencadenar migrañas en personas susceptibles. El mayor contenido de tiramina lo presentan los quesos maduros y es de lo que más hay que cuidarse. No obstante, se debe tener presente que aun los quesos con bajo contenido de tiramina, como el queso fresco, el queso crema y el queso cottage, pueden producir migrañas.

De igual manera, la Fundación Eroski. (2011), señala que los quesos no deben consumirlo aquellas personas que tienen alergia a la proteína de la leche de vaca. Por otro lado, su consumo debe ser moderado, ya que a pesar de que los quesos son de menor contenido graso, el tipo de grasa es principalmente saturada

4. Clasificación

<http://www.venelogia.com>. (2011), sostiene que actualmente las variedades de queso se cuentan por miles, y en Europa, donde ha tenido mayor auge la elaboración de queso, muchos de ellos se tienen por símbolos nacionales. Las peculiaridades de cada tipo de queso ha hecho que en diversos lugares se establezcan reglas fijas sobre el momento más adecuado para incluirlo en los banquetes: en España, se acostumbra a comerlo con el aperitivo; en Europa Oriental, como ingrediente del plato fuerte; y en Francia, junto con los postres.

González, M. (2002), indica que en la actualidad se producen, en todo el mundo, unas 2000 variedades diferentes de quesos que representan aproximadamente 20 tipos generales que con frecuencia se clasifican de la siguiente manera:

- De acuerdo al contenido de humedad se clasifican en quesos duros, semiduros y blandos.
- De acuerdo al método de coagulación de la caseína, se clasifican en quesos al cuajo (enzimáticos), queso de coagulación láctica (ácido láctico), queso de coagulación de ambos métodos.
- De acuerdo al microorganismo utilizado en la maduración y la textura del queso, se clasifican en quesos de ojos redondeados, granulares y quesos de textura cerrada.

5. Factores que participan en el resultado y la caracterización del queso

De acuerdo a González, M. (2002), los factores que participan en el resultado y la caracterización del queso son:

- La composición de la leche.
- Factores microbianos (composición de la flora microbiana presente en la leche cruda o la añadida).
- Factores bioquímicos (concentración y propiedades de las enzimas presentes).
- Factores físico-químicos (temperatura, pH, presión atmosférica).
- Factores químicos (proporción de calcio en la cuajada, agua, minerales, etc.).
- Factores mecánicos (corte, removido y presión mecánica).

6. Hechos que explican la variedad del queso

Los hechos que explican la variedad del queso según González, M. (2002), son los siguientes:

- La naturaleza de la leche: por la diferencia de la leche de distintas razas o especies y la diferencia en la composición de la leche que dan efecto a las propiedades del queso.
- Las formas de preparación diversas, determinadas por las condiciones geográficas, climáticas, económicas e históricas y al avance técnico y medios de comunicación social.

7. Valor nutritivo

Licata, M. (2011), señala que el queso comparte casi las mismas propiedades nutricionales con la leche, excepto que contiene más grasas y proteínas concentradas. Además de ser fuente proteica de alto valor biológico, se destaca por ser una fuente importante de calcio y fósforo, necesarios para la remineralización ósea. Con respecto al tipo de grasas que aportan, es importante señalar que se trata de grasas de origen animal, y por consiguiente son saturadas, las cuales influyen negativamente ante enfermedades cardiovasculares y la obesidad o sobrepeso. En cuanto a las vitaminas, el queso es un alimento rico en vitaminas A, D y del grupo B.

Medina, M. y Aragundi, E. (2007), indican que no todos los quesos tienen el mismo valor nutritivo. Éste varía dependiendo del tipo de leche con que se hayan elaborado, del grado de curación del queso, etc. En el cuadro 1, se detallan las diferencias entre los nutrientes del queso fresco respecto del madurado:

Cuadro 1. APORTE NUTRITIVO DE LOS QUESOS FRESCOS Y MADURADOS (EN 100 g DE PRODUCTO).

Queso	Calorías	Proteínas (g)	Grasas (g)	Hidratos de carbono (g)	Colesterol (mg)	Calcio (mg)
Fresco	202	12	15.5	3.5	97	186
Maduro	376	29	28.7	0.75	95	835

Fuente: Medina, M. y Aragundi, E. (2007).

<http://colombiacorazon.com>. (2011), resume las características nutricionales del queso en las siguientes:

- Presenta un alto valor nutritivo, principalmente por su elevado contenido en proteínas, calcio y vitaminas A y D.
- El contenido de hidratos de carbono es muy escaso, y disminuye a medida que aumenta la maduración del queso.
- El contenido de grasas, varía según el tipo y grado de curación del queso.

De acuerdo a <http://nutricion.nichese.com>. (2011), la variabilidad del valor nutricional o alimentario del queso, es muy elevada, ya que depende de la clase de queso de que se trate, como se reporta en el cuadro 2.

Cuadro 2. COMPOSICIÓN NUTRITIVA DE DIFERENTES TIPOS DE QUESOS FRENTE AL APOORTE DE LA LECHE ENTERA (EN 100 g).

Nutrientes	Queso			Leche entera
	Fresco	Curado	Semi. curado	
Energía (Kcal)	100	405	327	62
Agua (g)	80,90	36	42,60	87,80
Proteínas (g)	8,10	26	24,70	3,20
Glúcidos (g)	3,80	0	0	4,50
Fibras (g)	0	0	0	0
Lípidos (g)	5,90	33,50	25,40	3,50
Ácidos saturados (g)	3,73	21,32	16,02	2,15
Ácidos monoinsat. (g)	1,69	9,49	7,41	1,09
Ácidos poliinsat. (g)	0,18	0,95	0,62	0,11
Colesterol (mg)	20	110	80	14
Sodio (mg)	35	700	450	45
Potasio (mg)	115	100	120	148
Fósforo (mg)	60	470	450	86
Calcio (mg)	115	740	900	119
Hierro (g)	0,40	0,40	0,30	0,10
Retinol (µg)	58	310	215	39
Carotenoides (µg)	70	205	135	18
Tiamina (mg)	0,03	0,04	0,04	0,05
Riboflavina (mg)	0,25	0,50	0,40	0,17
B6 (mg)	0,08	0,08	0,08	0,02
B12 (mg)	0,80	1,50	1,47	0,18
Vitamina C (mg)	1,10	0	0	0,60
Vitamina D (µg)	0,10	0,26	0,18	0,03
Vitamina E (mg)	0,15	0,80	0,80	0,07

Fuente: <http://nutricion.nichese.com>. (2011).

8. Características microbiológicas

El INEN (2002), indica que el queso ensayado de acuerdo con las normas ecuatorianas correspondientes deberá cumplir con los requisitos de microbiológicos establecidos en el cuadro 3.

Cuadro 3. REQUISITOS MICROBIOLOGICO DEL QUESO.

Microorganismos	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 de M.

M = Recuento máximo permitido.

m = Recuento máximo recomendado.

Fuente: INEN Norma 1528 (2002).

De acuerdo a la Norma Técnica Nicaragüense 03 022-99. (<http://www.oirsa.org>. 2011), el queso no podrá contener microorganismos en número mayor a lo especificado en el cuadro 4.

Cuadro 4. CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS DEL QUESO FRESCO.

Microorganismos	n	c	m	M
<i>Staphylococcus aureus</i> , UFC/cm ³	5	1	10 ²	10 ³
Coliformes totales, UFC/cm ³	5	2	200	500
Coliformes fecales, UFC/cm ³	5	1	10	10
<i>Escherichia coli</i> , UFC/cm ³	5	0	0	0
Salmonella en 25 gramos	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: Norma Técnica Nicaragüense 03 022-99. (<http://www.oirsa.org>. 2011).

9. Características sensoriales

La Norma Técnica Nicaragüense 03 022-99. (<http://www.oirsa.org>. 2011), indica que 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.

B. CUAJOS

1. Historia e importancia

González, M. (2002), indica que durante siglos se ha utilizado en quesería cuajo animal, es decir, el enzima renina extraída del cuarto estómago de los rumiantes lactantes. Las dificultades de aprovisionamiento a nivel mundial de cuajo, junto con el aumento de precio de las preparaciones comerciales del enzima, han favorecido el desarrollo de otros enzimas coagulantes, tanto de origen animal (pepsinas bovinas y porcinas), como de origen microbiano (proteasas fúngicas, etc.) o vegetal (flores de *Cynara cardunculus*, etc.)

<http://milksci.unizar.es>. (2010), reporta que el cuajo del estómago de los rumiantes es un producto clásico en la elaboración de quesos, y su empleo está ya citado en la Iliada y en la Odisea. Sin embargo, el cuajo se obtuvo como

preparación enzimática relativamente pura solo en 1879. Está formado por la mezcla de dos enzimas digestivos (quimosina y pepsina) y se obtiene del cuajar de las terneras jóvenes. Estos enzimas rompen la caseína de la leche y producen su coagulación.

Pérez, G. (2011), señala que el máximo responsable de la fabricación del queso, es sin duda alguna el cuajo (pudiendo diferenciar entre cuajo animal y cuajo vegetal), sustancia que provoca que la leche “cuaje” y se produzca la separación de las proteínas de la leche (fundamentalmente caseína) y resto de componentes sólidos, del suero de la misma (lactosuero, agua y azúcares).

2. Definición de cuajo y coagulante lácteo

Ferrandini, E. (2006), define al cuajo, como el producto obtenido exclusivamente de los cuajares de rumiantes y cuyo componente activo está constituido por quimosina y pepsina.

Mientras que coagulante lácteo se define, como aquellas preparaciones de proteinasas de origen animal, vegetal o microbiano capaces de provocar la desestabilización de la micela de caseína con formación de un gel lácteo, en las condiciones habituales empleadas durante la elaboración del queso. Con frecuencia, los coagulantes lácteos reemplazan el uso del cuajo debido principalmente a causas estacionales y a la escasez de abomasos de animales lechales. Los coagulantes lácteos obtenidos de animales no rumiantes, de origen vegetal y microbiano, cuando se utilizan en la elaboración de quesos, producen en los mismos características texturales, aromas y sabores totalmente diferentes en relación con aquellos quesos elaborados en las mismas condiciones con cuajo de ternero. Por ejemplo:

- La pepsina de cerdo se utiliza en algunos países mediterráneos y proporciona cuajadas amargas, aunque con consistencias muy diferentes a las obtenidas con cuajo de ternero.
- La pepsina de pollo es la menos utilizada, siendo empleada con mucha frecuencia en Israel y la República Checa.

3. Funciones del cuajo

Quijano, J. (2010), indica que el cuajo es una enzima proteolítica secretada por la mucosa gástrica del cuarto estómago (cuajar) de los rumiantes, 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: una mayoritaria, constituida por la quimosina y otra minoritaria, la pepsina. Es el enzima coagulante mejor conocido y su mecanismo de actuación ha sido bien estudiado. Después del destete disminuye la producción de quimosina y la producción de pepsina se incrementa en este momento muy rápidamente y pasa a ser el componente mayoritario. La actividad proteolítica del enzima, que es secretado en forma de un precursor inactivo, se ve considerablemente aumentada como consecuencia de una hidrólisis parcial que tiene lugar en el medio ácido del estómago.

<http://es.wikipedia.org>. (2010), reporta que en el cuajo su componente activo y puro, es la quimosina, sólo se conoce desde hace unas cuantas décadas. La acción de la quimosina es bien conocida por la industria láctea. Actúa directamente en un punto delimitado de la caseína con 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 por medio de bacterias acidolácticas, y al contraerse va expulsando suero. Al cortar el gel en cubitos, se logra separar entre un 50 y un 90% del contenido inicial del suero de la leche.

Además, señala que la efectividad del cuajo está en función de la temperatura, la concentración del sustrato (la leche), concentración de calcio, y la acidez. Las temperaturas usuales de coagulación pueden variar entre los 28 °C y los 41°C, aunque lo más usual es una de 35 °C, según el tipo de queso se pueden mezclar de leche con una acidez que puede variar entre los 0,18% de acidez titulable hasta los 0,46%.

4. Tipos de cuajos

<http://www.hundsbichler.com>. (2011), señala que cuajo es la denominación habitual para los productos que coagulan la leche. Se diferencian mediante el adjetivo natural, microbiano, genético o vegetal, teniendo así los siguientes tipos de cuajos:

- Cuajo de cabra. Es el cuajo natural extraído exclusivamente del estómago de cabritos.
- Cuajo de oveja. Es el cuajo natural extraído exclusivamente del estómago de corderos.
- Cuajo de ternero. Es el cuajo natural extraído exclusivamente del estómago de terneros. La demanda de carne de ternera determina la disponibilidad de estómagos. Ningún ternero es sacrificado únicamente para obtener su estómago.
- Cuajo en pastillas. Estas pastillas se fabrican a partir de cuajo en polvo y normalmente están dosificadas para 20 litros de leche. Es el producto ideal para fabricar cantidades pequeñas de queso.
- Cuajo en polvo. Es la forma más pura del cuajo, producida a partir de un cuajo líquido mediante un proceso especial y secado posteriormente. Con 1,5 a 2,5 gramos se pueden coagular 100 litros de leche.
- Cuajo genético. Con el desarrollo de la ingeniería genética surgió la posibilidad de usar genes de terneros para modificar algunas bacterias, hongos, o levaduras para la producción de quimosina. La quimosina producida mediante enzimas genéticamente modificadas fue la primera enzima artificial registrada y permitida por la FDA (agencia de alimentos y medicamentos) de EEUU. Hoy en día el cuajo genético más utilizado es el producido por el hongo *Aspergillus niger*. Los problemas de destrucción de aflatoxinas o de genes resistentes a los antibióticos parecen estar resueltos. La producción de queso mediante

cuajo genético es similar a la producción con cuajo natural. El cuajo genético sólo contiene uno de los tipos de quimosina conocidos - el tipo a o el tipo b. Algunos de los tipos de quimosina que se encuentran en el cuajo genético no existen en el cuajo natural. Esta es la razón por la que por medio de análisis especiales puede determinarse qué tipo de coagulante ha sido utilizado en la producción. A menudo una mezcla de quimosina genética y pepsinas naturales es utilizada para imitar la complejidad del cuajo natural y obtener resultados similares en coagulación y desarrollo de sabores y aromas. Los llamados cuajos genéticos son propicios para una dieta vegetariana en caso de que no se utilicen productos animales durante la producción en el fermentador.

- Cuajo líquido. Es el producto listo para la venta después de su extracción del estómago y tras su activación y purificación.
- Cuajo microbiano. Algunos mohos como el *Mucor miehei* son capaces de producir enzimas proteolíticas. Estos mohos se producen en un fermentador y están especialmente concentrados y purificados para evitar la contaminación con sustancias nocivas que se producen a lo largo del proceso de crecimiento del moho. El sabor y aroma de quesos producidos con cuajos microbianos suelen ser amargos especialmente si se requiere una maduración larga. Los llamados cuajos microbianos son propicios para una dieta vegetariana si no se han utilizado productos animales en el fermentador para la producción.
- Cuajo natural. Cualquier forma de cuajo proveniente del estómago de algunos animales.
- Cuajo orgánico. Es la denominación de cuajo para producción de queso orgánico certificado por la Unión Europea y otros organismos locales.

Ferrandini, E. (2006), en el cuadro 5, recoge los diferentes tipos de cuajo y coagulantes lácteos empleados en la elaboración de queso con sus principales características, ventajas y desventajas a tener en cuenta para su elección.

Cuadro 5. CARACTERÍSTICAS DE LOS CUAJOS Y COAGULANTES LÁCTEOS.

Tipo de coagulante	Ventajas	Desventajas
Extracto de cuajo de ternero	<ul style="list-style-type: none"> - Enzima natural . - Enzima ideal . - Patrón tradicional . - Rendimiento según dosis 	<ul style="list-style-type: none"> - Escasez de estómagos - Coste - No aprobado por la ley judía - No aceptado por vegetarianos
Cuajo de oveja y cabra lechal.	<ul style="list-style-type: none"> - Propia para su leche - Muy similar al extracto de cuajo de ternero 	<ul style="list-style-type: none"> - Escasez de estómagos - Coste - No aprobado por la ley judía - No aceptado por vegetarianos
Cuajo bovino	<ul style="list-style-type: none"> - Similar al cuajo de ternero pero diferente proporción enzimática (principalmente pepsina) - Se adapta a todo tipo de quesos 	<ul style="list-style-type: none"> - Sensible al pH y calcio
Cuajo porcino	<ul style="list-style-type: none"> - Coste . - Pepsina 	<ul style="list-style-type: none"> - Muy sensible a pH altos y temperatura - Alta actividad proteolítica - Sabores amargos y rendimiento
Pepsina de pollo	<ul style="list-style-type: none"> - Aceptado por la ley judía 	<ul style="list-style-type: none"> - Alta actividad proteolítica. - Sabores y rendimiento. - Inactivación en suero
Quimosina producida por microorganismos modificados genéticamente	<ul style="list-style-type: none"> - Disponibilidad - Aceptada por la ley judía - Aceptada por vegetarianos - Pureza - Coste 	

Fuente: Ferrandini, E. (2006),

Quijano, J. (2010), indica que debido al aumento en la demanda de cuajos se han desarrollado técnicas para la utilización de enzimas provenientes de

microorganismos y vegetales. El cuadro 6, señala los principales enzimas coagulantes de uso en quesería:

Cuadro 6. PRINCIPALES ENZIMAS COAGULANTES DE USO EN QUESERÍA.

Grupo	Fuente	Nombres	Componente enzimático activo
Animal	Estomago bovino	Cuajo bovino, cuajo de ternero, cuajo en pasta	Quimosina A y B Pepsina (A) y gastricina y lipasa
	Estómago ovino	Cuajo de cordero, oveja	Quimosina y pepsina
	Estómago caprino	Cuajo de cabrito, cabra	Quimosina y pepsina
	Estómago porcino	Coagulante porcino	Pepsina A y B, gastricina
Microbiano	<i>Rhizomucor miehei</i>	Hannilase	Proteasa aspártica de R. miehei
	<i>Rhizomucor pusillus</i>	Coagulante Pusillus	Proteasa aspártica de R. pusillus
	<i>Cryphonectria parasítica</i>	Coagulante de parasítica	Proteasa aspártica de C. parasítica
Vegetal	<i>Cynara cardunculus</i>	Cardoon	Cyprosina 1, 2 y 3 y/o Cardosina A y B

Fuente: Quijano, J. (2010),

a. Cuajo bovino

<http://www.gastronomiaycia.com>. (2009), señala que el cuajo animal se obtiene de la mucosa del cuarto estómago o cuajar de los mamíferos rumiantes lactantes, con menos de 30 días de vida, pues en este tiempo todavía no se ha sustituido una enzima necesaria para cumplir la función de cuajar.. La importancia de la acción del cuajo se encuentra en la enzima quimosina, su función es la de separar la caseína del suero. A diferencia de otras enzimas, la quimosina permite que las

partículas de caseína se unan para formar un gel sólido, lo que podemos denominar cuajada, ya que anula los segmentos de carga negativa (κ -caseína) que hace que las partículas de caseína se repelan. El suero también contiene proteínas, pero éstas tienen otras funciones y se mantienen suspendidas en el líquido.

Quijano, J. (2010), indica que la quimosina, 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 en la fabricación de queso el estómago de los terneros secado al sol y triturado.

b. Cuajo de cordero

Barron, L. et al. (2008), manifiestan que la actividad enzimática responsable de impartir el sabor “picante” característico tradicional al queso cuando se emplea los cuajos de cordero, es la lipasa pregástrica, producida por la glándula sublingual y arrastrada hasta el abomaso con la leche deglutida. El papel de la lipasa presente en los cuajos artesanales de cordero se confirmó utilizando lipasa pregástrica comercial en fabricaciones comerciales realizadas por queseros adscritos a la Denominación de Origen. Se comprobó que a igualdad de fuerza coagulante y de unidades de lipasa pregástrica, los quesos elaborados con cuajo artesanal de cordero y cuajo bovino comerciales eran indistinguibles desde el punto de vista sensorial y analítico.

Además, señala que al utilizar los cuajos artesanales, se obtienen quesos con sabores distintos y más intensos que, en algunos casos recuerdan a los sabores tradicionales y, en otros podrían dar lugar a nuevos productos.

c. Cuajo vegetal

Calvo, M. (2011), indica que muchos vegetales contienen proteinasas capaces de

coagular las caseínas. Algunas de estas proteinasas se utilizan en la elaboración de quesos tradicionales, especialmente en Portugal y en el Mediterráneo, incluyendo el sur de España. 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.

<http://www.industriaalimenticia.com>. (2010), reporta que un gran número de enzimas vegetales han sido utilizadas como coagulantes de la leche, se trata de un extracto de *Cynara cardunculus* (L.), que es especialmente popular, dado que es utilizado para la elaboración de quesos artesanales.

d. Cuajos microbianos

Calvo, M. (2011), manifiesta que los problemas de suministro de cuajo animal y la expansión de la industria del queso a partir de la década de 1940 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 proteinasa de *Rhizomucor miehei*, que es también una aspartil-proteinasa, como la quimosina.

<http://www.industriaalimenticia.com>. (2010), sostiene que todos los coagulantes microbianos conocidos utilizados en la elaboración de quesos son de origen fúngico. Siendo el predominante *Rhizomucor miehei*.

5. Obtención del cuajo animal

Ferrandini, E. (2006), manifiesta que para obtener los cuajos naturales, se parte de estómagos limpios que luego sufren un proceso de secado y salazonado para su conservación, hasta que finalmente se trituran, amasan y dejan reposar en refrigeración para asegurar la ausencia de cualquier flora patógena.

Quijano, J. (2010), indica que tradicionalmente, el proceso que se sigue para las extracciones de cuajares de terneros lactantes es el siguiente: después de ser recogidos los cuajares, limpiados previamente, son secados, salados o congelados para su conservación hasta el momento de la extracción del cuajo. De forma breve, el proceso de preparación del cuajo consiste en una maceración de los cuajares, previamente troceados, en una solución salina, durante algunos días, el pH se ajusta entre 5,0 y 5,5 con objeto de favorecer la activación de la pro quimosina. El extracto obtenido en la maceración es clarificado y filtrado. Posteriormente se estandariza el producto en las condiciones deseadas. Es una enzima natural, tradicional y de gran calidad y rendimiento quesero.

6. Título o fuerza del cuajo

Quijano, J. (2010), manifiesta que antes de utilizar cualquier enzima coagulante debe conocerse su fuerza lo cual permite utilizar las dosis necesarias sin caer en los errores que conlleva emplear dosis bajas o muy altas a las necesarias. El título o fuerza de cuajo se define como la cantidad de leche en mililitros, que cuaja a 35 ° C en 40 minutos, cuando se le adiciona una un gramo o mililitro de cuajo. Se puede calcular mediante la siguiente formula:

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

Donde:

F = Fuerza del Cuajo

V = Cantidad de leche

C = cantidad de cuajo

T = tiempo en segundos

7. Cantidad necesaria

De igual manera, Quijano, J. (2010), indica que cuando se conoce la fuerza, se puede calcular la cantidad necesaria a utilizar por medio de la siguiente formula.

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

Donde:

C: cantidad de cuajo

F: Fuerza del Cuajo

L: cantidad de leche

T: Temperatura: en ° C

M: duración en minutos

C. ELABORACIÓN DEL QUESO FRESCO

1. Materias primas

<http://www.quesosargentinos.gov.ar>. (2011), indica que además de la leche como principal materia prima, los ingredientes son: cultivos de bacterias lácticas específicas, cuajo y/u otras enzimas coagulantes apropiadas, cloruro de sodio y cloruro de calcio. También se permiten algunos ingredientes opcionales como crema, concentrado de proteínas lácteas, leche en polvo, sustancias colorantes permitidas, especias o condimentos u otros productos alimenticios.

Según la Norma Técnica Nicaragüense 03 022-99. (<http://www.oirsa.org>. 2011), para la elaboración de los quesos no madurados se podrán emplear los siguientes ingredientes, los cuales deberán cumplir con las demás normas relacionadas o en su ausencia, con las normas del Codex Alimentarius.

- La leche podrá ser pasteurizada entera, semidescremada o descremada, leche evaporada, leche en polvo, crema o suero de leche; también se podrá emplear leche sometida a otros procesos tecnológicos y cuyas características microbiológicas sean equivalentes o mejores que las de la leche pasteurizada.
- Enzimas y/o cultivo de bacterias inocuas
- Sal para consumo humano (grado alimentario)
- Aditivos alimentarios autorizados
- Cualquier otro tipo de producto de calidad comestible cuyo uso sea reconocido para la elaboración de quesos no madurados en sus diferentes tipos.

2. Procesos en la transformación de la leche en queso

González, M. (2002), señala que la transformación de la leche en queso consta fundamentalmente de dos procesos: la obtención de la cuajada y su maduración. Estos procesos a su vez se pueden dividir en tres fases esenciales:

- La formación del gel de caseína. Es el cuajado o coagulación de la leche;
- La deshidratación parcial de este gel por sinéresis, es decir, por contracción de las micelas que la forman. Es el desuerado de la cuajada;
- La maduración enzimática del gel deshidratado. Es el afinado o maduración de la cuajada, del que es responsable, la proliferación de determinados microorganismos.

a. Coagulación de la leche

<http://www.uco.es>. (2011), reporta que la coagulación de la leche es el proceso por el cual se producen modificaciones físico-químicas en las micelas de caseínas bajo la acción de enzimas proteolíticos o de ácido láctico y que determina la formación de un entramado proteico denominado coágulo o gel.

- La acidificación de la leche por adición de un ácido determina la floculación de las caseínas, a pH 4.6, en forma de un precipitado granuloso que se separa del lactosuero.
- La coagulación ácida de la leche se produce porque el descenso de pH hace disminuir la ionización de los radicales ácidos de las caseínas y aumenta la solubilidad de las sales cálcicas, dando como resultado un desplazamiento progresivo del Calcio y el Fosfato inorgánico de la micela hacia la fase acuosa, produciéndose una desmineralización de las micelas que se ve acompañada de una desintegración de éstas.
- La coagulación enzimática de la leche determina, por el contrario, una acidificación progresiva que da lugar a la formación de un coágulo liso, homogéneo y que ocupa totalmente el volumen inicial de la leche.

b. Sinéresis

De acuerdo a <http://www.uco.es>. (2011), la sinéresis es el proceso en la fabricación de queso por el cual los componentes del lactosuero se expulsan tras el proceso de coagulación enzimática. Inicialmente el coágulo contiene completamente la fase acuosa de la leche y, tras el corte de la cuajada y su agitación posterior, el coágulo se contrae y el lactosuero es expulsado. Los factores que interfieren durante este proceso afectan, en general, al contenido en humedad y, por tanto, a la calidad del producto final.

3. Tipos de fabricación

González, M. (2002), manifiesta que existen los siguientes tipos de preparación de los quesos:

- Fabricación artesanal (tradicional), la cuajada se obtiene añadiendo el cuajo directamente a pequeños volúmenes de leche cruda, aunque existen fábricas artesanales que pasteurizan la leche.
- Fabricación industrial, adopta tratamientos térmicos para higienizar la leche, es más complejo, el proceso sigue los pasos o etapas que se desarrollan en el siguiente punto.

4. Proceso de elaboración del queso

Medina, M. y Aragundi, E. (2007), señalan que la fabricación de quesos es un proceso de deshidratación en el cual la caseína, las grasas y las sales coloidales de la leche se concentran. Como los quesos se clasifican según su consistencia, textura y grado de maduración, el agua se elimina en una proporción distinta en cada variedad de quesos curados.

Según González, M. (2002), el proceso de elaboración del queso consta de varias etapas:

- Recepción de la leche cruda

- Filtración pasterización 63 °C mínimo ó 75 °C/15 segundos.
- Acción de fermentos lácticos (opcional)
- Adición de cloruro de calcio (CaCl₂)
- Adición del cuajo (temperatura 30 a 31 °C)
- Corte de la cuajada
- Eliminación del suero
- Salado
- Moldeado
- Prensado
- Empacado
- Refrigeración (4 a 10 °C)

a. Recepción de la leche cruda

Medina, M. y Aragundi, E. (2007), sostienen que para producir quesos de buena calidad se requiere de leche de buena calidad en cuanto a su composición, flora bacteriana y aptitud para la fermentación y coagulación. La leche cruda se debe transportar en cisternas isotermas a una temperatura de entre 4 a 6 °C. Si no es así, se debe enfriar inmediatamente al llegar a la fábrica hasta que alcance una temperatura de 3 a 4 °C, para evitar el incremento de la acidez de la leche. Debe tener un contenido microbiano bajo al llegar a la quesería, y controlarse también la presencia de antibióticos que inhiben el crecimiento del cultivo bacteriano que se utiliza en la fermentación del queso y que impedirían la coagulación.

b. Preparación de la leche

<http://www.quiminet.com>. (2011), indica que la preparación de la leche consiste, en algunos casos, en la eliminación parcial o total de la crema, en la aplicación de algún tratamiento térmico que permita la eliminación de las bacterias patógenas presentes en la misma y en la incorporación de algunos aditivos tales como el cloruro de calcio y los cultivos lácticos. El tratamiento térmico que se realiza se conoce como pasteurización y consiste en calentar la leche a una temperatura de 65 °C por 30 minutos y luego enfriar hasta 35 a 36 °C (Pasteurización lenta) o a 72 °C por 15 segundos y luego enfriar hasta 20 °C (Pasteurización rápida). El

proceso de pasteurización debe realizarse en equipo aprobado y que este en perfectas condiciones de funcionamiento, debidamente lavado y esterilizado con anterioridad.

Según González, M. (2002), la pasteurización de la leche provoca:

- Destruye microorganismos patógenos (\pm 92-99%)
- Destruye flora beneficiosa
- Destruye enzimas

c. Acidificación o adición del cultivo iniciador

Medina, M. y Aragundi, E. (2007), indica que el cultivo iniciador está compuesto por bacterias lácticas de los géneros *Leuconostoc*, *Streptococcus* y *Lactobacillus*. Su misión es:

- Transformar la lactosa en ácido láctico.
- Potenciar la acción del cuajo.
- Favorecer el desuerado.
- Disminuir el pH entre 5.0 a 5.2, inhibiendo de este modo el crecimiento bacteriano.
- Liberar las sustancias que confieren a cada queso su aroma y sabor típicos.

González, M. (2002), señala que la función principal de las bacterias lácticas (fermentos) es la producción de ácido láctico a partir de la lactosa. El ácido láctico promueve la formación y desuerado de la cuajada, evita que crezcan en ésta microorganismos patógenos debido a que disminuye el pH entre 5,0 y 5,2, le confiere sabor ácido. Además, las bacterias dan lugar a sustancias responsables del aroma y contribuyen a la maduración mediante la proteólisis (ruptura de proteínas) y la lipólisis (ruptura de las grasas).

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

- Mesófilos: 20 a 30° C (cepas: *Streptococcus lactis*, sbsp. *Diacetylactis* y *Leuconostoc. spp.*)
- Termófilos: 37 a 45 °C Se utilizan cuando la temperatura de calentamiento de la cuajada es elevada (Cepas: *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus bulgaricus*, *Lactobacillus helveticus*, *Lactobacillus lactis*).

d. Adición de materias complementarias y cultivos especiales

Medina, M. y Aragundi, E. (2007), manifiestan que esta etapa es voluntaria. Las materias complementarias pueden ser las siguientes:

- Cloruro cálcico: contribuye a la acidificación de la leche y aumenta su contenido en calcio, lo que acelera el proceso de coagulación. De 5 a 20 gramos de cloruro de calcio por 100 Kg de leche es suficiente.
- Nitrato potásico: inhibe el crecimiento bacteriano que produciría gases perjudiciales para el sabor y el aroma del queso que estamos fabricando.
- Colorantes naturales autorizados (sobre todo para cortezas): permite que el queso tenga un color uniforme durante todo el año. Uno de los ejemplos más claros en este apartado es la adición de betacarotenos en el queso Gorda (muchas veces la etiqueta no declara la presencia de dicho colorante).

Además, señalan que entre los cultivos especiales se destacan los siguientes:

- Mohos: ayudan a desarrollar unos sabores y aromas determinados durante la maduración. Así sucede con el *Penicillium candidum* en el Camembert o con el *Penicillium roqueforti* del queso Roquefort.
- Bacterias: tienen la misma misión que los mohos. Por ejemplo, el responsable del aroma, sabor y los agujeros del queso Gruyère es la bacteria *Baciññus linens*.

e. Coagulación

González, M. (2002), señala que la coagulación consiste en una serie de modificaciones fisicoquímicas de la caseína (proteína de la leche), que conducen

a la formación de un coágulo. Tiene lugar debido a la acción conjunta de la acidificación por las bacterias lácticas (coagulación láctica) y de la actividad del cuajo (coagulación enzimática). La adición del cuajo a la leche es un punto de considerable importancia en la fabricación de queso.

- En los quesos frescos, de coagulación fundamentalmente láctica, se utilizan pequeñas cantidades de cuajo y se opera a temperaturas bajas (15 a 20 °C) para evitar la actividad óptima de la enzima. En este caso, el cuajo se emplea más bien para facilitar el desuerado, que por su acción coagulante o por su capacidad proteolítica a lo largo de la maduración. La leche deberá contener los fermentos lácticos necesarios para asegurar la acidificación.
- En los quesos de coagulación fundamentalmente enzimática se añaden cantidades de cuajo muy superiores y se coagula a temperatura más elevada (30 a 35 °C) para acelerar la formación de la cuajada. En estos quesos, los fermentos no deben desarrollarse de inmediato a fin de que no se acidifique la leche sensiblemente durante la coagulación y durante las operaciones del desuerado. Finalmente, en los quesos de coagulación mixta se emplea una cantidad de cuajo considerable a una temperatura que permita el desarrollo óptimo de los fermentos lácticos (28 a 32 °C) y que al mismo tiempo garantice al cuajo unas condiciones de acción bastante favorables.

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

Medina, M. y Aragundi, E. (2007), indican que se suelen utilizar 20 o 30 mililitros de cuajo por cada 100 litros de leche. La leche puede tardar en cuajar de 45 minutos a tres horas. Como resultado de la coagulación enzimática de la leche, se forma una masa que retiene gran cantidad de agua entre sus poros.

f. Cortado del coágulo

González, M. (2002), reporta que el cortado: consiste en la división del coágulo

en porciones con objeto de aumentar la superficie de desuerado y, por tanto, de favorecer la evacuación del suero. Según el tipo de queso, el cortado es más o menos intenso, desde un simple cortado en los quesos de pasta blanda a un corte en pequeños cubos en los de pasta más dura. Por tanto, existe para cada tipo de queso una dimensión óptima del grano. El cortado de la cuajada se efectúa utilizando unos instrumentos denominados liras, de las que existen distintos modelos manuales y mecánicos. Estas últimas se integran en las cubas de la elaboración del queso cuando son de volumen considerable. El cortado de la cuajada debe realizarse lentamente con el fin de no deshacer del coágulo, pues de lo contrario se formarían granos irregulares que desuerarían con dificultad.

<http://www.food-info.net>. (2011), señala que antes de que se corte el coágulo, normalmente se lleva a cabo una prueba simple, para establecer la calidad del eliminado del suero. Típicamente, se introduce un cuchillo en la leche coagulada y se lleva despacio hacia arriba hasta que se rompa el cuajo. Se considera que el coágulo está listo para cortar tan pronto como se pueda observar que hay un defecto al partirlo en dos, que tenga apariencia cristalina. Un cortado suave hace que se rompa la cuajada en gránulos de 3 a 15 mm de tamaño, dependiendo del tipo de queso. Cuanto más fino el corte, será menos el contenido de humedad del queso resultante.

g. Desuerado

Medina, M. y Aragundi, E. (2007), indican que el desuerado se consigue mediante acciones químicas y mecánicas. La expulsión del suero se encuentra influenciada por:

- El corte y la agitación de la cuajada, que se realiza habitualmente con una lira compuesta de una serie de alambres dispuestos en un bastidor. La lira, después de múltiples pasadas por la cuajada, divide ésta en partículas muy pequeñas. Los granos de cuajada se agitan continua y lentamente, favoreciendo la pérdida de agua.
- El descenso del pH de la cuajada.
- Por el tratamiento térmico, que acelera el desuerado.

Existen dos tipos de tratamientos térmicos:

- Tratamiento suave: se utilizan temperaturas de 20 a 30 °C. Se pierde poco suero, obteniéndose quesos con alto contenido en agua.
- Tratamiento alto: se utilizan temperaturas de 40 a 50 °C. La cuajada pierde mucha agua, dando lugar a quesos duros.

h. Moldeado

Medina, M. y Aragundi, E. (2007), indican que en esta etapa se completa el desuerado y se le da al queso su forma definitiva, introduciéndolo en un molde que puede ser de madera, plástico, metal, etc. y que puede tener perforaciones para dejar escapar el suero.

i. Prensado

<http://www.food-info.net>. (2011), reporta que después de haberla moldeado, la cuajada se somete a un prensado final, cuyo propósito es cuádruple:

- Para asistir a la expulsión final de suero
- Para proporcionar textura
- Para darle forma al queso
- Para proporcionarle corteza a los quesos con largos periodos de maduración.

La tasa de prensado y la presión aplicada se adaptan a cada tipo particular de queso. El prensado debe ser gradual al principio, porque una presión inicial grande comprime la capa superficial y puede bloquear la humedad en los huecos del interior del queso.

j. Salado

González, M. (2002), indica que el salado es una operación que se efectúa en todos los quesos con el fin de regular el desarrollo microbiano, tanto suprimiendo bacterias indeseables como controlando el crecimiento de los agentes de la

maduración. El salado contribuye también en la pérdida de suero que continúa tras el desuerado y mejora el sabor del queso.

Puede realizarse en seco o por inmersión en un baño de salmuera. En el primer caso, lo más frecuente es extender sal sobre la superficie del queso, o bien puede incorporarse directamente a la cuajada mezclándola con ésta. El salado en salmuera es empleado en la fabricación de numerosos quesos. Los quesos se mantienen sumergidos en un baño de salmuera durante un período variable (de seis a sesenta y dos horas en algunos tipos), dándose la vuelta a los quesos periódicamente.

Medina, M. y Aragundi, E. (2007), indican que los principales objetivos de esta etapa son los siguientes:

- Impedir la proliferación de microorganismos patógenos, lo que contribuye a una mejor conservación del queso.
- Completar el desuerado de la cuajada.
- Controlar o dirigir los microorganismos del cultivo iniciador.
- Mejorar el aroma y el sabor del queso.

Si lo que queremos es un queso fresco, el proceso habrá terminado con la salazón del queso. En cambio, si se pretende obtener un queso curado (de cualquier grado de curación) se debe continuar con el siguiente paso.

k. Maduración

Medina, M. y Aragundi, E. (2007), señalan que la maduración es un período en el que la cuajada sufre unas determinadas transformaciones para dar el queso tal y como lo conocemos. Puede durar unos días o varios meses, según el tipo de queso. Durante esta fase el queso es almacenado en cámaras donde se controla la temperatura (12°C), la humedad (80-90%) y la aireación que permiten la perfecta maduración del queso. Los quesos azules requieren una humedad de casi el 100% debido a que en su proceso de maduración participan determinados mohos. Los principales objetivos de la maduración o madurado son:

- Desarrollar el sabor y el aroma.
- Modificar el aspecto.
- Alcanzar la consistencia deseada.

Al terminar el proceso de maduración se observa:

- La existencia de una corteza más o menos sólida.
- La formación de una pasta homogénea y elástica.
- La presencia de ojos, fisuras, etc. en la pasta.

D. ANÁLISIS SENSORIAL DE LOS QUESOS

1. Importancia y definición

González, J. (2005), reporta que la cata, evaluación o análisis sensorial de un queso consiste en la valoración de sus características organolépticas por parte de un panel de catadores o jueces. La razón de este análisis está motivada por ser el queso un alimento y porque, más allá de sus características nutritivas como tal, se demanda de él una valoración de su aceptabilidad o calidad gustativa. El queso es un alimento que presenta multiplicidad de tipos, por ello su evaluación sensorial es complicada y quizá también por ello su cata se encuentra poco normalizada. Baste para entenderlo comparar un queso fresco con uno curado o añejo.

<http://www.uco.es>. (2011), señala que la calidad de un producto alimenticio en general, y de un queso en particular, se define por medio de una serie de características que se encuentran influenciadas y condicionadas por la aceptabilidad del consumidor, muchas de las cuales se cuantifican a través de índices técnicos y analíticos. Se puede decir que “calidad” es sinónimo de constancia en el tiempo. Sólo un queso que se pueda presentar al consumidor con unas características estructurales, de composición y organolépticas uniformes e invariables podría definirse realmente como un producto de calidad.

Cetera, A. (2011), indica que la evaluación sensorial es la disciplina científica

utilizada para evocar, medir, analizar e interpretar las reacciones a aquellas características de alimentos y otras sustancias, que son percibidas por los sentidos del olfato, gusto, tacto, oído y vista”. Según esta definición, la evaluación sensorial deja de ser una simple cuestión de “degustación”, para tomar la envergadura de disciplina científica.

2. Utilidad del análisis sensorial

De acuerdo a Mondino, M. y Ferratto, J. (2011), las utilidades del análisis sensorial son numerosas y dentro de ellas es posible mencionar:

- Caracterización hedónica de productos realizando estudios de consumidores y obteniendo el grado de aceptación de los mismos.
- Comparación con los alimentos competidores del mercado con un propósito claro: marcar las preferencias del consumidor.
- Establecimiento de criterios de calidad: desarrollo de un perfil sensorial.
- Control del proceso de fabricación. Un análisis sensorial, metódico y planificado, resulta de especial interés cuando se ha modificado algún ingrediente o materia prima o simplemente se dan cambios en las condiciones de procesamiento: modificación del tiempo de cocción, incremento o descenso de la temperatura ambiente, introducción de nuevos equipos, etc.
- Verificación del desarrollo del producto. El estudio organoléptico en cada etapa o punto crítico de la fabricación puede ayudar a subsanar problemas, de forma rápida y eficaz.
- Vigilancia del producto integrando aspectos como la evaluación de su homogeneidad, su vida útil comercial y la posibilidad de exportarlo fuera del lugar de origen, conservando íntegras sus cualidades sensoriales...
- Medición de la influencia del almacenamiento: temperatura, tiempo de elaboración y condiciones de apilamiento.

3. Factores que influyen en la evaluación sensorial

Cetera, A. (2011), indica que para asegurar la calidad de los resultados de la evaluación sensorial es necesario, reducir al mínimo la subjetividad que aparece

en las respuestas. Esta subjetividad puede estar asociada a diversos factores, de entre los cuales pueden anotarse los siguientes:

- Hábitos alimentarios y patrones culturales: La precisión en un ensayo sensorial puede verse afectada porque la evaluación se realiza sobre productos que no están dentro de los hábitos alimentarios o que resultan desagradables para el evaluador en particular.
- Edad: La sensibilidad de los receptores disminuye con la edad.
- Ambiente: Los olores, la luz, el ruido, etc., condicionan la evaluación sensorial.
- Condiciones de la prueba: Existen diversos factores inherentes a la prueba que pueden distorsionar la respuesta sensorial. Entre ellos podemos citar el número de muestras, orden de presentación, temperatura, etc.
- Estados de hambre, ansiedad, saciedad, estados febriles o de enfermedad, estado emocional tienen influencia sobre la evaluación sensorial de un panelista.
- Sensibilidad individual
- Medicamentos.
- Prejuicios y expectativas
- Cansancio físico.
- Saturación por estimulación constante de los receptores

4. Funciones de la evaluación sensorial en una empresa

La implementación de un sistema de calidad sensorial en una empresa alimentaria de acuerdo a Cetera, A. (2011), tiene como objetivo:

- Asegurar un nivel de calidad sensorial en el producto final (Control de calidad)
- Intervenir en estudios de vida útil y reemplazo de ingredientes (Desarrollo y producción)
- Proponer patrones de color, textura, sabor y rangos de aceptación (Perfiles)
- Ofrecer correcciones para los defectos encontrados (Producción)
- Obtener resultados que reflejen cuantitativamente la opinión de los consumidores.

En el cuadro 7, se resumen las funciones del sistema de calidad sensorial en cada área de la empresa

Cuadro 7. FUNCIONES DEL SISTEMA DE CALIDAD SENSORIAL PARA UNA EMPRESA ALIMENTARIA.

Área	Función de la evaluación sensorial
Producción	<ul style="list-style-type: none"> - Proveedores alternativos. - Cambios en los equipos. - Sustitución de ingredientes. - Corrección de defectos.
Control de calidad	<ul style="list-style-type: none"> - Aceptación de un ingrediente. - Control durante el proceso. - Control del producto final.
Desarrollo de productos	<ul style="list-style-type: none"> - Comparación con otros productos. - Reducción de costos. - Cambios de escala. - Evaluación de nuevos productos. - Pruebas de vida útil.
Marketing	<ul style="list-style-type: none"> - Ensayos de preferencia. - Evaluar quejas del consumidor. - Realimentación del consumidor

Fuente: Cetera, A. (2011).

5. Atributos sensoriales de los quesos

González, J. (2005), indica que los sentidos más empleados en la evaluación sensorial del queso son la vista, el olfato y el gusto, aunque también pueden estar implicados el oído y el tacto, bien manual o bucal. Normalmente la cata de un queso consta de dos fases, que en algunos casos pueden estar incluso separadas ambientalmente; la fase visual y la olfato-gustativa.

- Fase visual: evaluación de forma, formato, corteza y corte.
- Fase olfato-gustativa: evaluación del olor, textura, sabor, regusto, persistencia.

a. 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, 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 (cóncavos o convexos). Siempre se debe presentar una forma regular del queso.
- 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.

b. Color

González, J. (2005), señala que el color del queso es variable según la leche de partida, el tiempo de maduración y la acidez de la masa del queso. Los quesos frescos tienen color blanco, cuanto más ácido es un queso su pasta será más blanca. La uniformidad del color es otro aspecto a considerar, especialmente la existencia de manchas de color diferente del resto.

Cetera, A. (2011), indica que uno de los parámetros más importantes a evaluar cuando analizamos apariencia es, sin duda, el color. El color se compone de tres atributos que son:

- Tono: definido por la emisión/absorción de la luz en determinada longitud de onda.
- Saturación: grado de pureza del color
- Luminosidad: porcentaje de blanco

c. Textura

La textura de un producto está relacionada con lo que se llama su reología, es decir su respuesta a la deformación al aplicarle una fuerza y la posterior recuperación parcial de la forma inicial. Los quesos son sólidos visco-plasto-elásticos, si bien según el tipo se comportan más como unos que como otros (González, J. 2005).

Las consideraciones respecto de la textura del queso según Montero, H. et al. (2005), son:

- Elasticidad: se puede realizar con la mano y con la boca. Consiste en ver la recuperación de la forma del trozo de queso. Se puede comprimir el producto con un dedo y retirar la presión para ver la recuperación o bien curvar la loncha sin que rompa y ver después hasta que punto recupera la forma inicial. En la boca también se puede determinar durante la masticación.

- Firmeza: resistencia a la deformación al masticado. Debe realizarse sin que se llegue a la ruptura. En general los productos elásticos son poco firmes.
- Friabilidad: aptitud a formar numerosos trozos desde el inicio de la masticación. Un producto friable suele tener cierta firmeza y fragilidad. La friabilidad también está influida por la humedad del producto.
- Adherencia: trabajo necesario para despegar el producto del paladar o los dientes. Los productos pastosos suelen ser adherentes. Los quesos de alta humedad son más adherentes. Los quesos de coagulación enzimática son elásticos, tanto más cuanto más enzimática sea ésta.
-
- Solubilidad: fundido de la muestra con la saliva.
-
- Humedad: percepción de la humedad o sequedad del queso en la boca.

Todos estos descriptores de la textura pueden ser evaluados cuantitativa o cualitativamente mediante escalas con productos de referencia.

d. Olor/ Aroma

Según Cetera, A. (2011), el olor o aroma es la propiedad organoléptica percibida por el órgano olfatorio al interactuar con ciertas sustancias volátiles. Si bien ambos son percibidos al momento en que un compuesto volátil toma contacto con los receptores olfatorios ubicados en la parte superior de la nariz. Olor y Aroma se diferencian en el recorrido que debe realizar el compuesto volátil hasta alcanzar dichos receptores. El olor es percibido por olfatación directa, es decir, produciendo mediante inspiración, el ascenso de los compuestos volátiles a través de las fosas nasales. El aroma, en cambio, es percibido a través de la vía retronasal, esto es: cuando el alimento se encuentra en la cavidad bucal, los volátiles ascienden por la laringe hasta alcanzar los receptores. Cabe destacar que la interacción de la saliva y el trabajo mecánico de masticación puede modificar la concentración y/o composición de volátiles percibidos como aroma, haciendo que exista diferencias con respecto al olor de un mismo producto.

e. Sabor o gusto

González, J. (2005), indica que el sabor o gusto, es la sensación percibida en la lengua durante la masticación. Los sabores fundamentales son: dulce, salado, ácido y amargo.

Montero, H. et al. (2005), al sabor se le aplica las siguientes características:

- Gusto dulce: califica el gusto producido por soluciones acuosas de sustancias tales como la sacarosa.
- Gusto salado: califica el gusto producido por soluciones acuosas de sustancias tales como el cloruro de sodio.
- Gusto amargo: califica el gusto producido por soluciones acuosas diluidas de diversas sustancias tales como la quinina y la cafeína.
- Gusto ácido: califica el gusto producido por soluciones acuosas diluidas de la mayoría de los cuerpos ácidos.
- Sensación picante: Califica la sensación trigeminal que se manifiesta dentro de la boca en forma de picores.
- Sensación Astringente: Califica la sensación trigeminal compleja resultante de la contracción de la superficie de la mucosa de la boca, producida por sustancias como los taninos (ejemplo: kiwi y vinos tintos)
- Sensación Ardiente: Califica la sensación trigeminal que se manifiesta dentro de la boca en forma de calor
- Sensación Refrescante: Califica la sensación trigeminal que se manifiesta dentro de la boca en forma de frío.
- Sensación Acre: Califica la sensación trigeminal de irritación de la mucosa situada en la parte posterior de la boca (sensación idéntica a la provocada por el humo)
- Sensación Metálico: Califica un producto que provoca una sensación de picores eléctricos, especialmente sobre la lengua y las encías, y una sensación de dentera.
- Gusto residual (regusto): sensación olfato-gustativa que aparece después de la eliminación del producto y que difiere de las sensaciones percibidas cuando éste estaba en la boca.

f. Sensaciones trigeminales

Las sensaciones trigeminales son las percibidas por la boca, distintas de las del gusto y aroma, tales como picante, astringente, ardiente, refrescante, acre, metálico (González, J. 2005).

g. Gusto residual, retrogusto o regusto

El retrogusto es la sensación olfato-gustativa que se percibe después de ingerir el producto y que es diferente de cuando estaba en boca (González, J. 2005).

h. Persistencia

La persistencia es la permanencia de una sensación olfato-gustativa en el tiempo tras ser ingerido el producto (González, J. 2005).

E. MICROBIOLOGÍA DE LOS PRODUCTOS LÁCTEOS

Cristóbal, L. y Maurtua, D. (2008), indican que la higiene de los alimentos comprende el conjunto de condiciones y medidas necesarias para garantizar la seguridad y salubridad de los productos alimentarios, incluida la manipulación por el consumidor desde el momento en que adquiere el alimento en un punto de venta hasta que lo prepara y consume. La seguridad alimentaria, por su parte, se logra mediante el adecuado control de la calidad de la materia prima durante su procesamiento hasta obtener un producto manufacturado óptimo, pero también es crucial lograr condiciones adecuadas de almacenamiento, transporte y manipulación del producto final en los mercados donde se comercializa. Los alimentos comercializados en cualquier establecimiento autorizado deben cumplir todas las normas higiénicas y sanitarias y estar controlados por las autoridades competentes.

<http://www.doschivos.com>. (2010), reporta que las enterobacterias son menos abundantes en la leche que otras bacterias gram negativas, sin embargo, tienen una gran importancia desde dos puntos de vista, higiénico: ya que varias de estas

especies tienen poder patógeno, de las cuales la más temible es la *Salmonella* y otras que pueden provocar trastornos gastrointestinales (*Yersinia*, *E. Coli*, *Shigella*); y tecnológico: ya que son bacterias heterofermentativas, grandes productoras de gas (carbónico e hidrógeno), además producen sustancias viscosas y de sabor desagradable, todo lo cual conduce a la alteración de la leche o subproductos. De las enterobacterias las más comunes encontradas en los productos lácteos son las del grupo Coliformes (*Escherichia*, *Enterobacter*, *Klebsiella* y *Citrobacter*). La determinación de su presencia indica calidad higiénica de la leche cruda y pasteurizada.

Fuentes, A. et al. (2010), manifiestan que los microorganismos indicadores que generalmente se cuantifican para determinar la calidad sanitaria de los alimentos son mesofílicos aerobios, mohos, levaduras, coliformes totales, coliformes fecales, entre otros.

Cristóbal, L. y Maurtua, D. (2008), señalan que la Norma Técnica Peruana 202.087 establece requisitos microbiológicos para el queso fresco solamente para los siguientes microorganismos: coliformes de 10^2 a 10^3 NMP/g; *E. coli* de 10 hasta 10^2 NMP/g; estafilococos coagulasa positiva, de 10 hasta 10^2 UFC/g; ausencia de *Salmonella spp.* en 25 g

Ortiz, M. y Ríos, M. (2006), señalan que los coliformes fecales conforman un grupo importante de microorganismos indicadores de calidad sanitaria en alimentos, representado por cuatro géneros de la familia Enterobacteriaceae: *Citrobacter*, *Enterobacter*, *Klebsiella* y *Escherichia*, siendo este último el de mayor importancia; este género está constituido principalmente por *Escherichia coli*.

La presencia de *Escherichia coli* es un indicador de contaminación fecal directa o indirecta y refleja falta de higiene durante la elaboración o manipulación del producto. La presencia de coliformes fecales y *E. coli* es un importante indicador de contaminación fecal que advierte de la posible presencia de otros patógenos (De Oliver, C. et al. 2010).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

A. LOCALIZACIÓN Y DURACIÓN DEL EXPERIMENTO

La presente investigación se realizó en la Planta de Lácteos de la Estación Agro turística Tunshi San Nicolás, perteneciente a la Facultad de Ciencias Pecuarias de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH), ubicada en la vía Licto, km 7, cantón Riobamba, provincia de Chimborazo, a una altitud de 2750 m.s.n.m., con una latitud Sur de 01° 38" y una longitud Oeste de 78° 40" Las condiciones meteorológicas de la zona de estudio se reportan en el cuadro 8.

Cuadro 8. CONDICIONES METEOROLÓGICAS DE LA CIUDAD DE RIOBAMBA, ECUADOR.

Parámetro	Promedio
Temperatura, °C	13.0
Humedad relativa, %	66.0
Viento, m/s	2.35
Precipitación, mm/año	558

Fuente: Estación Meteorológica, Facultad de Recursos Naturales. ESPOCH (2011).

El trabajo de campo tuvo una duración de 120 días, distribuidos en la obtención de los cuajos naturales, elaboración del queso fresco y la realización de los análisis físico-químicos, microbiológicos y organolépticos

B. UNIDADES EXPERIMENTALES

Para la elaboración del queso fresco, se utilizaron 1120 litros de leche, que se dividieron en 56 unidades experimentales, con un tamaño por unidad de 20 litros de leche.

Para la valoración de las características bromatológicas y microbiológicas se utilizaron muestras de 200 g de cada una de las repeticiones de los diferentes tratamientos experimentales, así como para las pruebas de aceptación del consumidor (características organolépticas).

C. MATERIALES, EQUIPOS E INSTALACIONES

Los materiales, equipos e instalaciones que se utilizaron en la presente investigación fueron los siguientes:

1. Instalaciones

- Planta de Lácteos “Tunshi”
- Área de procesamiento de quesos
- Área de pasteurización
- Área de refrigeración
- Laboratorio de control de calidad

2. Equipos

- Olla doble fondo de acero inoxidable
- Caldero
- Pasteurizador
- Homogenizador
- Balanza de precisión digital
- Termómetro

3. Materiales

- Lira
- Pipeta de 10ml
- Pala de plástico
- Balde de 5 litros
- Moldes de acero inoxidable
- Mallas
- Tablillas de plástico
- Tablas para prensar
- Baldes plásticos
- Botas de Caucho

- Mandil Blanco
- Mascarilla
- Cofia
- Registros
- Desinfectantes

4. Materias primas

- Leche fresca
- Cuajo químico
- Cuajo deshidratado de bovinos, ovinos y cuy.
- Cuajo macerado con suero y limón de bovinos, ovinos y cuy
- Sal
- Cloruro de Calcio

D. TRATAMIENTO Y DISEÑO EXPERIMENTAL

Se evaluó la elaboración de queso fresco con la utilización de diferentes cuajos naturales y procesado de diferentes especies zootécnicas (bovinos, ovinos y cuy), para ser comparado con un tratamiento testigo en el que se utilizó el cuajo químico, contándose con siete tratamientos experimentales y ocho repeticiones por tratamiento, por lo que las unidades experimentales fueron distribuidas bajo un diseño completamente al azar, para su análisis se ajustaron al siguiente modelo lineal aditivo:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + \varepsilon_{ij}$$

Dónde:

Y_{ij} : Valor del parámetro en determinación.

μ = Media General.

T_i = Efecto de los tratamientos (Tipos de cuajo)

ε_{ij} : Efecto del error experimental.

El esquema del experimento utilizado se reporta en el cuadro 9.

Cuadro 9. ESQUEMA DEL EXPERIMENTO.

Tratamientos experimentales	Código	Repet.	TUE	L/tratam.
Cuajo químico	TO	8	20	160
Cuajo deshidratado de bovino.	TDB	8	20	160
Cuajo deshidratado de ovino.	TDO	8	20	160
Cuajo deshidratado de cuy.	TDC	8	20	160
Cuajo macerado de bovino con suero y limón.	TMB	8	20	160
Cuajo macerado de ovino con suero y limón.	TMO	8	20	160
Cuajo macerado de cuy con suero y limón.	TMC	8	20	160
Total litros de leche				1120

TUE: Tamaño de la unidad experimental, 10 litros de leche.

Fuente: Rivera, V. (2011).

E. MEDICIONES EXPERIMENTALES

1. Comportamiento productivo de los cuajos

- Tiempo de cuajado, minutos
- Conversión (leche/queso)
- Rendimiento (queso/leche), %

2. Valoración bromatológica de los quesos

- Contenido de humedad, %
- Contenido de materia seca, %
- Contenido de proteína, %
- Contenido de grasa, %
- Contenido de cenizas, %
- Contenido de materia orgánica, %
- Contenido de lactosa, %
- Contenido de calcio, mg

3. Valoración microbiológica

- Coliformes totales, UFC/g
- Coliformes fecales, UFC/g

4. Valoración organoléptica

- Textura, 5 puntos
- Color, 5 puntos
- Sabor, 5 puntos
- Apariencia, 5 puntos
- Total, 20 puntos

5. Análisis económico

- Costo de producción, dólares/kg de queso
- Beneficio/costo

F. ANÁLISIS ESTADÍSTICO Y PRUEBAS DE SIGNIFICANCIA

Los resultados experimentales obtenidos fueron procesados en el software estadístico SPSS V.18, donde se realizaron las siguientes pruebas estadísticas:

- Un análisis de varianza para las diferencias (ADEVA)
- Separación de medias de acuerdo a la prueba de Tukey al nivel de $P \leq 0.05$.

El esquema del análisis de varianza empleado se reporta en el cuadro 10.

Cuadro 10. ESQUEMA DEL ANALISIS DE VARIANZA.

Fuente de variación	Grados de libertad
Total	55
Tratamientos (Tipos de cuajos)	6
Error experimental	49

Fuente: Rivera, V. (2011).

G. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

1. Obtención de los cuajos naturales

En la preparación de los cuajos se siguió el procedimiento que se resume en el gráfico 1 y que comprende las siguientes etapas:



Gráfico 1. Diagrama de la obtención de cuajo natural animal.

- Obtención de los estómagos de los crías de bovinos, ovinos y cuyes.
- Limpieza de cuajares y eliminación del contenido alimentario que contengan.
- Aplicación de sal en polvo con la finalidad de Impedir la proliferación de microorganismos patógenos
- Deshidratarlos o secarlos al sol durante ocho días
- Triturarlo (molido) de forma manual
- Conservar en refrigeración a 4 °C, hasta su utilización.

El proceso de maceración tuvo un período de duración de 24 horas previas a su empleo, utilizando las siguientes proporciones:

- 60 % de cuajo
- 25 % de suero de queso; y,
- 15 % de jugo de limón.

2. Elaboración de queso fresco

En la elaboración del queso fresco, se utilizó la formulación que se reportan en el cuadro 11 y para su elaboración se siguió el esquema que se reporta en el gráfico 2, proceso el cual se detalla a continuación:

Cuadro 11. FORMULACION PARA LA ELABORACIÓN DE QUESO FRESCO.

Formulación:	Unidad	Referencia	Cantidad empleada por unidad experimental
Leche Pasteurizada	lt	100	10.00
Cloruro de calcio	g	20	2.00
Fermento láctico	ml	1000	100,00
Cuajo químico o natural	ml	10	1.00
Sal	kg	1,25	0,125

Fuente: Rivera, V. (2011).

Aprobada la calidad de la materia prima en la recepción, la leche se sometió a un filtrado, para eliminar posibles contaminantes (basuras, pelos, etc.); a continuación se pasteurizó la leche en la tina de pasteurización, donde se elevó la temperatura a 75°C por 15 minutos, luego se dejó en friar a 40°C y se agregó el cloruro de calcio en escamas, en una proporción de 20 g/100 litros de leche y el fermento láctico de repique en una cantidad del 1 lt/100 lt de leche a una temperatura de 34 °C, se realizó una homogenización por 5 minutos, luego se dejó madurar por el lapso de 30 minutos, transcurrido este tiempo se agregó el cuajo en estudio (químico o los naturales deshidratados o macerados de bovinos, ovinos y cuy), a una temperatura de 35°C en dosis de 1 ml/10 litros de leche, seguidamente se dejó en reposo la leche para que se produzca la coagulación.

Posterior a esto, se procedió a cortar y batir la cuajada por en un lapso de 15 a 20 minutos, hasta que el grano de la cuajada esté del tamaño de una haba; a ésta --

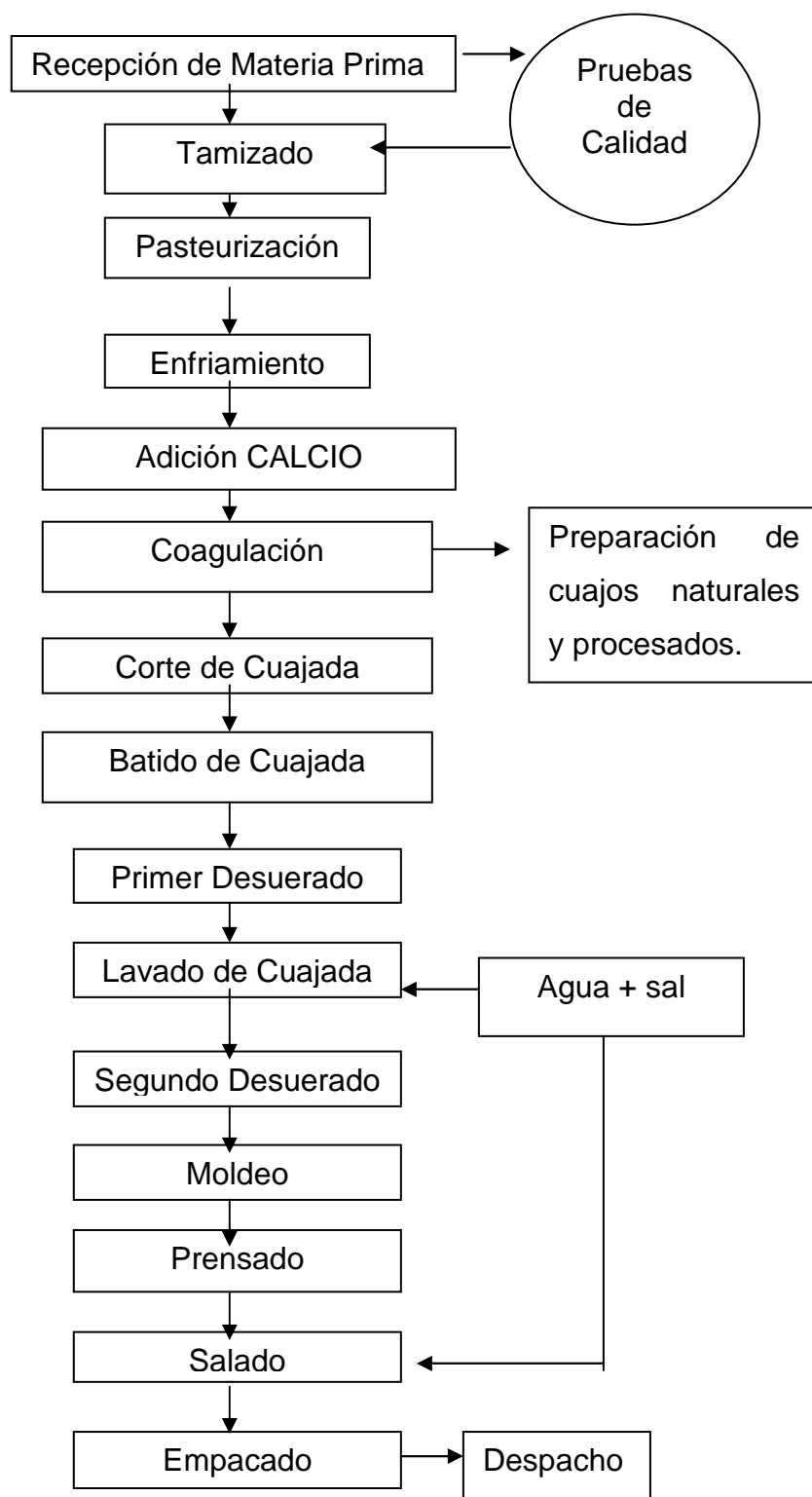


Gráfico 2. Esquema de elaboración del queso fresco.

solución se la dejó reposar por 5 minutos y luego procedió a sacar el 35% de suero y adicionar el 30% de agua caliente que estuvo a la temperatura de coagulación correspondiente; luego se batió por un lapso de 10 minutos (lavado de la cuajada) y posteriormente colocar la cuajada en moldes plásticos para el respectivo desuerado.

Llenos los moldes se realizó un volteo inmediato de los mismos, para asegurar un mejor desuerado, se procedió a realizar un segundo volteo luego de 30 minutos aproximadamente. Luego colocamos los quesos en paños para seguidamente trasladarlos a la prensa, en donde permanecieron por un lapso de 60 minutos y luego fuera de ella por 12 horas. El salado se efectuó con la utilización de salmuera a una concentración de 22°Bé, por un tiempo de 12 horas.

3. Programa sanitario

Previa a la elaboración del queso, 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.

Estas actividades se realizaron periódicamente, antes, durante y después del proceso, con la finalidad de asegurar su asepsia y evitar la contaminación de los quesos elaborados.

H. METODOLOGIA DE EVALUACION

La evaluación del trabajo experimental estuvo basada en las mediciones

experimentales que se realizaron en el transcurso de la investigación, las cuales se detalla a continuación.

1. Comportamiento productivo de los cuajos

a. Tiempo de cuajado, minutos

Una vez que se añadió el cuajo a la leche que estuvo a temperatura de 35°C, se dejó en reposo hasta que se produzca la coagulación, tomándose la duración de este período como tiempo de cuajado y expresado en minutos.

b. Conversión (leche/queso)

La conversión leche queso, se determinó por medio de la cantidad de leche empleada dividida para el peso del queso obtenido y representa cuantos litros de leche se requieren para obtener un kg de queso.

$$\text{Conversión (leche/queso)} = \frac{\text{Leche empleada (kg)}}{\text{Queso obtenido (kg)}}$$

c. Rendimiento (queso/leche), %

Rendimiento leche en queso determina la cantidad de queso que se obtiene por litro de leche, generalmente expresada en porcentaje y que matemáticamente se calcula de la siguiente manera:

$$\text{Rendimiento (queso/leche)} = \frac{\text{Queso obtenido (kg)}}{\text{Leche empleada (kg)}} \times 100$$

2. Valoración bromatológica

Para el control de los parámetros bromatológicos del queso fresco, se tomaron muestras de 200 g de cada repetición y se las enviaron al Laboratorio de Servicios Analíticos, Químicos y Microbiológicos (SAQMIC), en la ciudad de

Riobamba, para la determinación del contenido de humedad, materia seca, proteína, grasa, cenizas, materia orgánica, lactosa y calcio.

3. 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 enviaron al Laboratorio de Servicios Analíticos, Químicos y Microbiológicos (SAQMIC), para determinar la carga microbiológica presente en base al método de siembra vertido en placa, para determinar la presencia y carga microbiológica de coliformes totales y coliformes fecales.

4. 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:

Textura,	5 puntos
Color,	5 puntos
Sabor,	5 puntos
Apariencia	5 puntos
Total,	20 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, en la que se pedía valorar las muestras en una escala numérica predefinida. Este proceso se repitió en cada sesión, con todos los resultados obtenidos se procedió a la evaluación estadística.

5. Análisis económico

El costo de producción se determinó sumando los gastos incurridos y divididos para la cantidad total obtenida de queso en cada uno de los tratamientos.

$$\text{Costo de producción, Dólares/litro} = \frac{\text{Egresos totales, dólares}}{\text{Cantidad de queso obtenido, kg}}$$

Mientras que para establecer el beneficio/costo, se tomaron en consideración los egresos realizados en la elaboración del yogur, para dividirlos con el total de ingresos producidos por su venta.

$$\text{Beneficio/costo} = \frac{\text{Ingresos totales, dólares}}{\text{Egresos totales, dólares}}$$

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A. COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE LOS CUAJOS

1. Tiempo de cuajado

El tiempo de duración de la transformación de la leche líquida a gel (por desestabilización de la suspensión coloidal de la caseína), por efecto de los diferentes tipos de cuajos evaluados presentó diferencias significativas ($P < 0.01$), entre las medias establecidas (cuadro 12), por cuanto al emplearse el cuajo químico se requirió de 38.57 minutos, con el cuajo macerado de bovino fue de 62.02 minutos, al emplearse el cuajo de ovino deshidratado y el macerado los tiempos de coagulación de la leche fueron de 65.51 y 64.039 minutos, en su orden, pero cuando se empleó el cuajo de cuy deshidratado así como el macerado este período fue demasiado prolongando con 120.23 y 111.87 minutos, respectivamente (gráfico 3), lo que denota que el cuajo químico acelera el proceso de coagulación, mientras que el cuajo obtenido de los estómagos de los cuyes presenta menor capacidad de coagulación, por cuanto los tiempos de la acción proteolítica son más largos, por lo tanto, se concuerda con lo indicado por Quijano, J. (2010), quien señala que antes de utilizar cualquier enzima coagulante debe conocerse su fuerza lo cual permitirá utilizar las dosis necesarias y con esto acortar el tiempo de coagulación.

2. Conversión (leche/queso)

En la conversión leche/queso, la respuesta obtenida con el empleo del cuajo macerado de bovino fue de 5.44 lt/kg, mientras que con el cuajo macerado de cuy fue de 6.15 lt/kg, por lo que se establece que entre estos valores existen diferencias estadísticas ($P < 0.01$), mientras que las respuestas obtenidas con el resto de tratamientos experimentales se encuentran entre los valores mencionados (gráfico 4), denotándose por tanto que entre los valores citados, existe una diferencia de hasta 0.71 litros de leche por kg de queso obtenido, a favor del empleo del cuajo macerado de bovino, que económicamente es rentable para el productor.

Cuadro 12. COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE DISTINTOS CUAJOS NATURALES Y PROCESADOS (BOVINOS, OVINOS Y CUY), EN LA ELABORACIÓN DE QUESO FRESCO.

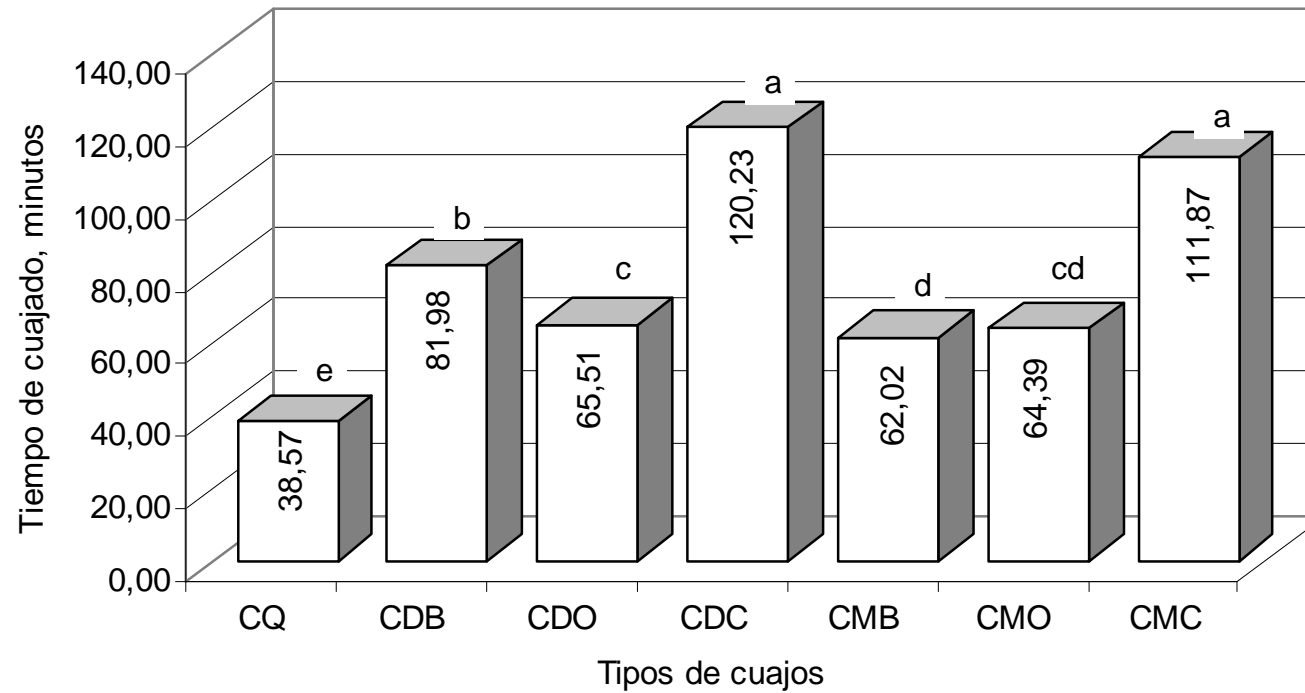
Tipos de cuajo	Parámetros					
	Tiempo de cuajado (minutos)		Conversión (leche/queso)		Rendimiento (%)	
Químico	38,57	e	5,81	abc	16,63	ab
Deshidratado de bovino	81,98	b	5,89	ab	16,38	b
Deshidratado de ovino	65,51	c	5,69	bc	17,13	ab
Deshidratado de cuy	120,23	a	5,93	ab	16,38	b
Macerado de bovino	62,02	d	5,44	c	18,00	a
Macerado de ovino	64,39	cd	5,79	abc	16,88	ab
Macerado de cuy	111,87	a	6,15	a	15,88	b
Prob.	0,000	**	0,000	**	0,001	**
Coef. de variación, %	7,69		4,71		5,41	

El macerado se realizó con suero de leche más limón.

Prob. < 0.01: Existen diferencias altamente significativas (**).

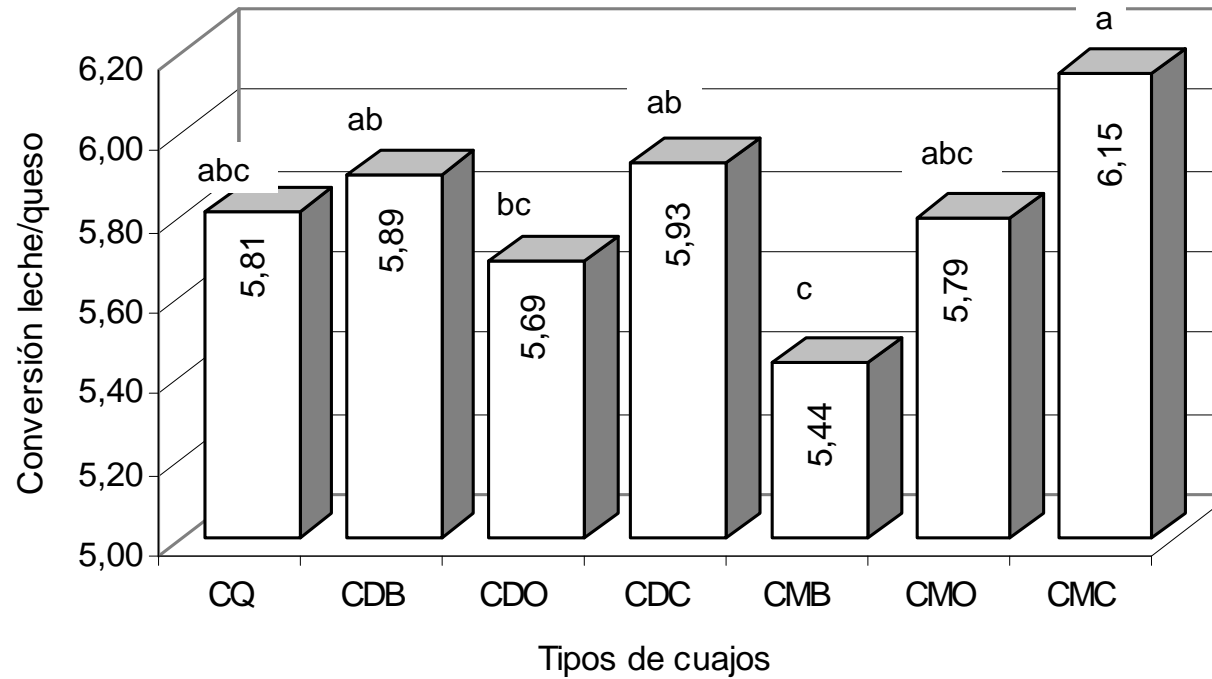
Medias con letras iguales en una misma columna, no difieren estadísticamente de acuerdo a la prueba de Tukey.

Fuente: Rivera, V. (2011).



CQ: Cuajo químico
 CDB: Cuajo deshidratado de bovino
 CDO: Cuajo deshidratado de ovino
 CDC: Cuajo deshidratado de cuy
 CMB: Cuajo macerado de bovino
 CMO: Cuajo macerado de ovino
 CMC: Cuajo macerado de cuy

Gráfico 3. Tiempo de cuajado de la leche (minutos), en la elaboración de queso fresco por efecto del empleo de distintos cuajos naturales y procesados de bovino, ovino y cuy.



CQ: Cuajo químico
 CDB: Cuajo deshidratado de bovino CMB: Cuajo macerado de bovino
 CDO: Cuajo deshidratado de ovino CMO: Cuajo macerado de ovino
 CDC: Cuajo deshidratado de cuy CMC: Cuajo macerado de cuy

Gráfico 4. Conversión leche/queso, en la elaboración de queso fresco por efecto del empleo de distintos cuajos naturales y procesados de bovino, ovino y cuy.

Las respuestas obtenidas, productivamente son mejores que las obtenidas por Yanza, E. (2010), quien al emplear látex de papaya en reemplazo del cuajo microbiano requirió entre 6.47 y 6.90 litros de leche para obtener un kg de queso fresco, lo que denota que al emplearse cuajos de origen animal se obtienen mejores resultados que al emplearse cuajos vegetales.

3. Rendimiento

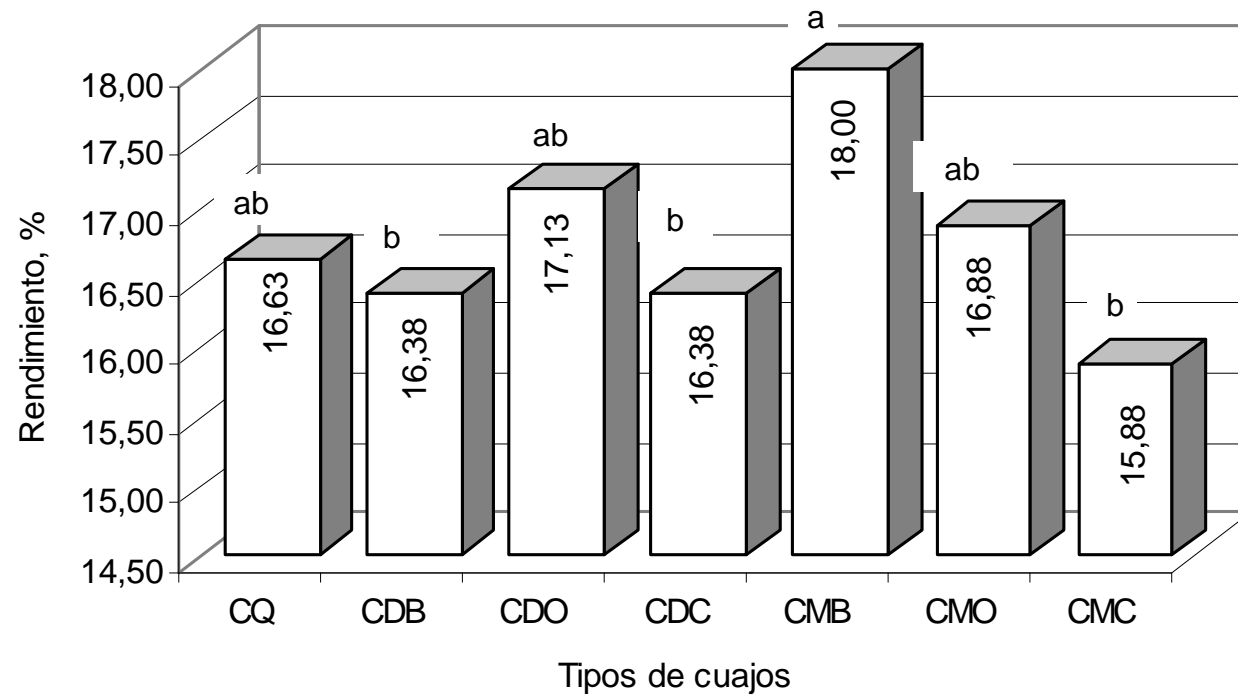
Los mayores rendimientos (cantidad de queso que se obtiene por litro de leche), se obtuvieron al emplearse el cuajo macerado de bovino con el 18.00 %, respuesta que presenta diferencia estadística ($P < 0.01$), con las alcanzadas con los cuajos deshidratado de bovino, deshidratado de cuy y macerado de cuy, por cuanto sus rendimientos fueron de 16.38 % en los dos primeros casos y 15.88 % en el último, en tanto que las respuestas de los otros tratamientos se enmarcan entre las anotadas y que comparten los dos rangos de significancia establecidos, por cuanto los rendimientos con el cuajo químico fueron de 16.63 %, con los cuajos deshidratado y macerado de ovino fueron de 17.13 y 16.88 %, (gráfico 5); valores que son superiores a los reportados por Yanza, E. (2010), quien obtuvo rendimientos que variaron entre 14.50 y 15.47 % cuando utilizó 15 y 5 % de látex de papaya en reemplazo del cuajo microbiano, respectivamente, en tanto que guardan relación con el 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 %.

B. VALORACIÓN BROMATOLÓGICA

La valoración bromatológica de los quesos frescos elaborados con distintos cuajos naturales y procesados (bovino, ovino y cuy), se reporta en el cuadro 13, los mismos que se analizan a continuación.

1. Contenido de humedad

Los contenidos de humedad presentados por los quesos frescos elaborados con los distintos cuajos naturales y procesados de bovino, ovino y cuy, no fueron dife-



CQ: Cuajo químico
 CDB: Cuajo deshidratado de bovino
 CDO: Cuajo deshidratado de ovino
 CDC: Cuajo deshidratado de cuy
 CMB: Cuajo macerado de bovino
 CMO: Cuajo macerado de ovino
 CMC: Cuajo macerado de cuy

Gráfico 5. Rendimiento (queso/leche, %), en la elaboración de queso fresco utilizando distintos cuajos naturales y procesados de bovino, ovino y cuy.

Cuadro 13. CARACTERÍSTICAS BROMATOLÓGICAS DE LOS QUESOS FRESCOS ELABORADOS CON DISTINTOS CUAJOS NATURALES Y PROCESADOS (BOVINO, OVINO Y CUY).

Tipos de cuajo	Contenido de															
	Humedad (%)	M. Seca (%)	Proteína (%)	Grasa (%)	Cenizas (%)	M. orgánica (%)	Lactosa (%)	Calcio (mg)								
Químico	57,87	a	42,14	a	18,98	a	12,89	bc	3,35	a	96,66	e	7,16	a	501,00	a
Deshidratado de bovino	58,15	a	41,86	a	17,87	c	12,91	bc	3,29	ab	96,72	de	7,08	ab	498,75	ab
Deshidratado de ovino	58,20	a	41,81	a	18,11	bc	12,22	d	3,20	cd	96,80	bc	7,13	ab	476,25	c
Deshidratado de cuy	58,07	a	41,94	a	17,36	d	12,78	c	3,32	a	96,69	e	7,10	ab	461,50	d
Macerado de bovino	57,71	a	42,29	a	17,89	c	13,04	abc	3,11	e	96,89	a	7,04	ab	501,25	a
Macerado de ovino	58,48	a	41,53	a	18,02	bc	13,18	a	3,23	bc	96,77	cd	7,01	b	491,75	ab
Macerado de cuy	58,19	a	41,82	a	18,31	b	13,06	ab	3,15	de	96,85	ab	7,11	ab	489,75	ab
Prob.	0,585	ns	0,197	ns	0,000	**	0,000	**	0,000	**	0,000	**	0,043	*	0,000	**
Coef. de variación, %	1,36		1,36		1,37		1,37		1,38		0,050		1,34		1,37	

El macerado se realizó con suero de leche más limón.

Prob. > 0.05: No existen diferencias estadísticas (ns).

Prob. < 0.01: Existen diferencias altamente significativas (**).

Medias con letras iguales en una misma columna, no difieren estadísticamente de acuerdo a la prueba de Tukey.

Fuente: Rivera, V. (2011).

rentes estadísticamente ($P>0.05$), registrándose entre las medias pequeñas diferencias numéricas, por cuanto las cantidades determinadas variaron entre 57.71 y 58.48 % que corresponde a los quesos obtenidos con el empleo del cuajo macerado de bovino y con el cuajo macerado de ovino, respectivamente, por lo que puede señalarse que el contenido de humedad pudo depender del proceso de desuerado de la cuajada, así como del prensado después del moldeo, por cuanto durante el prensado al aplicarse presión, regulara en gran parte el contenido de humedad que quede retenida en el queso.

Las respuestas determinadas se encuentran dentro de lo recomendado por el INEN (2002) en su Norma INEN 1528, donde se señala que el queso fresco debe contener un máximo de 65 %, de igual manera guarda relación con los valores que establece la Food and Agricultural Organization (FAO, 2000), que reporta que el queso fresco debe presentar una humedad entre 50 a 60 %, en cambio que los valores encontrados son superiores a los reportados por Yanza, E. (2010), quien al utilizar látex de papaina en reemplazo del cuajo microbiano registró contenidos de humedad entre 43.47 y 46.41 %, por lo que puede indicarse que con el empleo de cuajos de origen animal existe una mayor retención de los líquidos de la leche en el queso que con el empleo de cuajos vegetales.

2. Contenido de materia seca

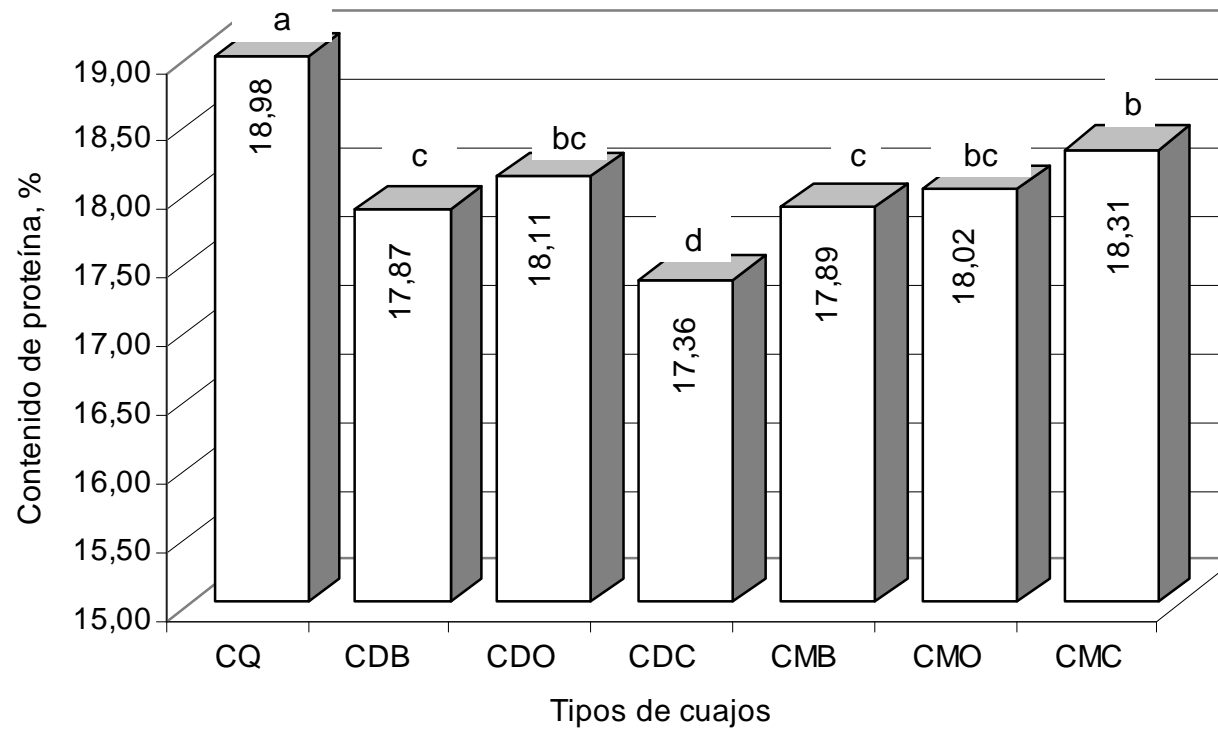
El contenido de materia seca por ser inversamente proporcional al contenido de humedad, se mantiene que por efecto de los distintos cuajos naturales y procesados de bovino, ovino y cuy, las respuestas encontradas no son diferentes estadísticamente ($P>0.05$), ya que se registraron contenidos de materia seca entre 41.53 y 42.29 %, que corresponden a los quesos elaborados con el cuajo macerado de ovino y el cuajo macerado de bovino, que son los casos extremos respectivamente; por lo tanto, estas respuestas guarda relación con los valores reportados por la FAO (2000), que señala que el contenido de materia seca en los quesos frescos debe ser entre el 40 y 50 %, pero con respecto al trabajo de Yanza, E. (2010), los valores determinados presentan ser menores, por cuanto este investigador al utilizar látex de papaina en reemplazo del cuajo microbiano obtuvo contenidos de materia seca entre 53.59 y 56.53 %, por lo que se puede

indicar que los cuajos animales tienen a más de la propiedad coagulante, un comportamiento hidrofílico, reteniendo el agua natural del producto cuando son sometidos a procesamiento y tratamientos térmicos (Miranda, E. 2000), lo que conlleva a que presenten un menor porcentaje de materia de seca, con respecto al volumen total obtenido.

3. Contenido de proteína

Con el empleo del cuajo químico se registró el mayor contenido de proteína en el queso fresco con el 18.98 %, valor que presenta diferencias estadísticas ($P < 0.01$), con respecto a las cantidades alcanzadas al emplearse los distintos cuajos naturales y procesados de bovino, ovino y cuy, de entre los cuales las mejores respuestas se alcanzaron con el empleo del cuajo macerado de cuy con el 18.31 % de proteína y del cuajo deshidratado de ovino con el 18.11 %, a diferencia de los quesos en los que se empleó el cuajo deshidratado de cuy que registró un contenido de proteína del 17.36 % (gráfico 6), por lo que se establece que los cuajos de origen animal poseen menor capacidad para la retención de las proteínas de la leche con respecto al efecto del cuajo químico, ya que al parecer los cuajos animales facilitan el desprendimiento de las proteínas pero 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 (80% aproximadamente del total de proteínas), de su fase líquida; 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 y al contraerse va expulsando el suero; considerándose por tanto que el cuajo deshidratado de cuy tiene un menor efecto en la retención de las proteínas, pero al macerarlos con suero y jugo de limón presenta un efecto beneficioso, ya que González, M. (2002), señala que la serie de modificaciones fisicoquímicas de la caseína (proteína de la leche), tiene lugar debido a la acción conjunta de la acidificación (coagulación láctica) y de la actividad del cuajo (coagulación enzimática).

Los valores encontrados son inferiores respecto a los reportes de la FAO (2000),



CQ: Cuajo químico
 CDB: Cuajo deshidratado de bovino CMB: Cuajo macerado de bovino
 CDO: Cuajo deshidratado de ovino CMO: Cuajo macerado de ovino
 CDC: Cuajo deshidratado de cuy CMC: Cuajo macerado de cuy

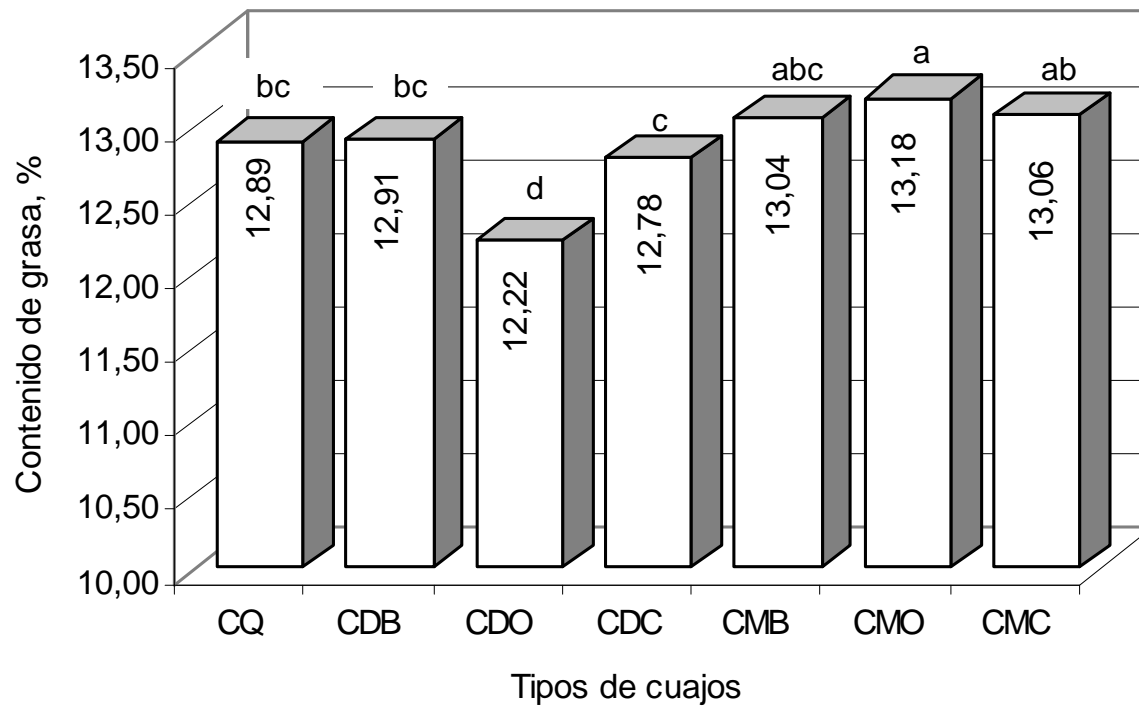
Gráfico 6. Contenido de proteína (%), en el queso fresco elaborado con distintos cuajos naturales y procesados de bovino, ovino y cuy.

que indica que el queso fresco debe contener el 21 % de proteína, pudiendo las variaciones encontradas deberse a lo que reporta <http://es.wikipedia.org>. (2010), en que el contenido de proteína del queso 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; también es necesario considerar el reporte de <http://nutricion.nichese.com>. (2011), donde se indica que la variabilidad del valor nutricional o alimentario del queso, es muy elevada, ya que depende de la clase de queso de que se trate, en el mismo sentido, Medina, M. y Aragundi, E. (2007), indican que no todos los quesos tienen el mismo valor nutritivo, por cuanto en estos reportes se señalan contenidos de proteína en el queso fresco de 8.10 y 12.0 %, respectivamente.

4. Contenido de grasa

Los contenidos de grasa de los quesos frescos registraron diferencias estadísticas ($P < 0.01$) por efecto de los distintos cuajos naturales y procesados de bovino, ovino y cuy, ya que se determinó que los quesos obtenidos con el empleo del cuajo macerado de ovino presentaron el mayor contenido de grasa con el 13.18 %, seguido de los quesos elaborados con el cuajo macerado de cuy con el 13.06 %, en tanto que los quesos con menor contenido de grasa (12.22 %) fueron los elaborados con el cuajo deshidratado de bovino (gráfico 7), lo que denota que el cuajo macerado de ovino propicia una acción favorable para que las moléculas de grasa no se desprendan durante el desuerado, ya que la materia grasa permanece en su mayor parte adherida y retenida en la cuajada de la caseína, sucediendo lo inverso con el empleo del cuajo deshidratado de ovino, que presenta en el producto final un menor aporte de este nutriente.

Los valores anotados guardan relación con reporte de Becerra, F. (2003), quien encontró contenidos de grasa en el queso fresco de 12.78 % cuando empleó cuajo microbiano, además, el queso obtenido pertenece al grupo de quesos pobres en grasa de acuerdo a la clasificación que señala el INEN (2002), en su Norma INEN 1528, donde se indica que el rango del contenido graso para esta categorización debe ser superior al 10 % con un máximo del 25 %.



CQ: Cuajo químico
 CDB: Cuajo deshidratado de bovino CMB: Cuajo macerado de bovino
 CDO: Cuajo deshidratado de ovino CMO: Cuajo macerado de ovino
 CDC: Cuajo deshidratado de cuy CMC: Cuajo macerado de cuy

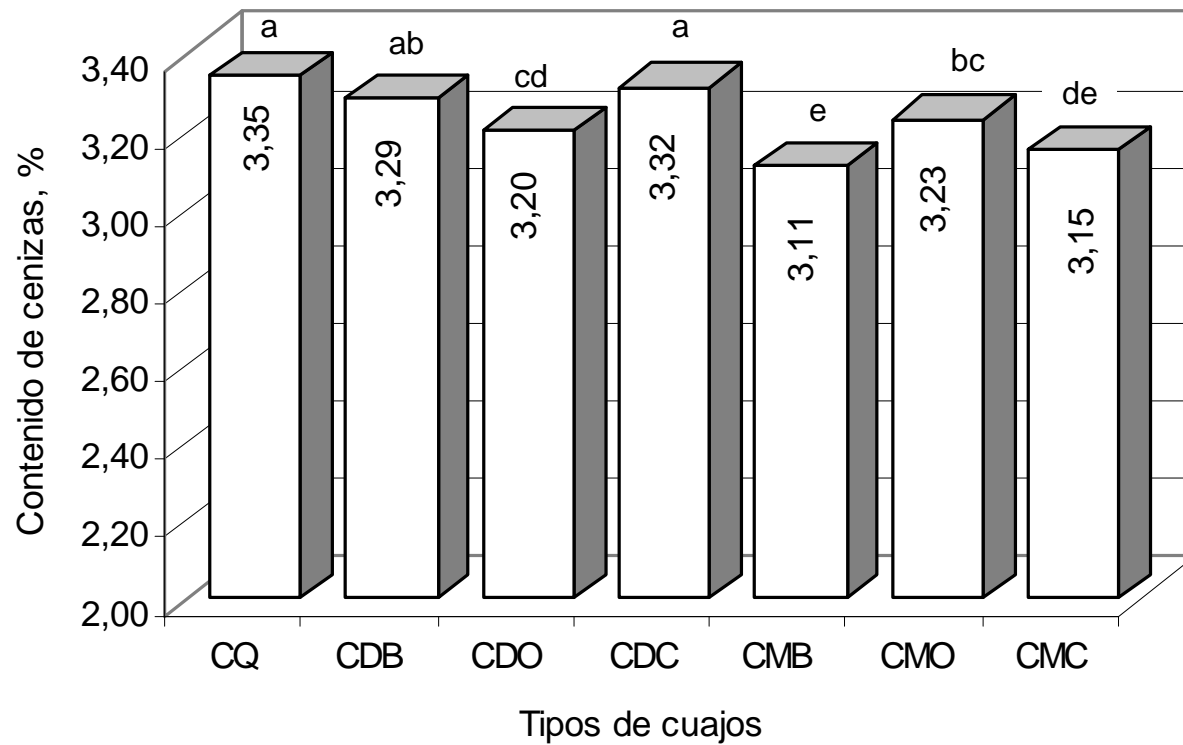
Gráfico 7. Contenido de grasa (%), en el queso fresco elaborado con distintos cuajos naturales y procesados de bovino, ovino y cuy.

5. Contenido de cenizas

Con el empleo de los cuajos químico y deshidratado de cuy, los quesos frescos obtenidos presentaron los mayores contenidos de cenizas con 3.35 y 3.32 %, en su orden, valores que presentan diferencias estadísticas ($P < 0.01$), con las medias de los otros tratamientos evaluados, presentando los menores contenidos los quesos elaborados con el cuajo macerado de cuy y con el macerado de bovino, por cuanto sus respuestas fueron de 3.15 y 3.11 % (gráfico 8), respuestas que guardan relación con el reporte de Becerra, F. (2003), quien determinó contenidos de cenizas en el queso fresco entre 3.10 y 3.75 % cuando utilizó cuajo microbiano y animal, respectivamente, en cambio, se consideran que estos valores son altos de acuerdo al reporte de la FAO (2000), que indica que el queso fresco debe presentar un contenido de cenizas o minerales del 2.0, diferencias que pueden deberse posiblemente a la cantidad de cloruro de calcio añadido en la formulación del queso, para contribuir con la acidificación de la leche y aumentar su contenido en calcio, alcanzándose una mayor retención en el queso cuando se utiliza el cuajo químico y el cuajo deshidratado de cuy

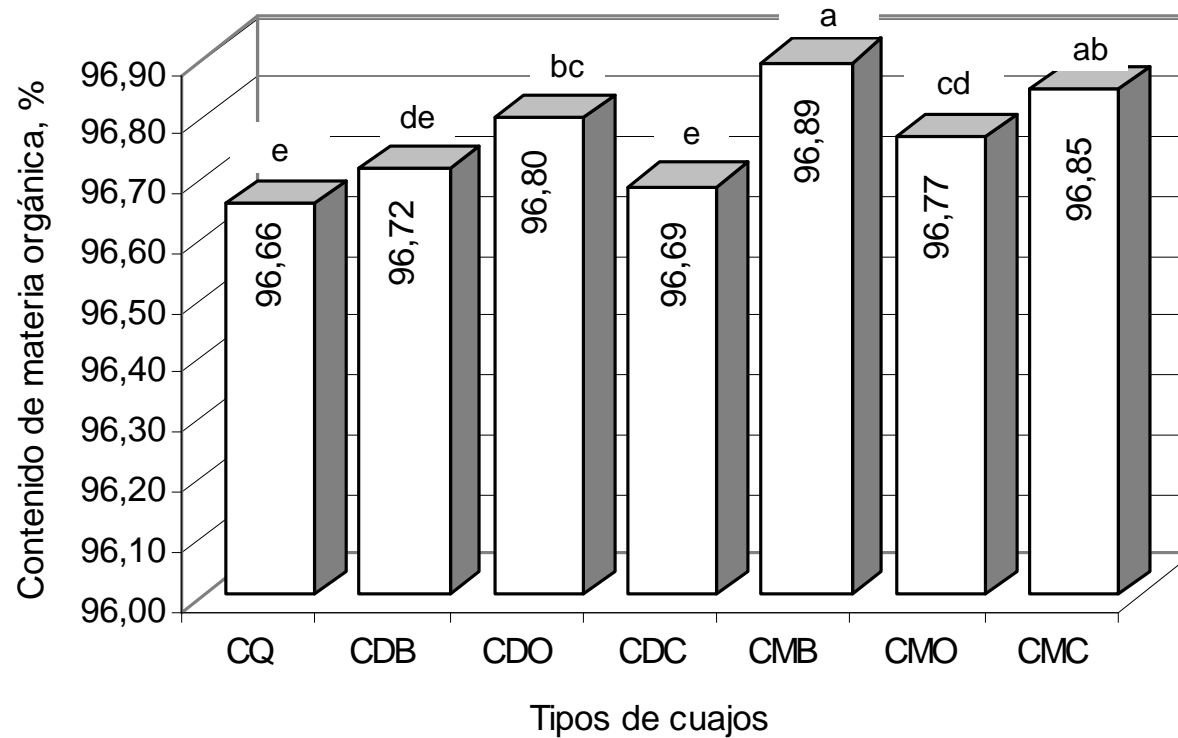
6. Contenido de materia orgánica

Las respuestas del contenido de materia orgánica de los quesos frescos presentaron diferencias altamente significativas ($P < 0.01$), por efecto de los distintos cuajos naturales y procesados de bovino, ovino y cuy, determinándose las mayores cantidades en los quesos obtenidos con el empleo del cuajo macerado de bovino y del cuajo macerado de cuy que presentaron contenidos de materia orgánica de 96.89 y 96.85 %, respectivamente, en cambio que los quesos con menor contenido de materia orgánica fueron los elaborados con los cuajos químico y deshidratado de cuy con 96.66 y 96.69 %, en su orden (gráfico 9), lo que denota que el cuajo macerado de bovino propicia quesos con mayor contenido de materia orgánica y menor cantidad de cenizas, aunque las respuestas obtenidas guardan relación con el reporte de Becerra, F. (2003), de donde se deduce que los contenidos de materia orgánica en el queso fresco debieron ser de 96.9 y 69.25 % cuando utilizó cuajo microbiano y animal, respectivamente.



CQ: Cuajo químico
 CDB: Cuajo deshidratado de bovino CMB: Cuajo macerado de bovino
 CDO: Cuajo deshidratado de ovino CMO: Cuajo macerado de ovino
 CDC: Cuajo deshidratado de cuy CMC: Cuajo macerado de cuy

Gráfico 8. Contenido de cenizas (%), en el queso fresco elaborado con distintos cuajos naturales y procesados de bovino, ovino y cuy.



CQ: Cuajo químico
 CDB: Cuajo deshidratado de bovino CMB: Cuajo macerado de bovino
 CDO: Cuajo deshidratado de ovino CMO: Cuajo macerado de ovino
 CDC: Cuajo deshidratado de cuy CMC: Cuajo macerado de cuy

Gráfico 9. Contenido de materia orgánica (%), en el queso fresco elaborado con distintos cuajos naturales y procesados de bovino, ovino y cuy.

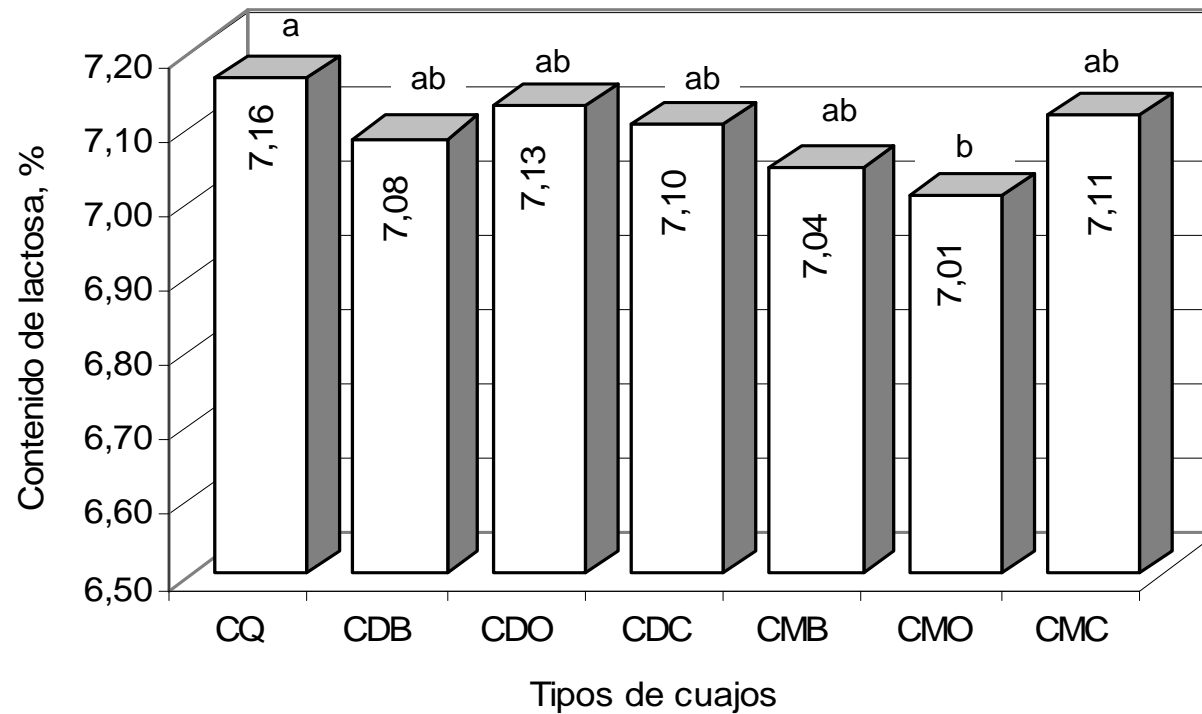
7. Contenido de lactosa

Los contenidos de la lactosa determinados en los quesos elaborados con cuajo químico y cuajo macerado de cuy fueron de 7.16 y 7.01 %, valores que presentan diferencias estadísticas ($P < 0.05$), entre si, pero que comparten los rangos de significancia con las respuestas obtenidas con los otros tratamientos experimentales, ya que se encontraron contenidos de 7.08, 7.13 y 7.10 % cuando se utilizaron los cuajos deshidratados de bovino, ovino y cuy, respectivamente; y de 7.04 y 7.11 % con los cuajos macerados de bovino y de cuy, en u orden (gráfico 10), notándose por tanto que los quesos elaborados con los distintos tipos de cuajos de origen animal disminuyen su contenido de lactosa, debido posiblemente a que al emplearse el cuajo químico hay una mayor acidificación de leche debido a la que las sustancias ácidas se producen por la fermentación de la lactosa, lo que propicia cuajadas con mayor contenido de humedad y, por tanto, con más lactosa, que será utilizada por las bacterias lácticas para producir ácido en las primeras fases del período de maduración.

Según Zavala, J. (2010), la leche es la única fuente conocida de lactosa, la leche de vaca tiene 4.9 % de lactosa, una cantidad que no llega a endulzar debidamente a la leche, pero por acción del proceso de la coagulación de la leche y su desuerado al haber una concentración de nutrientes esta cantidad se eleva, de ahí que es necesario tomar en cuenta lo que señala Licata, M. (2011), quien indica que las personas con intolerancia a la lactosa o alérgicas, deben tener especial cuidado, restringiendo su consumo, o tomando solo la cantidad que su organismo tolera sin generar reacciones adversas.

8. Contenido de calcio

Los contenidos de calcio en los quesos frescos elaborados con los distintos cuajos naturales y procesados de bovino, ovino y cuy presentaron diferencias estadísticas ($P < 0.01$), siendo los quesos elaborados con el cuajo químico y con el cuajo macerado de bovino los que aportan las mayores cantidades con 501.00 y 501.25 mg, en su orden, pero cuando se utilizó el cuajo deshidratado de cuy los quesos presentaron el menor contenido con 476.25 mg



CQ: Cuajo químico
 CDB: Cuajo deshidratado de bovino CMB: Cuajo macerado de bovino
 CDO: Cuajo deshidratado de ovino CMO: Cuajo macerado de ovino
 CDC: Cuajo deshidratado de cuy CMC: Cuajo macerado de cuy

Gráfico 10. Contenido de lactosa (%), en el queso fresco elaborado con distintos cuajos naturales y procesados de bovino, ovino y cuy.

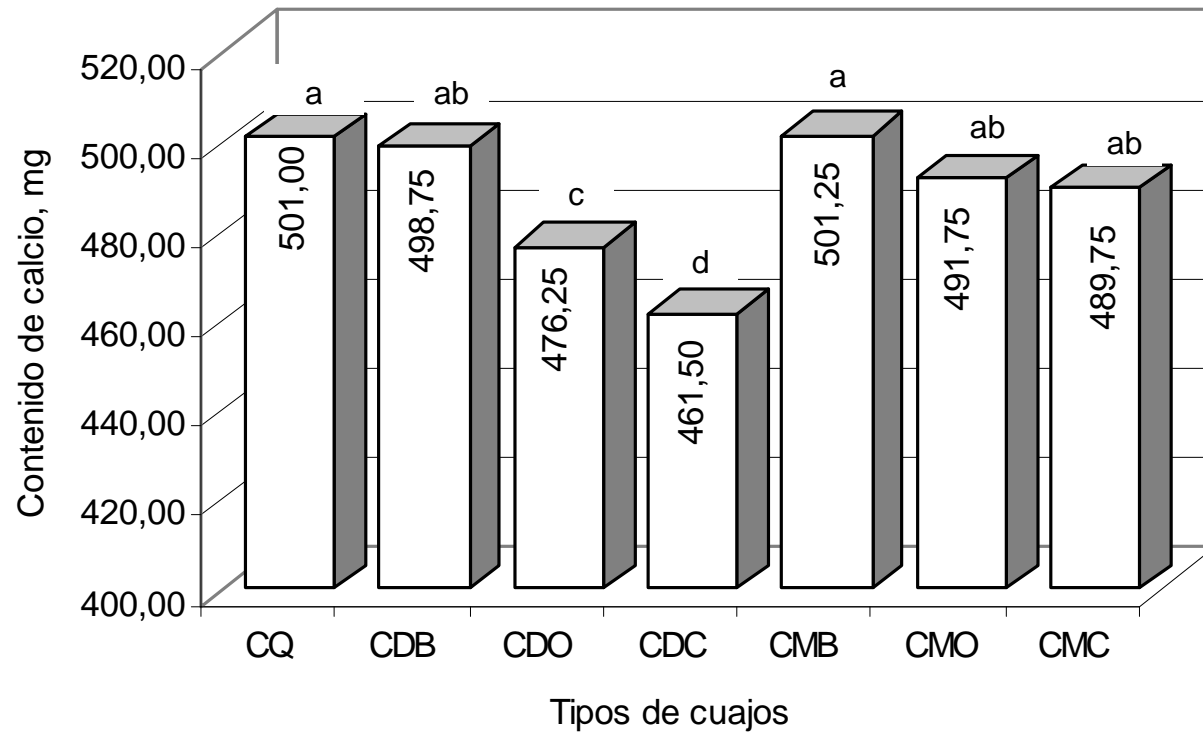
(gráfico 11), debido posiblemente a que este tipo de cuajo incrementa la coagulación ácida de la leche, que según <http://www.uco.es>. (2011), produce un descenso de pH, aumentando la solubilidad de las sales cálcicas, dando como resultado un desplazamiento progresivo del Calcio y el Fosfato inorgánico de la micela hacia la fase acuosa, produciéndose una desmineralización de las micelas que se ve acompañada de una desintegración de éstas y por consiguiente una menor cantidad de calcio que se retiene en el queso; estableciéndose en consecuencia que el cuajo macerado de bovino posee mejores propiedades coagulantes, de entre los cuajos naturales evaluados.

Los resultados obtenidos son superiores a los valores reportados por <http://nutricion.nichese.com>. (2011), donde se señala que quesos frescos con contenidos de humedad de 80.90 % el contenido de calcio es de 115 mg, pero en cambio son inferiores cuando reporta contenidos de 900 mg en quesos con 42.60 % de humedad, diferencias que se deben posiblemente a que las cantidades de nutrientes presentes se deben al contenido de agua y que se incrementan de acuerdo a su concentración o deshidratación del queso.

C. VALORACIÓN MICROBIOLÓGICA

1. Coliformes totales

Las cantidades de UFC/g (Unidades Formadoras de Colonias/gramo) de coliformes totales encontradas en los diferentes quesos presentaron diferencias estadísticas altas (cuadro 14), por cuanto las respuestas alcanzadas y distribuidas de acuerdo a su rango de significancia fueron de 100.5 y 99.75 UFC/g en los quesos elaborados con el cuajo deshidratado de cuy y macerado de ovino, respectivamente, 97.25 y 96.75 UFC/g cuando se utilizó cuajo deshidratado de ovino y macerado de cuy, 87.75 UFC/g con el cuajo macerado de bovino y las menores cantidades con 81.75 UFC/g con el empleo de cuajo químico y cuajo deshidratado de cuy, en ambos casos (gráfico 12), valores que a pesar de presentar diferencias estadísticas, de acuerdo a las recomendaciones del INEN (2002), se encuentran dentro del recuento máximo recomendado que es de 100 UFC/g, pero por debajo de recuento máximo permitido que es de 500 UFC/g, -



CQ: Cuajo químico

CDB: Cuajo deshidratado de bovino

CMB: Cuajo macerado de bovino

CDO: Cuajo deshidratado de ovino

CMO: Cuajo macerado de ovino

CDC: Cuajo deshidratado de cuy

CMC: Cuajo macerado de cuy

Gráfico 11. Contenido de calcio (mg), en el queso fresco elaborado con distintos cuajos naturales y procesados de bovino, ovino y cuy.

Cuadro 14. CALIDAD MICROBIOLÓGICA DE LOS QUESOS FRESCOS ELABORADOS CON DISTINTOS CUAJOS NATURALES Y PROCESADOS (BOVINO, OVINO Y CUY).

Tipos de cuajo	Coliformes totales (UFC/g)		Coliformes fecales (UFC/g)
Químico	81,75	d	Ausencia
Deshidratado de bovino	81,75	d	Ausencia
Deshidratado de ovino	97,25	b	Ausencia
Deshidratado de cuy	100,5	a	Ausencia
Macerado de bovino	87,75	c	Ausencia
Macerado de ovino	99,75	a	Ausencia
Macerado de cuy	96,75	b	Ausencia
Prob.	0,000	**	
Coef. de variación, %	1,46		

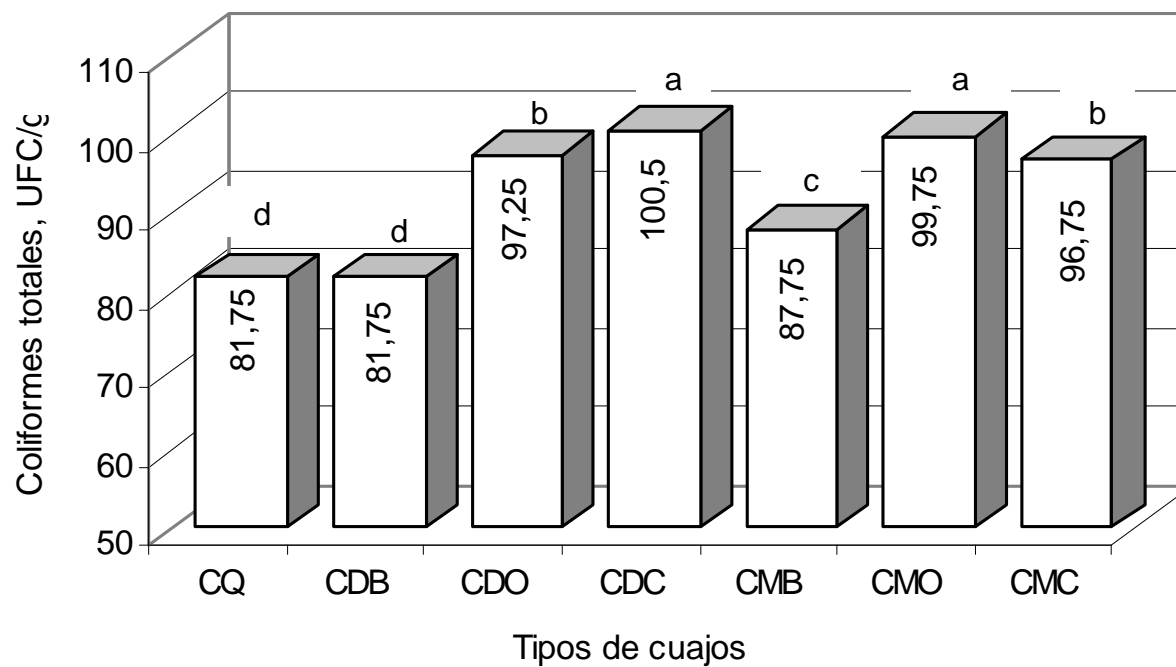
El macerado se realizó con suero de leche más limón.

Prob. > 0.05: No existen diferencias estadísticas (ns).

Prob. < 0.01: Existen diferencias altamente significativas (**).

Medias con letras iguales en una misma columna, no difieren estadísticamente de acuerdo a la prueba de Tukey.

Fuente: Rivera, V. (2011).



CQ: Cuajo químico
 CDB: Cuajo deshidratado de bovino CMB: Cuajo macerado de bovino
 CDO: Cuajo deshidratado de ovino CMO: Cuajo macerado de ovino
 CDC: Cuajo deshidratado de cuy CMC: Cuajo macerado de cuy

Gráfico 12. Presencia de coliformes totales (UFC/g), en el queso fresco elaborado con distintos cuajos naturales y procesados de bovino, ovino y cuy.

pudiendo señalarse que las cantidades encontradas pueden deberse más a la contaminación del medio ambiente, las instalaciones y manipuleo durante el período de almacenamiento y comercialización.

2. Coliformes fecales

Con respecto a la presencia de coliformes fecales, los análisis microbiológicos realizados en los quesos frescos obtenidos con el empleo de los distintos cuajos naturales y procesados de bovino, ovino y cuy, no se registró su presencia, debido posiblemente a que durante el proceso de elaboración del queso se siguieron estrictamente las normas higiénicas correspondientes.

B. VALORACIÓN ORGANOLÉPTICA

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

1. Textura

En la valoración de la textura, que según (González, J. 2005), está relacionada con lo que se llama su reología, es decir su respuesta a la deformación al aplicarle una fuerza y la posterior recuperación parcial de la forma inicial, las calificaciones asignadas presentaron diferencias estadísticas ($P < 0.01$), por efecto de los distintos cuajos naturales y procesados de bovino, ovino y cuy empleados, recibiendo la mayor puntuación (5.00/5 puntos), los quesos elaborados con el cuajo macerado de ovino debido a que presentaron una mayor elasticidad, seguidos por los quesos elaborados con el cuajo químico y con el macerado de cuy, que recibieron calificaciones de 3.75 puntos, en ambos casos, en cambio que cuando se utilizó el cuajo deshidratado de cuy y el macerado de bovino los quesos presentaron menor elasticidad, por lo que recibieron puntuaciones de 2.88 y 3.06 puntos, respectivamente (gráfico 13), ya que presentaron una textura frágil y friable, es decir, que se desmenuzaban fácilmente.

Cuadro 15. VALORACION ORGANOLÉPTICA DE LOS QUESOS FRESCOS ELABORADOS CON DISTINTOS CUAJOS NATURALES Y PROCESADOS (BOVINO, OVINO Y CUY).

Tipos de cuajo	Características organolépticas								Valoración		
	Textura (5 puntos)		Color (5 puntos)		Sabor (5 puntos)		Apariencia (5 puntos)		Total (20 puntos)		Valoración cualitativa (1)
Químico	3,75	b	4,63	a	4,21	a	3,59	b	16,250	ab	MB
Deshidratado de bovino	3,25	bc	4,13	a	3,96	a	3,07	b	14,500	b	B
Deshidratado de ovino	3,50	bc	4,13	a	4,48	a	3,48	b	15,625	b	B
Deshidratado de cuy	2,88	c	4,63	a	3,87	a	3,07	b	14,500	b	B
Macerado de bovino	3,06	c	4,38	a	3,97	a	3,48	b	14,938	b	B
Macerado de ovino	5,00	a	4,75	a	4,00	a	4,75	a	18,500	a	E
Macerado de cuy	3,75	b	4,50	a	4,34	a	3,97	ab	16,625	ab	MB
Prob.	0,000	**	0,313	ns	0,635	ns	0,000	**	0,000	**	
Coef. de variación, %	11,63		14,33		9,22		9,70		9,54		

El macerado se realizó con suero de leche más limón.

(1): Escala de valoración de calidad de productos alimenticios según Witting (1981).

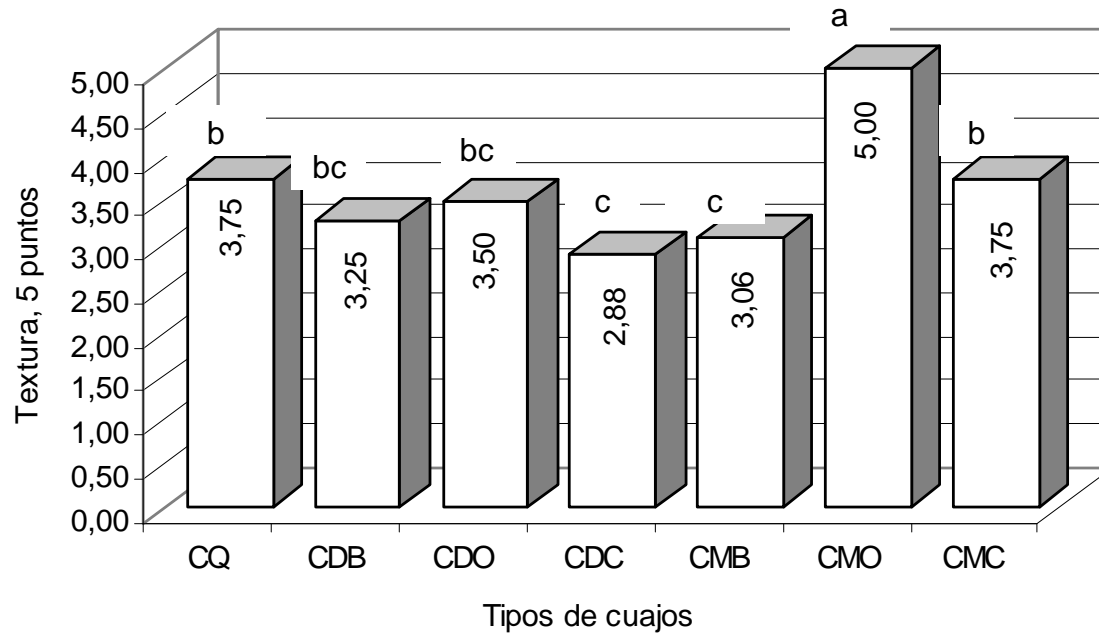
Descripción de calidad		Puntaje	
		100,00	20
Excelente	E	90,00	18
Muy bueno	MB	80,00	16
Bueno	B	70,00	14
Regular	R	60,00	12
Límite no comestible	LNC	50,00	10

Prob. > 0.05: No existen diferencias estadísticas (ns).

Prob. < 0.01: Existen diferencias altamente significativas (**).

Medias con letras iguales en una misma columna, no difieren estadísticamente de acuerdo a la prueba de Tukey.

Fuente: Rivera, V. (2011).



CQ: Cuajo químico

CDB: Cuajo deshidratado de bovino

CMB: Cuajo macerado de bovino

CDO: Cuajo deshidratado de ovino

CMO: Cuajo macerado de ovino

CDC: Cuajo deshidratado de cuy

CMC: Cuajo macerado de cuy

Gráfico 13. Valoración organoléptica de la textura (sobre 5 puntos), del queso fresco elaborado con distintos cuajos naturales y procesados de bovino, ovino y cuy.

2. Color

Las calificaciones asignadas al color de los quesos obtenidos por efecto de la utilización de los distintos cuajos naturales y procesados de bovino, ovino y cuy no presentaron diferencias estadísticas ($P > 0.05$), aunque numéricamente existe una ligera superioridad con el empleo del cuajo macerado de ovino y del cuajo químico que recibieron calificaciones de 4.75 y 4.63 puntos, en su orden, por que presentaban un color blanco cremoso, en cambio que con los otros tratamientos se registraron respuestas de entre 4.13 y 4.50 puntos, debido a su coloración blanco azulados, por la presencia de líquido en su parte exterior, observados principalmente en los quesos elaborados con el uso de cuajos deshidratados de bovino y ovino, respuestas que pueden deberse a lo que señala González, J. (2005), quien indica que el color del queso es variable según la leche de partida, el tiempo de maduración y la acidez de la masa del queso. Los quesos frescos tienen color blanco, cuanto más ácido es un queso su pasta será más blanca.

3. Sabor

En el sabor de los quesos, las calificaciones asignadas por efecto de la utilización de los distintos cuajos naturales y procesados de bovino, ovino y cuy no fueron diferentes estadísticamente ($P > 0.05$), sin embargo numéricamente alcanzaron mejores puntuaciones los quesos elaborados con los cuajos deshidratado de ovino, macerado de cuy, químico y existe una ligera superioridad con el empleo del cuajo macerado de ovino y macerado de ovino, que recibieron calificaciones de 4.48, 4.34, 4.21 y 4.00 puntos, en cambio los quesos elaborados con los cuajos bovinos macerado y deshidratado así como el deshidratado de cuy las puntuaciones alcanzadas fueron de 3.97, 3.96 y 3.87 puntos, debido a que en estos quesos se percibió 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.

4. Apariencia

La mayor puntuación en la valoración organoléptica de la apariencia de los

quesos fue cuando se utilizó el cuajo macerado de ovino con una calificación de 4.75 puntos sobre 5 de referencia, repuesta que difiere estadísticamente ($P < 0.01$), con los otros tratamientos considerados, que registraron puntuaciones entre 3.07 puntos que corresponden a los quesos elaborados con cuajos deshidratados de bovino y cuy, y de 3.59 puntos en los elaborados con el cuajo químico, mientras que la respuesta del cuajo macerado de cuy comparte ambos rangos de significancia, por cuanto el aspecto de los quesos que recibieron las menores puntuaciones, presentaban a la vista estructuras no homogéneas, y en algunos casos gránulos de cuajada, debido a la falta de presión durante el prensado.

5. Valoración total

En las puntuaciones totales, se estableció diferencias estadísticas ($P < 0.01$), ya que la valoración total más alta le correspondió a los quesos obtenidos con la utilización del cuajo macerado ovino, pues alcanzó un valor de 18.50 puntos sobre 20 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 los cuajos macerados de cuy y el químico que recibió una calificaciones de Muy Buenos (16.63 y 16.25/100 puntos, en su orden), len tanto que el resto de quesos alcanzaron la calidad de Buenos por presentar puntuaciones de 14.50 y 15.63 puntos (gráfico 14), por lo que en base a las respuestas de preferencia de los consumidores se puede considerar emplear el cuajo macerado de ovino, por cuanto le transfiere mejores características organolépticas como textura, color y apariencia.

E. ANÁLISIS ECONÓMICO

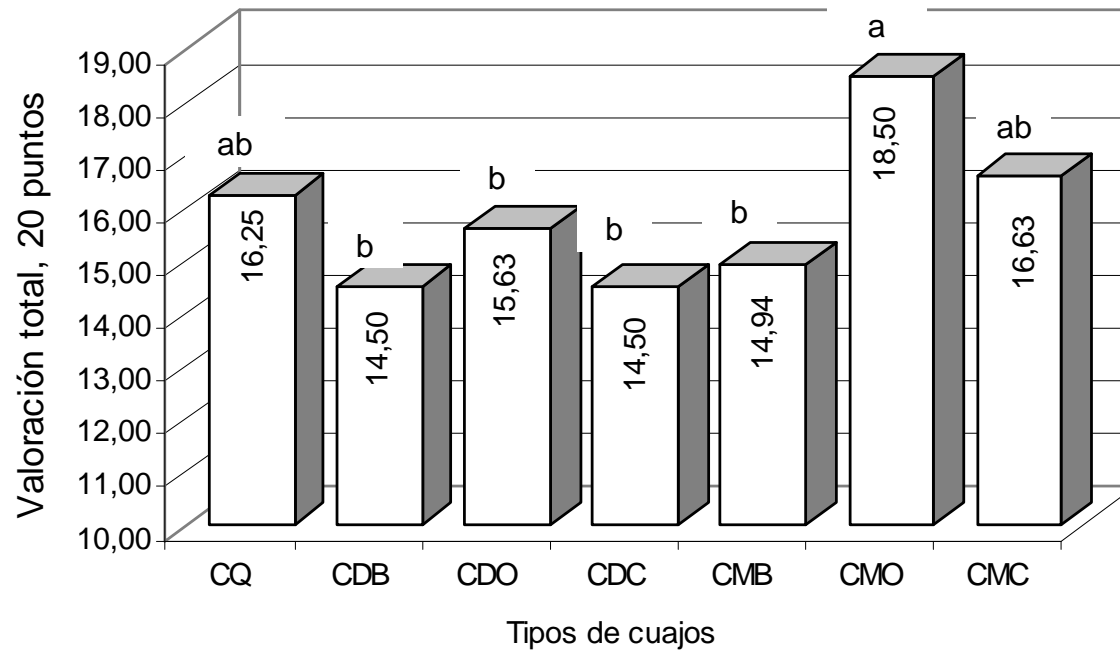
1. Costo de producción

El menor costo de producción de queso fresco (cuadro 16), se consiguió al emplearse el cuajo macerado de bovino con un costo de 3.22 USD/kg, siguiéndole en importancia el uso del cuajo ovino deshidratado y macerado que presentaron costos de 3.38 y 3.43 USD/kg, en su orden (gráfico 15), respuestas que son inferiores con respecto al empleo del cuajo químico y del cuajo deshidra-

Cuadro 16. EVALUACIÓN ECONÓMICA (DÓLARES) DE LA PRODUCCIÓN DE QUESO FRESCO ELABORADO CON CUAJOS NATURALES Y PROCESADOS DE BOVINO, OVINO Y CUY

Formulación:	Unidad	Referencia	Tipos de cuajo						
			Químico	Deshidratado de			Macerado		
				Bovino	Ovino	Cuy	Bovino	Ovino	Cuy
Leche Pasteurizada	lt	100	80,00	80,00	80,00	80,00	80,00	80,00	80,00
Cloruro de calcio	g	20	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00
Fermento láctico	ml	1000	800,00	800,00	800,00	800,00	800,00	800,00	800,00
Cuajo	g o ml	10	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00
Sal	kg	1,25	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
COSTOS			Costo/Unidad						
Leche Pasteurizada	0,400		32,000	32,000	32,000	32,000	32,000	32,000	32,000
Cloruro de calcio	0,002		0,032	0,032	0,032	0,032	0,032	0,032	0,032
Fermento láctico	0,006		4,800	4,800	4,800	4,800	4,800	4,800	4,800
Cuajo			0,960	0,160	0,216	0,320	0,096	0,128	0,192
Sal	0,500		0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500
Mano de obra	10,000		10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000
Costo Total, \$			48,292	47,492	47,548	47,652	47,428	47,460	47,524
Cantidad de queso obtenido, kg			13,78	13,57	14,07	13,49	14,72	13,82	13,01
Costo prod./kg, \$			3,50	3,50	3,38	3,53	3,22	3,43	3,65
Costo venta, \$/kg			4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00
Total Ingresos, \$			55,12	54,29	56,29	53,97	58,87	55,27	52,03
BENEFICIO/COSTO, %			1,14	1,14	1,18	1,13	1,24	1,16	1,09
Costo de los cuajos, dólares/ml									
Químico	0,120								
Deshidratado de bovino	0,020			Macerado de bovino	0,012				
Deshidratado de ovino	0,027			Macerado de ovino	0,016				
Deshidratado de cuy	0,040			Macerado de cuy	0,024				

Fuente: Rivera, V. (2011).



CQ: Cuajo químico

CDB: Cuajo deshidratado de bovino

CMB: Cuajo macerado de bovino

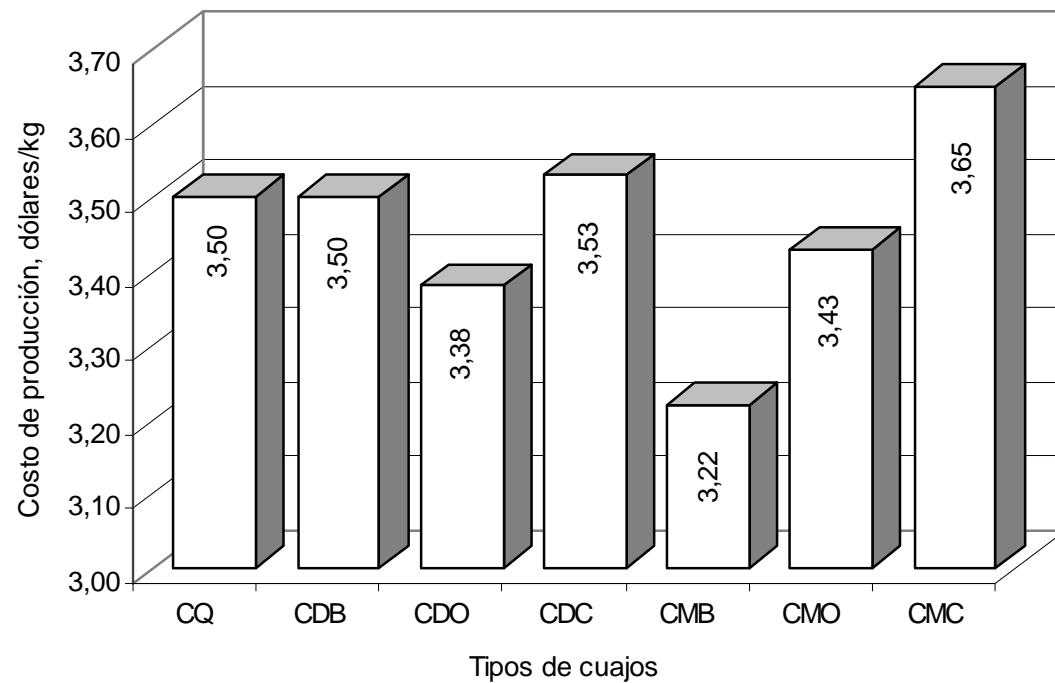
CDO: Cuajo deshidratado de ovino

CMO: Cuajo macerado de ovino

CDC: Cuajo deshidratado de cuy

CMC: Cuajo macerado de cuy

Gráfico 14. Valoración organoléptica total (sobre 20 puntos), del queso fresco elaborado con distintos cuajos naturales y procesados de bovino, ovino y cuy.



CQ: Cuajo químico

CDB: Cuajo deshidratado de bovino

CMB: Cuajo macerado de bovino

CDO: Cuajo deshidratado de ovino

CMO: Cuajo macerado de ovino

CDC: Cuajo deshidratado de cuy

CMC: Cuajo macerado de cuy

Gráfico 15. Costo de producción (dólares/kg), de la elaboración de queso fresco utilizando distintos cuajos naturales y procesados de bovino, ovino y cuy.

tado de bovino que fueron de 3.50 USD/kg, en ambos casos, en cambio que los costos más altos y que resultan menos rentables fueron los que se determinaron al utilizarse el cuajo de cuy deshidratado más aún con el macerado, ya que sus costos de producción se elevaron a 3.53 y 3.65 USD/kg, respectivamente, por lo que se considera que el cuajo macerado de bovino, presenta mejores índices productivos y que a su vez permite reducir los costos de producción.

2. Beneficio/costo

El análisis del beneficio/costo (B/C) de la producción de queso fresco con el empleo de distintos cuajos naturales y procesados de bovino, ovino y cuy (cuadro 16), se determinó que al emplearse el cuajo deshidratado de bovino se alcanza la mayor rentabilidad económica con un beneficio costo de 1.24, que representa que por cada dólar invertido se obtiene una ganancia de 24 centavos de dólar o una rentabilidad del 24 %; al utilizarse los cuajos deshidratados y macerados de ovinos las rentabilidades alcanzadas fueron de 18 y 16 % (B/C de 1.18 y 1.16), respectivamente, que se reducen al 14 % (B/C de 1.14), cuando se emplearon los cuajos químico y deshidratado de bovino, en cambio, cuando se empleó el cuajo de cuy tanto el deshidratado como el macerado las rentabilidades alcanzadas fueron las menores del presente trabajo, ya que se establecieron que los beneficios/costos fueron de apenas 1.13 y 1.09, respectivamente. Estas respuestas determinan que con el empleo del cuajo deshidratado de bovino en la elaboración del queso fresco se alcanza mejores respuestas económicas, además de que tienen una buena aceptación por parte de los consumidores.

V. CONCLUSIONES

- En el comportamiento productivo de los cuajos, mejores respuestas, se registraron al emplearse el macerado de bovino en la elaboración de queso fresco, por la conversión obtenida y el mayor rendimiento productivo, a diferencia del cuajo macerado de cuy que presentó las respuestas menos eficientes.
- En la calidad bromatológica del queso fresco, se estableció que al emplearse el cuajo químico y macerado de cuy propician una mayor retención de proteína, pero mayores contenidos de materia orgánica y calcio se registran con el uso del cuajo macerado de bovino.
- En los quesos frescos se encontraron cargas microbiológicas de coliformes totales por debajo de las recomendaciones por el INEN (2002), además existió ausencia de coliformes fecales, por lo que se consideran aptos para el consumo humano.
- La valoración organoléptica determinó que al emplearse el cuajo macerado de ovino, recibió una calificación de excelente en la valoración total.
- El análisis económico determinó los menores costos de producción y la mayor rentabilidad económica (B/C de 1.24), con el empleo del cuajo macerado de bovino.

VI. RECOMENDACIONES

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

- Elaborar queso fresco con la utilización de cuajo macerado de bovino para elevar los índices productivos y económicos por cuanto se alcanzaron mejores respuestas de conversión leche/queso, rendimiento y rentabilidad económica (B/C de 1.24), con una buena aceptación por parte de los consumidores.
- Si se toma en cuenta la preferencia de los consumidores, se debe utilizar el cuajo macerado de ovino, por cuanto alcanzó una preferencia de excelente, superior al empleo del cuajo macerado de bovino, pero con una rentabilidad menor.
- Replicar el presente estudio con el empleo de distintos cuajos naturales y procesados de bovino, ovino y cuy, pero utilizando varios niveles en la elaboración de quesos frescos, semi-maduros y maduros, así como determinar su título o fuerza del cuajo y calcular la cantidad necesaria a utilizar, para reducir el tiempo de coagulación de la leche.
- Difundir la elaboración de queso fresco empleando cuajos naturales, por cuanto se demostró que son aptos para el consumo humano, poseen un alto valor nutritivo y tienen excelentes características organolépticas.
- Realizar investigaciones sobre la fuerza de los cuajos naturales y procesados de bovinos, ovinos y cuy, y de la temperatura a utilizar en la coagulación al momento de elaborar el queso, para disminuir el tiempo de cuajado y obtener mejores resultados productivos.

VII. LITERATURA CITADA

1. 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.
2. CHAMORRO, M. 2002. El análisis sensorial de los quesos. 1a ed. Madrid, España. Edit. Mundi-Prensa. pp 10 – 25.
3. COSTE, E. 2005. Análisis Sensorial de Quesos. sn. Madrid, España. Edit. Univ. Nac. de Lomas de Zamora. pp 2 -10.
4. CRISTÓBAL, L. Y MAURTUA, D. 2008. Evaluación bacteriológica de quesos frescos artesanales comercializados en Lima, Perú, y la supuesta acción bactericida de *Lactobacillus* spp.. Tesis de grado. Facultad de Ciencias y Filosofía, Universidad Cayetano Heredia, Lima, Perú. pp 10-15.
5. ECUADOR, ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO (ESPOCH). 2011. Anuarios meteorológicos, Facultad de Recursos Naturales. Riobamba, Ecuador.
6. FERRANDINI, E. 2006. Elaboración de queso de murcia al vino con cuajo natural en pasta. Tesis de Grado Doctoral. Facultad de Veterinaria, Universidad de Murcia. Murcia, España. pp 17 -50.
7. 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.
8. FUENTES, A., CAMPAS, O. Y MEZA, M. 2010. Calidad sanitaria de alimentos disponibles al público de ciudad Obregón, Sonora, México. Departamento de Biotecnología y Ciencias Alimentarias, Instituto Tecnológico de Sonora. Sonora, México. pp 4 – 6.

9. GONZÁLEZ, M. 2002. Tecnología para la elaboración de queso blanco, amarillo y yogurt. Veraguas, Panamá. Páginas pdf.
10. <http://intaex.juntaextremadura.net>. 2005. González, J. Charla evaluación sensorial de quesos CPR Cáceres. Instituto Tecnológico Agroalimentario (INTAEX).
11. <http://bichoonline.com.br>. 2010. De Oliver, C., Moreno, J., Mistier, L. y Lela, P. Características físico-químicas e microbiológicas de queijos minas frescal e mussarela, producidos em algumas fábricas de laticínios do estado de Sao Paulo. Rev Hig Alimentar.
12. <http://cienciaycampo.wordpress.com>. 2011. Pérez, G. Archivo mensual: febrero 2011. El queso y la flor del cardo.
13. <http://colombiacorazon.com>. 2011. Lácteos.
14. <http://es.wikipedia.org>. 2010. Cuajo.
15. <http://es.wikipedia.org>. 2010. Queso fresco.
16. <http://milksci.unizar.es>. 2010. Enzimas.
17. <http://milksci.unizar.es>. 2011. Calvo, M. Bioquímica de los alimentos. Coagulación enzimática de las caseínas
18. <http://nutricion.nichese.com>. 2011. Los quesos.
19. <http://revistareciteia.es.tl>. 2010. Quijano, J. Quimosinas. Universidad del Valle. Cali, Colombia.
20. <http://vaca.agro.uncor.edu>. 2010. Zavala, J. Aspectos nutricionales y tecnológicos de la leche. Ministerio de Agricultura, Dirección de Crianzas. Perú.

21. <http://www.alimentacion.org.ar>. 2011. Cetera, A. Análisis sensorial. Una herramienta fundamental.
22. <http://www.carrageninas/productos.asp>. 2000. Miranda, L. Carrageninas.
23. <http://www.consumer.es>. 2011. Fundación Eroski. El queso fresco.
24. <http://www.cuajoscaporal.com>. 2011. Cuajo líquido
25. <http://www.doschivos.com>. 2010. Microbiología de los lácteos.
26. <http://www.fcagr.unr.edu.ar>. 2011. Mondino, M. y Ferratto, J. El análisis sensorial, una herramienta para la evaluación de la calidad desde el consumidor. Publicación cuatrimestral de la Facultad de Ciencias Agrarias - Universidad Nacional de Rosario, Argentina.
27. <http://www.food-info.net>. 2011. Producción de queso.
28. <http://www.gastronomiaycia.com>. 2009. Cuajo.
29. <http://www.hunzbichler.com>. 2011. Diccionario del cuajo.
30. <http://www.ikerkuntza.ehu.es>. 2008. Barron, L., Nájera, A. y Abilleira, E. Calidad y seguridad de alimentos fermentados autóctonos. Universidad del País Vasco.
31. <http://www.industriaalimenticia.com>. 2010. Enzimas coagulantes.
32. <http://www.oirsa.org>. 2011. Norma Técnica Nicaragüense 03 022-99. NTON 03 022 - 99 Norma de quesos frescos no madurados.
33. <http://www.quesosargentinos.gov.ar>. 2011. Quesos argentinos.
34. <http://www.quiminet.com>. 2011. El proceso de elaboración del queso.

35. <http://www.uco.es>. 2011. La leche
36. <http://www.venelogia.com>. 2011. Beneficios y propiedades del queso, rica fuente de proteínas y calcio.
37. <http://www.vulcano.terra.com.pe>. 2009. Diagrama de flujo para la elaboración de queso prensado.
38. <http://www.zonadiet.com>. 2011. Licata, M. Los quesos. Composición, elaboración y propiedades nutricionales.
39. INSTITUTO NACIONAL ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN (INEN). 2002. Elaboración y requisitos exigidos en la elaboración de quesos. Norma INEN 1528. Quito, Ecuador.
40. MEDINA, M. Y ARAGUNDI, E. 2007. Determinación de los costos de calidad en el proceso productivo del queso. Tesis de Grado. Facultad de Ciencias Humanísticas y Económicas, Escuela Superior Politécnica del Litoral. Guayaquil, Ecuador. pp 2-25.
41. MONTERO, H., ARANIBAR, G., CAÑAMERAS, C. Y CASTAÑEDA, R. 2005. Metodología para la caracterización sensorial de quesos argentinos. Memoria de las Jornadas de Análisis Sensorial. Tendencias actuales y aplicaciones "JASLIS 2005. INTI-Lácteos. Buenos Aires. Argentina.
42. ORTIZ, M. y RIOS, M. 2006. Comparación de los métodos PetrifilmTM coliformes y Número Más Probable (NMP) para la determinación de coliformes fecales en muestras de queso blanco Instituto Nacional de Higiene "Rafael Rangel". vol.37, no.2, p.15-18. ISSN 0798-0477.
43. WITTING, E. 1981. Evaluación sensorial. Una metodología actual para tecnología de alimentos. sn. Santiago, Chile. Edit. Talleres gráficos USACH. pp 4-10.

44. YANZA, E. 2010. utilización del látex de las hojas, tallos y fruto de la papaya como coagulante natural en la elaboración de queso fresco. Tesis de grado. Facultad de Ciencias Pecuaria, ESPOCH. Riobamba, Ecuador. pp. 32 -44.

ANEXOS

Anexo 2. Análisis estadísticos del tiempo de cuajado (minutos), al elaborar queso fresco utilizando distintos cuajos naturales y procesados (bovino, ovino y cuy).

1. ESTADÍSTICAS DESCRIPTIVAS

Tratamiento	Nº obs.	Media	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
Químico	8	38.7500	2.43487	35.00	42.00
Deshidratado bovino	8	82.3750	7.04957	69.00	92.00
Deshidratado ovino	8	70.2500	6.88165	63.00	80.00
Deshidratado cuy	8	120.3750	9.08590	100.00	130.00
Macerado bovino	8	62.1250	4.73400	53.00	70.00
Macerado ovino	8	64.2500	4.97853	60.00	72.00
Macerado cuy	8	112.0000	4.78091	106.00	120.00
Total	56	78.5893			

2. ANÁLISIS DE VARIANZA

F.V.	S.C.	gl	C.M.	Fcal	Prob.
Tratamientos	40080.429	6	6680.071	182.952	0.000 **
Error	1789.125	49	36.513		
Total	41869.554	55			

$$CV = (\sqrt{\text{CuadradoMediodelError} / \text{MediaGeneral}}) \times 100 = 7.69 \%$$

Prob. < 0.01: Existen diferencias altamente significativas (**).

3. ASIGNACIÓN DE RANGOS DE ACUERDO A LA SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN LA PRUEBA DE TUKEY

Tipos de cuajo	Nº obs.	Grupos homogéneos			
		D	C	B	A
Químico	8	38.7500			
Macerado bovino	8		62.1250		
Macerado ovino	8		64.2500		
Deshidratado ovino	8		70.2500		

:

Deshidratado	8	82.3750
bovino		
Macerado cuy	8	112.0000
Deshidratado cuy	8	120.3750

Anexo 3. Análisis estadísticos de conversión leche/queso, al elaborar queso fresco utilizando distintos cuajos naturales y procesados (bovino, ovino y cuy).

1. ESTADÍSTICAS DESCRIPTIVAS

Tratamiento	Nº obs.	Media	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
Químico	8	5.8050	0.20833	5.50	6.01
Deshidratado bovino	8	5.8938	0.27013	5.33	6.31
Deshidratado ovino	8	5.6850	0.19698	5.45	5.97
Deshidratado cuy	8	5.9288	0.36934	5.32	6.38
Macerado bovino	8	5.4362	0.35476	5.06	6.17
Macerado ovino	8	5.7900	0.20248	5.52	6.20
Macerado cuy	8	6.1500	0.26328	5.79	6.42
Total	56	5.8127			

2. ANÁLISIS DE VARIANZA

F.V.	S.C.	gl	C.M.	Fcal	Prob.
Tratamientos	2.339	6	0.390	5.171	0.000 **
Error	3.694	49	0.075		
Total	6.033	55			

$$CV = (\sqrt{\text{CuadradoMediodelError}} / \text{MediaGeneral}) \times 100 = 4.71 \%$$

Prob. < 0.01: Existen diferencias altamente significativas (**).

3. ASIGNACIÓN DE RANGOS DE ACUERDO A LA SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN LA PRUEBA DE TUKEY

Tipos de cuajo	Nº obs.	Grupos homogéneos		
		C	B	A
Macerado bovino	8	5.4362		
Deshidratado ovino	8	5.6850	5.6850	
Macerado ovino	8	5.7900	5.7900	5.7900
Químico	8	5.8050	5.8050	5.8050

Deshidratado	8	5.8938	5.8938
bovino			
Deshidratado cuy	8	5.9288	5.9288
Macerado cuy	8		6.1500

Anexo 4. Análisis estadísticos del rendimiento leche/queso (%), al elaborar queso fresco utilizando distintos cuajos naturales y procesados (bovino, ovino y cuy).

1. ESTADÍSTICAS DESCRIPTIVAS

Tratamiento	Nº obs.	Media	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
Químico	8	16.6250	0.74402	16.00	18.00
Deshidratado bovino	8	16.3750	0.91613	15.00	18.00
Deshidratado ovino	8	17.1250	0.83452	16.00	18.00
Deshidratado cuy	8	16.3750	1.06066	15.00	18.00
Macerado bovino	8	18.0000	1.06904	16.00	19.00
Macerado ovino	8	16.8750	0.64087	16.00	18.00
Macerado cuy	8	15.8750	0.99103	15.00	17.00
Total	56	16.7500			

2. ANÁLISIS DE VARIANZA

F.V.	S.C.	gl	C.M.	Fcal	Prob.
Tratamientos	22.250	6	3.708	4.514	0.001 **
Error	40.250	49	0.821		
Total	62.500	55			

$$CV = (\sqrt{\text{CuadradoMediodelError}} / \text{MediaGeneral}) \times 100 = 5.41 \%$$

Prob. < 0.01: Existen diferencias altamente significativas (**).

3. ASIGNACIÓN DE RANGOS DE ACUERDO A LA SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN LA PRUEBA DE TUKEY

Tipos de cuajo	Nº obs.	Grupos homogéneos	
		B	A
Macerado cuy	8	15.8750	
Deshidratado bovino	8	16.3750	
Deshidratado cuy	8	16.3750	

Químico	8	16.6250	16.6250
Macerado ovino	8	16.8750	16.8750
Deshidratado ovino	8	17.1250	17.1250
Macerado bovino	8		18.0000

Anexo 6. Análisis estadísticos del contenido de humedad (%), en el queso fresco elaborado con distintos cuajos naturales y procesados (bovino, ovino y cuy).

1. ESTADÍSTICAS DESCRIPTIVAS

Tratamiento	Nº obs.	Media	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
Químico	8	57.8650	0.79042	56.99	59.03
Deshidratado bovino	8	58.1450	0.79042	57.27	59.31
Deshidratado ovino	8	58.1950	0.79042	57.32	59.36
Deshidratado cuy	8	58.0650	0.79042	57.19	59.23
Macerado bovino	8	57.7075	0.78629	56.83	58.87
Macerado ovino	8	58.4750	0.79776	57.59	59.65
Macerado cuy	8	58.1850	0.79042	57.31	59.35
Total	56	58.0911			

2. ANÁLISIS DE VARIANZA

F.V.	S.C.	gl	C.M.	Fcal	Prob.
Tratamientos	2.951	6	0.492	0.786	0.585 ns
Error	30.650	49	0.626		
Total	33.601	55			

$$CV = (\sqrt{\text{CuadradoMedio del Error}} / \text{Media General}) \times 100 = 1.36 \%$$

Prob. > 0.05: No existen diferencias estadísticas (ns).

3. ASIGNACIÓN DE RANGOS DE ACUERDO A LA SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN LA PRUEBA DE TUKEY

Tipos de cuajo	Nº obs.	Grupos
		homogéneos
		A
Macerado bovino	8	57.7075
Químico	8	57.8650
Deshidratado cuy	8	58.0650

Deshidratado	8	58.1450
bovino		
Macerado cuy	8	58.1850
Deshidratado ovino	8	58.1950
Macerado ovino	8	58.4750

Anexo 7. Análisis estadísticos del contenido de materia seca (%), en el queso fresco elaborado con distintos cuajos naturales y procesados (bovino, ovino y cuy).

1. ESTADÍSTICAS DESCRIPTIVAS

Tratamiento	Nº obs.	Media	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
Químico	8	42.1350	.57239	41.50	42.98
Deshidratado bovino	8	41.8550	.57239	41.22	42.70
Deshidratado ovino	8	41.8050	.57239	41.17	42.65
Deshidratado cuy	8	41.9350	.57239	41.30	42.78
Macerado bovino	8	42.2925	.57666	41.65	43.15
Macerado ovino	8	41.5250	.56505	40.90	42.36
Macerado cuy	8	41.8150	.57239	41.18	42.66
Total	56	41.9089			

2. ANÁLISIS DE VARIANZA

F.V.	S.C.	gl	C.M.	Fcal	Prob.
Tratamientos	2.951	6	0.492	1.503	0.197 ns
Error	16.030	49	0.327		
Total	18.981	55			

$$CV = (\sqrt{\text{CuadradoMediodelError}} / \text{MediaGeneral}) \times 100 = 1.36 \%$$

Prob. > 0.05: No existen diferencias estadísticas (ns).

3. ASIGNACIÓN DE RANGOS DE ACUERDO A LA SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN LA PRUEBA DE TUKEY

Tipos de cuajo	Nº obs.	Grupos
		homogéneos
		A
Macerado ovino	8	41.5250
Deshidratado ovino	8	41.8050
Macerado cuy	8	41.8150

Deshidratado	8	41.8550
bovino		
Deshidratado cuy	8	41.9350
Químico	8	42.1350
Macerado bovino	8	42.2925

Anexo 8. Análisis estadísticos del contenido de proteína (%), en el queso fresco elaborado con distintos cuajos naturales y procesados (bovino, ovino y cuy).

1. ESTADÍSTICAS DESCRIPTIVAS

Tratamiento	Nº obs.	Media	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
Químico	8	18.9825	0.25706	18.69	19.37
Deshidratado bovino	8	17.8650	0.24536	17.59	18.23
Deshidratado ovino	8	18.1050	0.24536	17.83	18.47
Deshidratado cuy	8	17.3550	0.23803	17.09	17.71
Macerado bovino	8	17.8850	0.24536	17.61	18.25
Macerado ovino	8	18.0150	0.24536	17.74	18.38
Macerado cuy	8	18.3075	0.24956	18.03	18.68
Total	56	18.0736			

2. ANÁLISIS DE VARIANZA

F.V.	S.C.	gl	C.M.	Fcal	Prob.
Tratamientos	11.846	6	1.974	32.455	0.000 **
Error	2.981	49	0.061		
Total	14.826	55			

$$CV = (\sqrt{\text{CuadradoMedio del Error}} / \text{Media General}) \times 100 = 1.37 \%$$

Prob. < 0.01: Existen diferencias altamente significativas (**).

3. ASIGNACIÓN DE RANGOS DE ACUERDO A LA SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN LA PRUEBA DE TUKEY

Tipos de cuajo	Nº obs.	Grupos homogéneos			
		D	C	B	A
Deshidratado cuy	8	17.3550			
Deshidratado bovino	8		17.8650		
Macerado bovino	8		17.8850		

Macerado ovino	8	18.0150	18.0150
Deshidratado ovino	8	18.1050	18.1050
Macerado cuy	8		18.3075
Químico	8		18.9825

Anexo 9. Análisis estadísticos del contenido de grasa (%), en el queso fresco elaborado con distintos cuajos naturales y procesados (bovino, ovino y cuy).

1. ESTADÍSTICAS DESCRIPTIVAS

Tratamiento	Nº obs.	Media	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
Químico	8	12.8875	0.17515	12.69	13.15
Deshidratado bovino	8	12.9075	0.17515	12.71	13.17
Deshidratado ovino	8	12.2150	0.16362	12.03	12.46
Deshidratado cuy	8	12.7775	0.17515	12.58	13.04
Macerado bovino	8	13.0425	0.17934	12.84	13.31
Macerado ovino	8	13.1825	0.17934	12.98	13.45
Macerado cuy	8	13.0625	0.17934	12.86	13.33
Total	56	12.8679			

2. ANÁLISIS DE VARIANZA

F.V.	S.C.	gl	C.M.	Fcal	Prob.
Tratamientos	4.830	6	0.805	26.172	0.000 **
Error	1.507	49	0.031		
Total	6.337	55			

$$CV = (\sqrt{\text{CuadradoMedio del Error}} / \text{Media General}) \times 100 = 1.37 \%$$

Prob. < 0.01: Existen diferencias altamente significativas (**).

3. ASIGNACIÓN DE RANGOS DE ACUERDO A LA SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN LA PRUEBA DE TUKEY

Tipos de cuajo	Nº obs.	Grupos homogéneos			
		D	C	B	A
Deshidratado ovino	8	12.2150			
Deshidratado cuy	8		12.7775		
Químico	8		12.8875	12.8875	
Deshidratado	8		12.9075	12.9075	

bovino				
Macerado bovino	8	13.0425	13.0425	13.0425
Macerado cuy	8		13.0625	13.0625
Macerado ovino	8			13.1825

Anexo 10. Análisis estadísticos del contenido de cenizas (%), en el queso fresco elaborado con distintos cuajos naturales y procesados (bovino, ovino y cuy).

1. ESTADÍSTICAS DESCRIPTIVAS

Tratamiento	Nº obs.	Media	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
Químico	8	3.3450	0.04751	3.29	3.42
Deshidratado bovino	8	3.2850	0.04751	3.23	3.36
Deshidratado ovino	8	3.2025	0.04334	3.15	3.27
Deshidratado cuy	8	3.3150	0.04751	3.26	3.39
Macerado bovino	8	3.1075	0.04432	3.05	3.18
Macerado ovino	8	3.2325	0.04334	3.18	3.30
Macerado cuy	8	3.1525	0.04334	3.10	3.22
Total	56	3.2343			

2. ANÁLISIS DE VARIANZA

F.V.	S.C.	gl	C.M.	Fcal	Prob.
Tratamientos	0.361	6	0.060	29.304	0.000 **
Error	0.101	49	0.002		
Total	0.462	55			

$$CV = (\sqrt{\text{CuadradoMedio del Error}} / \text{Media General}) \times 100 = 1.38 \%$$

Prob. < 0.01: Existen diferencias altamente significativas (**).

3. ASIGNACIÓN DE RANGOS DE ACUERDO A LA SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN LA PRUEBA DE TUKEY

Tipos de cuajo	Nº obs.	Grupos homogéneos				
		E	D	C	B	A
Macerado bovino	8	3.1075				
Macerado cuy	8	3.1525	3.1525			
Deshidratado ovino	8		3.2025	3.2025		
Macerado ovino	8			3.2325	3.2325	

Deshidratado	8	3.2850	3.2850
bovino			
Deshidratado cuy	8		3.3150
Químico	8		3.3450

Anexo 11. Análisis estadísticos del contenido de materia orgánica (%), en el queso fresco elaborado con distintos cuajos naturales y procesados (bovino, ovino y cuy).

1. ESTADÍSTICAS DESCRIPTIVAS

Tratamiento	Nº obs.	Media	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
Químico	8	96.6550	0.04751	96.58	96.71
Deshidratado bovino	8	96.7150	0.04751	96.64	96.77
Deshidratado ovino	8	96.7975	0.04334	96.73	96.85
Deshidratado cuy	8	96.6850	0.04751	96.61	96.74
Macerado bovino	8	96.8925	0.04432	96.82	96.95
Macerado ovino	8	96.7675	0.04334	96.70	96.82
Macerado cuy	8	96.8475	0.04334	96.78	96.90
Total	56	96.7657			

2. ANÁLISIS DE VARIANZA

F.V.	S.C.	gl	C.M.	Fcal	Prob.
Tratamientos	0.361	6	0.060	29.304	0.000 **
Error	0.101	49	0.002		
Total	0.462	55			

$$CV = (\sqrt{\text{CuadradoMedio del Error}} / \text{Media General}) \times 100 = 0.05 \%$$

Prob. < 0.01: Existen diferencias altamente significativas (**).

3. ASIGNACIÓN DE RANGOS DE ACUERDO A LA SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN LA PRUEBA DE TUKEY

Tipos de cuajo	Nº obs.	Grupos homogéneos				
		E	D	C	B	A
Químico	8	96.6550				
Deshidratado cuy	8	96.6850				
Deshidratado bovino	8	96.7150	96.7150			

Macerado ovino	8	96.7675	96.7675	
Deshidratado ovino	8		96.7975	96.7975
Macerado cuy	8		96.8475	96.8475
Macerado bovino	8			96.8925

Anexo 12. Análisis estadísticos del contenido de lactosa (%), en el queso fresco elaborado con distintos cuajos naturales y procesados (bovino, ovino y cuy).

1. ESTADÍSTICAS DESCRIPTIVAS

Tratamiento	Nº obs.	Media	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
Químico	8	7.1625	0.09765	7.05	7.31
Deshidratado bovino	8	7.0825	0.09765	6.97	7.23
Deshidratado ovino	8	7.1275	0.09809	7.01	7.28
Deshidratado cuy	8	7.1025	0.09765	6.99	7.25
Macerado bovino	8	7.0425	0.09765	6.93	7.19
Macerado ovino	8	7.0050	0.09547	6.90	7.15
Macerado cuy	8	7.1125	0.09765	7.00	7.26
Total	56	7.0907			

2. ANÁLISIS DE VARIANZA

F.V.	S.C.	gl	C.M.	Fcal	Prob.
Tratamientos	0.135	6	0.022	2.369	0.043 *
Error	0.465	49	0.009		
Total	0.600	55			

$$CV = (\sqrt{\text{CuadradoMediodelError}} / \text{MediaGeneral}) \times 100 = 1.34 \%$$

Prob. < 0.05: Existen diferencias significativas (*).

3. ASIGNACIÓN DE RANGOS DE ACUERDO A LA SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN LA PRUEBA DE TUKEY

Tipos de cuajo	Nº obs.	Grupos homogéneos	
		B	A
Macerado ovino	8	7.0050	
Macerado bovino	8	7.0425	7.0425
Deshidratado bovino	8	7.0825	7.0825

Deshidratado cuy	8	7.1025	7.1025
Macerado cuy	8	7.1125	7.1125
Deshidratado ovino	8	7.1275	7.1275
Químico	8		7.1625

Anexo 13. Análisis estadísticos del contenido de calcio (%), en el queso fresco elaborado con distintos cuajos naturales y procesados (bovino, ovino y cuy).

1. ESTADÍSTICAS DESCRIPTIVAS

Tratamiento	Nº obs.	Media	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
Químico	8	501.0000	6.86607	493.00	512.00
Deshidratado bovino	8	498.7500	6.62786	491.00	509.00
Deshidratado ovino	8	476.2500	6.69221	468.00	487.00
Deshidratado cuy	8	461.5000	6.21059	454.00	471.00
Macerado bovino	8	501.2500	7.04577	493.00	512.00
Macerado ovino	8	491.7500	6.62786	484.00	502.00
Macerado cuy	8	489.7500	6.62786	482.00	500.00
Total	56	488.6071			

2. ANÁLISIS DE VARIANZA

F.V.	S.C.	gl	C.M.	Fcal	Prob.
Tratamientos	10519.857	6	1753.310	39.346	0.000 **
Error	2183.500	49	44.561		
Total	12703.357	55			

$$CV = (\sqrt{\text{CuadradoMediodelError} / \text{MediaGeneral}}) \times 100 = 1.37 \%$$

Prob. < 0.01: Existen diferencias altamente significativas (**).

3. ASIGNACIÓN DE RANGOS DE ACUERDO A LA SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN LA PRUEBA DE TUKEY

Tipos de cuajo	Nº obs.	Grupos homogéneos			
		D	C	B	A
Deshidratado cuy	8	461.5000			
Deshidratado ovino	8		476.2500		
Macerado cuy	8			489.7500	
Macerado ovino	8			491.7500	491.7500

Deshidratado	8	498.7500	498.7500
bovino			
Químico	8		501.0000
Macerado bovino	8		501.2500

Anexo 15. Análisis estadísticos de la presencia de Coliformes totales (UFC/g), en el queso fresco elaborado con distintos cuajos naturales y procesados (bovino, ovino y cuy).

1. ESTADÍSTICAS DESCRIPTIVAS

Tratamiento	Nº obs.	Media	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
Químico	8	81.7500	1.28174	80.00	84.00
Deshidratado bovino	8	81.7500	1.28174	80.00	84.00
Deshidratado ovino	8	97.2500	1.58114	95.00	100.00
Deshidratado cuy	8	100.5000	1.41421	99.00	103.00
Macerado bovino	8	87.7500	1.28174	86.00	90.00
Macerado ovino	8	99.7500	1.28174	98.00	102.00
Macerado cuy	8	96.7500	1.28174	95.00	99.00
Total	56	92.2143			

2. ANÁLISIS DE VARIANZA

F.V.	S.C.	gl	C.M.	Fcal	Prob.
Tratamientos	3282.429	6	547.071	301.197	0.000 **
Error	89.000	49	1.816		
Total	3371.429	55			

$$CV = (\sqrt{\text{CuadradoMediodelError}} / \text{MediaGeneral}) \times 100 = 1.46 \%$$

Prob. < 0.01: Existen diferencias altamente significativas (**).

3. ASIGNACIÓN DE RANGOS DE ACUERDO A LA SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN LA PRUEBA DE TUKEY

Tipos de cuajo	Nº obs.	Grupos homogéneos			
		D	C	B	A
Químico	8	81.7500			
Deshidratado bovino	8	81.7500			
Macerado bovino	8		87.7500		

Macerado cuy	8	96.7500	
Deshidratado ovino	8	97.2500	
Macerado ovino	8		99.7500
Deshidratado cuy	8		100.5000

Anexo 17. Análisis estadísticos de la valoración organoléptica de la textura (sobre 5 puntos), del queso fresco elaborado con distintos cuajos naturales y procesados (bovino, ovino y cuy).

1. ESTADÍSTICAS DESCRIPTIVAS

Tratamiento	Nº obs.	Media	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
Químico	8	3.7500	0.46291	3.00	4.00
Deshidratado bovino	8	3.2500	0.37796	3.00	4.00
Deshidratado ovino	8	3.5000	0.46291	3.00	4.00
Deshidratado cuy	8	2.8750	0.64087	2.00	4.00
Macerado bovino	8	3.0625	0.17678	3.00	3.50
Macerado ovino	8	5.0000	0.00000	5.00	5.00
Macerado cuy	8	3.7500	0.46291	3.00	4.00
Total	56	3.5982			

2. ANÁLISIS DE VARIANZA

F.V.	S.C.	gl	C.M.	Fcal	Prob.
Tratamientos	23.616	6	3.936	22.442	0.000 **
Error	8.594	49	0.175		
Total	32.210	55			

$$CV = (\sqrt{\text{CuadradoMedio del Error}} / \text{Media General}) \times 100 = 11.63 \%$$

Prob. < 0.01: Existen diferencias altamente significativas (**).

3. ASIGNACIÓN DE RANGOS DE ACUERDO A LA SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN LA PRUEBA DE TUKEY

Tipos de cuajo	Nº obs.	Grupos homogéneos		
		C	B	A
Deshidratado cuy	8	2.8750		
Macerado bovino	8	3.0625		
Deshidratado bovino	8	3.2500	3.2500	

Deshidratado ovino	8	3.5000	3.5000
Químico	8		3.7500
Macerado cuy	8		3.7500
Macerado ovino	8		5.0000

Anexo 18. Análisis estadísticos de la valoración organoléptica del color (sobre 5 puntos), del queso fresco elaborado con distintos cuajos naturales y procesados (bovino, ovino y cuy).

1. ESTADÍSTICAS DESCRIPTIVAS

Tratamiento	Nº obs.	Media	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
Químico	8	4.6250	0.69437	3.50	5.00
Deshidratado bovino	8	4.1250	0.83452	3.00	5.00
Deshidratado ovino	8	4.1250	0.83452	3.00	5.00
Deshidratado cuy	8	4.6250	0.44320	4.00	5.00
Macerado bovino	8	4.3750	0.51755	4.00	5.00
Macerado ovino	8	4.7500	0.46291	4.00	5.00
Macerado cuy	8	4.5000	0.53452	4.00	5.00
Total	56	4.4464			

2. ANÁLISIS DE VARIANZA

F.V.	S.C.	gl	C.M.	Fcal	Prob.
Tratamientos	2.964	6	0.494	1.218	0.313 ns
Error	19.875	49	0.406		
Total	22.839	55			

$$CV = (\sqrt{\text{CuadradoMedio del Error}} / \text{Media General}) \times 100 = 14.33 \%$$

Prob. > 0.05: No existen diferencias estadísticas (ns).

3. ASIGNACIÓN DE RANGOS DE ACUERDO A LA SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN LA PRUEBA DE TUKEY

Tipos de cuajo	Nº obs.	Grupos
		homogéneos
Deshidratado bovino	8	4.1250
Deshidratado ovino	8	4.1250

A

Macerado bovino	8	4.3750
Macerado cuy	8	4.5000
Químico	8	4.6250
Deshidratado cuy	8	4.6250
Macerado ovino	8	4.7500

Anexo 19. Análisis estadísticos de la valoración organoléptica del sabor (sobre 5 puntos), del queso fresco elaborado con distintos cuajos naturales y procesados (bovino, ovino y cuy).

A. VALORES REALES

1. Estadísticas descriptivas

Tratamiento	Nº obs.	Media	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
Químico	8	4.2500	0.88641	3.00	5.00
Deshidratado bovino	8	4.0000	0.92582	3.00	5.00
Deshidratado ovino	8	4.5000	0.75593	3.00	5.00
Deshidratado cuy	8	3.8750	0.35355	3.00	4.00
Macerado bovino	8	4.0000	0.00000	4.00	4.00
Macerado ovino	8	4.0000	0.75593	3.00	5.00
Macerado cuy	8	4.3750	0.91613	3.00	5.00
Total	56	4.1429			

2. Análisis de varianza

F.V.	S.C.	gl	C.M.	Fcal	Prob.
Tratamientos	2.607	6	0.435	0.811	0.566 ns
Error	26.250	49	0.536		
Total	28.857	55			

$$CV = (\sqrt{\text{CuadradoMedio del Error}} / \text{Media General}) \times 100 = 17.67 \%$$

Prob. > 0.05: No existen diferencias estadísticas (ns).

3. Asignación de rangos de acuerdo a la separación de medias según la prueba de Tukey

Tipos de cuajo	Nº obs.	Grupos
		homogéneos
Deshidratado cuy	8	A

Deshidratado bovino	8	4.0000
Macerado bovino	8	4.0000
Macerado ovino	8	4.0000
Químico	8	4.2500
Macerado cuy	8	4.3750
Deshidratado ovino	8	4.5000

B. VALORES AJUSTADOS POR MEDIO DE RAIZ CUADRADA

1. Estadísticas descriptivas

Tratamiento	Nº obs.	Media	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
Químico	8	2.0525	0.22493	1.73	2.24
Deshidratado bovino	8	1.9888	0.23619	1.73	2.24
Deshidratado ovino	8	2.1162	0.19003	1.73	2.24
Deshidratado cuy	8	1.9662	0.09546	1.73	2.00
Macerado bovino	8	2.0000	0.00000	2.00	2.00
Macerado ovino	8	1.9925	0.19293	1.73	2.24
Macerado cuy	8	2.0825	0.23279	1.73	2.24
Total	56	2.0284			

2. Análisis de varianza

F.V.	S.C.	gl	C.M.	Fcal	Prob.
Tratamientos	0,150	6	0,025	0,720	0,635 ns
Error	1,701	49	0,035		
Total	1,851	55			

$$CV = (\sqrt{\text{CuadradoMedio del Error}} / \text{Media General}) \times 100 = 9.22 \%$$

Prob. > 0.05: No existen diferencias estadísticas (ns).

3. Asignación de rangos de acuerdo a la separación de medias según la prueba de Tukey

Tipos de cuajo	Nº obs.	Grupos homogéneos	
		Ajustados	Reales
Deshidratado cuy	8	1.9662	3,866
Deshidratado bovino	8	1.9888	3,955
Macerado bovino	8	1.9925	3,970
Macerado ovino	8	2.0000	4,000
Químico	8	2.0525	4,213
Macerado cuy	8	2.0825	4,337
Deshidratado ovino	8	2.1162	4,478

Anexo 20. Análisis estadísticos de la valoración organoléptica de la apariencia (sobre 5 puntos), del queso fresco elaborado con distintos cuajos naturales y procesados (bovino, ovino y cuy).

A. VALORES REALES

1. Estadísticas descriptivas

Tratamiento	Nº obs.	Media	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
Químico	8	3.6250	0.74402	3.00	5.00
Deshidratado bovino	8	3.1250	0.83452	2.00	4.00
Deshidratado ovino	8	3.5000	0.46291	3.00	4.00
Deshidratado cuy	8	3.1250	0.83452	2.00	4.00
Macerado bovino	8	3.5000	0.46291	3.00	4.00
Macerado ovino	8	4.7500	0.46291	4.00	5.00
Macerado cuy	8	4.0000	0.75593	3.00	5.00
Total	56	3.6607			

2. Análisis de varianza

F.V.	S.C.	gl	C.M.	Fcal	Prob.
Tratamientos	15.429	6	2.571	5.695	0.000 **
Error	22.125	49	0.452		
Total	37.554	55			

$$CV = (\sqrt{\text{CuadradoMedio del Error}} / \text{Media General}) \times 100 = 18.37 \%$$

Prob. < 0.01: Existen diferencias altamente significativas (**).

3. Asignación de rangos de acuerdo a la separación de medias según la prueba de Tukey

Tipos de cuajo	Nº obs.	Grupos homogéneos	
		B	A
Deshidratado bovino	8	3.1250	
Deshidratado cuy	8	3.1250	

Deshidratado ovino	8	3.5000	
Macerado bovino	8	3.5000	
Químico	8	3.6250	
Macerado cuy	8	4.0000	4.0000
Macerado ovino	8		4.7500

B. VALORES AJUSTADOS POR MEDIO DE RAIZ CUADRADA

1. Estadísticas descriptivas

Tratamiento	Nº obs.	Media	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
Químico	8	1.8950	0.19310	1.73	2.24
Deshidratado bovino	8	1.7512	0.24492	1.41	2.00
Deshidratado ovino	8	1.8662	0.12501	1.73	2.00
Deshidratado cuy	8	1.7512	0.24492	1.41	2.00
Macerado bovino	8	1.8662	0.12501	1.73	2.00
Macerado ovino	8	2.1800	0.11110	2.00	2.24
Macerado cuy	8	1.9925	0.19293	1.73	2.24
Total	56	1.9004			

2. Análisis de varianza

F.V.	S.C.	gl	C.M.	Fcal	Prob.
Tratamientos	1,068	6	0,178	5,234	0,000 **
Error	1,667	49	0,034		
Total	2,735	55			

$$CV = (\sqrt{\text{CuadradoMedio del Error}} / \text{Media General}) \times 100 = 9.70 \%$$

Prob. > 0.05: No existen diferencias estadísticas (ns).

3. Asignación de rangos de acuerdo a la separación de medias según la prueba

de Tukey de los valores ajustados

Tipos de cuajo	Nº obs.	Grupos homogéneos	
		B	A
Deshidratado bovino	8	1.7512	
Deshidratado cuy	8	1.7512	
Deshidratado ovino	8	1.8662	
Macerado bovino	8	1.8662	
Químico	8	1.8950	
Macerado cuy	8	1.9925	1.9925
Macerado ovino	8		2.1800

4. Asignación de rangos de acuerdo a la separación de medias según la prueba de Tukey de los valores reales (transformados)

Tipos de cuajo	Nº obs.	Grupos homogéneos	
		B	A
Deshidratado bovino	8	3,067	
Deshidratado cuy	8	3,067	
Deshidratado ovino	8	3,483	
Macerado bovino	8	3,483	
Químico	8	3,591	
Macerado cuy	8	3,970	3,970
Macerado ovino	8		4,752

Anexo 21. Análisis estadísticos de la valoración organoléptica total (sobre 20 puntos), del queso fresco elaborado con distintos cuajos naturales y procesados (bovino, ovino y cuy).

1. ESTADÍSTICAS DESCRIPTIVAS

Tratamiento	Nº obs.	Media	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
Químico	8	16.2500	2.42015	12.50	19.00
Deshidratado bovino	8	14.5000	1.90863	11.50	16.00
Deshidratado ovino	8	15.6250	1.40789	14.00	17.00
Deshidratado cuy	8	14.5000	1.16496	13.50	17.00
Macerado bovino	8	14.9375	0.17678	14.50	15.00
Macerado ovino	8	18.5000	1.60357	16.00	20.00
Macerado cuy	8	16.6250	0.74402	16.00	18.00
Total	56	15.8482			

2. ANÁLISIS DE VARIANZA

F.V.	S.C.	gl	C.M.	Fcal	Prob.
Tratamientos	98.491	6	16.415	7.184	0.000 **
Error	111.969	49	2.285		
Total	210.460	55			

$$CV = (\sqrt{\text{CuadradoMedio del Error}} / \text{Media General}) \times 100 = 9.54 \%$$

Prob. < 0.01: Existen diferencias altamente significativas (**).

3. ASIGNACIÓN DE RANGOS DE ACUERDO A LA SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN LA PRUEBA DE TUKEY

Tipos de cuajo	Nº obs.	Grupos homogéneos	
		B	A
Deshidratado bovino	8	14.5000	
Deshidratado cuy	8	14.5000	
Macerado bovino	8	14.9375	

Deshidratado ovino	8	15.6250	
Químico	8	16.2500	16.2500
Macerado cuy	8	16.6250	16.6250
Macerado ovino	8		18.5000
