

UNIVERSIDAD NACIONAL JOSÉ MARÍA ARGUEDAS
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL



**EFFECTO DE LOS CUAJOS NATURALES SOBRE EL
RENDIMIENTO, CONSISTENCIA Y COLOR EN LA
ELABORACIÓN DEL QUESO FRESCO**

Presentado por:

Br. CILMA QUISPE RAMOS

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO AGROINDUSTRIAL**

ANDAHUAYLAS – APURÍMAC – PERÚ

2019

UNIVERSIDAD NACIONAL JOSÉ MARÍA ARGUEDAS
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL



Presentado por:

Br. CILMA QUISPE RAMOS

**EFFECTO DE LOS CUAJOS NATURALES SOBRE EL
RENDIMIENTO, CONSISTENCIA Y COLOR EN LA
ELABORACIÓN DEL QUESO FRESCO**

Asesor:

Ing. Mg. DENIS HERNÁN GUTIÉRREZ MARTÍNEZ

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO AGROINDUSTRIAL**

ANDAHUAYLAS – APURÍMAC – PERÚ

2019

Dedicatoria

A Dios, por estar a mi lado en todo momento, por guiarme y levantarme en momentos de angustia, por llenarme de sabiduría y mostrarme el camino correcto para culminar exitosamente este proyecto, por su infinita misericordia y bondad.

A mis queridos padres Ciprian Quispe Carire y Nora Ramos Huancacuri por sus apoyos en todo el aspecto de la vida, y por haberme instruido siempre para ser perseverante en lograr mis metas.

A mis hermanos Norma, Delia, Wilmer Romel y Edwin, quienes fueron un motivo más en mi vida para estar donde estoy.

Gilma Quispe Ramos

Agradecimiento

A mi alma mater la “Universidad Nacional José María Arguedas”, quien me formó en sus aulas hasta culminar mi más caro anhelo, el de ser profesional, con los principios más relevantes de la moral y la ética profesional.

- A la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial, por abrirme sus puertas y darme la oportunidad de estudiar en sus aulas, y recibir una educación formal e integral que será revertido en bien de la sociedad, asimismo por permitirme hacer el uso de los laboratorios para el desarrollo de la presente investigación.
- A mi asesor Ing. Mg. Denis Hernán Gutiérrez Martínez quien con sus atinadas recomendaciones contribuyó a que este trabajo llevará su marcha correctamente.
- A los miembros del jurado evaluador. Ing. Fredy Taipe Pardo, Ing. Juvenal Rivas Leguía, MSc. Abel Isaías Barrial Lujan a quienes les agradezco por sus consejos y las recomendaciones para culminar del presente informe final de tesis.
- A todos aquellos que han estado allí cuando más los necesite, que me abrieron las puertas de su casa para que este trabajo saliera adelante de la mejor manera posible.
- Por su amistad y apoyo incondicional a la Ing. Violeta Yupanqui Huacre
- A mis amigos (as) y compañeras (as) en especial, Rossel, Eber, Denis, Yessica, Marco, Giovanna y Silvia por su apoyo incondicional, durante el transcurso de esta investigación.

Índice

Dedicatoria.....	iii
Agradecimiento	iv
Índice	v
Índice de tablas	viii
Índice de figuras.....	ix
Índice de anexos	x
Glosario de términos	xii
Resumen.....	xiii
Abstract.....	xiv
Chumasqa.....	xv
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	3
CAPÍTULO II: ANTECEDENTES	5
CAPITULO III: MARCO TEÓRICO	8
3.1. Bases teóricas.....	8
3.1.1. La leche.....	8
3.1.2. Contenido de solidos totales.....	9
3.1.3. Densidad de la leche	9
3.1.4. Coagulación	9
3.2. El queso	10
3.2.1. Clasificación de los quesos.....	11
3.2.2. Valor nutritivo del queso fresco.....	12
3.2.3. Queso fresco.....	12
3.2.4. Rendimiento del queso fresco.....	13
3.2.5. Consistencia del queso fresco	13
3.2.6. Color del queso fresco.....	16

3.3.	Cuajo natural.....	18
3.3.1.	Importancia.....	18
3.3.2.	Funciones del cuajo natural.....	19
3.3.2.1.	Rumiante.....	20
3.3.2.2.	Rumen.....	20
3.3.2.3.	Proteasas.....	20
3.3.2.4.	Omaso.....	21
3.3.2.5.	Abomaso.....	21
3.3.2.6.	Quimosina.....	21
3.4.	Tipos de cuajos.....	21
3.4.1.	Obtención de cuajos animales	23
3.4.2.	Cuajo comercial	23
3.4.6.	Proceso en la transformación de la leche en queso.....	26
3.4.7.	Tipos de fabricación	27
3.4.7.1.	Etapas de fabricación de queso fresco.....	27
3.4.8.	Características sensoriales de queso fresco	29
3.5.	Marco conceptual	30
CAPÍTULO IV: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....		32
4.1.	Lugar de ejecución.....	32
4.2.	Materia prima	32
4.3.	Material del estudio	32
4.3.1.	Población	32
4.3.2.	Muestra	33
4.3.3.	Unidad de análisis	33
4.4.	Materiales, instrumentos y equipos.....	33
4.5.	Metodología de análisis.....	35
4.5.1.	Obtención de cuajos naturales.....	37

4.6.	Metodología experimental.....	41
4.6.1.	Determinación del rendimiento en la elaboración del queso fresco.....	41
4.6.2.	Determinación de la consistencia en la elaboración del queso fresco ...	41
4.6.3.	Determinación del color en la elaboración del queso fresco.....	41
4.7.	Diseño experimental y análisis estadístico.....	42
4.7.1.	Diseño experimental	42
4.7.2.	Análisis estadístico.....	43
CAPÍTULO V: RESULTADOS Y DISCUSIONES		45
CONCLUSIONES		52
RECOMENDACIONES		53
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS		54
ANEXOS.....		60

Índice de tablas

Tabla 1. Composición general de la leche de vaca.....	8
Tabla 2. Valor nutritivo de los quesos frescos y madurados.	12
Tabla 3. Calidad de cuajo de acuerdo a la especie.	19
Tabla 4. Lista de materiales.	33
Tabla 5. Lista de equipos e instrumentos.	34
Tabla 6. Lista de reactivos.....	34
Tabla 7. Recursos no disponibles.	35
Tabla 8. Arreglo experimental (DCA).....	43
Tabla 9. Tabla de ANOVA para el DCA.	43
Tabla 10. Rendimiento de queso.	45
Tabla 11. ANOVA para el rendimiento por tratamiento.	45
Tabla 12. Prueba de rango múltiple de LSD para el rendimiento por tratamiento. ...	46
Tabla 13. Consistencia del queso fresco (kg/cm ³).	47
Tabla 14. ANOVA para la consistencia por tratamiento.	48
Tabla 15. Índice de blancura (WI) del queso fresco.....	49
Tabla 16. Análisis de Varianza (ANOVA) para el (WI) por tratamientos.....	49
Tabla 17. Prueba de rango múltiple de LSD para el Índice de blancura (WI) por tratamientos.....	50
Tabla 18. Análisis sensorial del queso en sus diferentes tratamientos.....	74
Tabla 19. ANOVA para el olor por tratamiento.	75
Tabla 20. Prueba de rango múltiple de LSD para el olor por tratamiento.	75
Tabla 21. ANOVA para el sabor por tratamiento.	76
Tabla 22. Prueba de rango múltiple de LSD para el sabor por tratamiento.	76
Tabla 23. ANOVA para el color por tratamiento.	77
Tabla 24. Prueba de rango múltiple de LSD para el color por tratamiento.	78
Tabla 25. ANOVA para la consistencia por tratamiento.	78

Índice de figuras

Figura 1. Partes del cuajo natural.....	20
Figura 2. Flujograma de obtención de cuajo natural.	38
Figura 3. Flujograma de proceso de la elaboración del queso fresco.	40
Figura 4. Variable independiente y variable dependiente.	42

Índice de anexos

Anexo 1. Matriz de consistencia	60
Anexo 2. Datos para el rendimiento de elaboración del queso fresco.....	61
Anexo 3. Balance de materia de queso fresco con el cuajo de bovino	62
Anexo 4. Balance de materia de queso fresco con el cuajo de oveja.	63
Anexo 5. Balance de materia de queso fresco con el cuajo de conejo.	64
Anexo 6. Datos de la consistencia en la elaboración del queso fresco	65
Anexo 7. Datos del color de queso fresco	66
Anexo 8. Datos de características sensoriales del queso fresco.....	67
Anexo 9. Resultados de análisis de varianza de color del queso fresco	68
Anexo 10. Grafica de medias para el rendimiento del queso fresco.	69
Anexo 11. Grafica de medias para el color del queso.....	69
Anexo 12. Imágenes del proceso de elaboración del queso fresco con los cuajos naturales	70
Anexo 13. Características sensoriales del queso fresco	74
Anexo 14. Grafica de medias de características sensoriales de olor, sabor y color	79
Anexo 14.1. Grafica de características sensoriales para el olor.....	79
Anexo 14. 2. Grafica de características sensoriales para sabor.	79
Anexo 14. 3. Grafica de características sensoriales para el color.....	79

Abreviaturas, Símbolos y Unidades

ANOVA	: Análisis de varianza
DCA	: Diseño completamente al azar
FAO	: Organización de las Naciones Unidas para la alimentación y la Agricultura
cm³	: Centímetro cúbico
OMS	: Organización mundial de la salud
°C	: Grados Celsius
g	: Gramo
H₀	: Hipótesis nula
H_A	: Hipótesis alterna
L	: Litro
kg	: Kilogramos
mm	: Milímetro
ml	: Mililitro
Nº	: Numero
NTP	: Norma Técnica Peruana
NaOH	: Hidróxido de sodio
NaClO	: Hipoclorito de sodio
NaCl	: Cloruro de sodio
t	: Tiempo
T	: Tratamientos
m.s.n.m	: Metros sobre el nivel del mar.
r	: Repeticiones
S	: Desviación estándar
S/M	: Sin Marca
WI	: Índice de blancura

Glosario de términos

Abomaso	Ultima parte del estómago de los rumiantes.
Cuajo	Sustancia presente en el abomaso del mamífero rumiante que hace cuajar la leche.
Bovino	Referente a la vaca, el toro o el buey.
Caseína	Fosfoproteína presente en la leche y en sus derivados.
Cuajar	Acción de hacer que una sustancia líquida se vuelva más espesa y compacta.
Enzima	Conjunto de moléculas de naturaleza proteica y estructural que catalizan reacciones químicas.
Maceración	Proceso de extracción sólido- líquido. El producto sólido (materia prima) posee una serie de compuestos solubles en el líquido extractante que son los que se pretende extraer.
Pepsina	Enzima digestiva que regresa a en el estómago y que hidroliza las proteínas en el mismo, produciendo cuajado en la leche.
Proteasa	Enzima que rompe los enlaces peptídicos.
Proteína	Moléculas formadas por cadenas lineales de aminoácidos.
Proteolítico	Sustancia que disuelve las materias albuminoides o proteicas.
Quimosina	Quimosina o renina; enzima proteasa aspártica entrada en el cuajo.
Rumiantes	Animal que digiere alimentos en dos etapas, primero consume y luego realiza la rumia.
Titulación	Método de análisis para determinar concentración.

Resumen

El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo determinar el efecto de los cuajos naturales sobre el rendimiento, consistencia y color en la elaboración del queso fresco. Los cuajos de bovino, oveja y conejo fueron obtenidos del camal y feria dominical de la provincia de Andahuaylas. El rendimiento quesero se determinó con la cantidad de queso obtenida sobre la cantidad de leche empleada, la consistencia del queso se determinó mediante un texturometro y el color se determinó empleando el colorímetro Konica Minolta CR-400 en espacio CIE L*, a* y b*; Para el análisis estadístico se utilizó un Diseño Completamente al Azar (DCA), donde se aplicó un análisis de varianza (ANOVA) seguida de una prueba de rangos múltiples (LSD) con un nivel de significancia de 0.05; para ello se utilizó el software estadístico Statgraphics Centurión XVI.I, y Excel 2013.

Los resultados obtenidos para el rendimiento quesero fue 13.01%, 14.59% y 15.41%; consistencia 5.13, 6.0 y 6.03 kg/cm³; color (índice de blancura) 63.95, 76.10 y 94.45; para quesos obtenidas con cuajos de bovino, oveja y conejo, respectivamente; a partir de estos resultados se determinó que el mejor coagulante para obtener quesos de buena calidad es el cuajo de conejo. Con la presente investigación se concluye que existe efecto significativo de los cuajos naturales en el rendimiento, consistencia y color en la elaboración del queso fresco.

Palabras claves: Queso, cuajo natural, rendimiento, consistencia y color.

Abstract

This research work aimed to determine the effect of natural rennet on the yield, consistency and color in the preparation of fresh cheese. The cattle, sheep and rabbit rennet were obtained from the camal and Sunday fair in the province of Andahuaylas. The cheese yield was determined with the amount of cheese obtained on the amount of milk used, the consistency of the cheese was determined by means of a texturometer and the color was determined using the Konica Minolta CR-400 colorimeter in CIE L * space, a * and b * ; For the statistical analysis a Completely Random Design (DCA) was used, where an analysis of variance (ANOVA) was applied followed by a multiple range test (LSD) with a significance level of 0.05; The Statgraphics Centurion XVI.I, and Excel 2013 statistical software was used for this.

The results obtained for the cheese yield were 13.01%, 14.59% and 15.41%; consistency 5.13, 6.0 and 6.03 kg/cm³; color (whiteness index) 63.95, 76.10 and 94.45; for cheeses obtained with cattle, sheep and rabbit rennet, respectively; From these results it was determined that the best coagulant to obtain good quality cheeses is rabbit rennet. With the present investigation it is concluded that there is a significant effect of the natural rennet on the yield, consistency and color in the elaboration of the fresh cheese.

Keywords: Cheese, natural rennet, yield, consistency and color.

Chumasqa

Kay pachapi llamkay qillqaqa puririchkan wakapa, chitapa, quwipa kuaqunkunawan kisu ruway kay kuaqukunan apamusqa feriapampamanta nakana wasimanta kay qinti antawalla llaqta ayllumanta qinallatq yachanankupaq kisupa llasaqninta, sumaq sunqun casqanta, colorninta, kayta yuyaychaspaya kay kuaqukunawan tupachinku lichita. Kay llullu kisu ruwasqatataq tupunku llasaqninta balanzapi, qinallataq colorninta qawanku colorimetriawan konica Minolta CR-400 rakiynimpa CIE L*, a*, b* kay kisu rurasqata kay kuaqukunawan rurarikurqa churapakuq quñuswan llapallan akllasqawan (DCA) chaynallataq ayparinkun chaninchasqanman, hinallataq chumaparinqa qawaparinqa huk kaqkunata (ANOVA), chaynallataq qawarikurqa pisilla yullaymanata LSD, imaymana tupanachinapaq, chay 95% riqsisqa kasqanta, inallataq chay 0.05 chiqirisqankunata kay Statgraphisc centurión XVI.I chaynallataq kay Exel 2013 kay kuna.

Kay chaninchasqa llasaq llusqiynin kisupa 13.01%, 14.59% y 15.41%, sumaq sunquntaq 5.13, 6.0 y 6.03 kg/m³; colornimpataq (yuraq) 63.95, 56.10 y 94.45, chay llullu kisu rurasqa wakapa, chitapa, kututupa kuaqunkunawan, qinallataq yacharikun allin achka kisu llusqisqanta kututupa kuaqunwan. Kay tucupay qillqaypi yachacun kututupa kuaqunwan llasaq llusqiynin llullu kisu ruray, qinallataq sumaq llusqin colornin, miskin, llasaqnin, asnaynin kututupa kuaqunwan.

Tiski Rimaykuna: kisu, kuaqu, llasaqnin, colornin, sunqun

INTRODUCCIÓN

El queso es un producto lácteo que se viene fabricando desde varios siglos atrás, se produjo por primera vez por accidente, pero con el paso del tiempo se determinó el proceso de fabricación al rededor del mundo. Su fabricación ha sido artesanal en muchas zonas rurales, pero hoy en día gran parte de la producción es industrial gracias a su importante desarrollo en los últimos años debido a su valor nutritivo (Ordoñez, 1998). En la elaboración del queso, su función principal del cuajo es coagular la leche sin embargo parte de los enzimas presentes en el cuajo quedan retenidos en la cuajada y modifican sus componentes durante la maduración, contribuyendo al desarrollo de las características sensoriales en la elaboración del queso fresco (Ordiales, 2013).

Los cuajos utilizados hoy en día en la industria quesera son preparaciones más puras de quimosina o pepsina, en la mayoría de los casos, obtenidos de estómagos de bovino. Los cuajos artesanales son elaboradas y preparados normalmente por las familias de la población rural para elaborar quesos (Bustamante, 2002, p. 50-55).

La población rural frecuentemente utiliza los cuajos naturales y los cuajos comerciales; sin embargo, cuentan con animales como: bovino, oveja y conejo: de las cuales se pueden extraer cuajos naturales para su aprovechamiento en la elaboración del queso; ya que en la actualidad los consumidores solicitan el uso de productos naturales por reducir a los productos industriales (cuajo comercial).

No se conoce el efecto de los cuajos naturales sobre el rendimiento, consistencia y color en la elaboración del queso fresco, por ende, el presente estudio aporta nuevas técnicas a la industria quesera, los quesos elaborados con el cuajo natural o artesanal tienen una personalidad muy diferente que se caracteriza por un sabor intenso, descrito por muchos consumidores como picante, y un perfil aromático complejo (Hernández, 2005, p. 3).

Por ello, el objetivo de esta presente investigación fue determinar el efecto de los cuajos naturales sobre el rendimiento, consistencia y color en la elaboración del queso fresco.

Objetivo de la investigación

Objetivo general

- ✓ Determinar el efecto de los cuajos naturales sobre el rendimiento, consistencia y color en la elaboración del queso fresco.

Objetivos específicos

- ✓ Determinar el efecto de los cuajos naturales sobre el rendimiento en la elaboración del queso fresco.
- ✓ Determinar el efecto de los cuajos naturales sobre la consistencia en la elaboración del queso fresco.
- ✓ Determinar el efecto de los cuajos naturales del color en la elaboración del queso fresco.

CAPÍTULO I. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

El queso, es un producto alimenticio sólido o semisólido, obtenido de leche separación del suero de la leche, coagulada por acción del cuajo o enzima de diferentes animales. Es un alimento importante en la dieta de casi todas las sociedades porque es nutritivo, natural fácil de producir en cualquier entorno. Se produce en casi todas las poblaciones rurales a partir de leche de diversas especies de mamíferos. Los quesos se encuentran entre los mejores alimentos del hombre.

Cuajo es una enzima (quimosina o rennina) extraída del cuarto estomago de animales ruminantes jóvenes. En la elaboración del queso su función principal es coagular la leche. Los enzimas presentes en el cuajo quedan retenidos en la cuajada y modifican sus componentes durante la maduración en parte desarrollo de las características sensoriales y nutricionales del queso fresco (Bustamante y cols 2007, p. 393-402).

En la actualidad los quesos principalmente son elaborados con cuajos naturales por las familias de la población rural, los cuales busca nuevas alternativas de alimentos que posean una fuente nutritiva de mayor calidad entre ellos los productos lácteos razón por la cual la presente investigación enfoca estos cambios que la sociedad surgiere, como un producto orgánico y consumidos por todos los estrados de la sociedad sean estos niños, adolescentes y adultos.

Los cuajos naturales (bovino, oveja y conejo), nos ofrece la posibilidad de utilizar nuevas enzimas con el fin de producirlas a nivel industrias como un producto nuevo en el cual se va a utilizar un producto a base natural.

Por ello en la presente investigación se estudió el rendimiento, consistencia y color de elaboración del queso fresco, que permitieron contribuir con la identificación del efecto de los cuajos naturales que contienen mejores características, para dar una alternativa de solución y/o aporte de investigación de estos cuajos naturales para la elaboración del queso fresco.

1.1. Problema de investigación

Problema general

- ✓ ¿Cuál es el efecto de los cuajos naturales sobre el rendimiento, consistencia y color en la elaboración del queso fresco?

Problema específico

- ✓ ¿Cuál es el efecto de los cuajos naturales sobre el rendimiento en la elaboración del queso fresco?
- ✓ ¿Cuál es el efecto de los cuajos naturales sobre la consistencia en la elaboración del queso fresco?
- ✓ ¿Cuál es el efecto de los cuajos naturales sobre el color en la elaboración del queso fresco?

CAPÍTULO II: ANTECEDENTES

Internacionales

Alcaraz *et al.*, (2015), “Estudiando los coagulantes vegetales en la elaboración de queso de cabra”; compararon cuatro tipos de queso fresco (elaborados con cuajo, coagulante microbiano y dos variedades de coagulante vegetal). Sus resultados indicaron que los coagulantes vegetales presentaban un perfil de coagulación similar al cuajo y que la mayoría de parámetros fisicoquímicos de los quesos frescos no se vieron afectados por el tipo de coagulante. Los quesos elaborados con coagulante vegetal alcanzaron mayor dureza, gomosidad y masticabilidad. El análisis sensorial de los quesos determinó que los elaborados con coagulantes vegetales fueron más amargos y menos firmes. En base a los resultados alcanzados se dice que, aunque los coagulantes vegetales se pueden usar como una alternativa al cuajo animal, nuevas estrategias tecnológicas deberían adoptarse para mejorar los resultados sensoriales, tales como aumento del tiempo de maduración y/o el uso de cultivos iniciadores.

Fresno *et al.*, (2006), evaluó la textura y el color del queso de cabra, con los cuajos naturales frente a cuajos comerciales, se trabajó con dos Tratamientos a base de cuajos naturales y comerciales, se utilizó para cada uno de los tres tiempos de maduración: Quesos frescos, semiduros y duros. Para la interpretación de los resultados obtenidos, se aplicó un diseño Completamente al Azar, la separación de medias LSD. Con cuajo natural y comercial. Al comparar los dos tratamientos, donde indican que con el cuajo comercial obtuvieron quesos más blancos ($L^*=91.72$) que con el cuajo natural ($L^*= 89.64$). En conclusión, el tipo de cuajo utilizado. Tuvo menos efecto sobre la composición del queso el color y textura. El queso elaborado con la pasta natural era más dura, más frágil, elástico y más oscuro que el queso elaborado con cuajo comercial.

Nacional

Ibáñez (2015), evaluó el efecto de los cuajos naturales sobre las características de la cuajada y rendimiento en la elaboración de queso fresco evaluar el tiempo de cuajado (40 min.) y un centímetro cúbico de cuajo natural. Los resultados se han obtenido como el peso (8.1, 9 y 8.6 kg) respectivamente, sin embargo, el sabor si ha obtenido entre rangos (3 normal, 4 bueno y 5 excelente), (14, 18 y 16), (18, 14 y 16) y (12, 16 y 20) respectivamente de acuerdo al tiempo establecido y el rendimiento del queso

fresco de 6 litros de leche se obtuvo 1 kilogramo de queso. Se concluye que el tiempo obtenido de cuajado del queso fresco, es de 40 minutos, de acuerdo a los resultados obtenidos en los análisis estadísticos respectivos para cada una de las variables evaluadas.

Maigua (2017), en la investigación “Evaluación de enzimas coagulantes del estómago de conejo en la elaboración de queso fresco” evaluó la utilización de enzimas coagulantes del estómago del conejo en la elaboración de queso fresco.

Se trabajó con dos tratamientos a base de cuajos de conejo adulto y cuajo de conejo joven, para su comparación con un tratamiento control (cuajo comercial). Para la interpretación de los resultados obtenidos, se aplicó un diseño Completamente al Azar, la separación de medias según Tukey, Al comparar los tres tratamientos todos obtuvieron un buen rendimiento del queso 18.23 %; así como buenos pesos 729.39 g. Al evaluar los parámetros físico químicos del queso (pH, proteína, acidez, y grasa), así como también el análisis microbiológico (*Escherichia coli*, y Coliformes totales), no mostraron diferencias entre los tratamientos. Sin embargo, al evaluar el análisis sensorial (color, sabor, textura y apariencia), del queso fresco los tratamientos control y el tratamiento utilizando cuajo de conejos jóvenes, presentan mejores resultados en comparación con el tratamiento al utilizar cuajo de conejos adultos. El mejor tratamiento fue con la aplicación del cuajo comercial de 932.24 seguido por un descenso en la fuerza del cuajo a 459.09 con el cuajo del conejo adulto, para posteriormente encontrarse el cuajo de conejo con la menor fuerza de cuajo de 260.06. El tratamiento utilizando cuajo de conejos jóvenes, presentan mejores resultados en comparación con el tratamiento al utilizar cuajo de conejos adultos. Finalmente, el tratamiento que tuvo la mayor rentabilidad neta del 7%, con el tratamiento del cuajo de conejo adulto, por lo tanto, se recomienda la utilización de este tipo de cuajo en la industria quesera.

Rivera (2012), en la investigación “Evaluación de distintos cuajos naturales y procesado (bovino, ovinos y cuy) para la realización de queso fresco” evaluó diferentes cuajos naturales y procesados de especies zootécnicas (bovinos, ovinos y cuy), para ser comparado con el tratamiento testigo (cuajo químico), en la elaboración de queso fresco, que utilizó 1120 litros de leche, que se dividieron en 56 unidades experimentales, con un tamaño por unidad de 20 litros de leche por cada tratamiento, los resultados experimentales fueron sometidas a un análisis de varianza y separación de medidas mediante la prueba de LSD; llegando a las conclusiones

determinó mejores respuestas productivas con el cuajo de bovino con un rendimiento de 5.44 litros/kg de queso. En la bromatológico, al emplearse el cuajo de ovino, le transfiere mejores características de fuerza de coagulación y tiempo de coagulación recibiendo una valoración total de excelente.

Pacheco (2012), evaluó el efecto de cuajo de cordero en pasta determinando el contenido de proteína, la actividad coagulante, actividad esterasa y actividad lipasa, de cada una de sus fracciones obtenidas por centrifugación del su extracto en medios tamponados en concentración 0.1 g / ml. La mayor concentración de la actividad coagulante (6.64 RU/ml) y actividad esterasa (16,45 mU/ml) se observó en el sobrenadante, mientras que la actividad lipasa permaneció en el precipitado (7.37 U/ml). Aplicando 6 tratamientos con diferentes dosis y combinaciones de las fracciones esterasa y lipasa, ajustando siempre la actividad coagulante mediante la adición de cuajo comercial (2.44 RU) y siguiendo un sistema modelo de elaboración; se obtuvieron 36 quesos de oveja miniaturizados, con una reducción del tiempo de maduración de 2 meses a 15 días. Los quesos presentaron una humedad del 39.31 %, un extracto seco del 60.69 % y un rendimiento quesero de 169,8 g/L. El análisis de varianza ANOVA al 95 % de confianza determinó que no existe diferencia significativa al emplear uno u otro complejo enzimático sobre el rendimiento del producto final.

Cabrera y Faya (2018), evaluó las características fisicoquímico y sensoriales de queso fresco elaborado con el cuajo de cuy en concentraciones 3.4 y 6.8 ml del cuajo de cuy por litro de leche. 0.25 g de cuajo de químico por litro de leche. Para la interpretación los tres tratamientos, se utilizó 40 litros de leche, 13 litros por cada tratamiento los resultados de análisis físico químico y evaluación sensorial, fueron procesados estadísticamente, mediante un diseño completamente al Azar, la separación de medias de LSD. Obtuvieron tres quesos frescos elaborados con tres diferentes tratamientos (T1, T2 y T3), 11.08, 11.02 y 11.18, se obtuvo un rendimiento moderadamente mayor con el cuajo químico T3 (11.18%), seguido de T1(11.08%), siendo el menor rendimiento T2 (11.02%), físico químicamente con el cuajo de cuy (T2) fue la mejor sensorialmente no existe diferente significativa, y menor tiempo de formación de cuajada, con el cuajo de cuy T2 (31 minutos), seguido de T3 (38 minutos), siendo el mayor tiempo T1 (42 minutos) con el cuajo químico. En conclusión, el rendimiento tuvo mayor rentabilidad con el cuajo de cuy T1 (11.08%), por lo tanto, se recomienda nuevos estudios para la elaboración de queso fresco con el cuajo de cuy.

CAPITULO III: MARCO TEÓRICO

3.1. Bases teóricas

3.1.1. La leche

La leche es una secreción láctea, libre de calostro, obtenida de una o más vacas en buen estado de salud, la cual debe de poseer no menos de 3.25 % de grasa y no menos de 8.25 % de sólidos no grasos". Otra característica de la leche fresca, es que debe de estar libre de antibióticos, olores, materias o sabores extraños. Además, debe ser de color blanco opaco, tener un pH entre 6.4 y 6.7. otra propiedad química importante es la acidez, o cantidad de ácido láctico, que suele ser de 0.15 - 0.16 % de la leche. Las sustancias proteicas de la leche son las que más importancia tienen en el aspecto técnico, estas se clasifican en dos: proteína (la caseína se presenta en 80 % del total proteica, mientras en la proteína del suero lo hacen común 20 %), y estar libre de enfermedades infecto contagiosas (Revilla, 1995).

Aparte del tratamiento que recibe la leche para lograr obtener todos los derivados anteriores, también juega un papel importante la composición de la misma. Por otra parte, los nutrimentos de la leche generalmente se encuentran dentro de intervalos, según se muestra en la tabla 1, debido a las diferentes razas de mamíferos que la producen y a las diferentes etapas de producción de los mismos. No obstante, también se observa que los componentes de la leche se pueden dividir en tres grandes grupos: agua, sólidos grasos y sólidos no grasos (Escobar, 1990).

Tabla 1. *Composición general de la leche de vaca.*

Constituyente	Valores (%)	
	Menor	Mayor
Agua	70.00	90.50
Grasa ⁽¹⁾	2.20	8.00
Proteínas ⁽²⁾	2.70	4.80
Glúcidos (lactosa) ⁽²⁾	3.50	6.00
Cenizas ⁽²⁾	0.65	0.90
Sólidos totales	9.05	19.70

(1) Sólidos grasos 3.80 % de la leche, (2) Sólidos no grasos 9.02 de la leche
Fuente: Revilla (1995).

3.1.2. Contenido de sólidos totales

Contenido de sólidos totales Los principales constituyentes en la leche son la grasa, las proteínas, la lactosa y los minerales; la suma de estos componentes establece los niveles de sólidos totales de la leche (Bath, 1987). Para productos en que el agua es el componente preponderante, como es el caso de la leche, se valoran los sólidos totales (solubles e insolubles) mediante evaporación del agua por acción del calor (Vargas, 1999). Los puntos críticos a considerar para maximizar la producción de sólidos en leche son los siguientes: apropiado balance de nutrientes en las raciones alimenticias, maximizar el consumo de alimentos, monitoreo periódico de la dieta y periódicas correcciones por cambios cuantitativos o cualitativos en los recursos utilizados (Tavema, 2005). Este valor permite clasificar la leche para su procesamiento obteniendo mayores rendimientos y por tanto generando mayores utilidades para el procesador.

3.1.3. Densidad de la leche

La densidad o masa específica de una sustancia se define como la masa de su unidad de volumen (g/mL) y se determina por pesada. La densidad depende de la temperatura y la presión. Aunque la temperatura debe especificarse junto con la densidad, la presión no es necesaria en el caso de líquidos y sólidos porque son prácticamente incompresibles (Alais, 1970).

La leche de vaca tiene una densidad media de 1,032 g/ml, está directamente relacionada con la cantidad de grasa, sólidos no grasos y agua que contenga la leche. Al realizar un análisis de densidad en la leche. La densidad de la leche varía entre los valores dados según sea la composición de la leche, pues depende de la combinación de densidades de sus componentes de la leche (Alais, 1970).

3.1.4. Coagulación

La coagulación es esencialmente la formación de un gel desestabilizado de micelios de caseína lo que los lleva a formar un agregado y una red que inmoviliza parcialmente el agua y atrapa los glóbulos de grasa en la nueva formada (Hill, 2006b).

Debido a que las partículas de caseína son hidrofóbicas su tendencia natural es a agregarse (agruparse juntos). En la leche normal, la agregación es evitada por dos

factores. Si uno de estos factores se elimina los micelios se agregarán y formarán un gel parecido a la gelatina (Hill, 2006b).

- El primer factor estabilizante es una capa de proteína superficial activa, llamada kappa – caseína (caseína), en la superficie del micelio. Esta capa ayuda a impedir que los micelios estén bastante cerca para que se peguen.
- El segundo factor es una carga negativa en los micelios. Al pH lácteo los micelios están cargados negativamente y se repelen unos contra otros.

La otra es neutralizar la carga negativa en el micelio. Esto puede lograrse por acidificación o una combinación de alta temperatura y acidificación (Hill, 2006b).

3.2. El queso

El queso es un alimento sólido blanco elaborado a partir de la leche fresca pasteurizada de vaca o de otros mamíferos rumiantes, con adición de los cuajos naturales u otros tipos de cuajo (Ibáñez, 2015, p. 45-78).

Origen

El origen del queso no es muy preciso, pero puede estimarse entre el año 8000 a.C. y el 3000 a.C. Datos arqueológicos demuestran que su elaboración en el antiguo Egipto data del año 2300 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 en 1815 donde se abrió la primera fábrica para la producción industrial del queso (Maurtua, 2008, p. 10-15).

Definición

Es el producto de la concentración parcial de los sólidos de la leche obtenido por coagulación enzimática o ácida y por el drenado parcial del suero resultante de tal coagulación (Rivera, 2012).

Según el código alimentario se define queso al producto fresco o madurado, sólido o semisólido, obtenido a partir de la coagulación de la leche (a través de la acción del cuajo u otros coagulantes; con o sin hidrólisis previa de la lactosa) y posterior separación del suero (Maurtua, 2008).

El queso es un alimento básico que se consume desde tiempos remotos y cuyo nacimiento fue, sin duda, fruto de la casualidad. En un principio el queso se hacía dejando cuajar la leche, batiéndola luego con unas ramas, prensando la mezcla con unas piedras, posteriormente esta masa se dejaba secar al sol y por último se espolvoreaba con sal (Sánchez, 2005).

La Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación FAO (2004, pág. 178), define al queso como, un producto fresco o madurado obtenido mediante la coagulación de la leche u otros productos lácteos (nata, leche parcialmente desnatada, nata de suero o la mezcla de varios de ellos), con separación del suero.

3.2.1. Clasificación de los quesos

Resulta muy difícil realizar una clasificación estricta, debido a la amplia gama de quesos existentes. Según el código alimentario se clasifican según el proceso de elaboración y el contenido en grasa láctea (%), sobre el extracto seco (Tamime, A. 2011).

a. Según sea el proceso de elaboración:

- **Fresco y blanco pasteurizado:** el queso fresco es aquel que está listo para consumir tras el proceso de elaboración y el blanco pasteurizado es el queso fresco cuyo coágulo se somete a pasterización y luego se lo comercializa.
- **Afinado, madurado o fermentado:** es aquel que luego de ser elaborado requiere mantenerse durante determinado tiempo (dependiendo del tipo de queso) a una temperatura y demás condiciones para que puedan generarse ciertos cambios físicos y/o químicos característicos y necesarios (Tamime, A. 2011).

b. Según sea el contenido de grasa (%), sobre el extracto seco (sin agua)

- Desnatado: contiene como mínimo 10 % de grasa.
- Semidesnatado: con un contenido mínimo del 10 % y un máximo del 25 %.
- Semigraso: con un contenido mínimo del 25 % y un máximo de 45 %.
- Graso: contenido mínimo de grasa del 45 % hasta un máximo del 60 %.

- Extra graso: con un contenido mínimo del 60 %.

Los quesos fundidos deben contener como mínimo un 40 % de grasa. Esta clasificación nos permite comprender que el queso es un alimento rico en grasas de origen animal, ya que un queso fresco nos aportará al menos un 15 % de grasa (Tamime, A. 2011).

3.2.2. Valor nutritivo del queso fresco

Bustamante (2007), señala que el queso comparte casi las mismas propiedades nutricionales con la leche, excepto que contiene más grasa y proteínas concentradas. Además de ser fuente proteica de alto valor biológico, se destaca por ser una fuente importante de calcio y fósforo. Con respecto al tipo de grasas que aportan, es importante señalar que se trata de origen animal. En cuanto a las vitaminas, el queso es un alimento rico en vitaminas A, D y del grupo B.

Medina y Arangundi (200, p. 2-25), indican que todos los quesos tienen el mismo valor nutritivo. Este varía dependiendo el tipo de leche con que se hayan elaborado, del grado de curación del queso. En la tabla 2, se detallan las diferencias entre los nutrientes del queso fresco respecto del madurado:

Tabla 2. *Valor nutritivo de los quesos frescos y madurados.*

Queso	Calorías	proteínas	Grasa	Hidrato 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 y Arangundi (2007).

3.2.3. Queso fresco

La NTP y la OMS (2004), menciona que el queso fresco es el producto sin madurar obtenido por la separación del suero después de la coagulación de la leche cruda o reconstituida.

González (2002), menciona que el queso fresco es el producto obtenido por coagulación de la leche pasteurizada integral o parcialmente descremada, constituido parcialmente por la caseína de la leche en forma de gel más o menos deshidratado, el queso no es más la coagulación de la proteína de la leche.

González (2002) y la FAO y OMS (2004), declaran que el queso es un producto fresco o madurado obtenido por coagulación y separación del suero de la leche también se define que el queso es uno de los alimentos más importantes nutritivos y sabrosos que se encuentran en todo el mundo.

3.2.4. Rendimiento del queso fresco

El rendimiento queso es la suma de las cantidades de materia grasa, proteínas y otros componentes, además del agua transferida desde la leche al queso durante el proceso de elaboración, el rendimiento se puede incrementar simplemente aumentando la proporción de humedad por unidad de caseína; no obstante hay restricciones sobre los rangos o máximos aceptados para cada variedad específica de queso, ya que esto ocasiona cambios en las características sensoriales, finalizada la coagulación, a los 35 minutos se obtiene buenos resultados (Monsalve, J., & González, D. 2005).

Ruiz (2007), menciona que el rendimiento de los quesos está relacionado directamente con la humedad ya que, si el contenido de humedad es menor de lo deseado, el rendimiento será menor y el queso no tendrá las características que el cliente espera.

González (2002), menciona que el rendimiento depende directamente de algunos factores, entre los más importantes tenemos el porcentaje de grasa, la humedad del queso, el método de elaboración empleado y cuidados adoptados en el corte. En general es el más óptimo debido a que el cuajo tiene mayor capacidad proteolítica dando un adecuado rendimiento en queso.

3.2.5. Consistencia del queso fresco

La consistencia: **dura**. La consistencia es atribuida a la excesiva formación de enlaces proteína-proteína que reduce la retención de agua traducido en un incremento de la dureza de los quesos elaborados con una reducción de su contenido graso. La reducción del contenido graso incrementa a la dureza del queso. Una solución parcial se halla incremento del tiempo de coagulación, a una temperatura y tiempo adecuada de cocido de la cuajada, pH altos en corte y desuerado del grano y homogenización o micro fluidización de la crema utilizada para estandarizar (Bhaskaracharya y Shah, 2001), sin embargo, en la industria es más común el uso de estabilizadores, sustitutos de grasa y mantequilla dulce. Es por eso que el incremento de la dureza en etapas

finales del madurado de los quesos podría estar relacionado también a la reducción de agua libre en el sistema, incrementando la resistencia a la deformación (Awad *et al.*, 2005).

- **La firmeza**

Se define como la energía necesaria para lograr comprimir la muestra; se registra en unidades de energía como el Joule (J) o Newtons por milímetro (N.mm) y se calcula el análisis de perfil de textura. La firmeza en quesos es comúnmente atribuida a la agregación de micelas la cual está muy ligada a la concentración de las mismas, la adición de aditivos, a la maduración y al pH. El descenso del pH influye directamente en el contenido de calcio haciendo que descienda en el sistema, influyendo en las propiedades funcionales del queso Mozzarella así, con el incremento de la concentración de calcio, se da un incremento en la firmeza en el producto final y viceversa para un descenso en la concentración (Sameen, 2008). La adición de almidón provoca un incremento en la firmeza del queso al actuar como “adhesivo” uniendo las caseínas, por otro lado, absorbiendo agua en el sistema (Ye *et al.*, 2009). El uso de grasa vegetal tiende a hacer los quesos más suaves, menos elásticos y firmes debido a que existe como una aglomeración en el sistema evitando la formación de enlaces entre las proteínas (Bachmann, 2001).

- **La adhesividad**

Es el trabajo requerido para separar el queso de una superficie (Bourne, 1982) y es un dato que se revela una vez la sonda se retira de la muestra por primera vez. Awad *et al.* (2005) realizaron perfiles de textura en quesos elaborados con distintas cepas de bacterias ácido lácticas productoras de exopolisacáridos (EPS) llegando a la conclusión que la reducción del contenido graso incrementa la adhesividad, pero no es debido a la reducción de grasa en sí, sino más bien al incremento de la habilidad de las proteínas para interactuar con agua pues, explican, que pasados 6 meses de madurado, el queso con contenido de grasa normal y los quesos elaborados con cepas productoras de EPS tenían una mayor adhesividad que el queso bajo en grasa control y aquel elaborado con una cepa negativa a la producción de EPS.

Lo anterior parece no aplicar a quesos análogos; Yang y Taranto (1982) describen un comportamiento completamente contradictorio en sus quesos elaborados con proteína de soja. Así, entre los quesos análogos, se observa que la adhesividad estaba linealmente relacionada con la incorporación de grasa ($r=0.9754$) y la dureza

($r=0.9452$), indicando el autor que el refuerzo de los enlaces estructurales por parte de la grasa, no sólo contribuye con la dureza, sino también con la adhesividad del producto final.

- **La cohesividad**

Mide la dificultad para romper un alimento en la boca y, en el caso de un texturómetro, el trabajo requerido para aplastar por segunda vez una muestra en relación con el trabajo requerido para aplastarla la primera vez. Esto da como resultado un valor adimensional expresado como un porcentaje, que se interpreta como la cantidad de enlaces internos de la muestra que permanecieron intactos después de la primera compresión (Smewing, 2001).

La naturaleza de la matriz proteica y la dispersión del contenido graso contribuyen a la posesividad o la tendencia del queso de adherirse a sí mismo. Así, cualquier factor que contribuya al desequilibrio de la estructura del queso, contribuirá para disminuir su cohesividad (Awad *et al.*, 2005). En quesos análogos la situación es distinta, se reporta que la adición de sustancia grasa no interfiere de manera significativa en la cohesividad del producto final (Yang y Taranto, 1982).

- **La elasticidad**

Es representada por la altura que el alimento recupera durante el tiempo transcurrido entre el final de la primera compresión y el inicio de la segunda (Bevilacqua y Zaritzky, 1996). Pero el resultado de la definición anterior no toma en cuenta ese tiempo transcurrido en el cálculo, razón por la cual, la definición que se utilizó en este trabajo es aquella expuesta por Bourne (1982). Elasticidad es la razón a la cual un material deformado regresa a su forma original después de haberse retirado la fuerza deformante.

Se atribuye a la proteólisis el descenso de la dureza y de la elasticidad (Awad *et al.*, 2005) debido a que durante este proceso se hidrolizan los para κ -caseinatos, responsables de la elasticidad y estructura en el queso. Está documentado que la pérdida de elasticidad y aumento de la suavidad en los quesos es debido a un efecto secundario provocado durante la proteólisis (Lucey *et al.*, 2003), y se trata de la migración interna del agua, debida a una absorción de suero por parte de la proteína hidrolizada (aumenta su capacidad de hidratación) (McMahon *et al.*, 1999; Guinee, 2002) y a una solvatación del fosfato de calcio en forma coloidal (Lucey *et al.*, 2003).

Esto concuerda con la explicación de los resultados de las observaciones sobre microestructura hechas por Hassan y Awad (2005), en las cuales se muestra una migración del suero, de los canales séricos a la red proteica; resultando en menos interacciones proteína – proteína y en el ablandamiento de la estructura.

La consistencia de en quesos frescos incluye generalmente parámetros como dureza, cohesividad y elasticidad. Para lograr un control en los resultados, es decir, evitar variación por errores debida al tratamiento de las muestras, estas últimas se cortan un tamaño determinado generalmente expresado como un valor de área comúnmente denotada en mm o cm de diámetro (p. 13).

Las propiedades texturales del queso se ven afectadas por su composición fisicoquímica, siendo importantes el contenido de grasa, de proteínas y de humedad, aunque también influyen la tecnología de procesamiento y la intensidad de la proteólisis (Jaros et al., 2001).

3.2.6. Color del queso fresco

El color es una propiedad intrínseca de los alientos que caracteriza su calidad; está relacionado con parámetros físicos, químicos y sensoriales, asociados también a la calidad de los alimentos (Diehl et al., 2008).

Las industrias de alimentos han ido desarrollando el interés de implementar y mantener un control estricto de color, ya que puede utilizarse como un indicador de calidad de la materia prima (Diehl et al., 2008)

En 1905, se identificaron los tres atributos básicos de color: tono, valor y croma. En todo el tono es el nombre del color, la calidad por la cual se distingue una familia de otra de colores cromáticos, como el color el rojo del amarillo; valor es la luminosidad de color, cualidad a través de la cual se distinguen los colores claros de los oscuros; y el croma es la fuerza del color (saturación) o la intensidad de un tono distinto (Von Atzingen et al., 2005).

Debido a que la percepción del color difiere de persona a persona y depende de la iluminación y de otros factores, las industrias se han visto en la necesidad de implementar sistemas instrumentales para la medición del color con el fin de mejorar la calidad de sus productos. Generalmente, para la medición instrumental del color de

los alimentos se emplean dos tipos de equipos: los espectrofotómetros y los colorímetros, siendo estos últimos los más utilizados (Diehl et al., 2008).

El método más utilizado en la industria de alimentos para la medición del color es la colorimetría de triestímulos basada en la teoría de los colores opuestos. Este método consiste en incidir una luz blanca proveniente de una fuente patrón (iluminantes) sobre la muestra bajo un ángulo de observación de 10° , la cual es reflejada en un ángulo de 45° pasando a través de filtros de color rojo, verde y azul, siendo así medida por una fotocélula (Von Atzingen et al., 2005; HunterLab e Izasa, 2001 p. 28).

Actualmente la escala utilizada para realizar las mediciones es la CIELAB, en la cual los valores de luminosidad L^* van de cero (negro) a 100 (blanco), a^* indica el ángulo *hue* (tono) en una escala de verde (-a) a rojo (a+) y b^* indica el ángulo *hue* (tono) en una escala de azul (-b) a amarillo (-b) (Von Atzingen et al., 2005).

Se utiliza también la escala CIELCh, la cual es una representación polar derivada del sistema de coordenadas rectangular CIELAB (L^* , a^* , b^*), en donde L^* sigue siendo la luminosidad, C^* corresponde al croma o saturación del color (valores grandes de C^* indican un mayor croma) y h hace referencia al tono o matriz (ángulo de medición polar) (Chacón et al., 2009; Pinto, 2010; Diehl et al., 2008).

González (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 un 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 (2001), indica que uno de los parámetros más importantes a evaluar cuando analizamos apariencias es, sin duda, el color. El color se descompone de tres atributos que son:

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

3.3. Cuajo natural

Es la enzima bruta extraída de los cuajos de los rumiantes jóvenes sacrificados antes del destete, está constituido básicamente quimosina y pepsina, o de una combinación de ambas producida en el abomaso de becerros, cabritos y ovejas. La actividad del cuajo está representada por una relación cuantitativa entre un determinado volumen de cuajo y otro de leche, realizando la coagulación en unas condiciones fijas arbitrariamente (Alais, 1970, p. 970-515).

3.3.1. Importancia

González (2002), indica que durante siglos se ha utilizado en quesería cuajo animal, es decir, el enzima renina extraída del cuarto estomago 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 del desarrollo de otros enzimas coagulantes, tanto de origen animal (pepsinas bovinas y porcinas), como de origen microbiano (proteasas fúngicas).

Pérez (2011), señala que el máximo responsable de la fabricación del queso, es sin duda el cuajo animal, debido a que provoca que la leche se cuaje y se produzca la separación de las proteínas de la leche (fundamentalmente caseína).

La calidad de cuajo se asocia principalmente con la potencia de cuajado que es la capacidad de coagular la leche en un periodo de tiempo, esta capacidad disminuye durante el almacenamiento ya que las enzimas, principalmente la quimosina, se autolisan y afectan la potencia. En tres meses, la potencia de cuajado se reduce 16%, y puede ser 26% a los seis meses de almacenamiento (Kozelkova et al., 2012, p. 189-196).

Hernández (2005), indica en los quesos elaborados con el cuajo natural tienen una personalidad muy diferente con los elaborados con cuajos comerciales, que se caracteriza por un sabor intenso y agradable. Estas características sensoriales son muy apreciadas por muchos consumidores en Europa y consiguen mayores puntuaciones de aceptación de los paneles de expertos de su Denominación de Origen (DO). El grupo de investigación del Departamento de Bioquímica de la Universidad el País Vasco ha estudiado los cuajos naturales y artesanales producidos por los queseros y ha determinado que su principal característica diferencial es la presencia de actividad lipasa pre gástrica. Sin embargo, el análisis sensorial de

quesos Idiazábal elaborados con cuajo y lipasa pre gástrico comercial, comparado con quesos elaborados con cuajo artesanal y natural de oveja, ha demostrado que los elaborados con lipasa pre gástrica comercial consiguen una menor puntuación en descriptores como “aroma a cuajo natural” (Ordiales, 2012).

La pepsina de cerdo, bovino, ovino, caprino, conejo y pollo han sido estudiadas presentando características diversas como son estabilidad al color, actividad proteolítica, firmeza de la cuajada, en comparación con las preparaciones enzimáticas obtenidas genéticamente y el cuajo estándar como se muestra en la Tabla 3, la calidad del cuajo acuerdo a la especie (Broome, 2008, p. 188-190).

Tabla 3. *Calidad de cuajo de acuerdo a la especie.*

Especie	Enzimas	Calidad
Ternero, cordero, cabrito	Quimasas	Excelente
Bovino, ovino, caprino adulto	Pepsina	Buena
Cuy, pollo, conejo, cardo	Pepsina	Regular

Fuente: Broome (2008).

3.3.2. Funciones del cuajo natural

Quijano (2010), indica que el cuajo es un enzima proteolítico que se obtiene tradicionalmente del abomaso (cuarto estómago) de bovinos, ovinos jóvenes. Se encuentran, como enzima digestiva, mezclada con pepsina, siendo la producción 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 secados al sol triturado. 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 (Shah, 2014).

Los cuajos utilizados hoy en día en la industria quesera son preparaciones más o menos puras de quimosina o pepsina, en la mayoría de los casos obtenidos de estómagos de ternero. Sin embargo, en la elaboración de algunos tipos de queso (como el Idiazábal, algunos quesos de canarias, Italia y Grecia) se mantiene todavía el uso de cuajos artesanales de oveja y de cabrito. Los cuajos artesanales son preparados normalmente por el pastor o el elaborador de queso, después de secar el

estómago al aire y mezclarlo con sal para su conservación (Bustamante, 2002, pág. 50-55).

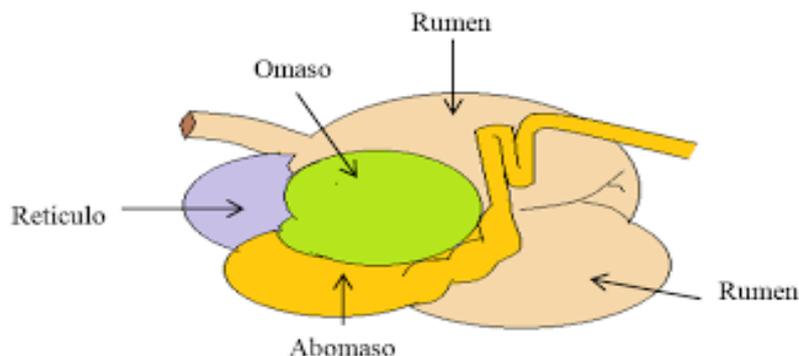


Figura 1. *Partes del cuajo natural*

Fuente: Bustamante (2002).

3.3.2.1. Rumiante

Los rumiantes son los animales poligástricos, es decir que la estructura anatómica de sus estómagos es sumamente compleja por estar formada por cuatro comportamientos que son: el (retículo, rumen, omaso y abomaso). Los tres primeros se denominan conjuntamente pre estómagos y poseen mucosa glandular y el último de los cuatro, el abomaso, es el que posee una estructura glandular equivalente del estómago simple en el mono gástrico (Caal, 2015).

3.3.2.2. Rumen

El rumen actúa como una cámara de fermentación microbiana y es el lugar principal de asimilación de ácidos grasos de cadenas cortas. El rumen forma junto con el retículo el retículo-rumen. Allí el alimento es fermentado por microorganismos anaeróbicos que pueden utilizar la fibra, especialmente la celulosa, para obtener la energía necesaria (Caal, 2015).

3.3.2.3. Proteasas

Las enzimas que hidrolizan las uniones peptídicas pueden ser agrupadas en dos sub clases: endopeptidasas y exopeptidasas, dependiendo del lugar donde se lleve a cabo los hidrolisis en el sustrato. La exopeptidasas hidrolizan el enlace peptídico en el extremo amino o carboxilo terminal, mientras que las endopeptidasas hidrolizan algún enlace peptídico en la cadena interna el sustrato (Caal, 2015).

La enzima mejor estudiada de este grupo es la pepsina. La quimosina conocida anteriormente como reina es la más usada comercialmente, ya que es ampliamente empleada en la producción de quesos. Un gran número de proteasas microbianas también son incluidas en este grupo. Este grupo incluye tres proteasas fúngicas de *Endothia parasítica*, *Mucor pusillus* y *Mucor miehei* que son buenos sustitutos de la quimosina (Whitaker, 1994, p. 648).

3.3.2.4. Omaso

Este ayuda a reducir el tamaño de las partículas del alimento digerido. Interviene en el control del peso del bolo alimenticio hacia el tubo digestivo inferior y extrae los líquidos retenidos en la ingesta (Addis, 2008, p. 2-10).

3.3.2.5. Abomaso

El abomaso o mejor conocido como cuajar, es la última parte del estómago de los rumiantes. En rumiantes adultos secreta la rennina, la cual se denomina cuajo; esta es utilizada comúnmente en la elaboración de queso fresco a nivel artesanal. El abomaso secreta la rennina o quimosina además de ácido clorhídrico y pepsina, realizando una función similar al estómago mono gástrico (Addis, 2008 p. 2-10).

3.3.2.6. Quimosina

También llamada renina o cuajo, es una endopeptidasa cuyo código es (E.C.3.4.23.4), es una enzima proteasa que se obtiene tradicionalmente del abomaso de terneros jóvenes. La quimosina es producida por las células principales en el estómago de bebes y niños, con el fin de cuajar la leche que toman, así una mayor y mejor absorción. Se encuentra como enzima digestivo mezclado 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 (Caal, 2015).

3.4. Tipos de cuajos

a. Cuajo de cabra

Es el cuajo natural extraído exclusivamente del estómago de cabritos, es un estudio de proteasas del abomaso de cabrito concluye que este extracto está constituido principalmente por pepsina dada la edad de los abomasos utilizados en el estudio (6-8 meses) (Ordoñez, 2005, p. 87).

b. Cuajo bovino

El cuajo bovino se obtiene de la mucosa del cuatro estomago o cuajar de los mamíferos rumiante lactante, con menos 30 días de la vida, pues en este tiempo todavía no se ha sustituido una enzima necesaria para cumplir la función de cuajar. Las importancias de la acción del cuajo se encuentran en la enzima quimosina, su función es la de separar la caseína del suero (Barron ,2008, p. 6-37).

c. Cuajo de conejo

El cuajo de conejo se obtiene de la mucosa del estómago, principalmente por la producción de pepsinas y quimasas, son los principales enzimas producidos para la asimilación de los alimentos y por ende en la extracción de este estomago con su debido tratamiento se usa como un cuajarte de origen animal. El cuajar es el estómago en los rumiantes, pero en el conejo es su primer estomago o su panza. Los jugos gástricos comienzan desde la boca su proceso enzimático, pero es en el estómago donde adquieren su mayor eficiencia por la calidad de enzimas que lo componen (ácido de la digestión), está en la razón por lo que nada sustituye al cuajo como cortante de la leche para fabricar quesos y el de conejo debe ser muy eficiente debido a que estaba especie por ser monogástrico y herbívoro sus jugos (Cazares, 2013).

d. Cuajo de oveja

Es el cuajo natural extraído exclusivamente del estómago de ovejas, los cuajos de oveja en pasta contienen concentraciones de quimosina similares, la actividad proteolítica es mayor en los cuajos en pasta, que además poseen actividad lipasa y esterasa, lo que permite acelerar considerablemente la maduración (Kirby, 1989).

e. Cuajo de ternero

El cuajo de ternero es el producto tradicionalmente utilizado para la elaboración de quesos, siendo el producto de referencia en cuanto a composición y rendimiento. Sin embargo, el cuajo de bovino adulto es el de mayor uso alternativo del cuajo de ternero, debido a que contiene la misma composición enzimática activa. El mayor contenido de pepsina de los cuajos de bovino adulto los hace más sensible al pH y poseen, en general, una mayor actividad proteolítica. Cuajos de cordero/oveja y cabrito/cabra son

bastantes similares a ternero/bovino adulto, aunque probablemente más aptos para coagular leche de su misma especie (Foltmann, 1992, p. 23-35).

3.4.1. Obtención de cuajos animales

Ferrandini (2006), el cuajo animal es una sustancia presente en la mucosa del cuarto estomago de los mamíferos rumiantes, contiene principalmente la enzima llamada rennina, los cuajos naturales, se parte de estómagos limpios que luego sufren un proceso de secado y salado para su conservación, hasta que finalmente se trituran, amasan y dejan reposar en refrigeración para asegurar la ausencia de cualquier flora patógena.

Quijano (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, 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 objetivo de favorecer la activación de la pro quimosina. El extracto obtenido en la maceración es clarificado y filtrado.

3.4.2. Cuajo comercial

Las ventajas en los cuajos comerciales es su fuerza coagulante estandarizada de lote a lote, la cual se puede medir en unidades de fuerza conocidas y su coagulación es uniforme. Se sabe que contienen quimosina o pepsina, su actividad proteolítica general es baja, no requieren esfuerzo de preparación y su calidad microbiológica es controlada; la gran mayoría solo contiene proteasas y no contienen lipasa pregástrica. Entre los cuajos comerciales extraídos de bovinos se pueden encontrar en la siguiente proporción: 95 % quimosina, 80 % quimosina y 20 % pepsina; 60 % quimosina y 40 % pepsina; 20 % quimosina y 80 % pepsina (caal, 2015).

3.4.3. El conejo

El conejo es una especie doméstica cuyo nombre científico es *Oryctolagus cuniculus*, muchas de las especies de rápido crecimiento tales como el conejo y la rata tienen alto contenido de proteínas en su leche.

La abundancia de la especie, se basa, además de su capacidad reproductora, en su condición de fitófago con doble digestión, asemejándose a los rumiantes. El conejo practica la cecotrofia, de modo que las heces blandas (cecótrofos), ricas en bacterias y proteínas, son reingeridas para un segundo tránsito digestivo. Estos excrementos son más frecuentes por las mañanas, cuando los animales se encuentran en reposo. Como otros lagomorfos, el conejo ha estado considerado mucho tiempo como un rumiante, con los que no tiene ninguna relación; ello se fundamenta en la observación del comportamiento del conejo, que pasa largas horas removiendo las mandíbulas de derecha a izquierda. En realidad, estos movimientos no se explican por la rumia sino por la alimentación en dos tiempos. Primero, el conejo digiere la hierba que consumió; la celulosa es digerida por las bacterias *Anaerobacter* a *ácidos grasos* volátiles que sirven de nutrientes. Resultado de ello son los cecotrófos, excrementos verde oliva, blandos y brillantes que el conejo toma directamente de la salida del ano y vuelve a ingerir (Blas y Wiseman, 2010).

El conejo es de un ciclo productivo muy rápido, la gestación dura 31 días, pudiendo volver a cubrirse a los 11 días después del parto, los gazapos comienzan a consumir alimento sólido desde los 15 días y se destetan a los 30 días de edad, se engordan durante otro mes para sacrificarse de 8 a 9 semanas de edad con un peso de 1.8 a 2.0 kg dando un peso a la canal de 1.0 a 1.1 kg (incluyendo cabeza, hígado y riñón).

En proporción a su tamaño se puede considerar que tienen un estómago relativamente grande lo que hace suponer que tendrá una cantidad considerable de quimosina.

El conejo como otros animales pequeños y de laboratorio debe ser sacrificado de acuerdo a la Norma oficial mexicana NOM-033-ZOO-1995 que regula el sacrificio humanitario de los animales domésticos y silvestres. Dicha norma tiene como objetivo establecer los métodos de insensibilización y sacrificio de los animales, con el propósito de disminuir su sufrimiento, evitando al máximo la tensión y el miedo durante este evento. Las recomendaciones generales que sugiere previo al sacrificio son:

- Durante el manejo de los animales, se deberá mantenerlos tranquilos, evitando los gritos, ruidos excesivos y golpes que provoquen traumatismos.
- Los instrumentos, equipo e instalaciones para insensibilizar y sacrificar a los animales deben ser inspeccionados por lo menos una vez antes de su uso, para asegurar su buen estado.

- Los instrumentos y equipo adecuado para el sacrificio de emergencia, deberán estar siempre disponibles para su uso en cualquier momento.
- La instalación, uso y mantenimiento de los instrumentos y equipo para el sacrificio humanitario, deberá realizarse de acuerdo a las recomendaciones del fabricante.

Ninguna persona intervendrá en el manejo, insensibilización y sacrificio de los animales, a menos que cuente con la capacitación específica.

3.4.4. El bovino

Los bovinos son animales mamíferos y rumiantes el cuajo bovino es una sustancia presente en la mucosa del cuarto estómago de los mamíferos rumiantes, contiene principalmente la enzima llamada rennina o cuajar, se le conoce también como quimosina o abomaso, utilizada en la fabricación de quesos cuya función es separar la caseína (el 80 % aproximadamente del total de proteínas) de su fase líquida (agua, proteínas del lactosuero y carbohidratos), llamado suero, se extrae de todo tipo de raza y edad de estos animales. En el grupo de coagulantes de origen animal, el cuajo de bovino se considera como el ideal para la elaboración de quesos por su alto contenido de quimosina, siendo esta la enzima natural para coagular (proteólisis y desnaturalización) leche bovina. En el abomaso y los extractos de otros tejidos, la proporción de dos enzimas, quimosina y pepsina, varía según la edad del animal y el tipo de alimentación (Andrén, 1982).

Extractos provenientes de estómagos de terneros jóvenes tienen un alto contenido de quimosina, siendo su composición normalmente 80-90 % quimosina y 10-20 % pepsina (IDF Standard 110B). Los cuajos de bovinos adultos presentan un mayor contenido de pepsina, normalmente 80-90 %, aunque se pudieron observar contenidos de pepsina mayores, cercanos al 97 %, en cuajares de bovinos en Brasil. En todo el mundo, los animales son enviados a los frigoríficos a diferentes edades, observándose todo tipo de mezcla de extractos, así, los cuajos comerciales poseen un amplio rango de composición enzimática. Sin embargo, debido a la búsqueda de eficiencia económica, los animales son enviados a los frigoríficos con mayor peso corporal, dando como resultado la falta de cuajares de terneros y la predominancia de cuajares de bovinos adultos, con el consecuente encarecimiento del cuajo de ternero.

El cuajo de bovino es el producto tradicionalmente utilizado para la elaboración de quesos, siendo el producto de referencia en cuanto a composición y rendimiento. Sin embargo, el cuajo de bovino adulto es el de mayor uso alternativo del cuajo de ternero, debido a que contiene la misma composición enzimática activa. El mayor contenido de pepsina de los cuajos de bovino adulto los hace más sensible al pH y poseen, en general, una mayor actividad proteolítica. Cuajos de cordero/oveja y cabrito/cabra son bastantes similares a ternero/bovino adulto, aunque probablemente más aptos para coagular leche de su misma especie (Foltmann, 1992).

3.4.5. La oveja

La oveja son animales mamíferos rumiantes son uno de los primeros animales que han sido domesticados por los humanos. Estas ovejas fueron criadas principalmente para obtener carne, leche y pieles. En las poblaciones rurales para la elaboración de quesos se utilizan extraíndo el abomaso o mejor conocido como el cuajar de estos animales de todo tipo de edad. Principalmente contiene la enzima utilizada para la elaboración de queso. Su función principal es separar la caseína, de su fase líquida, que es a lo que llamamos suero. 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 (Barron, L. 2008).

3.4.6. Proceso en la transformación de la leche en queso

González (2002), señala que la transformación de leche en queso costa fundamentalmente de dos procesos: la obtención de 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 formen. Es el desuerado de la cuajada;
- ✓ La maduración enzimática de gel deshidratado. Es el afinado o maduración de la cuajada, que es responsable, la proliferación de determinados microorganismos.

3.4.7. Tipos de fabricación

González (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 la leche cruda, aunque existen fabricas artesanales que pasteurización de la leche.
- ✓ Fabricación industrial, adopta tratamientos térmicos para higienizar la leche, es más complejo, sigue los pasos o etapas que se desarrollan en la siguiente etapa.

3.4.7.1. Etapas de fabricación de queso fresco

Según FAO (2004), las etapas de procesamiento del queso fresco con los cuajos naturales son las siguientes:

- **Materia Prima**

La materia prima (leche fresca) recién ordeñadas de las vacas de la raza Holstein, de forma automatizada, se deposita en envases de acero inoxidable a temperatura ambiente.

- **Filtrado**

Tiene como finalidad el eliminar las impurezas visibles tales como pelos, partículas de excremento, partículas vegetales y polvo, que caen en los recipientes durante el ordeño o que se encuentran ya en ellos. Este es un proceso muy importante ya que la calidad del producto final va a depender de la calidad de materia prima.

- **Pasteurización**

Se realiza con la finalidad de eliminar los microorganismos patógenos y no patógenos sometiendo a una temperatura de 75 °C/30 min por un tiempo de 1 minuto, para eliminar la mayor cantidad de la carga microbiana y que no incida en el proceso.

- **Enfriamiento**

La leche se enfría hasta una temperatura de 35 °C. Para el tratamiento, se recomienda esperar en este proceso para luego proseguir con la adición del cuajo.

- **Adición del cuajo**

A una temperatura de 35 °C se adiciona el cuajo natural a la leche durante 30 - 40 minutos, sin embargo, a la temperatura 35 °C tiene un tiempo de incubación de 30 minutos, se procede a agregar cuajo al 0.001 %, cloruro de calcio 0.06 %, Se deja reposar por un tiempo de 30 a 40 minutos a la misma temperatura de 35 °C, hasta que se obtenga una cuajada firme.

- **Cortado**

Se realiza una vez que sea calentada hasta los 30 °C con el fin de realizar un compactado uniforme de la masa. Se realiza el corte de la cuajada con la finalidad de obtener el suero (sinéresis) con una lira, primero en forma horizontal y luego en forma vertical, si no cuenta con una lira, utilice un cuchillo formando cubos pequeños de 1 cm^3 , luego se desuera colocando una tela fina y se deja reposar por alrededor de 10 minutos. El cortado de la cuajada debe realizarse lentamente con el fin de no deshacer el coágulo, pues de lo contrario se formarían granos irregulares que desuerrarían con dificultad.

- **Desuerado**

Al finalizar del batido, el grano de la cuajada se precipita rápidamente a la base de la tina es donde se puede empezar a sacar parte del suero, o sea el 30 % eliminación del suero del queso.

- **Salado**

A la cuajada se le agrega sal al 2.5 % diluido en agua, sin embargo, en forma industrial se coloca en salmuera durante 20 minutos, con la finalidad de inhibir el crecimiento microbiano por el alto contenido de sal y a su vez dar un sabor agradable al consumirlo. El principal efecto de la sal es controlar la maduración al actuar como un agente de conservación selectivo. La sal se encuentra en solución en la fase acuosa del queso e incluso cuando está en concentraciones bajas, puede inhibir el desarrollo de algunas bacterias indeseables impidiendo así la aparición de defectos de aroma.

- **Acondicionado**

Se acondiciona a una temperatura de 30 °C para obtener una textura que se adapte a la forma que usted quiera moldearlo, en este caso la forma es redonda.

- **Moldeado**

La cuajada se debe de mantenerse hasta una temperatura de 30 °C que permanece en el recipiente inmediatamente se deposita de manera rápida en moldes de 1 kg. Esta puede ser de acuerdo al peso y forma que se desee obtener del queso su función es darle forma a la masa.

- **Prensado**

El prensado se realiza con el fin de retirar el exceso de suero que todavía se encuentra en el queso, aplicando primero una fuerza que no dañe el moldeado a 22 °C por 12 horas, se lleva a cabo en prensas de quesería, con las que se ejerce sobre la cuajada determinada presión que puede aumentar progresivamente durante el curso de la operación.

- **Almacenado**

El queso se almacena a una temperatura aproximada de 5 – 7 °C en refrigeración.

3.4.8. Características sensoriales de queso fresco

Luluaga y Núñez (2010), indica que el color, textura, consistencia y el sabor de los quesos no madurados deberán ser los característicos para el tipo de queso que corresponde y deberán estar libres de los defectos indicadores a continuación:

Color: paja (amarillento) pálido a paja oscura hasta anaranjado, mate. La uniformidad del color es otro aspecto a considerar, especialmente la existencia de manchas de color diferente del resto.

Olor o aroma: el olor es percibido por olfato directo, 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 o composición de volátiles percibidos como aroma, haciendo que exista diferencias con respecto al olor de un mismo producto.

Sabor: el sabor o gusto, es la sensación percibida en la lengua durante la masticación, los sabores fundamentalmente son: dulce, salado ácido y amargo

Textura: No debe presentar orificios debido a la formación de gas pidiéndose encontrar unos pocos debido a acciones mecánicas. Es firme, lisa y cerosa.

Consistencia: dura. El cuerpo deseable debe ser firme y re sortear, ligeramente elástico. El queso debe ser liso y ceroso cuando se aplasta entre los dedos. Una masa ligeramente floja o áspera puede permitirse.

3.5. Marco conceptual

- **Cuajo natural**

El cuajo natural es una sustancia presente en la mucosa del cuarto estomago de los mamíferos rumiantes, contiene principalmente la enzima llamada rennina (Ferrandini, 2006, p. 17-50).

- **Queso**

El queso es un alimento solido blanco elaborado a partir de la leche fresa pasteurizada de vaca o de otros mamíferos rumiantes, con adición de los cuajos naturales u otros tipos de cuajo (Ibáñez, 2015).

- **Queso fresco**

Los quesos frescos son aquellos en las que la elaboración consiste únicamente en cuajar y deshidratar la leche; y en donde no se les aplica técnicas de conservación adicionales (Ibáñez, 2015).

- **Rendimiento quesero**

El rendimiento quesero es la suma de las cantidades de materia grasa, proteínas y otros componentes, además de agua transferida desde la leche al queso durante el proceso de elaboración (Ibáñez, 2015).

- **Consistencia del queso**

La consistencia del queso es una manifestación de sus propiedades reológicas y estructura física, y es considerada como un parámetro importante en la clasificación y apreciación de la calidad (Ibáñez, 2015).

- **Color del queso**

El color es una propiedad intrínseca de los alimentos que caracteriza su calidad; está relacionado con parámetros físicos, químicos y sensoriales, asociados también a la calidad de los alimentos (Diehl et al., 2008)

CAPÍTULO IV: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

4.1. Lugar de ejecución

El presente trabajo de investigación se desarrolló en los Laboratorios de Industrias lácteas y Control de Calidad de Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Nacional José María Arguedas (UNAJMA), ubicado en la Unidad Vecinal de Santa Rosa, Av. 28 de Julio N°- 1103, del Distrito de Talavera de la Provincia de Andahuaylas de Región de Apurímac.

4.2. Materia prima

Para la investigación se obtuvo los cuajos de bovino y oveja, es el estómago de vaca y de la oveja de 2 y 4 años de edad aproximadamente y es vendido del camal del Distrito de Andahuaylas, el cuajo de conejo es vendido de la feria dominical del distrito de Andahuaylas, Provincia de Andahuaylas y Región Apurímac.

El abomaso o mejor conocido como cuajar tiene un peso aproximado de 1 kg de cada uno de estos animales que incluye grasa, restos de otros estómagos, recto, materia fecal y otros contaminantes. Al limpiar y descartar los restos no útiles, se dejó únicamente la membrana interna, la cual contiene las enzimas de interés. Se obtienen aproximadamente 400 kg de membrana, con lo cual se puede llegar a obtener de 200 ml de quimosina o cuajo natural de cada uno de los animales. Como también se utilizó 20 litros de leche fresca recién ordeñada de vacas de la raza Holstein, procedente del Centro Experimental INIA – Andahuaylas – Chumbibamba.

4.3. Material del estudio

El material del estudio fue los quesos elaborados con los cuajos naturales de arreglo experimental, mostrado en la tabla 8 respectivamente.

4.3.1. Población

Para la elaboración del queso fresco, se utilizó 20 litros de leche, que se dividieron en 3 unidades experimentales, con un tamaño de 2 litros de leche

Se consideró como población a la totalidad de queso elaborados (09 unidades de quesos de 250 g cada uno elaborados con la misma cantidad de los cuajos naturales.

4.3.2. Muestra

La muestra se utilizó 200 ml de cuajo de bovino, oveja y conejo.

La muestra se obtuvo por la técnica de muestreo al azar, esto consistió en extraer los cuajos naturales de bovino de 4 años de edad, oveja 2 años de edad y conejo 1 año de edad respectivamente. Para luego proceder a la elaboración de los quesos frescos elaborados con los cuajos naturales de acuerdo al arreglo experimental. Las cuales han sido seleccionadas aleatoriamente 3 quesos de 250 g de cada una de las repeticiones de los diferentes tratamientos.

4.3.3. Unidad de análisis

Para el análisis de consistencia y color del queso fresco elaborado con los diferentes cuajos naturales, se utilizaron muestras de 200 g de cada una de las repeticiones de los diferentes tratamientos experimentales.

4.4. Materiales, instrumentos y equipos

a. Materiales

En la tabla 4 se muestra lista de materiales.

Tabla 4. *Lista de materiales.*

Cantidad	Materiales	Marca
03	Vaso de precipitado de 250 ml unidades	DURAN®
03	Paleta de agitación	S/M
02	Jarras litreras de 2 L de capacidad	Rey
02	Tela tipo gasa para el filtro 05 m	S/M
6	Pipetas de 5 ml y 10 ml	Fortuna
01	Balde de 5 L	Rey
03	Moldes queseros de acero inoxidable	CORONA
06	Tablas para prensar	S/M
03	Probeta de 250 ml.	kyntel

En la tabla 5 se muestran los equipos e instrumentos.

Tabla 5. *Lista de equipos e instrumentos.*

Cantidad	Equipos	Marca
01	Incubadora regulable de 25 a 75 °C	MEMMERT
01	Balanza analítica de 1/1000 g de graduación de 50 g de capacidad	S/M
01	Cocina industrial	S/M
01	Refrigeradora	NOVA
01	Termómetro digital de 0 a 200 °C	S/M
01	pH metro digital	ROHS
01	Pasteurizador	ROHS
01	Homogeneizador	S/M
01	Cámara fotográfica	Sony

En la tabla 6 se muestran los reactivos e insumos.

Tabla 6. *Lista de reactivos.*

Cantidad	Reactivos/ insumos
20 g	Hidróxido de sodio (NaOH)
10 ml	Cloro (hipoclorito de sodio) NaClO)
5 g	Cloruro de calcio (CaCl ₂)

b. Recursos no disponibles

En la tabla 7 se muestra los recursos no disponibles.

Tabla 7. *Recursos no disponibles.*

Recursos no disponibles	
Cantidad	Materias primas
20 L	Leche fresca
200 ml	Cuajo natural de conejo
200 ml	Cuajo natural de bovino
200 ml	Cuajo natural de oveja
1 kg	Sal (cloruro de sodio) NaCl

4.5. Metodología de análisis

Descripción de la elaboración del queso fresco:

- **Recepción de la leche fresca**

La leche fue recibida en envases de acero inoxidable con temperatura de 27 °C en el laboratorio de lácteos agroindustriales.

- **Análisis**

Se tomaron 01 muestras de 250 ml de leche para su posterior análisis de grasa, acidez, reductasa y densidad.

- **Filtrado**

Luego la leche fue sometida a un filtro con una tela tipo gasa, con el fin eliminar las impurezas visibles formados por pelos, partículas de excremento, partículas vegetales y polvo que se encuentra en la leche.

- **Pasteurización**

La leche se calentó en una olla de acero inoxidable de capacidad de 30 litros, a temperatura de 75 °C por 30 minutos.

- **Agitación**

La leche se agitó constantemente, seguidamente se adicionó cloruro de calcio al 0.03 %, a una temperatura de 34 °C.

- **Calentamiento**

Se procedió el calentamiento en una olla de acero inoxidable hasta una temperatura de 40 °C para luego poder adicionar el cuajo.

- **Enfriamiento**

Después se dejó reposar la leche hasta descender la temperatura a 35 °C, para luego poder adicionar el cuajo.

- **Adición del cuajo**

Cuando la temperatura de la leche llegó a los 35 °C se adicionó el cuajo natural de bovino, oveja y conejo con 10 ml /litros de leche y se dejó coagular la leche por 30 a 35 minutos.

- **Coagulación**

El coagulo formado fue determinado el proceso de desuerado y el contenido de la humedad del queso, en una temperatura para cuajar fue de 35 °C, después de transcurrido de 30 a 35 minutos se formó el coagulo.

- **Corte de la cuajada**

Terminado el tiempo de coagulación, se cortó el medio de liras de (horizontales y verticales) en cubos pequeños de 1 a 1.5 cm. Luego del corte se dejó reposar la cuajada por 5 minutos para continuar con el siguiente paso.

- **Batido o agitado**

Se procedió a agitar y mezclar, reduciendo el tamaño de granos de la cuajada durante 5 minutos hasta que los cubos de la cuajada estén firmes y no tengan la tendencia de aglomerarse.

- **Desuerado o reposo**

Al terminar el agitado se dejó reposar entre 5 a 10 minutos. En este tiempo, los granos de cuajada se van al fondo y es posible entonces sacar el suero. La cantidad de suero extraída puede ser hasta el 50 % del total de leche.

- **Lavado, lavado y agitado de la cuajada**

El lavado se procedió el mezclado de la cuajada en agua caliente a 25 a 30 °C, luego fue acompañado con él sal (NaCl)cloruro de sodio al 2 % y una leve agitación constante durante 5 minutos el fin de incorporar bien el agua y la sal

- **Moldeado**

Se retiró el cuajado de la olla hacia los moldes de acero inoxidable de 6 x 8 cm presionando contra una superficie sólida, a fin de otorgar una textura firme al queso. Luego fueron llevados a una mesa de acero inoxidable donde escurrió, hasta eliminar el suero remanente.

- **Volteado**

Cuando la cuajada se redujo su volumen hasta el tamaño de la moldera o inferior, esta se retiró del molde y se volvió a colocar sobre la mesa de acero en posición invertida a la que va salir.

- **Almacenamiento**

Luego del volteo y fin del escurrido de la cuajada, ésta se llevó a una cámara de refrigeración a 4 – 5 °C por 24 horas para que tome consistencia.

A continuación, se muestra el diagrama de flujo de elaboración de los cuajos naturales.

4.5.1. Obtención de cuajos naturales

Para la elaboración de los cuajos naturales se utilizó los abomasos de bovino de 4 años de edad, oveja de 2 años de edad y conejo de 1 año de edad respectivamente, se realizó según la metodología descrita por Córdova (2009), modificado para esta investigación, se observan en las Figuras 2.

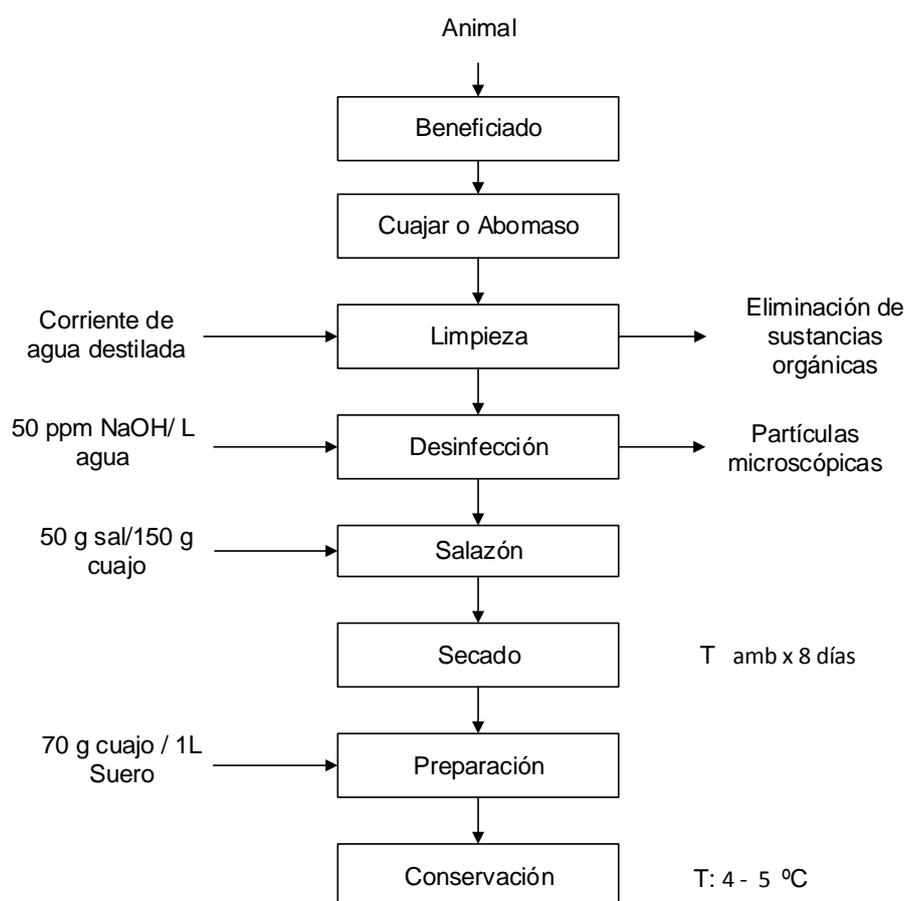


Figura 2. *Flujograma de obtención de cuajo natural.*

Fuente: Elaboración propia, modificado de la propuesta de (Córdova, 2009).

Descripción de la obtención de cuajos naturales:

- **Abomaso**

El Abomaso o cuajar es el "estómago verdadero", donde se produce la correspondiente digestión ácida y enzimática. Los abomasos de (bovino, oveja y conejo) son vendidos del camal y feria dominical de la Provincia de Andahuaylas.

- **Beneficiado**

Se procedió el sacrificio y faenado de estos animales con la finalidad de obtener el abomaso para la elaboración de cuajos naturales de camal de provincia de Andahuaylas.

- **Limpieza**

Se procedió a lavar con agua, con una cantidad suficiente y necesaria con la finalidad de que el lavado no elimine las enzimas (proteasas). Presentes en estómago.

- **Desinfección**

El proceso se desinfectó utilizando el hipoclorito de sodio (NaCl) para la eliminación de microorganismos.

- **Salazón**

Una vez limpio se realizó el salado (50 g de sal por 500 kg de cuajo) con la finalidad de impedir la proliferación de microorganismos patógenos. Luego se llevó a secar al sol en cordeles, teniendo en cuidado necesario de que no sea contaminado por insectos o polvo.

- **Secado**

Pasado 8 días y cuando han quedado perfectamente secos fue empacado en bolsas de polietileno y almacenado a temperatura ambiente 18 a 20 °C hasta su utilización.

- **Preparación**

Se cortaron en trozos, luego fueron pesados 70 gramos de cuajo y agregamos 25 gramos de sal, colocando todos estos ingredientes en dilución 70 ml de suero del queso. Se dejó sumergida las 24 horas a temperatura ambiente en depósito plástico.

- **Conservación**

Luego de pasado el tiempo de macerado esta, filtramos la maceración para luego cuajar la leche. Elaboración propia, modificado de la propuesta de (Córdova, 2009).

Aplicación del cuajo natural

La aplicación de elaboración del queso fresco con los cuajos naturales se realizó según la metodología descrita por Maurtua, (2008) modificado para ésta investigación, la cual se observa en la Figura 3. se adicionó el cuajo natural para cada tratamiento de 10 ml por litro de leche a una temperatura de 35 °C en un tiempo de 25 a 30 minutos.

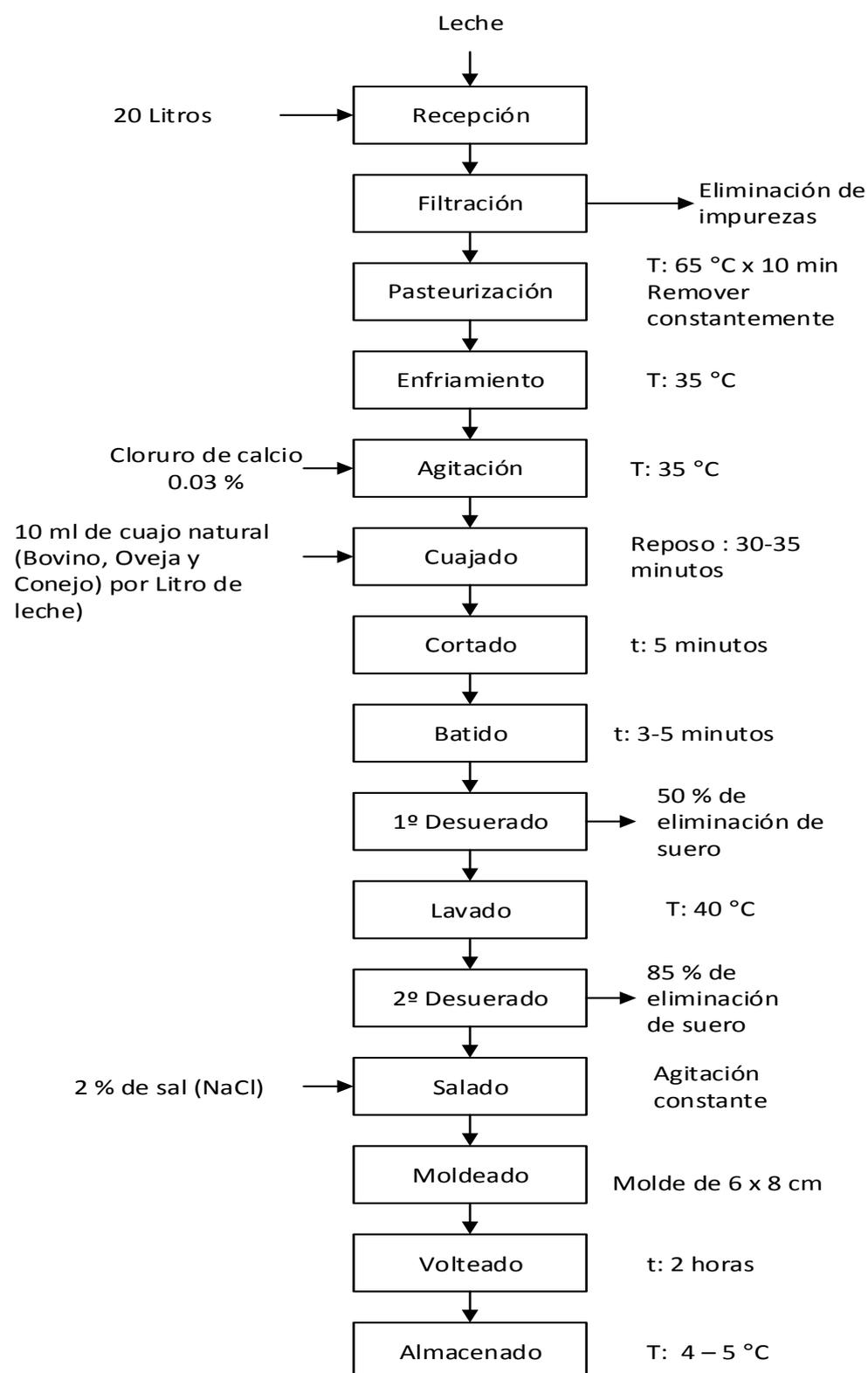


Figura 3. *Flujograma de proceso de la elaboración del queso fresco.*

Fuente: propuesta por (Maurtua, 2008).

4.6. Metodología experimental

4.6.1. Determinación del rendimiento en la elaboración del queso fresco

Rendimiento leche en queso determinó la cantidad de queso que se obtiene por litro de leche, generalmente expresada en porcentaje y que matemáticamente se calcula de la siguiente manera, se realizó de acuerdo al método descrito por (Rivera, 2012). Y la cantidad de balance de materia se muestra en el anexo 3, 4 y 5.

Los quesos obtenidos con los diferentes tratamientos, fueron pesados y sus datos se tabularon para conocer el índice de rendimiento alcanzado por cada tratamiento. Para conocer el rendimiento, se calculó la cantidad de materia prima (cantidad de leche) requeridos para producir un kilogramo de queso, de acuerdo a la ecuación 1.

$$\text{Rendimiento(queso/leche)} = \frac{P (\text{materia prima})}{PP(\text{kg de queso})} \times 100 \quad (1)$$

Donde:

PP= Peso promedio (kg) de queso obtenido.

P= Peso de materia prima.

4.6.2. Determinación de la consistencia en la elaboración del queso fresco

El efecto de los cuajos naturales sobre la consistencia del queso fresco, fueron determinados teniendo como base la metodología a seguir por Salazar, et al., (2009).

La consistencia del queso fresco fue determinada haciendo uso del texturometro Brookfield, por medio del software Texture Expert Exceed, versión 1,00. Con el uso de un sacabocados de acero inoxidable cilíndrico de 2 cm de diámetro y 3 cm de altura, se tomaron las muestras de queso, las cuales fueron sometidas a pruebas de compresión uniaxial con un porcentaje de compresión del 70 % con respecto a la altura inicial del producto. La compresión fue realizada mediante un plato de compresión de 100 mm de diámetro.

4.6.3. Determinación del color en la elaboración del queso fresco

La determinación del color se realizó mediante el método descrito por Fresno (2006) con algunas modificaciones:

Procedimiento

- Los quesos se cortaron en láminas de un milímetro aproximadamente, las mismas que fueron colocadas en un portaobjeto.
- El instrumento de medición (colorímetro Konica Minolta CR-400) se calibró usando una superficie de color blanco.
- Finalmente se procedió a realizar las mediciones en espacio CIE L*a*b*, por cada tratamiento y réplica.

El índice de blancura se determinó mediante la ecuación 2.

$$\text{Índice de Blancura} = L^* - 3b^* \quad (2)$$

4.7. Diseño experimental y análisis estadístico

4.7.1. Diseño experimental

a). Variables independientes y dependientes

Se desarrolló una investigación de acuerdo a las variables mostradas en la Figura 4:

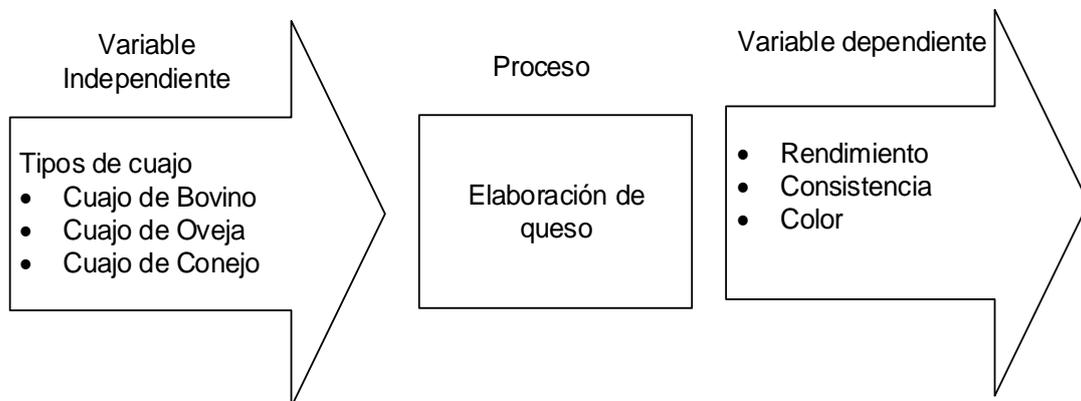


Figura 4. Variable independiente y variable dependiente.

b). Diseño completamente al azar (DCA)

Para el presente trabajo de tesis se empleó un Diseño Completamente al Azar (DCA), considerándose dos fuentes de variabilidad: Los tratamientos (cuajos naturales de bovino, oveja y conejo) y el error aleatorio que se muestra en la Tabla 8.

Tabla 8. Arreglo experimental (DCA).

Numero de repeticiones (j)	Numero de tratamientos		
	T1	T2	T3
	Queso fresco (10 ml/ 1lt de cuajo de bovino)	Queso fresco (10 ml/ 1lt de cuajo de oveja)	Queso fresco (10 ml/ 1lt de cuajo de conejo)
1	T ₁₁	T ₂₁	T ₃₁
2	T ₁₂	T ₂₂	T ₃₂
3	T ₁₃	T ₂₃	T ₃₃

Donde T 1,2,3 se refiere al tratamiento, j la repetición

Este diseño se utilizó para comparar dos o más tratamientos, o estudiar el efecto de los cuajos naturales de (bovino, oveja y conejo); donde los valores obtenidos de las variables dependientes fueron sometidos a un análisis de varianza (ANOVA) (Gutiérrez y De la Vara, 2008).

4.7.2. Análisis estadístico

a). Análisis de varianza (ANOVA) para DCA

La idea general de esta técnica es separar la variación total en las partes con las que contribuye cada fuente de variación en el experimento. Para la presente investigación; este análisis consistió en separar la variabilidad debida a los tratamientos (cuajo de bovino, oveja y conejo) y la debida al error. Cuando la primera predomina claramente sobre la segunda, es cuando se concluye que los tratamientos tienen efecto significativo o presentan medias diferentes (*valor-p*<0.05) (Gutiérrez y De la Vara, 2008).

Tabla 9. Tabla de ANOVA para el DCA.

Fuente de Variabilidad	Suma de Cuadrados	Grado de Libertad	Cuadrado Medio	F ₀	Valor-p
Tratamientos	$SC_{TRAT} = \sum_{i=1}^K \frac{Y_{i*}^2}{n_i} - \frac{Y_{**}^2}{N}$	K - 1	$CM_{TRAT} = \frac{SC_{TRAT}}{K - 1}$	$\frac{CM_{TRAT}}{CM_E}$	P(F > F ₀)
Error	$SC_E = SC_T - SC_{TRAT}$	N - K	$MS_E = \frac{SC_E}{N - K}$		
Total	$SC_E = \sum_{i=1}^K \sum_{j=1}^{n_i} Y_{ij}^2 - \frac{Y_{**}^2}{N}$	N - 1			

Fuente: Gutiérrez y De la Vara, (2012).

Hipótesis para el diseño completamente al azar

Las hipótesis estadísticas se plantearon con la finalidad de probar la igualdad de los tratamientos con respecto a la media del rendimiento, consistencia y color en la elaboración del queso fresco.

Por lo cual se propone las siguientes hipótesis:

- **H₀**: Los cuajos naturales (bovino, oveja y conejo) no tienen efecto estadísticamente significativo en el rendimiento, consistencia y color en la elaboración del queso fresco ($\mu_{T1} = \mu_{T2} = \mu_{T3}$)
- **H_A**: Los cuajos naturales (bovino, oveja y conejo) tienen efecto estadísticamente significativo en el rendimiento, consistencia y color en la elaboración del queso fresco ($\mu_i \neq \mu_j$ para algún $i \neq j$).

4.7.3. Comparaciones o pruebas de rango múltiples

Posterior al análisis de varianza (ANOVA) y rechazada la hipótesis nula, se realizó una comparación múltiple utilizando el método de LSD (diferencia mínima significativa). Esta comparación consiste en comparar dos o más medias muestrales para considerar, si los tratamientos correspondientes son significativamente diferentes o no (Gutiérrez y De la Vara, 2008).

La prueba de igualdad se realizó con la siguiente hipótesis:

$$H_0 : \mu_i = \mu_j$$
$$H_A : \mu_i \neq \mu_j \text{ para todo } i \neq j$$

Los análisis estadísticos y los cálculos se realizaron con el software estadístico de STATGRAPHICS centurión XVI.I y con el Microsoft Office Excel 2013, respectivamente.

CAPÍTULO V: RESULTADOS Y DISCUSIONES

5.1. Rendimiento en la elaboración del queso fresco

En la Tabla 10, se muestran los resultados sobre el rendimiento de quesos para los diferentes tratamientos y el balance de materia se muestra en anexo 3, 4 y 5 para los diferentes tratamientos respectivamente.

Tabla 10. Rendimiento de queso.

Tratamiento	Rendimiento (%)		
	\bar{X}	\pm	S
T1 (Bovino)	13.01	\pm	0.31
T2 (Oveja)	14.59	\pm	0.27
T3 (Conejo)	15.41	\pm	0.18

\bar{X} : Promedio de 3 repeticiones **S**: desviación estándar

En la (Tabla 10), se muestra la media muestral y su desviación estándar del rendimiento del queso fresco. El mayor rendimiento en queso se obtuvo con el cuajo de conejo (15.41 % \pm 0.18), seguido por el cuajo de oveja (14.59 % \pm 0.27) y la menor media del rendimiento con el cuajo de bovino (13.01 % \pm 0.31).

Los resultados fueron sometidos a un análisis de varianza (ANOVA) cuyos resultados se muestran en la Tabla 11.

Tabla 11. ANOVA para el rendimiento por tratamiento.

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Tratamiento	8.96047	2	4.48023	66.16	0.0001
Error	0.406333	6	0.0677222		
Total (Corr.)	9.3668	8			

Según el análisis de varianza (Tabla 11), el *valor-P* obtenido es menor al nivel de significancia ($\alpha=0.05$) por lo tanto se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna con un nivel de confianza de 95 %, lo cual indica que existe una diferencia significativa en cuanto al rendimiento del queso fresco.

Para determinar la diferencia entre los tratamientos, se utilizó pruebas de rango múltiples utilizando de LSD; los cuales podemos observar en la tabla 12.

Tabla 12. Prueba de rango múltiple de LSD para el rendimiento por tratamiento.

<i>Tratamiento</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
T1	3	13.0067	A
T2	3	14.5933	B
T3	3	15.41	C

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
T1 - T2	*	-1.58667	0.519923
T1 - T3	*	-2.40333	0.519923
T2 - T3	*	-0.816667	0.519923

* indica una diferencia significativa.

De acuerdo a la comparación múltiples (Tabla 12); la media de los tratamientos T1 (cuajo de bovino), T2 (cuajo de oveja) y T3 (cuajo de conejo) son totalmente diferentes entre sí, debido a que no presentan par de grupos homogéneos y la gráfica media se muestra en el anexo 11.

De acuerdo a los resultados obtenidos para el rendimiento del queso utilizando diferentes cuajos naturales, se obtuvo que existe una diferencia significativa entre el rendimiento en los diferentes cuajos, dichos resultados son similares a los encontrados por Rivera (2012), quien determinó el efecto de distintos cuajos naturales (bovino, ovino y cuy) en el rendimiento del queso, e indicó que estos tienen efecto significativo; además, reportó que el mejor rendimiento se obtuvo con el cuajo de bovino (18 %) y ovino (16.88 %). De igual manera, Dubach (1980) obtuvo un rendimiento quesero excelente con los cuajos animales se considera cuando es igual o superior a 15 %. El rendimiento quesero a efectos de los cuajos de bovino, oveja es próximo a 15 % y, por lo tanto, se puede considerar bueno; sin embargo, el rendimiento obtenido con cuajo de conejo es mayor a 15 %, por ende, se considera excelente. Hill (2006), reportó un rendimiento quesero en promedio de 14%, este valor es similar a lo reportado en la presente investigación, tanto para quesos obtenidos con cuajo de bovino (13.01 %), oveja (14.59 %) y conejo (15.41 %).

Tomando en cuenta los resultados de los diferentes autores Dubach (1980) y Rivera (2012), los efectos de los diferentes tipos de cuajo en el rendimiento se deben a que muchas proteasas son demasiadas proteolíticas o tienen la especificidad incorrecta, por lo tanto, provocan una disminución del rendimiento del queso, en general, se deben a la calidad del cuajo (potencia o fuerza del cuajo).

5.1.1. Balance de materia

se realizó el balance de masa para los tratamientos cuajo de bovino (T1), cuajo de oveja (T2) y cuajo de conejo (T3), los resultados se muestran en el anexo 3,4 y 5 respectivamente, (T1) se desprende que la cantidad de eliminada por filtración fue 4.1063 kg, la cantidad de agua eliminada por vaporización en la pasteurización 1.169 kg y en proceso de desuerado de eliminación fue 1790.76 kg y obteniéndose así un rendimiento quesero 13.01 %, para el (T2) la cantidad de eliminada por filtración 3.9826 kg, la cantidad de agua eliminada por vaporización en la pasteurización 5.974 kg y en proceso de desuerado de eliminación fue 2.655 kg y obteniéndose así un rendimiento quesero 14.59 % y para el (T3) la cantidad de eliminada por filtración 3.733 kg, la cantidad de agua eliminada por vaporización en la pasteurización 5.600 kg y en proceso de desuerado de eliminación fue 2.489 kg y obteniéndose así un rendimiento quesero 15.41% respectivamente.

5.2. Consistencia en la elaboración del queso fresco

Se tiene los resultados sobre la consistencia del queso fresco con los diferentes tratamientos los datos individuales se muestran en la Tabla 13.

Tabla 13. *Consistencia del queso fresco (kg/cm³).*

Tratamiento	Consistencia (kg/cm ³)		
	\bar{X}	\pm	S
T1 (Bovino)	5.13	\pm	0.21
T2 (Oveja)	6.0	\pm	0.46
T3 (Conejo)	6.03	\pm	0.75

\bar{X} : Promedio de 3 repeticiones

S: Desviación estándar

En la (Tabla 13), se muestra la media muestral y su desviación estándar de la consistencia para los diferentes tratamientos. La mayor consistencia del queso se

obtuvo con el cuajo de conejo (6.03 ± 0.75), seguido por el cuajo de oveja (6 ± 0.46) y la menor media con el cuajo de bovino (5.13 ± 0.21).

Los resultados fueron sometidos a un análisis de varianza (ANOVA) de la consistencia de queso, cuyos resultados se muestran en la Tabla 14.

Tabla 14. ANOVA para la consistencia por tratamiento.

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Tratamiento	1.56222	2	0.781111	2.83	0.1359
Error	1.65333	6	0.275556		
Total (Corr.)	3.21556	8			

Según el análisis de varianza (Tabla 14) para la consistencia del queso; *el valor-P* obtenido es mayor al nivel de significancia ($\alpha=0.05$) con un nivel de confianza de 95 % por lo tanto, se acepta la hipótesis nula y se rechaza la hipótesis alterna, no existe diferencia significativa en cuanto a la consistencia del queso fresco, ello indica que los cuajos naturales no tienen efecto significativo en la consistencia del queso.

De acuerdo a los resultados obtenidos para la consistencia del queso fresco utilizando diferentes cuajos naturales, se obtuvo no existe una diferencia significativa en cuanto a la consistencia en los diferentes cuajos naturales Hill (2006), quién indica que la consistencia del queso depende del tipo de proteólisis (cuajo). En la coagulación de las caseínas, los cuajos cumplen la función de atrapar o retener la grasa, el agua y algunos componentes solubles de la leche. Según, Castañeda (2002), Revilla (1995) y Jaros (2001), la consistencia generalmente se debe a otros factores como al contenido de materia grasa, proteína, humedad y otros (tecnología de procesamiento). El incremento de la materia grasa y el contenido de agua debilitan la estructura proteica; mientras, la disminución de los mismos provoca un endurecimiento del queso.

Con el presente estudio se ha probado que el cuajo de bovino, oveja y conejo actúan sin ninguna influencia significativa en la consistencia del queso.

5.3. Color en la elaboración del queso fresco

5.3.1. Índice de blancura (WI)

Se tiene los resultados sobre el índice de blancura (WI) del queso fresco con los diferentes tratamientos, los datos individuales se muestran en la Tabla 15.

Tabla 15. Índice de blancura (WI) del queso fresco.

Tratamiento	WI		
	\bar{X}	\pm	S
T1 (Bovino)	63.95	\pm	1.75
T2 (Oveja)	76.10	\pm	1.41
T3 (Conejo)	94.45	\pm	1.45

\bar{X} : Promedio de 3 repeticiones S: Desviación estándar

En la (Tabla 15), se muestra la media muestral y su desviación estándar del índice de blancura para los diferentes tratamientos donde, la mayor media se obtuvo con el cuajo de conejo un (94.45 ± 1.45) , seguido por el cuajo de oveja (76.10 ± 1.41) y la menor media con el cuajo de bovino (63.95 ± 1.75) ; dichos valores representan a un color con los siguientes códigos hexadecimales #D7D8CA (gris amarillento-verdoso claro), #E0E0D7 (gris amarillento claro) y #F0F0F0 (gris muy claro), respectivamente.

Los resultados fueron sometidos a un análisis de varianza (ANOVA) de índice de blancura (WI), cuyos resultados se muestran en la Tabla 16.

Tabla 16. Análisis de Varianza (ANOVA) para el (WI) por tratamientos.

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Tratamiento	1414.23	2	707.114	294.70	0.0000
Error	14.3967	6	2.39946		
Total (Corr.)	1428.62	8			

Según el análisis de varianza (Tabla 16), el *valor-P* del tratamiento es menor al nivel de significancia ($\alpha=0.05$) con un nivel de confianza de 95 % por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna, ello indica, que los cuajos naturales tienen efecto significativo en el índice de blancura de color del queso fresco.

Para determinar la diferencia entre los tratamientos, se utiliza una prueba de rango múltiples utilizando de LSD; los resultados obtenidos para el índice de blancura de queso fresco se muestran en Tabla 17.

Tabla 17. Prueba de rango múltiple de LSD para el Índice de blancura (WI) por tratamientos.

<i>Tratamientos</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
T1	3	63.95	a
T2	3	76.1033	b
T3	3	94.4467	c

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
T1 - T2	*	-12.1533	3.09478
T1 - T3	*	-30.4967	3.09478
T2 - T3	*	-18.3433	3.09478

* indica una diferencia significativa.

De acuerdo a la comparación múltiple (Tabla 17); los tratamientos T1 (cuajo de bovino), T2 (cuajo de oveja) y T3 (cuajo de conejo) son totalmente diferentes entre sí, debido a que no presentan par de grupos homogéneos y la gráfica de medias se muestra en el anexo 12.

De acuerdo a los resultados obtenidos para la blancura del queso fresco utilizando diferentes cuajos naturales, se obtuvo de que existe una diferencia significativa del índice de blancura con los diferentes cuajos naturales, dichos resultados son similares a los encontrados por, García et al. (2012), quienes determinaron el índice de blancura del queso fresco obtenida con un coagulante proveniente de ternero (bovino), reportando un 73.41 de índice de blancura; mientras en la presente investigación se reportó un valor inferior para queso fresco obtenida con cuajo de bovino (WI = 63.95); sin embargo, es próximo al valor reportado para queso fresco obtenida con cuajo de oveja (WI = 76.10); y un valor superior para queso fresco obtenida con cuajo de conejo (WI = 94.45). Estas diferencias se atribuyen generalmente al comportamiento que ejerce los cuajos naturales durante la coagulación; ya que cada cuajo proveniente de distintos abomasos de animales actúa de manera diferente, debido a que los animales son criados con distintas formas de alimentación y a distintas condiciones climatológicas. Fresno et al. (2006), evaluaron el efecto de los cuajos naturales frente a los cuajos comerciales,

donde indica que con el cuajo comercial obtuvieron quesos con alta blancura ($L^* = 91.72$) que con el cuajo natural ($L^* = 89.64$). Estos valores de la luminosidad, tanto del queso obtenida con el cuajo natural y comercial, es inferior frente al índice de blancura ($WI = 94.45$) reportada para el queso obtenida con el cuajo de conejo de la presente investigación; por tanto, se afirma que cuajo de conejo se considera como el mejor coagulante frente a otros cuajos naturales y comerciales en cuanto al color de queso fresco.

CONCLUSIONES

Se logró determinar el efecto de los cuajos sobre el rendimiento y color en elaboración del queso fresco; las cuales presentaron diferencias significativas de los cuajos naturales (bovino, oveja y conejo) en la elaboración del queso fresco.

El rendimiento quesero encontrado fue de 15.41 ± 0.18 , 14.59 ± 0.27 y 13.01 ± 0.31 para los tratamientos (T1 cuajo de bovino), (T2 cuajo de oveja) y (T3 cuajo de conejo) respectivamente presentando diferencia significativa ($p\text{-value} < 0.05$), pidiendo manifestarse de que los cuajos naturales sobre el rendimiento del queso fresco, donde el mejor rendimiento se obtuvo con el cuajo de conejo.

Con respecto a la consistencia de los cuajos naturales (bovino, oveja y conejo), no existe efecto significativo, ello indica que los abomasos provenientes de estos animales tienen el mismo efecto en la consistencia del queso fresco.

En cuanto en color del queso fresco. Donde el mayor índice de blancura (WI = 94.45 ± 1.45 , 76.10 ± 1.41 y 63.95 ± 1.75) para los tratamientos (T1 cuajo de bovino), (T2 cuajo de oveja) y (T3 cuajo de conejo) presentando diferencia significativa ($p\text{-value} < 0.05$) se reportó (T3) con el cuajo de conejo; ello indica que los cuajos de conejo son excelentes coagulantes para obtener quesos con alta luminosidad.

RECOMENDACIONES

- Se debe utilizar el cuajo de conejo, debido a que alcanzó una preferencia excelente, superior al cuajo de bovino y oveja empleada.
- Evaluar el tiempo de coagulación en la elaboración del queso fresco con los diferentes cuajos naturales
- Realizar un análisis sensorial del queso fresco elaborado con los diferentes cuajos naturales.
- Realizar el análisis de vida útil del queso fresco elaborado con los cuajos naturales.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Addis, M. G. (2008). *The use of lamb rennet paste in traditional sheep milk cheese production*.pp 2-10.
- Alais, C. (1970). *Ciencia de leche, principios de la técnica lechera*. Locasa Godina, Antonio (trad.) 2a edición España: Continental.p 1970-515..
- Alais, C. (1996). "*Principales usos de las enzimas en la industria lechera*". In: *en actualización de resúmenes de las conferencias*. Laboratorio de Bioquímica Aplicada. Universidad de Nancy.
- Alcaraz. (2015). *Estudio de coagulantes vegetales en la elaboración de quesos frescos de cabra*. Facultad de veterinaria. Universidad de Murcia. España.
- Awad, S., Hassan, A. N., Muthukumarappan, K. (2005). *Application of Exopolysaccharide-Producing Cultures in Reduced Fat Cheddar Cheese: Texture and Melting Properties*. Journal of DairyScience, 88, 4204-4213.
- Barron, L. (2008). *Comparación del uso de un aditivo estabilizante (Gelatina) en el queso freco*. Tesis de Grado Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos.p 6-37.
- Bhaskaracharya, R. K., Shah, N. P. (2001). *Texture and microstructure of skim milk mozzarella cheeses made using fat replacers*. The Australian Journal of Dairy Technology, 56, 9-14.
- Bachmann, H., Bachmann, P. (2001). *Cheese analogues: a review*. International Dairy Journal, 11, 505-515.
- Bertola, N. C., Bevilacqua, A. E., Zaritzky, N. E. (1996). *Textural changes and proteolysis of low - moisture Mozzarella cheese frozen under various conditions*. Lebesm.-Wiss. U.-Technol., 29, 470-474.
- Broome, M. (2008). *Milk coagulants*. *The Australian Journal of Dairy Technology*.pp 188-190.
- Bourne, M. C. (1982). *Food Texture and Viscosity: Concept and Measurement*. Academic Press, New York.
- Bustamante, A. (2002). *El cuajo de cordero en pasta: Preparación y efecto en los procesos proteolíticos y lipolíticos de la maduración del Queso Idiazabal*. Tesis Doctoral. Universidad del País Vasco, Vitoria-Gasteiz. pp 50-55

- Bustamante, A. y Cols. M. (2007). *Coagulating and lipolytic activities of artisanal lamb rennet pastes*. Journal of Dairy Research. pp 393-402.
- Cazares, C. (2013). *Cuajo de conejo*. Disponible en: <https://www.engormix.com/MA-cunicultura/foros/cuajo-conejo-t20642/249-p0.htm>.
- Caal, M. (2015). *Extracción de la Quimosina producida de forma natural a través de cuarto estomago de ternero a partir de diferentes tiempos de extracción y edades de Bovinos a escala laboratorio*. Universidad de san Carlos de Guatemala. Facultad de Ingeniería Química. Guatemala.
- Castañeda, R. (2012). *Optimización a nivel laboratorio de la humedad del queso fundido en bloque empleando estabilizadores hidrocoloidales, en la empresa de lácteos alpen swiss s.a*. Tesis de posgrado. Ingeniería en biotecnología. Universidad de la Fuerzas Armadas.
- Cabrera, M. y Faya, E. (2018). *Evaluación de las características fisicoquímicas y Sensorial del Queso Fresco Elaborado con Diferentes concentraciones de cuajo de cuy (Cavia porcellus)*. Universidad nacional Pedro Ruiz Gallo, facultad de Ingeniería Química e Industrias Alimentarias de la Escuela Profesional de Industrias Alimentarias. Lambayeque-Perú.
- Cetera, A. (2011). *Coagulación de la leche. Desarrollo de un dispositivo para el "monitorio" online del proceso*. Instituto de tecnología de Alimentos. Santiago, Chile. pp 3-4.
- Córdova, J. (2009). *Determinación de parámetros para obtención y conservación de cuajo de bovino adulto*. Universidad Nacional del centro del Perú. Facultad de ingeniería en industrias alimentarias. Huancayo-Perú.
- Coste, E. (2005). *Análisis Sensorial de Quesos*. sn Madrid, España. Editorial Universidad Nacional de Lomas de Zamora. pp 2 -10.
- Cuichán, M. (2012). *Optimización a nivel laboratorio de la humedad del queso fundido en bloque empleando estabilizadores hidrocoloidales, en la empresa de lácteos alpen swiss s.a*. Tesis de pregrado. Ingeniería en biotecnología. Universidad de la Fuerzas Armadas.
- Diehl, H. A., Socaciu, C. (2008). *Instruments to analyze food colors*. En S. Otlés *Handbook of food analysis instruments* (pp. 229-243). Taylor y Francis Group, Boca Raton.
- Dobler, J. (2015). *Evaluación de usos de Proteasas de Estómagos de conejo en las características Fisicoquímicas, microbiológicas Sensoriales de*

- Queso Frescos y Madurados*. (Tesis de Posgrado). Universidad Autónoma del Estado de México. México.
- Dubach, J. (1988). *ABC cuajos animales para quesería rural de los andes Proyectos quesera rural del Ecuador*. Quito Ecuador.
- Escobar Jaime. E. (1990). *Fabricación de productos lácteos*, Primera Edición, Editorial Acribia, S. A., Zaragoza – España, 54-118 pp.
- FAO (2004). *Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, y productores de leche mundial didáctico*. www.fao.org.pp 178.
- Ferrandini, E. (2006). *Elaboracion de queso de murcia al vino con cuajo natural en pasta*. Tesis de Grado. Facultad de veterinaria, Universidad de Murcia. España. pp 17-50
- Fresno, S., Hvarez, V., Rodriguez, N., Castro, A. y Argiello, A. (2006). *Evaluación de Efecto de cuajo sobre la textura y el color del queso de cabra*. Instituto Canaria de Ciencias Agronomicas, Universidad de las Palmas de gran Canaria. Arucaas, España.
- Foltmann, B. (1992). *“Comptes rendus des traveaux du laboratoire”*. Carlsberg. pp23-35.
- García, S. Rovira, R. Teruel, K. Butoial, J. Rodríguez, I. Roa, M. y López (2012). *Efecto del coagulante vegetal, coagulante microbiano y cuajo de ternera en los perfiles fisicoquímicos, de proteólisis, sensoriales y de textura del queso fresco de cabra*. Instituto de privada de Francia.
- Gonzalez, J. (2005). *Tecnología para la elaboración de queso blanco, amarillo y yogurt*. Tesis de Grado. Veranguas, Panamá.
- Gonzalez, M. (2002). *Tecnología para la elaboracion de queso blanco, amarillo y yogurt*. Veraguas. Panamá.
- Gutierrez, H. y De la Vara, R. (2012). *Análisis y diseño de experimentos. Libro, 2da edicion, Edit: McGraw-Hill/Interamirecana, S.A. de C.V. Mexico*
- Hernández, I. (2005). *Enzyme and Microbial Technology*.pp 3, 870-879.
- Hill, A. (2006). *Dairy Chimisty and Physics Department of Food Science*, University of Guelph. Ontario, Canada. (Disponible en: <http://www.foodsci.uoguelph.ca/daiyedu/chem.html> > fecha de acceso: 04-2015).
- Hunterlab, Izasa. (2001). *principios básicos de medida y percepción de color*, internet. <http://www.hunterlab.com/pdf/color-s.pdf>. Consultado el 16 octubre 2011

- Ibáñez, M. (2015). *Evaluación del tiempo de cuajado en las características organolépticas del queso fresco*. Universidad Politécnica Salesiana carrera de Ingeniería Agropecuaria Industrial. Cuenca-Ecuador. pp 45-78.
- Jaros, D. (2001). *Milk composition effects mechanical and rheological properties of processed cheese*. En: Applied Rheology. p 19-25.
- Kirby, C. J. (1989). *Maduración acelerada de quesos*. *Revista Española de Leche*. pp 46-49.
- Kozelkova, M. Jůzl, T. Lužova, K. Šustova., and A. Bubeničková. (2012). *Changes of quality of rennets during storing*. *Acta Universitatis Agriculturae. Et Silviculturae Mendelianae Brunensis*. pp.189-196.
- Luluaga, G. y Núñez, M. (2010). *Guía de elaboración de quesos artesanales*. Proyecto piloto calidad II. Cartilla del participante. Tucumán.
- Lucey, J. A., Johnson, M. E., Horne, D. S. (2003). *Invited Review: Perspectives on the Basis of Rheology and Texture Properties of Cheese*. *Journal of Dairy Science*, 86, 2725-2743
- 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
- Maigua, M. (2017). *Evaluación de enzimas coagulantes del estómago de conejo en la elaboración de queso fresco*. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Facultad de Ciencias Pecuarias escuela de Ingeniería
- Metzger, L. E., Barbano, D. M. (1999). *Measurement of Postmelt Chewiness of Mozzarella Cheese*. *Journal of Dairy Science*, 82, 2274-2279. Zootecnia. Riobamba-Ecuador.
- Medina, M. A. y Arangundi, E. (2007). *Características nutricionales del queso*. Tesis de Grado. Facultad de Ciencias Humanísticas y Económicas. Escuela Superior Politécnica del Litoral. Guayaquil, Ecuador. pp 2-25.
- Monsalve, J., & González D. (2005). *Elaboración de un queso*, *Revista Científica*.
- Ordiales, M. (2012). *Influence of technological properties of vegetable rennet (Cynara 1 cardunculus) on the texture of —"Torta del Casar" cheese*.
- Ordiales, R. (2013). *Caracterización del cardo (Cynara cardunculus) para su uso como cuajo vegetal en el proceso de elaboración de la Torta del Casar*. Trabajo de Tesis. Universidad de Extremadura – España

- Ordóñez, J. (1998). *Tecnología de los Alimentos Volumen II Alimentos de origen animal*, Editorial Síntesis, Madrid España, 364 pp
- Ordoñez, M. (2005). *Extracción de cuajo del abomaso de cabrito y su utilización en quesería*. Provincia de Valdivia. Tesis Licenciado Ingeniero Agrónomo, Valdivia. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias.pp 87.
- Pérez, G. (2011). *El queso y la flor de cardo*. Archivo Manual
- Quijano, J. (2010). *Quimosinas*. *Revista Reciteia*. Colombia. pp 5-12.
- Ruiz, M. (2014). *El cuajo es una sustancia mágica*. Disponible en <http://raizyparamodeguzman.es/cuajo-sustancia-magica-queso/>.
- Ruiz, A. (2007). *Aplicación de hidrocoloides en queso procesado untable*, Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Australia de Leche.
- Rivera, G. V. (2012). *Evaluación de distintos cuajos naturales y procesados de bovinos*.
- Revilla, A. (1995). *Tecnología de la leche; Procesamiento Manufactura y Análisis*. IICA. San José, Costa Rica, 399 p.
- Smewing J. (2001). *Capítulo 10: Hidrocoloides. Textura de los Alimentos, Medida y Percepción*. Acribia, S. A., Zaragoza, España.
- Salazar, M.G.; Cota A.G.; Silveira M.I. y Islas A.R. (2009). *Viscosidad extensional biaxial en espagueti cocido y su relación con firmeza*. Departamento de Investigación y Posgrado en Alimentos de la Universidad de Sonora. México. BIOTECNIA, Vol. XI, N°. 1, enero-abril. 2009
- Sánchez, J. (2005). *El queso*. Lima, Perú: Infoalimentos.
- Shah, M. (2014). *Plant proteases as milk-clotting enzymes in cheesemaking: a review*.
- Sameen, A., Anjum, F. M., Huma, N., Nawaz, H. (2008). *Quality Evaluation of Mozzarella Cheese from Different Milk Sources*. *Pakistan Journal of Nutrition*, 7, 753-756.
- Veisseyre, R. (1998). *Lactología Técnica*. Editorial Acribia, tercera Edición, Zaragoza, España p.p 12-36
- Von Atzingen, M. C., Machado Pinto e Silva, M.E. (2005). *Evaluación de la textura y color de almidones tomate, quesos, hortaliza y harinas en preparación sin gluten*. *Ciencia y Tecnología Alimentaria*: 319-323.

- Whitaker, J. (1994). *Principles of Enzymology for the Food Sciences*. Marcel Dekker. Optimization of processing parameters for the ultrasonic extraction of goat kid rennet. pp 648.
- Yang, C. S. T., Taranto, M. V. (1982). Textural properties of Mozzarella Cheese Manufactures from Soybeans. *Journal of Food Science*, 47, 906-910.
- Ye, A., Hewitt, S., Taylor, S. (2009). Characteristics of rennet-casein-based model processed cheese containing maize starch: Rheological properties, meltabilities and microstructures. *Elsevier Food Hydrocolloids*, 23, 1220-1227.

ANEXOS

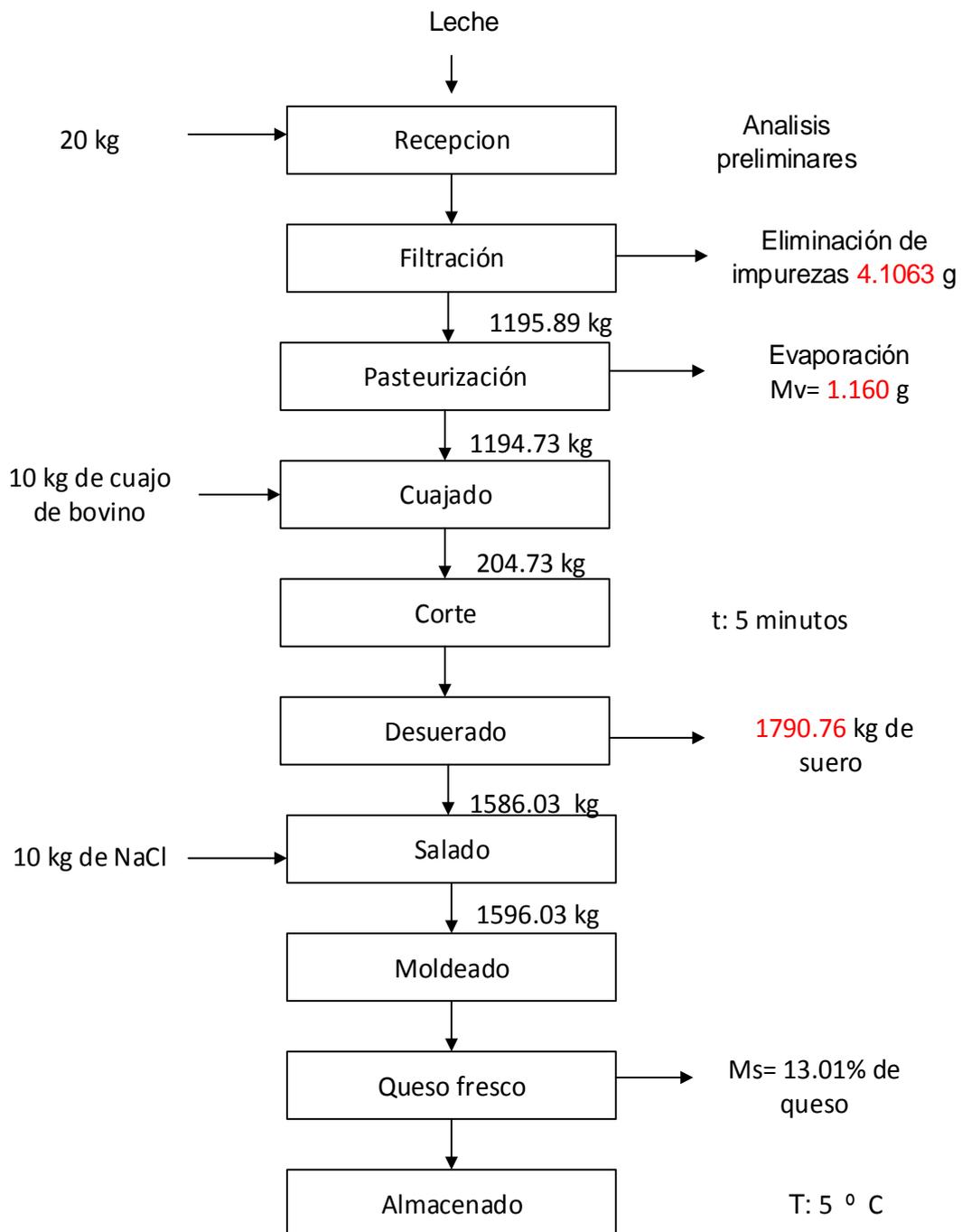
Anexo 1. Matriz de consistencia

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIÓN	INDICADOR	INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN
- ¿Cuál es el efecto de los cuajos naturales sobre el rendimiento, consistencia y color en la elaboración del Queso fresco?	- Determinar el efecto de los cuajos naturales sobre el rendimiento, consistencia, y color en la elaboración del Queso Fresco.	- Los cuajos naturales tienen efecto significativo sobre el rendimiento, consistencia, y color en la elaboración del Queso Fresco.	Independiente: -Cuajo natural ✓ Bobino ✓ Oveja ✓ Conejo	Agentes coagulantes	Cantidad de adición de cuajos naturales ✓Bobino ✓Oveja ✓conejo	Medida en %
-¿Cuál es el efecto de los cuajos naturales sobre el rendimiento en la elaboración del Queso Fresco?	- Determinar el efecto de los cuajos naturales sobre el rendimiento en la elaboración del Queso Fresco.	- Los cuajos naturales tienen efecto significativo sobre el rendimiento en Queso Fresco.		-Rendimiento	- Medida en g	Balanza
- ¿Cuál es el efecto de los cuajos naturales sobre la consistencia en la elaboración del Queso Fresco?	- Determinar el efecto de los cuajos naturales sobre la consistencia en la elaboración del Queso Fresco.	- Los cuajos naturales tienen efecto significativo sobre la consistencia en Queso Fresco.	Dependientes: ✓ Rendimiento ✓ Consistencia ✓ Color	- Consistencia	- Blando - Suave - Duro	Texturómetro
- ¿Cuál es el efecto de los cuajos naturales sobre color en la elaboración del Queso Fresco?	- Determinar el efecto de los cuajos naturales sobre color en la elaboración del Queso Fresco.	- Los cuajos naturales tienen efecto significativo del color en Queso Fresco.		- Color	- Moldeado del Queso Fresco	Colorímetro

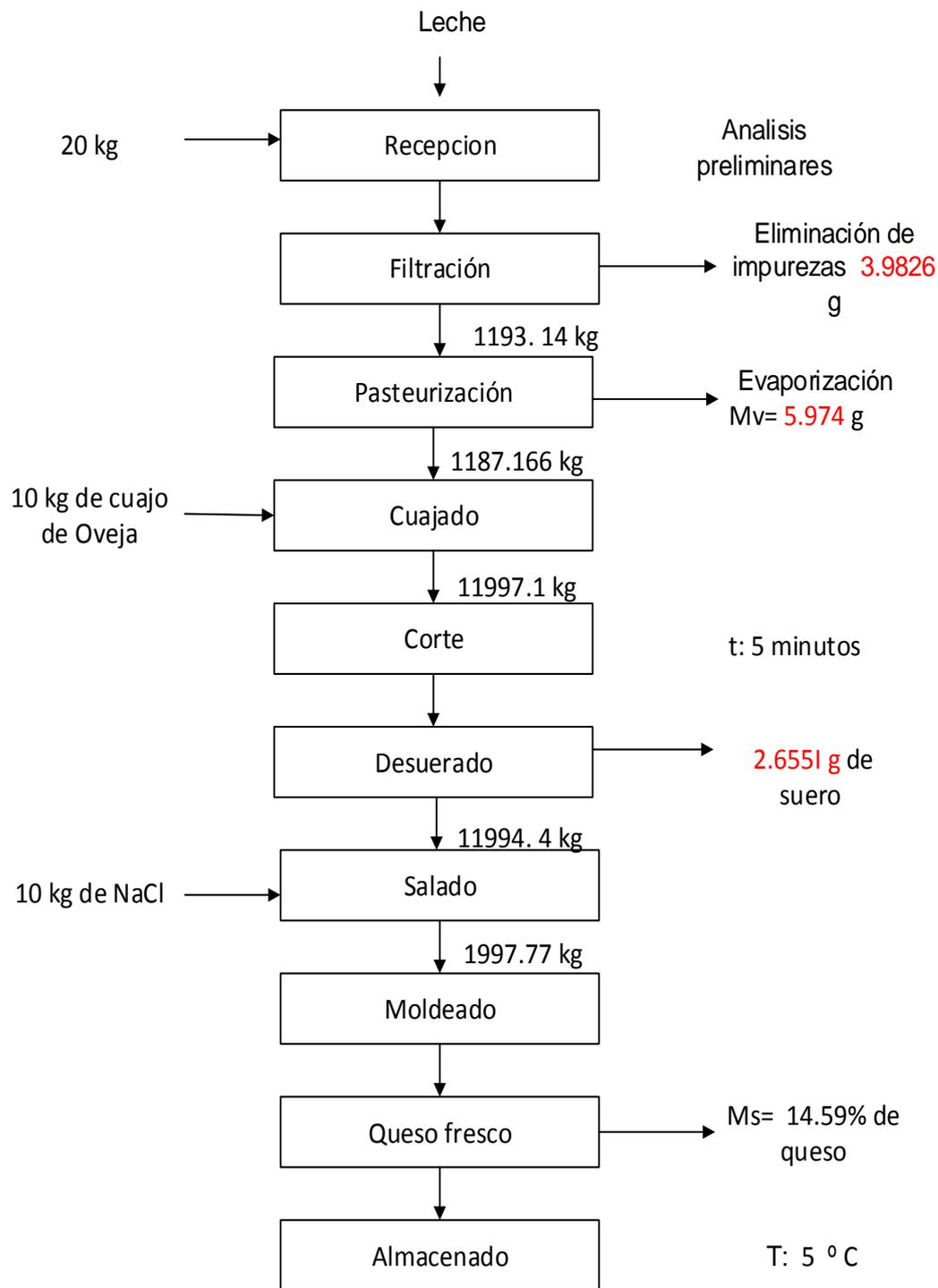
Anexo 2. Datos para el rendimiento de elaboración del queso fresco.

Tratamiento		Queso (g)	peso materia (ml)	Rendimiento (kg)
T1	Bovino	266,23	2064	12,90
T1	Bovino	259,69	2035	12,76
T1	Bovino	274,56	2055	13,36
T2	Oveja	304,35	2071	14,70
T2	Oveja	295,68	2069	14,29
T2	Oveja	300,78	2033	14,79
T3	Conejo	316,12	2046	15,45
T3	Conejo	313,98	2064	15,21
T3	Conejo	320,45	2058	15,57

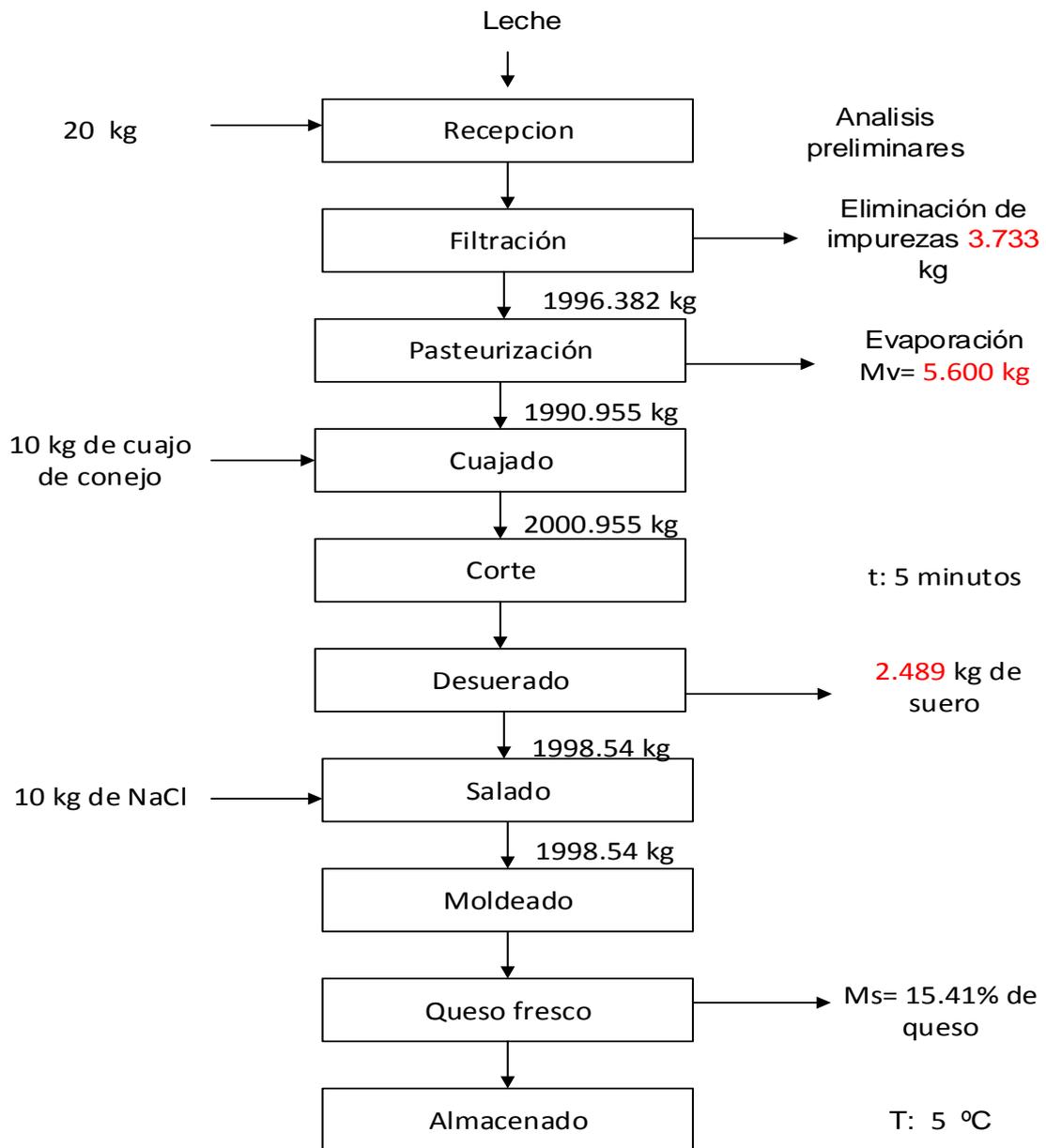
Anexo 3. Balance de materia de queso fresco con el cuajo de bovino



Anexo 4. Balance de materia de queso fresco con el cuajo de oveja.



Anexo 5. Balance de materia de queso fresco con el cuajo de conejo.



Anexo 6. Datos de la consistencia en la elaboración del queso fresco



Universidad Nacional del Altiplano - Puno

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

Av. Floral 1153, C.U. Telf. (051) 366080 IP. 20102 Casilla 291 e-mail: fca-una@eudoramail.com



LABORATORIO DE EVALUACIÓN NUTRICIONAL DE ALIMENTOS

INFORME DE ANÁLISIS DE ALIMENTOS N° 0086-2019-LENA-EPIA

SOLICITANTE : CILMA QUISPE RAMOS
 PROCEDENCIA : UNIVERSIDAD NACIONAL JOSE MARIA ARGUEDA
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA
 AGROINDUSTRIAL
 TESIS : EFECTO DE LOS CUAJOS NATURALES SOBRE EL
 RENDIMIENTO, CONSISTENCIA Y COLOR EN LA
 ELABORACION DEL QUESO FRESCO
 PRODUCTO : -CUAJO OVEJA
 -CUAJO CONEJO
 -CUAJO BOVINO
 ANALISIS SOLICITADO : TEXTURA
 FECHA DE RECEPCION : 05-04-2019
 FECHA DE ENSAYO : 08-04-2019
 FECHA DE EMISION : 08-04-2019

RESULTADOS:

De acuerdo al Informe de los Análisis de Laboratorio que obra en los archivos los resultados son:

RESULTADOS DE TEXTURA

CUAJOS NATURALES	REPITICIONES	TEXTURA
OVEJA	R1	5,9 Kg/cm ²
OVEJA	R2	5,6 Kg/cm ²
OVEJA	R3	6,5Kg/cm ²
CONEJO	R1	5,5 Kg/cm ²
CONEJO	R2	5,7 Kg/cm ²
CONEJO	R3	6,9Kg/cm ²
BOVINO	R1	5,3 Kg/cm ²
BOVINO	R2	5,2 Kg/cm ²
BOVINO	R3	4,9 Kg/cm ²

CONCLUSIÓN : Los resultados Físico Químicos están conformes.

Puno, C.U. 08 de Abril del 2019


 Opalio Arpaí Arpaí
 INGENIERO AGROINDUSTRIAL
 C.I.P. 160625


 Dr. Luis Alberto Jimenez Monroy
 C.I.P. 19512
 JEFE DE LABORATORIO


 LABORATORIO DE EVALUACION NUTRICIONAL DE ALIMENTOS
 JEFATURA
 Alimentos Presentación
 UNA PUNO


 UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
 FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
 Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial

Anexo 7. Datos del color de queso fresco

Tratamiento		L*	a*	b*	WI
T1	Bovino	85,59	-2,35	7,89	61,92
T1	Bovino	84,67	-1,93	6,57	64,96
T1	Bovino	86,33	-2,5	7,12	64,97
T2	Oveja	89,15	-1,38	4,88	74,51
T2	Oveja	88,63	-1,25	3,81	77,2
T2	Oveja	89,95	-1,8	4,45	76,6
T3	Conejo	95,16	-0,45	0,04	95,04
T3	Conejo	95,54	-0,62	0,01	95,51
T3	Conejo	94,59	-0,25	0,6	92,79

Anexo 8. Datos de características sensoriales del queso fresco.

Panelista	OLOR			SABOR		
	CNT1	CNT2	CNT3	CNT1	CNT2	CNT3
1	1	3	5	1	4	4
2	3	5	4	1	5	5
3	3	5	5	4	5	5
4	2	3	4	3	3	4
5	2	3	4	3	4	4
6	1	3	2	3	4	2
7	1	3	5	2	3	5
8	2	3	3	2	3	4
9	1	4	5	2	3	4
10	3	4	5	3	1	4
11	3	2	5	3	4	4
12	4	2	5	3	4	4
13	3	3	5	4	3	5
14	4	3	2	3	2	4
15	1	3	4	1	4	5
16	4	4	5	3	4	5
17	1	4	5	2	4	4
18	1	3	5	3	3	5
19	3	3	5	1	2	4
20	3	4	5	2	5	2

Panelista	COLOR			CONSISTENCIA		
	CNT1	CNT2	CNT3	CNT1	CNT2	CNT3
1	4	5	4	4	3	5
2	3	5	5	4	5	4
3	4	5	4	3	5	3
4	4	5	4	2	4	4
5	3	5	4	5	4	5
6	4	3	4	4	4	3
7	3	4	5	4	4	5
8	4	4	4	2	3	4
9	5	5	4	5	4	4
10	4	5	3	2	4	5
12	2	3	5	3	4	4
13	3	5	5	3	4	5
14	4	2	5	5	3	3
15	2	4	5	5	3	4
16	4	4	5	5	4	5
17	4	3	5	5	5	4
18	3	5	5	4	5	3
19	4	4	4	5	5	5
20	3	5	4	4	4	4

Anexo 9. Resultados de análisis de varianza de color del queso fresco

Tratamiento	L*	a*	b*	WI
	$\bar{X} \pm S$	$\bar{X} \pm S$	$\bar{X} \pm S$	$\bar{X} \pm S$
T1 (Bovino)	85.53 ± 0.83	-2.26 ± 0.29	7.19 ± 0.66	63.95 ± 1.75
T2 (Oveja)	89.24 ± 0.66	-1.48 ± 0.28	4.38 ± 0.53	76.10 ± 1.41
T3 (Conejo)	95.10 ± 0.47	-0.44 ± 0.18	0.22 ± 0.33	94.45 ± 1.45

\bar{X} : Promedio de 3 repeticiones **S**: Desviación estándar

Coordenada L*

ANOVA para L por tratamientos.*

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Tratamiento	139.571	2	69.7857	153.67	0.0000
Error	2.72473	6	0.4541		
Total (Corr.)	142.296	8			

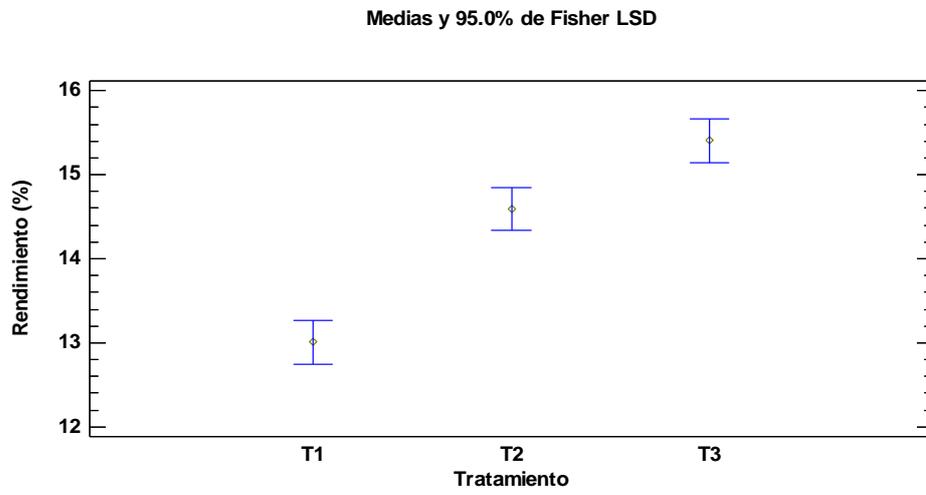
Prueba rango múltiple para L por tratamientos.*

Tratamientos	Casos	Media	Grupos Homogéneos
T1	3	85.53	A
T2	3	89.2433	B
T3	3	95.0967	C

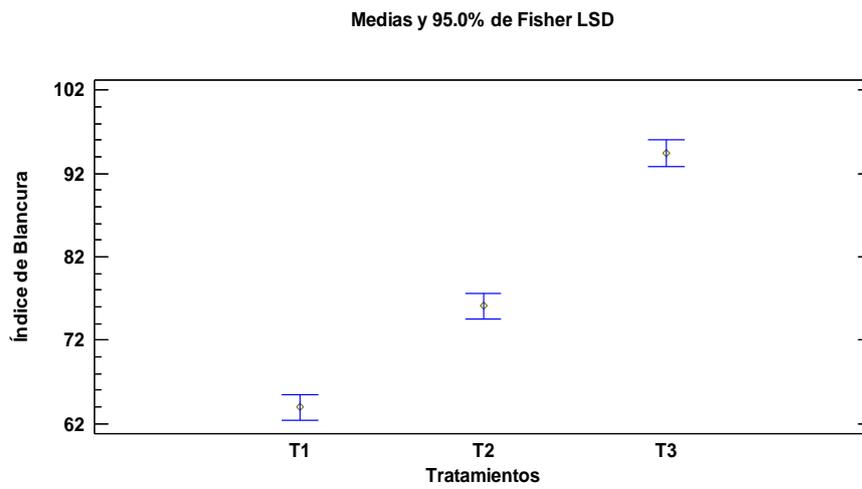
Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
T1 - T2	*	-3.71333	1.34636
T1 - T3	*	-9.56667	1.34636
T2 - T3	*	-5.85333	1.34636

* indica una diferencia significativa.

Anexo 10. *Grafica de medias para el rendimiento del queso fresco.*



Anexo 11. *Grafica de medias para el color del queso.*



Anexo 12. Imágenes del proceso de elaboración del queso fresco con los cuajos naturales



Imagen 1. Cuajo en líquido



Imagen 2. Pasteurización de la leche



Imagen 3. Adición del cuajo



Imagen 4. Coagulación del queso



Imagen 5. Corte de cuajada



Imagen 6. Desuerado



Imagen 7. Prensado del queso



Imagen 8. Medición del color



Imagen 9. Evaluación sensorial



Imagen 10. Queso obtenido con cuajo de bovino

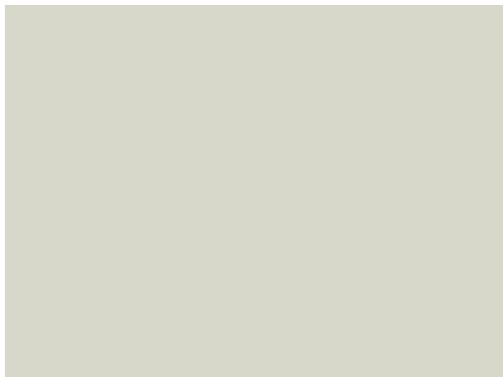


Imagen 11. Queso obtenido con cuajo de oveja

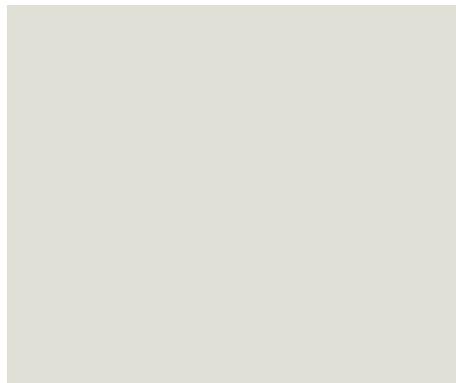


Imagen 12. Queso obtenido con cuajo de conejo

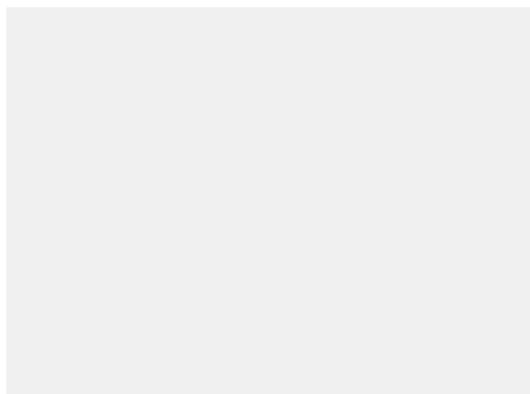
Imagen 13: color del queso fresco



Código hexadecimal: #D7D8CA
Color: Gris amarillento – verdoso claro



Código hexadecimal: #E0E0D7
Color: Gris amarillento claro (cuajo de oveja)



Código hexadecimal: #F0F0F0
Color: Gris muy claro (cuajo de conejo)

0.92 y consistencia = 4.05 ± 0.69) y la menor media en el queso obtenido con cuajo de bovino (olor = 2.3 ± 1.13 ; sabor = 2.45 ± 0.94 ; color = 3.55 ± 0.35 y consistencia = 3.95 ± 1.10).

5.1.1. OLOR

Los resultados fueron sometidos a un análisis de varianza (ANOVA) para el olor del queso fresco, cuyos resultados se muestran en la Tabla 19.

Tabla 19. ANOVA para el olor por tratamiento.

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Tratamientos	44.1	2	22.05	22.63	0.0000
Error	55.55	57	0.974561		
Total (Corr.)	99.65	59			

Según el análisis de varianza (Tabla 19) el *valor-P* del tratamiento es menor al nivel de significancia ($\alpha=0.05$) con un nivel de confianza de 95% por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna, que existe diferencia estadísticamente significativa en cuanto al olor del queso fresco, ello indica que los cuajos naturales tienen efecto significativo en el olor del queso.

Para determinar la diferencia entre los tratamientos, se utiliza una prueba de rango múltiples utilizando el método de LSD; los resultados obtenidos para el olor del queso fresco se muestran en Tabla 20.

Tabla 20. Prueba de rango múltiple de LSD para el olor por tratamiento.

<i>Tratamiento</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
T1	20	2.3	a
T2	20	3.35	b
T3	20	4.4	c

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
T1 - T2	*	-1.05	0.62513
T1 - T3	*	-2.1	0.62513

T2 - T3	*	-1.05	0.62513
---------	---	-------	---------

Para determinar que medias son diferentes a las otras, se realizó la comparación múltiple utilizando de LSD; estos resultados se muestran en la Tabla 20, donde el tratamiento T1, T2 y T3 no presentan par de grupos homogéneos, por consiguiente, se afirma que las medias de estos tratamientos son diferentes; siendo el tratamiento T3 la que tiene la mayor aceptación por parte de los consumidores en cuanto al olor.

5.1.2. SABOR

Los resultados fueron sometidos a un análisis de varianza (ANOVA) del sabor de queso fresco, cuyos resultados se muestran en la Tabla 21.

Tabla 21. ANOVA para el sabor por tratamiento.

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Tratamiento	29.4333	2	14.7167	15.98	0.0000
Error	52.5	57	0.921053		
Total (Corr.)	81.9333	59			

Según el análisis de varianza (Tabla 21); el *valor-P* obtenido los tratamientos es menor al nivel de significancia ($\alpha=0.05$) con un nivel de confianza de 95% por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna, que existe diferencia estadísticamente significativa en cuanto en sabor del queso fresco, ello indica que los cuajos naturales tienen efecto significativo en cuanto en el sabor del queso.

Para determinar la diferencia entre los tratamientos, se utiliza una prueba de rangos múltiples utilizando de LSD; los resultados obtenidos para el sabor del queso fresco se muestran en Tabla 22.

Tabla 22. Prueba de rango múltiple de LSD para el sabor por tratamiento.

Tratamiento	Casos	Media	Grupos Homogéneos
T1	20	2.45	a
T2	20	3.5	b
T3	20	4.15	c

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
T1 - T2	*	-1.05	0.607726
T1 - T3	*	-1.7	0.607726
T2 - T3	*	-0.65	0.607726

* indica una diferencia significativa.

Para determinar que medias son diferentes a las otras, se realizó la comparación múltiple utilizando de LSD, estos resultados se muestran en la Tabla 22, donde el tratamiento T1, T2 y T3 no presentan par de grupos homogéneos, por consiguiente, se afirma que las medias de estos tratamientos son totalmente diferentes entre sí.

5.1.3. COLOR

Los resultados fueron sometidos a un análisis de varianza (ANOVA) para el color del queso fresco, cuyos resultados se muestran en la Tabla 23.

Tabla 23. ANOVA para el color por tratamiento.

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Tratamiento	9.3	2	4.65	7,77	0,0010
Error	34.1	57	0.598246		
Total (Corr.)	43.4	59			

De acuerdo al análisis de varianza (Tabla 23); el *valor-P* del tratamiento es menor al nivel de significancia ($\alpha = 0.05$) con un nivel de confianza de 95% por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna, que existe una diferencia estadísticamente significativa en cuanto en el color del queso fresco, ello indica que los cuajos naturales tienen efecto significativo en el color del queso fresco.

Para determinar la diferencia entre los tratamientos, se utiliza una prueba de rangos múltiples utilizando de LSD; los resultados obtenidos para el color del queso fresco se muestran en Tabla 24.

Tabla 24. Prueba de rango múltiple de LSD para el color por tratamiento.

Tratamiento	Casos	Media	Grupos Homogéneos
T1	20	3.55	a
T2	20	4.3	b
T3	20	4.45	c

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
T1 - T2	*	-0.75	0.489785
T1 - T3	*	-0.9	0.489785
T2 - T3		-0.15	0.489785

* indica una diferencia significativa.

Para determinar que medias son diferentes a las otras, se realizó la prueba de comparación múltiple de LSD, estos resultados se muestran en la Tabla 23, donde el tratamiento T1 (cuajo de bovino) T2 (cuajo de oveja) y T3 (cuajo de conejo) no presentan par de grupos homogéneos, por consiguiente, ello indica que las medias de estos tratamientos son totalmente diferentes entre sí.

5.1.4. CONSISTENCIA

Los resultados fueron sometidos a un análisis de varianza (ANOVA) para la consistencia del queso fresco, cuyos resultados se muestran en la Tabla 25.

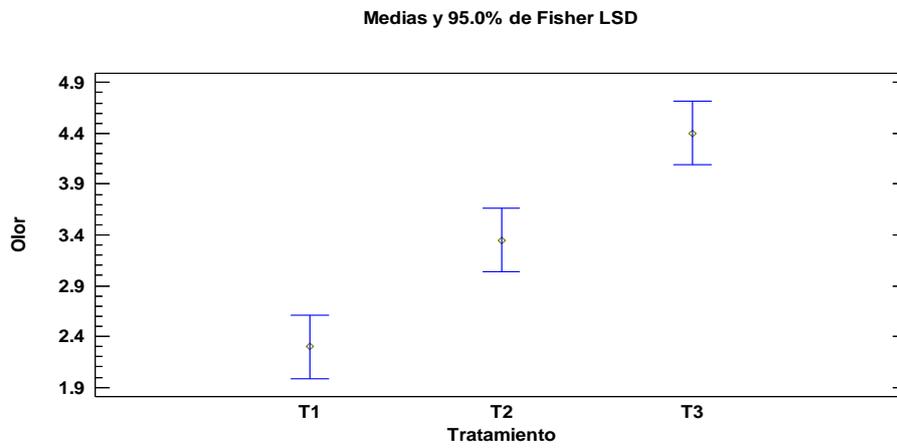
Tabla 25. ANOVA para la consistencia por tratamiento.

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Promedio Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Tratamiento	0,633333	2	0,316667	0,42	0,6598
Error	43,1	57	0,75614		
Total (Corr.)	43,7333	59			

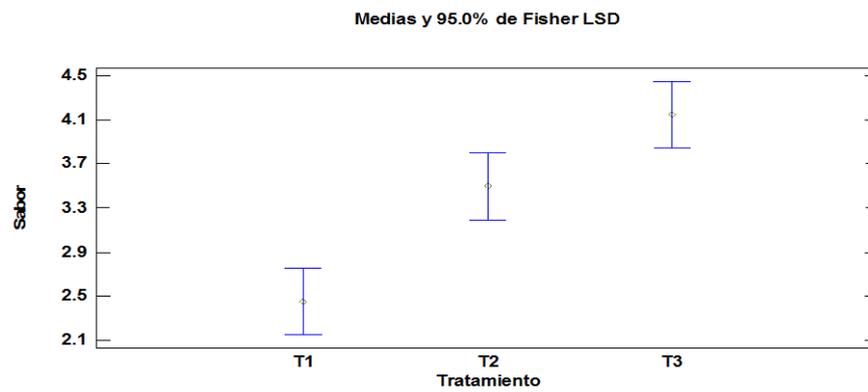
De acuerdo al análisis de varianza (Tabla 25) el *valor-P* del tratamiento es mayor al nivel de significancia ($\alpha=0.05$); ello indica que no existe diferencia estadísticamente significativa a un nivel de confianza de 95% por lo tanto, se acepta la hipótesis nula y se rechaza la hipótesis alterna, que los cuajos naturales no tienen efecto significativo en la consistencia del queso fresco.

Anexo 14. Grafica de medias de características sensoriales de olor, sabor y color

Anexo 15.1. Grafica de características sensoriales para el olor.



Anexo 16. 2. Grafica de características sensoriales para sabor.



Anexo 17. 3. Grafica de características sensoriales para el color.

