

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



**EFFECTO DEL CUAJO VEGETAL LÁTEX DE HIGUERA**  
**(*Ficus carica Linnaeus*) EN LA ELABORACION DEL**  
**QUESO FRESCO.**

Presentado por:

**Bach. AYDEÉ MALLMA ÑAUPA**

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

**ANDAHUAYLAS – APURÍMAC – PERÚ**

**2017**

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



Presentado por:  
**Bach. AYDEÉ MALLMA ÑAUPA**

**EFECTO DEL CUAJO VEGETAL LÁTEX DE HIGUERA**  
**(*Ficus carica Linnaeus*) EN LA ELABORACION DEL**  
**QUESO FRESCO.**

**ASESOR:**

Ing. FREDY TAIPE PARDO

**CO-ASESOR:**

Ing. GINA GENOVEVA TORO RODRÍGUEZ

**ANDAHUAYLAS – APURÍMAC – PERÚ**

**2017**



Universidad Nacional José María Arguedas

Identidad y Excelencia para el Trabajo Productivo y el Desarrollo



## FACULTAD DE INGENIERIA

### ACTA DE SUSTENTACION DE TESIS

En el salón de grados de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial, de la Sede Académica Santa Rosa de la Universidad Nacional José María Arguedas de la ciudad de Andahuaylas, siendo las diez de la mañana del día martes veinte de diciembre del año dos mil dieciséis; se reunieron **MSc. Ing. Julio Cesar Sichez Muñoz, Ing. Denis Hernán Gutiérrez Martínez, y el Ing. Juvenal Rivas Leguía**; integrantes del Jurado Evaluador del Informe Final de Tesis intitulado: **"Efecto del cuajo vegetal látex de higuera (*Ficus carica Linnaeus*) en la elaboración del queso fresco"**, cuya autora es la Bachiller en Ingeniería Agroindustrial **Aydee Mallma Ñaupá**, con el propósito de proceder a la sustentación y defensa de dicha tesis.

Luego de la sustentación y defensa de la tesista, el Jurado Evaluador **ACORDO:** APROBADO por UNANIMIDAD a la Bachiller en Ingeniería Agroindustrial **AYDEE MALLMA ÑAUPA** obteniendo la siguiente calificación y mención:

Nota escala vigesimal		Mención
Números	Letras	
15	QUINCE	BUENO

En señal de conformidad, se procedió a la firma de la presente acta en 03 ejemplares.

MSc. Ing. Julio Cesar Sichez Muñoz  
Presidente del Jurado Evaluador

Ing. Denis Hernán Gutiérrez Martínez  
Primer Miembro del Jurado Evaluador

Ing. Juvenal Rivas Leguía  
Segundo Miembro del Jurado Evaluador



Universidad Nacional José María Arguedas

Identidad y Excelencia para el Trabajo Productivo y el Desarrollo

FACULTAD DE INGENIERIA

## APROBACIÓN DEL ASESOR Y CO-ASESOR

Quién suscribe:


Ingeniero en Industrias Alimentarias **FREDY TAIPE PARDO**, identificado con CIP N° 88460 docente **Asociado a tiempo completo**, Ingeniero Agroindustrial **GINA GENOVEVA TORO RODRIGUEZ**, identificado con CIP N°77977 docente **Asociado a tiempo completo**, adscrito al **Departamento Académico de Ingeniería y Tecnología Agroindustrial**, por la presente:

### CERTIFICA,

Que, la Bachiller en Ingeniería Agroindustrial **AYDEÉ MALLMA ÑAUPA**; ha culminado satisfactoriamente el Informe Final de Tesis intitulado **"EFECTO DEL CUAJO VEGETAL LÁTEX DE HIGUERA (*Ficus carica Linnaeus*) EN LA ELABORACION DEL QUESO FRESCO"**, para optar el título profesional de Ingeniero Agroindustrial.

Andahuaylas, 27 de enero del 2017

  
-----  
Ing. Fredy Taipe Pardo  
ASESOR DE TESIS

  
-----  
Ing. Gina Genoveva Toro Rodríguez  
CO-ASESORA DE TESIS

  
-----  
Br. Aydeé Mallma Ñaupá  
TESISTA

Sede Administrativa Central: Jr. Juan Francisco Ramos N° 380 - Andahuaylas, Teléfono: 083-421394  
Sede Académica - Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial: Av. 28 de Julio N° 1103 - Talavera.  
Sede Académica - Escuela Profesional de Ingeniería de Sistemas: Av. Sol Naciente s/n - San Jerónimo.





Universidad Nacional José María Arguedas

Identidad y Excelencia para el Trabajo Productivo y el Desarrollo

FACULTAD DE INGENIERIA

### APROBACIÓN DEL JURADO DICTAMINADOR

LA TESIS: "EFECTO DEL CUAJO VEGETAL LÁTEX DE HIGUERA (*Ficus carica Linnaeus*) EN LA ELABORACION DEL QUESO FRESCO"; para optar el Título Profesional de Ingeniero Agroindustrial, ha sido evaluada por el jurado dictaminador conformado por:

**Presidente:** Ing. MSc. Julio César Sichez Muñoz

**Secretario:** Ing. Denis Hernán Gutiérrez Martínez

**Vocal:** Ing. Juvenal Rivas Leguía

Habiendo sido aprobado por UNANIMIDAD, en la ciudad de Andahuaylas el día 20 de diciembre del 2016.

Andahuaylas, 27 de enero del 2017

Ing. MSc. Julio César Sichez Muñoz  
PRESIDENTE DEL JURADO DICTAMINADOR

Ing. Denis Hernán Gutiérrez Martínez  
SECRETARIO DEL JURADO DICTAMINADOR

Ing. Juvenal Rivas Leguía  
VOCAL DEL JURADO DICTAMINADOR

Sede Administrativa Central: Jr. Juan Francisco Ramos Nº 380 - Andahuaylas, Teléfono: 083-421394  
Sede Académica - Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial: Av. 28 de Julio Nº 1103 - Talavera.  
Sede Académica - Escuela Profesional de Ingeniería de Sistemas: Av. Sol Naciente s/n - San Jerónimo.

## **DEDICATORIA**

Al creador de todas las cosas, el que me ha dado fortaleza para continuar y seguir adelante; por ello, con toda la humildad de mi corazón puede emanar, dedico primeramente a Dios.

A mis padres que estuvieron pendiente de mi formación con buenos sentimientos y valores, lo cual me ayudó a salir en los momentos más difíciles.

A mis hermanas que siempre han estado junto a mí y brindándome su apoyo.

A mis queridos docentes que con sus sabios conocimientos depositaron en mí toda su enseñanza.

Y a mis amigos y amigas que gracias a su apoyo y orientación hicieron de esta experiencia una de las más especiales.

**Mallma Ñaupá, Aydeè**

**EPÍGRAFE**

Nada se puede ver bien sino es con el  
Corazón, lo esencial es invisible para los ojos

(Antoine de Saint – Exupery)

## **AGRADECIMIENTO**

Antes que todo agradezco a Dios, mis padres Tomaza Ñaupá Cutizaca y Gonzalo Mallma Berrocal, y mis hermanos; por enseñarme a luchar en esta vida llena de adversidades, a conquistar mis metas que me proponga, a estar conmigo cuando he caído y motivarme a seguir adelante.

Mi eterno agradecimiento a la Universidad Nacional José María Arguedas de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial por permitirme alcanzar un nivel alto de conocimientos y valores.

Agradezco también a mi asesor de tesis el Ing. Fredy Taipe Pardo y coasesora de tesis Ing. Gina Genoveva Toro Rodríguez por haberme brindado la oportunidad de recurrir a su capacidad y conocimiento científico, así como también haberme tenido toda la paciencia del mundo para guiarme durante todo el desarrollo de la tesis.

Y para finalizar, también agradezco a todos los que fueron mis compañeros de clase durante todos los niveles de universidad ya que gracias al compañerismo, amistad y apoyo moral han aportado en un alto porcentaje a mis ganas de seguir adelante en mi carrera profesional.



## ÍNDICE

Pag.	
	<b>DEDICATORIA .....v</b>
	<b>EPÍGRAFE .....vi</b>
	<b>AGRADECIMIENTO .....vii</b>
	<b>INDICE DE TABLAS .....xi</b>
	<b>ÍNDICE DE CUADROS.....xii</b>
	<b>ÍNDICE DE FIGURAS.....xiii</b>
	<b>GLOSARIO DE TÉRMINOS.....xiv</b>
	<b>RESUMEN .....xv</b>
	<b>ABSTRACT.....xvi</b>
	<b>I. INTRODUCCIÓN ..... 1</b>
	1.1. Antecedentes .....3
	1.2. La leche.....4
	1.3. La coagulación .....6
	1.4. El queso .....6
	1.4.1. Clasificación de los quesos .....7
	1.5. Cuajo vegetal .....10
	1.6. Función del cuajo vegetal .....11
	1.7. Tipos de cuajo vegetal .....11
	1.8. Higuera.....12
	1.8.1. Clasificación taxonómica .....13
	1.8.2. Obtención del cuajo vegetal .....13
	1.8.3. Ventajas de uso del cuajo vegetal.....14
	1.8.4. Propiedades de coagulación .....14
	1.9. Justificación.....15
	1.10. Problema.....17
	1.11. Hipótesis .....18
	1.12. Objetivos .....19

## **II.MATERIALES Y MÉTODOS**

2.1. Lugar de ejecución.....	20
2.2. Materia prima .....	20
2.3. Material de estudio.....	20
2.3.1. Población .....	20
2.3.2. Muestra .....	20
2.3.3. Unidad de análisis.....	21
2.4. Diseño experimental .....	21
2.5. Equipos, instrumentos, materiales, insumos y reactivos. ....	22
2.5.1. Equipos .....	22
2.5.2. Instrumentos .....	22
2.5.3. Materiales.....	23
2.5.4. Insumos.....	23
2.5.5. Reactivos .....	23
2.6. Métodos y técnicas .....	23
2.6.1. Proceso de elaboración del queso fresco con cuajo tradicional (Renina)..	23
2.6.2. Proceso de elaboración del queso fresco con cuajo vegetal.....	25
2.7. Análisis experimentales .....	25
2.7.1. Evaluación de las características fisicoquímicas .....	25
2.7.2. Determinación del rendimiento práctico .....	26
2.8. Evaluación sensorial .....	27
2.8.1. Panelistas.....	27
2.8.2. Atributos de evaluación .....	27
2.8.3. Preparación de la muestra.....	27
2.8.4. Características de los atributos organolépticos .....	28
2.9. Diseño de contrastación .....	28
2.10. Análisis estadístico .....	29
2.10.1. Pruebas paramétricas o cuantitativas .....	29

2.10.2. Pruebas no paramétricas o cualitativas .....	30
<b>III. RESULTADOS Y DISCUSION</b>	
3.1.1. Características fisicoquímicas de la leche .....	32
3.1.2. Características fisicoquímicas del queso.....	32
3.2. Evaluación sensorial .....	40
3.3. Evaluación del rendimiento quesero .....	45
<b>IV. CONCLUSIONES.....</b>	<b>48</b>
<b>V. RECOMENDACIONES .....</b>	<b>49</b>
<b>VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>50</b>
<b>ANEXO.....</b>	<b>56</b>

## INDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1:</b> Composición general de la leche de vaca.....	5
<b>Tabla 2:</b> Escala hedónica de preferencia .....	27
<b>Tabla 3:</b> Características fisicoquímicas de la leche fresca.....	32
<b>Tabla 4:</b> Características fisicoquímicas del queso .....	33
<b>Tabla 5:</b> Correlación de las variables de las características fisicoquímicas del queso.....	39
<b>Tabla 6:</b> Valoración de los atributos sensoriales del queso en sus diferentes tratamientos.....	40
<b>Tabla 7:</b> Valores de la probabilidad evaluada para el análisis sensorial .....	41
<b>Tabla 8:</b> Rendimiento quesero de los tratamientos .....	46

## ÍNDICE DE CUADROS

<b>Cuadro 1:</b> Plantas con extractos coagulantes de la leche.....	12
<b>Cuadro 2:</b> Arreglo experimental – DCA.....	21
<b>Cuadro 3:</b> Operacionalización de variables.....	22
<b>Cuadro 4:</b> Análisis de varianza para acidez.....	34
<b>Cuadro 5:</b> Análisis de varianza para el pH.....	35
<b>Cuadro 6:</b> Análisis de varianza para la humedad (%).....	37
<b>Cuadro 7:</b> Análisis de varianza para textura ( $kg/cm^2$ ).....	38
<b>Cuadro 8:</b> Análisis estadístico de los datos de la evaluación sensorial.....	42
<b>Cuadro 9:</b> Análisis para el rendimiento quesero.....	46

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b> Diagrama de medias para la acidez del queso.....	34
<b>Figura 2:</b> Diagrama de medias para el pH del queso.....	36
<b>Figura 3:</b> Diagrama de medias para él % humedad del queso.....	37
<b>Figura 4:</b> Diagrama de medias para la textura del queso .....	39
<b>Figura 5:</b> Diagrama de medias para el rendimiento quesero.....	47

## **GLOSARIO DE TÉRMINOS**

**DCA** : Diseño completamente al azar

**pH** : Potencial de Hidrógeno

**T°** : Temperatura

**°D** : Grados Dornic

**A** : Nivel de significancia

**ANOVA** : Análisis de Varianza

**l** : Litros

**CVT1** : Cuajo vegetal tratamiento 1

**CVT2** : Cuajo vegetal tratamiento 2

**CVT3** : Cuajo vegetal tratamiento 3



## RESUMEN

El presente trabajo de investigación tuvo por objetivo, evaluar el efecto del cuajo vegetal Látex de higuera (*Ficus carica Linnaeus*) en las características físico-químicas, organolépticas y rendimiento en el queso fresco a concentraciones de 0.3, 0.5 y 1 ml de latex por litro de leche. Inicialmente las características físicoquímicas evaluadas como: el pH, la acidez y humedad, estas presentaron diferencia significativa ( $p\text{-value} < 0.05$ ) entre los tratamientos T1, T2 y T3, siendo que estas varían de acuerdo a la concentración de adición de cuajo vegetal para la elaboración del queso fresco. Asimismo se realizó la correlación de Pearson ( $r_s$ ) en el queso, encontrando que: el pH, acidez y humedad muestran correlación entre ellos ya sea positiva o negativa ( $p\text{-value} < 0.05$ ), la elaboración del queso con cuajo vegetal no tiene la variación de las características físicoquímicas del queso fresco con renina, en tanto que el rendimiento quesero encontrado fue de  $121.66 \pm 0.30$ ,  $151.66 \pm 0.11$  y  $138.66 \pm 0.51$  para los tratamientos T1, T2 y T3 respectivamente, presentando diferencia significativa ( $p\text{-value} < 0.05$ ), pudiendo manifestarse que la aplicación del cuajo vegetal tiene efecto significativo en el rendimiento del queso siendo el mejor tratamiento el T2. Las características organolépticas del queso fresco elaborado para los tratamientos T1, T2 y T3, si muestran diferencia significativa ( $0,05 > p\text{-value}$ ), presentando la mejor puntuación el T2 las puntuaciones mayores a 2.5, que corresponde a: Color – Anaranjado pálido, Olor- Me gusta, Sabor – Me gusta, Aspecto – Con ligeros cortes, Textura – Lisa y Consistencia – Ligeramente firme, estas fueron testeadas con la prueba de Friedman cruzada, en la que se determinó que los atributos para cada tratamiento son diferentes ( $0,05 > p\text{-value}$ ).

Palabras clave: *cuajo vegetal, latex, higuera, queso.*

## ABSTRACT

The present research work had for objective to evaluate the effect of vegetable rennet latex of fig (*Ficus carica Linnaeus*) in the physical and chemical characteristics, organoleptic characteristics and performance in the fresh cheese at concentrations 0.3, 0.5 and 1 ml of latex per liter of milk. Initially the physico-chemical characteristics evaluated as: pH, acidity and moisture, these showed a significant difference ( $p\text{-value} < 0.05$ ) between the treatments T1, T2 and T3, being that these vary according to the concentration of adding vegetable rennet for the elaboration of fresh cheese. There was also the correlation of Pearson ( $r_s$ ) in cheese, finding that: pH, acidity and moisture show correlation between them either positive or negative ( $p\text{-value} < 0.05$ ), the cheese is made with vegetable rennet does not have the variation of the physico-chemical characteristics of fresh cheese with renin, in both that the cheese yield found was  $121.66 \pm 0.30$ ,  $151.66 \pm 0.11$  and  $138.66 \pm 0.51$  for treatments T1, T2 and T3 respectively, introducing significant difference ( $p\text{-value} < 0.05$ ), being able to demonstrate that the application of the vegetable rennet has significant impact on performance cheese remains the best treatment T2. The organoleptic characteristics of fresh cheese produced for treatments T1, T2 and T3, if show significant difference ( $0.05 > p\text{-value}$ ), presenting the best score the T2 The scores greater than 2.5, which corresponds to: Color - Orange pale, smell - I like, Taste - I like, aspect - with slight court, Texture - Lisa and consistency - slightly firm, these were tested with the test of Friedman crusade, where it was determined that the attributes for each treatment are different ( $0.05 > p\text{-value}$ ).

**Keywords:** vegetable rennet, latex, higuera, chees

## I. 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 y se lo difundió alrededor del mundo. Su fabricación ha sido artesanal en muchas regiones, 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). Así mismo el queso se ha convertido en uno de los productos elementales en la alimentación diaria a nivel mundial. En Italia por ejemplo es un acompañante esencial en la mayoría de comidas como lo son las pastas y las pizzas. En España, cada región del país produce su propia variedad de quesos dándole toques especiales que los diferencie de otras regiones (Gavilane y Salazar, 2003)

La coagulación de la leche es uno de los procesos más importantes en la elaboración del queso y determina las propiedades finales del mismo debido a los cambios ocurridos en la degradación de la matriz proteica durante la coagulación. El tipo de enzima utilizado en la coagulación de la leche puede ser el responsable de diferencias en el sabor, el rendimiento quesero o el tiempo de procesamiento (Jacob *et al.*, 2011). El cuajo animal ha sido el producto más utilizado para la elaboración de queso, y contiene de forma mayoritaria la enzima quimosina, responsable de la coagulación de las caseínas (Shah *et al.*, 2014).

En la fabricación de queso en su mayoría se utiliza cuajo de origen animal conocida la renina, enzimas digestivas del cuarto estomago del rumiante, en ella predominan las proteasas y lipasas; existen tanto comerciales como artesanales. Los cuajos comerciales son procedentes de bovinos y ovinos con preparaciones con distintas proporciones de quimosina y pepsina, existen en líquido y en polvo a diferencia, los cuajos artesanales son preparados por los mismo queseros y tienen procedimientos laboriosos y largos con existencia de contaminantes microbiológicas de los cuajares con una variación de la composición enzimática durante la conservación y pérdida de actividad lipasa pregastrica (Gasteiz, 2007). El uso de estos cuajos en el proceso de elaboración del queso muchas veces no resulta la adecuada debido a que tiene una actividad proteolítica baja, generalmente toma mayor tiempo para su coagulación y en algunas veces tiene

la coagulación pobre y con mayor producción de suero (Gasteiz, 2007). Siendo un problema general para los productores del queso y ello conlleva a la posibilidad de incrementar sus costos de producción. Sin embargo, otra alternativa al cuajo animal, son los coagulantes de origen vegetal, que se obtienen mediante extractos acuosos a partir de flores deshidratadas de diferentes especies de plantas (Chazarra *et al.*, 2007) y que se han utilizado durante años en la elaboración de diferentes variedades de queso artesanal fundamentalmente en los países mediterráneos tanto de Europa como de África. Además, al ser una fuente natural de enzimas, los quesos obtenidos pueden ser consumidos por vegetarianos y ser certificados como comida Kosher y/o Halal (Pino *et al.*, 2009).

El cuajo vegetal produce una cuajada más suave y cremosa que el de procedencia animal, si bien es cierto que el coágulo resulta más delicado a la hora de trabajar el queso. Es un cuajo que tiene alta proteolítica, lo que significa que produce una transformación más rápida e intensa de las proteínas presentes en la leche; que se caracterizan por su textura blanda y untuosa entre los quesos "Tortas" que solamente pueden elaborarse con coagulante vegetal. (Herrera, 2009).

El uso del cuajo vegetal no es el más común, pero ejemplo de este tipo de cuajo es la característica distintiva de algunos quesos, como los elaborados en Murcia a partir de un cuajo obtenido gracias a las flores de alcachofa o el que se elabora en Cáceres gracias a las flores de cardo.

Por lo tanto, este tipo de coagulante nos ofrece la posibilidad de utilizar nuevas enzimas con el fin de producirlas a nivel industrial y obtener así nuevos quesos para la creciente demanda mundial de quesos con una alta calidad (Hashim *et al.*, 2011).

La elaboración de quesos en la provincia de Andahuaylas se realiza principalmente con cuajo de procedencia animal (sustancia presente en el abomaso de los mamíferos rumiantes, que contiene principalmente la enzima llamada renina), por lo que el presente trabajo pretende reemplazar el cuajo tradicional con coagulante de tipo vegetal *Ficus carica Linnaeus* (látex de higuera) en la elaboración de queso fresco.

## 1.1. ANTECEDENTES

Nolivos *et al.*, (2011), "Utilizó cuajo vegetal flor del cardo silvestre (*Cynara cardunculus* subsp. *Flavescens*) para la elaboración de queso fresco", reemplazando el cuajo animal por el cuajo vegetal, mediante la adición de 6 ml, 8 ml y 10 ml de cuajo vegetal por litro de leche a una temperatura de 35 a 40 °C, se logró la precipitación de la caseína por la presencia de enzimas como la esterasa, ficina y fucomarina que son un medio precipitante. Así mismo en el queso se evaluaron las características organolépticas mediante un análisis sensorial, determinando que la mejor aceptabilidad tuvo el tratamiento de (leche pasteurizada con 8 ml / l de cuajo vegetal con adición de 20 g / l de cloruro de calcio). Los análisis al producto final fueron de acuerdo a la Norma INEN 1528 y con el fin de tener un control de la cantidad de leche utilizada y la cantidad de queso obtenido se realizó el rendimiento obteniendo un porcentaje del 12,21 %.

García *et al.*, (2010), Empleo coagulantes vegetales en leche de cabra murciano-granadina; comparando la actividad coagulante de dos extractos vegetales de la flor de cardo (cardo silvestre: *Cynara cardunculus* subsp. *Flavescens* y cardo cultivado: *Cynara cardunculus* subsp. *Cardunculus*) comparándolos con coagulantes de origen animal y microbiano en leche de cabra Murciano-Granadina. Para ello se han utilizado dos métodos que definen el tiempo de coagulación: determinación visual de la aparición de los primeros flóculos (Método de Berridge) y la aplicación de sensores ópticos (CoaguLabTM). No se observan diferencias significativas en el perfil de reflectancia difusa, obtenido por el sensor CoaguLabTM entre los coagulantes vegetales y microbianos, pero si entre estos y los de origen animal con un 80 % de quimosina. Mostrando una correlación lineal entre ambos métodos, por lo que el sensor óptico podría ser una alternativa al método de Berridge. El estudio del perfil de reflectancia determina la existencia de un comportamiento similar entre las enzimas coagulantes vegetales y la enzima derivada de *Mucor miehei*, siendo el coagulante vegetal una alternativa válida al coagulante microbiano, y por lo tanto podría ser utilizado en la elaboración del tipo Halal y/o Kosher. Así mismo, la introducción de coagulantes vegetales en la elaboración de quesos de leche de cabra Murciano-Granadina puede reducir el coste de fabricación y ampliar el mercado de este tipo de quesos.

Ordiales *et al.*, (2012). Realizó la "caracterización del cardo (*Cynara cardunculus*) para su uso como cuajo vegetal en el proceso de elaboración de la torta del casar-

queso”; encontrando que Las características tecnológicas del cuajo vegetal influyen en el producto final “Torta del Casar”, siendo la actividad coagulante y proteolítica del cuajo, los parámetros fundamentales que determinan las características finales del queso. Los cuajos más apropiados para la elaboración de estos quesos, son aquellos que presentan una alta actividad coagulante y una moderada actividad proteolítica sobre  $\beta$ -caseína principalmente. Un alto ratio de actividad coagulante sobre actividad proteolítica es una herramienta esencial para la clasificación de los cardos usados en el procesado de “Torta del Casar”. Las técnicas, moleculares y las que determinan el perfil de proteínas de las flores de las diferentes especies, se consideran como una herramienta potencialmente útil para garantizar la autenticidad y la trazabilidad del cardo empleado como cuajo en la elaboración de “Torta del Casar”. El uso de plantas de cardo (*C. cardunculus*) caracterizadas, en base a su actividad coagulante y proteolítica, en la elaboración de “Torta del Casar” es fundamental para obtener un producto homogéneo demandado por la denominación de origen protegida “Torta del Casar”.

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.

## **1.2. LA LECHE**

Según la comisión de Codex alimentario y el comité Mixto FAO/OMS de expertos Gubernamentales para el código de principios referentes a la leche y los productos lácteos aprobó en 1958 un “Código y Principios referentes a la leche y los Productos Lácteos”, se define a la leche como: “segregación mamaria normal de animales lecheros obtenida a partir de uno o más ordeños sin ningún tipo a adición o a elaboración ulterior” y producto lácteo: producto obtenido a partir de la leche

con la sola adición de aditivos alimentarios , coadyuvantes de elaboración u otros ingredientes funcionales necesarios para el proceso de fabricación” Codex Alimentarios 2001.

Debido a sus características, la leche se puede procesar de diferentes maneras tales como: leche descremada, leche baja en grasa, leche re combinada, leche compuesta, leche pasteurizada, leche condensada, leche en polvo, crema, helados, queso.

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).

Por otra parte, debido a las propiedades nutricionales la leche puede ser utilizada como suplemento proteico, ya que contiene una proporción importante de aminoácidos esenciales, es decir aquellos aminoácidos que no son producidos por el organismo y que por lo tanto deben ser aportados por la dieta (Grasselli *et al.*, 1997).

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

Constituyente	Valores (%)	
	Menor	Mayor
Agua	70.00	90.50
Grasa <sup>(1)</sup>	2.20	8.00
Proteínas <sup>(2)</sup>	2.70	4.80
Glúcidos (lactosa) <sup>(2)</sup>	3.50	6.00
Cenizas <sup>(2)</sup>	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)



### **1.3. LA 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, 2006*b*).

Debido a que las partículas de caseína son hidrofóbicas su tendencia natural es a agregarse (agruparse). 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. 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. Así, básicamente hay dos maneras de coagular la leche; una es removiendo la peluda capa de micelios llamada coagulación enzimática. La otra es neutralizar la carga negativa en el micelio. Esto puede lograrse por acidificación o una combinación de alta temperatura y acidificación (Hill 2006*b*).

### **1.4. EL QUESO**

Se ha considerado al queso como una de las formas más primitivas de conservar los principales elementos nutritivos de la leche. Para Revilla (1995), el queso es un producto fresco o madurado, el cual se obtiene por coagulación y desuerado; a partir de la leche entera, estandarizada, descremada proveniente de algunos mamíferos. 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, 1981), define al queso como el producto fresco o madurado obtenido por 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. De acuerdo a la composición, el queso es un producto que puede ser fermentado o no, constituido esencialmente por la caseína de la leche en forma de gel más o menos deshidratado que retiene casi toda la materia grasa; si se

trata de queso graso, un poco de lactosa en forma de ácido láctico y una fracción variable de sustancias minerales. (Veisseyre, 1998).

#### **1.4.1. CLASIFICACIÓN DE LOS QUESOS**

Según Gonzales, 2002. La producción de quesos comprende variados tipos, diferenciados unos de otros por características propias de las regiones en los cuales son elaborados, el origen de la materia prima (vacuno, lanar, caprino, camella o búfala), que ejercen influencia y modificación del producto final, pudiendo clasificarse:

- a) De acuerdo al contenido de humedad se clasifican en quesos duros, semiduros y blandos.
- b) De acuerdo al método de coagulación de la caseína, se clasifican en quesos al cuajo (enzimáticos), queso de coagulación láctica (ácido láctico), queso de coagulación de ambos métodos.
- c) De acuerdo al microorganismo utilizado en la maduración y la textura del queso, se clasifican en quesos de ojos redondeados, granulares y quesos de textura cerrada (González, 2002).

#### **1.4.2. ETAPAS DE LA FABRICACIÓN DE LOS QUESOS**

Se pueden generalizar las siguientes etapas (Medina, 1997).

##### **a) Preparación de la leche**

Previamente al comienzo de la fabricación de queso es necesario tener una leche homogénea, con parámetros óptimos para la obtención del queso que se trate de fabricar.

Entre los tratamientos se tienen:

- 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. Esta operación se puede realizar ya sea con un filtro que lleva un disco de algodón entre dos discos metálicos perforados o bien filtros de tela o gasa.
- Clarificado. Tiene como finalidad el eliminar el color amarillo de la leche, se puede realizar junto con el descremado, debido a que este color lo adquiere la leche principalmente por la presencia de carotenos, los cuales se van junto con los triglicéridos.

- Estandarización del contenido de crema o de grasa. Se recomienda dejar la leche de un 2.0 a 3.0 % de grasa.
- Homogeneización de los glóbulos de grasa. Ésta se lleva a cabo en forma mecánica haciendo pasar la leche bajo fuerte presión (1000 a 3000 psi a una temperatura de 30 °C) por orificios estrechos, esto ocasiona que los glóbulos de grasa se dispersen en fragmentos muy pequeños que no vuelven a aglutinarse en las condiciones normales (Alais y Lacasa, 2003).
- Pasteurización, generalmente HTST (72 °C/15 min), aunque existen fábricas artesanales que pasteurizan la leche a 63 °C/30 min. (Medina, 1997).

#### **b) Adición del cultivo**

En los quesos de leche pasteurizada es necesario inocular bacterias seleccionadas de características conocidas. La función de tales bacterias es la producción de ácido láctico mediante la fermentación de lactosa. El ácido láctico promueve la formación y desuerado de la cuajada, evita que crezcan en ésta microorganismos patógenos debido a que disminuye el pH a valores de 5.0 - 5.2 y le confiere un sabor ácido. Además estas bacterias dan lugar a sustancias responsables del aroma y contribuyen a la maduración mediante la proteólisis y lipólisis (Medina, 1997).

#### **c) Coagulación**

En esta etapa se añade a la leche renina o bien otra enzima proteolítica, la cual desestabiliza la estructura de las micelas de caseína, dando como resultado la formación de un coágulo, el cual contiene la caseína de la leche, los glóbulos de grasa y una parte del suero.

La cantidad de cuajo que se adiciona a la leche depende de algunos factores tales como la cantidad de ácido láctico a acético que contiene, ya que mientras mayor sea la acidez, el tiempo de coagulación será menor así como la cantidad de cuajo a adicionar.

Por otro lado, el cuajo, a cualquier concentración actúa más rápidamente cuando la temperatura es mayor, sin exceder cierto límite (Medina, 1997).

#### **d) Cortado**

Se realiza con el objeto de favorecer la salida del suero de la cuajada mediante la división del coágulo en porciones pequeñas, por lo regular de un centímetro cúbico, aunque en algunos quesos puede variar el tamaño, por ejemplo un corte en pequeños cubos en los de pasta dura o un cortado en cubos más grandes en los quesos de pasta blanda.

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 desuerarían con dificultad (Medina, 1997).

#### **e) Desuerado y trabajo del grano**

El desuerado consiste en la separación de la parte sólida de la leche (cuajada) del suero. Se realiza generalmente agitando los granos de cuajada junto con el suero, con el objetivo de acelerar el desuerado e impedir la adherencia de los granos, así como posibilitar un calentamiento uniforme (Medina, 1997).

#### **f) Calentamiento**

La temperatura tiene una influencia significativa sobre las características finales del queso debido a que al elevar la temperatura de cuajado permite disminuir el grado de hidratación de los granos de cuajada favoreciendo su contracción. La temperatura de calentamiento depende del tipo de queso que se vaya a elaborar, ya que las temperaturas de calentamiento bajas producen cuajadas con un mayor contenido de humedad y, por lo tanto, con más lactosa, que será utilizada por las bacterias lácticas para producir ácido en las primeras fases del periodo de maduración; por otro lado, las temperaturas altas de cocción producen una cuajada seca y dura (Medina, 1997).

#### **g) Salado**

Es una operación que se efectúa en todos los quesos con el fin de regular el desarrollo microbiano, tanto suprimiendo bacterias indeseables como controlando el crecimiento de los agentes de la maduración. El salado contribuye también a la pérdida de suero que continúa tras el desuerado y mejora el sabor del queso (Medina, 1997).

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. Su acción es muy eficaz contra los coliformes y también retrasa o detiene, dependiendo de su concentración y de las cepas, el crecimiento de las bacterias lácticas, por lo que un exceso de sal (> 2 %) puede dificultar el proceso de maduración.

Existen dos métodos para salar el queso: en masa o por inmersión en salmuera. Cuando se añade en seco, por ejemplo cuando se mezcla directamente con los granos o pedazos de cuajada, la sal tiene una importante contribución en el

desuerado de la cuajada. La adición de sal (más o menos 2 % en peso) puede ser manual o mecánica y en ambos casos hay que asegurar la distribución uniforme de la sal en finas capas y su perfecta incorporación al queso. Si estas condiciones no se cumplen, una gran proporción de la sal se pierde con el lactosuero durante el desuerado y es muy probable que la maduración sea irregular (Amiot, 1991).

En el salado por inmersión en salmuera se produce un intercambio osmótico continuo entre la fase acuosa del queso y el cloruro sódico de la salmuera, hasta que en el centro del queso se alcanza la misma concentración de sal que en la salmuera. Para el mismo tipo de queso, el grado de salado se regula modificando el tiempo de permanencia en la salmuera. Cuando termina la operación de salado, la sal tiende a alcanzar un equilibrio en el interior del queso: cuanto más pequeño son los quesos, más rápida y uniforme es la distribución. Como la sal tarda más en llegar al centro de la pasta, normalmente el grado de maduración es diferente en la superficie del queso que en el interior (Amiot, 1991).

#### **h) Moldeado**

Casi todos los quesos en el mercado tienen una forma típica que les imprime el molde en el cual se colocan después del desuerado, es importante respetar la forma establecida del molde de acuerdo al tipo de producto que espera el consumidor por la imagen misma del producto (Medina, 1997).

#### **i) Prensado**

Se realiza con el fin de retirar el exceso de suero que todavía se encuentra en el queso, 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. Las condiciones de prensado son distintas para cada tipo de queso, variando la presión a aplicar, el desarrollo y duración de la operación, etc. (Medina, 1997).

### **1.5. Cuajo vegetal**

El cuajo vegetal es una sustancia que tiene la propiedad de coagular la caseína de la leche y separar la fase líquida (suero). Se extrae de las plantas que poseen enzimas proteolíticas y ayuda a la precipitación de la caseína, se inicia la formación de un gel que atrapa la mayoría de los componentes sólidos de la leche; este gel se contrae poco a poco, y al contraerse va expulsando suero. Al cortar el gel en cubitos, se logra separar entre un 50 y un 90 % del contenido inicial del suero de la leche (Herrera A, 2009)

La efectividad del cuajo es función de la temperatura, la concentración del sustrato (la leche), concentración de calcio y la acidez. Las temperaturas usuales de coagulación pueden variar entre los 35 °C y los 40 °C, aunque lo más usual es una temperatura de 38 °C.

### **1.6. Función del cuajo vegetal**

La función del cuajo vegetal es separar la caseína (el 80 % aproximadamente del total de proteínas) de su fase líquida (agua, proteínas del lactosuero y carbohidratos), llamado suero. Por acción del cuajo la caseína pierde una parte de su molécula y como consecuencia sus sales de calcio se vuelven insolubles.

El uso del cuajo vegetal produce la precipitación de la caseína y el calcio disuelto en la leche para formar paracaseinato de calcio, comúnmente llamado cuajo. (Robinson, R. y Wilbey, R., 2002)

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

### **1.7. Tipos de cuajo vegetal**

Entre los coagulantes vegetales primeramente citamos el látex de higuera (*Ficus carica Linnaeus*). Este extracto se ha usado desde tiempos ancestrales en regiones donde crecen higueras (Herrera A, 2009)

Muchos extractos de fuentes vegetales coagulan la leche, pero algunos son demasiado proteolíticos por ejemplo, papaína de la papaya, bromelina de la piña y el ricino del aceite de las semillas (Robinson, R. y Wilbey, R., 2002)

Extractos de plantas, de los que tradicionalmente se ha pensado que coagulan la leche enzimáticamente, no lo hacen así por tal mecanismo; en el cuadro 1 se incluyen algunas de las plantas que producen extractos adecuados para la coagulación de la leche. Algunos extractos obtenidos en bruto, parecen producir una acción combinada de ácido y enzima coagulante, que se emplean fundamentalmente para los quesos de cuajada más blanda.

Debido a la multitud de coagulantes, hay que recordar al quesero que cada coagulante tiene sus propias características y que cuando se cambia de un

coagulante a otro, o se mezcla conjuntamente coagulante, tienen que observarse las condiciones de uso de cada coagulante respectivo.

**Cuadro 1:** Plantas con extractos coagulantes de la leche.

Planta con extracto de coagulantes	Nombre Científico
Cardo	<i>Cynaria cardunculus</i>
Bardana	<i>Articum minus</i>
Dulcamara	<i>Solanum dalcamara</i>
Malva	<i>Malva sylvestris</i>
Cardo borriquero	<i>Cirsium y Carlina spp</i>
Higuera	<i>Ficus carica</i>
Lampaza	<i>Herculeum spondylum</i>
Garbanzón	<i>Centurea spp.</i>
Hierba cuajadera	<i>Galum verum</i>
Ortiga	<i>Urtica dioica</i>
Hierba de Santiago	<i>Senecio jacobea</i>
Hierba de la flámula	<i>Ranunculus spp.</i>
Euforbio	<i>Euphorbia lathyrus</i>
Dipsacáceas	<i>Dipsacus sylvestris</i>
Alcanfor	<i>Achillea millefolium</i>
Baya "withiana"	<i>Withiana coagulans</i>

Fuente: Robinson, R. y Wilber, R., "Fabricación de queso" (2002).

### 1.8. Higuera

Es un árbol de porte pequeño, de 6 a 8 metros, pero de ancha copa por el crecimiento casi horizontal de sus ramas bajas. Su corteza es gris y lisa. Las hojas son caducas de 12 a 25 cm de largo y 10 a 18 de ancho, profundamente lobuladas, produce frutos compuestos de un tipo especial, el sicono, a los que se conoce como higos. Las higuieras crecen espontáneamente en terrenos rocosos e incluso en muros, donde pocas plantas encuentran oportunidad. La higuera produce un líquido lechoso muy irritante. Sus principales componentes activos son:

- Hidratos de carbono: glucosa, galactosa, fructosa.
- Aminoácidos: Alanina, arginina, cistina, glicina, lisina, fenilalanina, metionina



- Enzimas: Esterasa, ficina, fucomarina, lipasa.
- Ácido linoleico, ácido oleico
- Fibra. Pectina, hemicelulosa, mucilagos
- Ácido málico, malónico, quínico.
- Minerales: potasio, fósforo, magnesio, manganeso, cobre, calcio, selenio.
- Vitaminas: betacaroteno (pro-vitamina A), ácido ascórbico(vitamina C), niacina (vitamina B3)
- Flavonoides: luteína, quercetina, rutina, violaxantina
- Las hojas y el látex de la planta contienen furanocumarinas (1%), con propiedades fotosensibilizantes, y ensimas proteolíticas (ficina). También se encuentra fucosgenina (hojas)

#### 1.8.1. Clasificación taxonómica

<b>Reino</b>	: <i>Plantae</i>
<b>Sub-reino</b>	: <i>Tracheobionta</i>
<b>División</b>	: <i>Magnoliophyta</i>
<b>Clase</b>	: <i>Magnoliopsida</i>
<b>Orden</b>	: <i>Rosales</i>
<b>Familia</b>	: <i>Moráceas</i>
<b>Sub-familia</b>	: <i>Ficeae</i>
<b>Género</b>	: <i>Ficus</i>
<b>Especie</b>	: <i>F. carica</i>
<b>Nombre científico</b>	: <i>Ficus carica</i>

#### 1.8.2. Obtención del cuajo vegetal

El cuajo vegetal es obtenido a partir de plantas, las más utilizadas son enzimas de flores (ej. cardo) o del látex (ej. higuera). Se pueden obtener de las fuentes naturales, es decir, de las hojas y los higos verdes que contienen un látex (líquido lechoso) con una mezcla de enzimas llamadas (Esterasa, ficina, fucomarina) que tiene la capacidad de destruir las proteínas de la leche. (Herrera A, 2009). Para extraer el látex se realiza cortes horizontales en la parte superior del fruto que va unida a la rama de 1 a 2 mm de espacio; se recoge en frascos previamente esterilizados y el látex se congela para su conservación. En la cosecha del higo se debe evitar desprender los frutos verdes arrancándolos, para la cual se utilizan implementos como tijeras o alicates realizando cortes en el pedúnculo (Herrera A, 2009).

### **1.8.3. Ventajas de uso del cuajo vegetal**

El cuajo vegetal posee la propiedad de cuajar la leche, gracias a las enzimas naturales proteolíticas. Produce una cuajada más suave y cremosa que el de procedencia animal, si bien es cierto que el coágulo resulta más delicado a la hora de trabajar el queso. Es un cuajo muy proteolítico, lo que significa que produce una transformación más rápida e intensa de las proteínas presentes en la leche. Es un cuajo muy bueno para quesos frescos y tiernos, aunque da excelentes resultados también en queso duros. El coagulante vegetal se considera adecuado para dietas vegetarianas en las que no se quiera consumir ningún producto derivado del sacrificio de animales (Robinson, R. y Wilbey, R., 2002)

### **1.8.4. Propiedades de coagulación**

La coagulación enzimática consiste en la adición de cuajo para lograr la coagulación de las caseínas. La actividad enzimática del cuajo provoca que la leche coagule y pase a formar un gel irreversible (cuajada). El principio activo del cuajo es la quimosina (Bedolla, 2004).

Este proceso consiste en una serie de modificaciones fisicoquímicas de la caseína (proteína de la leche), que conducen a la formación de un coágulo. Tiene lugar debido a la actividad del cuajo (coagulación enzimática). El gel formado incluye a las grasas y a la fase líquida de la leche. La coagulación se logra por una proteólisis parcial (catalizada por el cuajo) y las condiciones en que la coagulación enzimática se verifica tienen efecto directo sobre las características fisicoquímicas del gel resultante, tales como su firmeza, su capacidad de retención de grasas, etc.

La caseína representa el 80 % de la proteína total de la leche. Se encuentra en forma de micelas, formadas por fracciones proteicas, compuestos salinos (calcio y fósforo), citrato y una fracción glucosídica. Las caseínas tienen gran afinidad por el calcio. La caseína k es sensible a la acción hidrolítica de la quimosina. López *et al*, (2002). El cuajo convierte la caseína en paracaseína al hidrolizar la caseína k, que es la que estabiliza la micela. Al estar fraccionada, una parte se queda en la micela y la otra se va al suero. La micela precipita en forma de agregados pequeños. Con el tiempo van formando una red con poros, dentro de la cual se van acomodando los glóbulos grasos. El coágulo se va haciendo más firme por la continua formación de enlaces entre las micelas. El gel formado expulsa el suero y el coágulo se concentra, este proceso se llama sinéresis. El proceso depende de la temperatura óptima de acción del cuajo que está alrededor de los 40 °C pero se utiliza menores

para evitar la dureza del coagulo. El tiempo de precipitación disminuye y la dureza del gel aumenta a medida que disminuye el pH. A pH menores de 6 la dureza disminuye por la desmineralización de la caseína, por acidificación. La propiedad coagulante de los cuajos vegetales es uno de los puntos clave de la quesería, el uso de cuajo vegetal permite la solidificación de la leche por encima a los 35 °C. La cuajada tiene la apariencia de una gelatina de color blanco y se forma al cabo de 30 minutos, los coágulos que se forman regulan parcialmente el proceso del desuerado y como consecuencia el contenido de humedad de los quesos.

### **1.9. JUSTIFICACIÓN**

El queso es un alimento elaborado a partir de la leche cuajada, el cual es inducida a cuajarse mediante el uso del cuajo tradicional que actúa sobre la caseína (proteína soluble) transformándola, en presencia de sales de calcio en paracaseína insoluble que precipita formando el coágulo. Esta es una de las etapas claves del proceso y la base de la conversión de la leche en queso. Esta transformación se produce por la coagulación de la caseína, que engloba parte de la grasa y otros de los componentes de la leche.

La elaboración de quesos en la provincia de Andahuaylas se realiza principalmente con cuajo de procedencia animal (sustancia presente en el abomaso de los mamíferos rumiantes, que contiene principalmente la enzima llamada renina), encontrándose en formas comerciales y artesanales, usualmente en las zonas rurales de la provincia se utiliza los cuajos artesanales, con posibilidades de contaminación por microorganismos al queso, producto de ello tienden a fermentarse o descomponerse unido con sabores no agradables en el consumidor, siendo un problema para los productores del queso.

En su elaboración del queso se utiliza el sistema tradicional de uso de cuajo conocida como renina que proviene del sacrificio de animales, con actividad proteolítica baja, muchas veces con contaminación microbiológica en los cuajares, exceso de producción del suero, etc. existiendo una alternativa de uso de otros tipos de coagulantes como el cuajo vegetal con una actividad proteolítica alta ya que en países como Murcia, Canadá entre otros países utilizan coagulantes vegetales procedentes de la flor de cardo siendo esta una alternativa adecuada para dietas vegetarianas en las que no se quiera consumir ningún producto derivado del sacrificio animal (Nolivos, 2011).

Las ventajas del uso de cuajos vegetales se deben a un contenido de proteinasas capaces de coagular las caseínas, producen una cuajada más suave y cremosa que el de procedencia animal, es un cuajo muy proteolítico, lo que significa que produce una transformación más rápida e intensa de las proteínas presentes en la leche (Nolivos, 2011).

El uso de cuajo vegetal en nuestro país no es muy frecuente por la falta de información, desconociendo que es un cuajo muy bueno para quesos frescos y tiernos, por tradición, el cuajo vegetal que se emplea en los territorios mediterráneos procede de la flor de cardo y es uno de los pocos que han tenido una importancia significativa en las industrias queseras al igual que la leche de higuera, pero su compleja utilización y la dificultad para conservarlo lo dejan circunscrito a zonas muy concretas y a determinadas épocas del año (Herrera *et al.*, 2009).

En el presente proyecto de tesis se pretende utilizar el cuajo vegetal a partir del higo verde para su elaboración del queso fresco y con ello promover el uso de coagulantes vegetales para la utilidad en las industrias queseras como una alternativa de elaboración de nuevos productos que permita obtener quesos frescos con características distintivas de los quesos frescos elaborados con cuajo tradicional.

## 1.10. PROBLEMA

### GENERAL

- ¿Cuál es el efecto del cuajo vegetal látex de higuera (*Ficus carica Linnaeus*) en la elaboración del queso fresco?

### ESPECIFICO

- ¿Cuáles son las características físico-químicas del queso fresco elaborado con cuajo vegetal látex de higuera (*Ficus carica Linnaeus*)?
- ¿Cuáles serán las características organolépticas del queso fresco elaborado con cuajo vegetal látex de higuera (*Ficus carica Linnaeus*)?
- ¿Cuál es el rendimiento del queso fresco elaborada con cuajo vegetal látex de higuera (*Ficus carica Linnaeus*)?

## 1.11. HIPÓTESIS

### GENERAL

- El cuajo vegetal no tiene efecto significado en la elaboración del queso fresco en sus características físico-químicas, organoléptica y rendimiento.

### ESPECÍFICOS.

- El cuajo vegetal no tiene efecto significativo en las características físico-químicas del queso fresco elaborado con cuajo vegetal látex de higuera (*Ficus carica Linnaeus*).
- El cuajo vegetal tiene efecto significativo en las características organolépticas del queso fresco elaborado con cuajo vegetal látex de higuera (*Ficus carica Linnaeus*).
- El rendimiento del queso fresco elaborado con cuajo vegetal látex de higuera (*Ficus carica Linnaeus*) no varía significativamente con el queso fresco.

## **1.12. OBJETIVOS**

### **GENERAL**

- Evaluar el efecto del cuajo vegetal Látex de higuera (*Ficus carica Linnaeus*) en las características físico-químicas, organolépticas, y rendimiento en el queso fresco.

### **ESPECÍFICOS**

- Evaluar las características físico-químicas del queso fresco elaborado con cuajo vegetal Látex de higuera (*Ficus carica Linnaeus*).
- Evaluar las características organolépticas del queso fresco elaborado con cuajo vegetal Látex de higuera (*Ficus carica Linnaeus*).
- Evaluar el rendimiento del queso fresco elaborado con cuajo vegetal Látex de higuera (*Ficus carica Linnaeus*).



## **II. MATERIALES Y MÉTODOS**

### **2.1. LUGAR DE EJECUCIÓN**

El desarrollo de la investigación se llevó a cabo en el laboratorio de lácteos de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Nacional José María Arguedas (UNAJMA) ubicada en el barrio de Santa Rosa del distrito de Talavera, provincia de Andahuaylas del departamento de Apurímac.

### **2.2. MATERIA PRIMA**

Para la investigación se recolectó los frutos de higo, entre los meses de octubre y noviembre del 2015, meses en los cuales los frutos se encuentran verdes, estos se recolectaron en el barrio de Santa Rosa distrito de Talavera, provincia de Andahuaylas, departamento de Apurímac y posteriormente se realizó cortes horizontales en la parte superior del fruto que va unido a la rama de 1 a 2 mm de espacio, y el látex se recoge en francos previamente esterilizados. Como también se utilizó 25 litros de leche fresca recién ordeñada de vacas de la raza Holstein, procedente del Centro Experimental INIA – Andahuaylas – Chumbibamba.

### **2.3. MATERIAL DE ESTUDIO**

El material de estudio fue a los quesos elaborados con cuajo vegetal látex de higuera de acuerdo al arreglo experimental, mostrado en el cuadro 2.

#### **2.3.1. POBLACIÓN**

Se consideró como población a la totalidad de quesos elaborados los cuales fueron 9 quesos de 250 g cada uno el cual está elaborado con diferentes cantidades de cuajo vegetal de látex de higuera.

#### **2.3.2. MUESTRA**

Para obtener la muestra se realizó un muestreo estratificado al azar, esto consistió en recolectar los frutos con las siguientes características: los frutos deben encontrarse inmaduros de una coloración verde y de tamaño homogéneo y sano; una vez obtenido los frutos con estas características se extrajo de las muestras al azar el látex del higo. Para luego proceder a la elaboración de los quesos frescos elaborados con cuajo vegetal Látex de higuera (*Ficus carica Linnaeus*) de acuerdo al arreglo experimental, las cuales han sido seleccionadas aleatoriamente.

### 2.3.3. UNIDAD DE ANÁLISIS

Las unidades experimentales fueron quesos frescos de 250 g c/u elaborados con cuajo vegetal Látex de higuera (*Ficus carica Linnaeus*) en sus diferentes tratamientos, tales como rendimiento, análisis fisicoquímicos y organoléptico.

### 2.4. DISEÑO EXPERIMENTAL

El diseño experimental utilizado fue el Diseño Completamente al Azar (DCA), es una prueba basada en el análisis de varianza, en donde la varianza total se descompone en la “varianza de los tratamientos” y la “varianza del error”. El objetivo es determinar si existe una diferencia significativa entre los tratamientos, para lo cual se compara si la “varianza del tratamiento” contra la “varianza del error” y se determina si la primera es lo suficientemente alta según la distribución.

Debido a que se manipuló una sola variable – el cuajo vegetal, con arreglo experimental se muestra en el cuadro 2.

**Cuadro 2:** Arreglo experimental – DCA

Numero de repeticiones (j)	Número de tratamientos		
	T1 queso fresco (0.3 ml/ 1lt de cuajo vegetal)	T2 (queso fresco (0.5 ml/ 1lt de cuajo vegetal)	T3 (queso fresco (1ml/ 1lt de cuajo vegetal))
1	T <sub>11</sub>	T <sub>21</sub>	T <sub>31</sub>
2	T <sub>12</sub>	T <sub>22</sub>	T <sub>32</sub>
3	T <sub>13</sub>	T <sub>23</sub>	T <sub>33</sub>

Donde T<sub>1,2,3</sub> se refiere al tratamiento, j la repetición

**Cuadro 3:** Operacionalización de variables

variable	Tipo de variable	Indicadores
<b>De entrada</b>		
Cantidad de cuajo	Cuantitativa continua	- Porcentaje de adición
<b>De salida</b>		
Características fisicoquímicas	Cuantitativa continua	- Acidez - pH - Humedad - Textura
Características Organolépticas	Cuantitativa discreta	- color - olor - sabor - aspecto - textura - consistencia
Rendimiento	Cuantitativa continúa.	- Porcentaje de rendimiento

## **2.5. EQUIPOS, INSTRUMENTOS, MATERIALES, INSUMOS Y REACTIVOS.**

### **2.5.1. EQUIPOS**

Los equipos que se utilizaron en la realización de los diversos análisis fueron:

- Baño isotérmico regulable de 10 a 60 °C de 5 l, 01 unidad.
- Incubadora regulable de 20 a 70 °C, 01 unidad
- Balanza analítica de 1/1000 g de graduación de 200 g de capacidad, 01 unidad.
- Balanza de plataforma de 1/100 g de graduación de 50 kg de capacidad, 01 unidad.
- Cocina industrial, 01 unidad.

### **2.5.2. INSTRUMENTOS**

- Lactodensímetro, 01 unidad.
- pH-metro, 01 unidad.
- Termómetro de 0 a 200 °C, 02 unidades.
- Penetrómetro de aguja de diámetro de 0.2 cm con rango de 0.0 a 12 kg/cm<sup>2</sup>

### **2.5.3. MATERIALES**

- Vaso de precipitado de 50 ml, 06 unidades.
- Probeta de 250 ml 02 unidades.
- Bureta de 50 ml, 01 unidad.
- Moldes queseros de 1 kg, 05 unidades
- Paletas de agitación, 01 unidad.
- Lira quesera, 01 unidad.
- Tina u olla de acero inoxidable de 50 l de capacidad, 01 unidad.
- Jarras literas de 2 l de capacidad, 02 unidades.
- Tela tipo gasa organza para filtrado, 05 m.
- Pipetas de 5 ml graduada de 0.1 ml, 20 unidades.
- Matraz Erlenmeyer de 200 ml, 10 unidades.

### **2.5.4. INSUMOS**

- Cloruro de sodio (sal de cocina), 1 kg.

### **2.5.5. REACTIVOS**

- Hidróxido de sodio Q.P., 20 g.
- Fenolftaleína al 2 %, 10 ml.
- Cloruro de calcio Q.P., 20 g.

## **2.6. MÉTODOS Y TÉCNICAS**

### **2.6.1. Proceso de elaboración del queso fresco con cuajo tradicional (Renina)**

Se realizaron los siguientes pasos (el flujograma se muestra en el anexo 06).

#### **a. Ordeño**

Se realizó el ordeño de las ubres de las vacas de la raza Holstein, de forma automatizada, seguidamente se depositó en envases de acero inoxidable de acero inoxidable a temperatura ambiente.

#### **b. Recepción**

La leche fue recepcionada en envases de acero inoxidable (cantaros) con temperatura de 12 °C en el laboratorio de procesos agroindustriales,

#### **c. Análisis**

Se tomaron 02 muestras de 250 ml de leche para su posterior análisis de grasa, acidez, reductasa, alcohol y densidad.

#### **d. Pasteurización**

La leche se pasteurizó en una olla de acero inoxidable de capacidad de 30 litros, a temperatura de 60 °C por 30 segundos. Luego se dejó a enfriamiento hasta descender la temperatura a 40 °C.

#### **e. Agitación**

La leche se agitó constantemente, seguidamente se adicionó cloruro de calcio al 0.03 %, a una temperatura de 35 °C.

#### **f. Calentamiento**

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

#### **g. Adición del cuajo**

Cuando la temperatura de la leche llegó a los 35 °C se adicionó el cuajo CHY-MAX y se dejó coagular la leche por 30 minutos.

#### **h. Corte**

Terminado el tiempo de coagulación, se cortó con liras en cubos pequeños de 1 – 1.5 cm de arista. Luego del corte se dejó reposar el cuajo por 5 minutos.

#### **i. Batido**

Se procedió a agitar y mezclar, reduciendo el tamaño de los cubos de la cuajada, durante 5 minutos.

#### **j. Primer desuerado**

Se retiró y se eliminó la mitad del suero, cuidando de no eliminar cuajada.

#### **k. Lavado**

Se procedió a agitar y mezclar la cuajada, mientras se adicionó agua caliente a 40 °C.

#### **l. Segundo desuerado**

Se retiró y se eliminó la tercera parte del suero remanente, cuidando de no eliminar cuajada.

#### **m. Salado**

Se adicionó sal de cocina al 2 % del peso inicial de la leche, en leve agitación constante durante 5 minutos.

#### **n. Moldeado**

Se retiró el cuajo de la olla hacia los moldes de acero inoxidable de 1 kg, presionando contra una superficie sólida, a fin de otorgar una textura firme al queso. Luego fueron llevados a una mesa de acero inoxidable donde escurrirán, hasta eliminar el suero remanente.

#### **o. Volteo**

Cuando la cuajada 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 salió.

#### **p. Almacenado**

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.

### **2.6.2. Proceso de elaboración del queso fresco con cuajo vegetal.**

A diferencia del proceso tradicional, la diferencia radica en la agregación del cuajo vegetal en la elaboración del queso fresco, de la siguiente manera:

#### **a. Aplicación del cuajo vegetal**

- Luego de recepcionar la leche fresca y de haber procedido al análisis, pasteurizado y agitado (de acuerdo al diagrama de flujo mostrado en el anexo 6), se adiciono el cuajo vegetal en diferentes concentraciones para cada tratamiento de 0.3 ml, 0.5 ml y 1 ml por cada litro de leche a una temperatura de 35 °C en un tiempo de 30 a 35 minutos.

## **2.7. ANÁLISIS EXPERIMENTALES**

Se realizaron los siguientes análisis fisicoquímicos a las muestras de los tratamientos de los quesos elaborados:

### **2.7.1. EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FISICOQUÍMICAS**

Se procedió de acuerdo a la técnica AOAC-920.124. Se pesó 9 g de queso finamente cortado, enseguida se agregó agua a 40 °C en un matraz aforado, hasta volumen de 105 ml; luego se agitó vigorosamente y se filtró en papel de nitrocelulosa. Se tomó 25 ml del filtrado en un matraz y se procedió a la titulación. Al final de la titulación el volumen gastado de NaOH 0.1N, se multiplicó por 4. (AOAC, 1995).

#### **a. DETERMINACIÓN DEL POTENCIAL DE HIDRÓGENO (pH)**

Se realizó una mezcla homogénea 1:1 de queso y agua, enseguida se introdujo el electrodo del potenciómetro, se esperó de 3 a 5 s, y se tomó la lectura (ISO, 1975).

## **b. DETERMINACIÓN DE LA TEXTURA DEL QUESO**

El queso fresco en sus diferentes formulaciones, se trozo en tamaños de 3 x 0.5 cm, el cual se colocó sobre una superficie de vidrio, y se presionó con el medidor de esfuerzo Inchtial Indicator marca KEX de 0.0 a 12  $kg_f$ , donde se le aplicó una fuerza necesaria para comprimirla en un 25 %, la cual fue registrada por el equipo en unidades de kilogramos-fuerza (Salazar *et al.*, 2009) las pruebas se realizaron por triplicado.

## **c. DETERMINACIÓN DE SÓLIDOS TOTALES (% ST )**

Se determinó mediante la fórmula de Richmond, los sólidos totales se calculó a partir de la densidad aparente corregida y el contenido de grasa.

$$\% ST = (0.25 * D) + 1.21 * \% G + 0.66$$

D = densidad aparente (g/ml)

% G = porcentaje de grasa

Se usó el valor de D corregido a la temperatura de calibración del termolactodensímetro usando sólo los valores milésimales como enteros.

Ejemplo si D = 1,030 se usó el valor de 30.

## **d. DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD**

Se realizó en base al extracto seco o base seca, a través de la fórmula (Torres y Gudiño, 2008):

$$\% H_{b.s.} = \frac{m_{agua}}{m_{s.s.}} * 100$$

Dónde:

%  $H_{b.s.}$ : porcentaje de humedad en base seca.

$m_{agua}$ : masa de agua.

$m_{s.s.}$ : masa de solido seco

### **2.7.2. DETERMINACIÓN DEL RENDIMIENTO PRÁCTICO**

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 siguiente fórmula: Cuichan, (2012).

$$R = \frac{PP(\text{kg de queso})}{P(\text{materia prima})}$$

Donde:

PP = Peso promedio (kg.) de queso obtenido.

P = Peso de materia prima (kg).

## **2.8. EVALUACIÓN SENSORIAL**

### **2.8.1. PANELISTAS**

Se consideraron 20 panelistas no entrenados (entre varones y mujeres cuyas edades oscilaron entre 20 a 50 años de edad), los cuales calificaron las formulaciones del queso fresco con cuajo vegetal, de acuerdo a una escala hedónica, a los panelistas se les proporcionó una cartilla de evaluación (Anexo 5).

### **2.8.2. ATRIBUTOS DE EVALUACIÓN**

Para la evaluación por parte de los panelistas, se consideró la escala que se muestra en la tabla (2)

**Tabla 2:** Escala hedónica de preferencia

Cualidad	Ponderación
Color	1 a 5 puntos
Olor	1 a 5 puntos
Sabor	1 a 5 puntos
Aspecto	1 a 5 puntos
Textura	1 a 5 puntos
Consistencia	1 a 5 puntos

### **2.8.3. PREPARACIÓN DE LA MUESTRA**

Las muestras o tratamientos de quesos fueron preparadas en tamaños de tal manera que fueron para un solo bocado, los cuales se sirvieron en platos descartables, acondicionadas en una mesa, las muestras de las formulaciones fueron colocadas en orden aleatorio, para su presentación a los panelistas.

A cada panelista se le proporcionó agua para luego probar cada tratamiento enjuague su boca y continúe con el siguiente.

El análisis sensorial, se realizó en un ambiente acondicionado para este fin, siendo la degustación por grupos de 5 personas.

Los atributos fueron registrados en una cartilla de evaluación la cual se muestra en el (anexo 5).



#### 2.8.4. CARACTERÍSTICAS DE LOS ATRIBUTOS ORGANOLÉPTICOS

De acuerdo (Luluaga y Núñez, 2010), estas son:

**Color:** Paja (amarillento) pálido a paja oscura hasta anaranjado, mate. El color debería ser uniforme y translúcido. Un leve moteado (manchitas) puede permitirse.

**Olor o Aroma:** Típico de esta variedad fluctuando en intensidad de suave a fuerte. Agradable sin olores extraños como a rancio u otros.

**Sabor:** Ácido o ligeramente ácido característico a esta variedad. Ligeramente salado y a nuez. La intensidad del sabor varía con la edad.

**Aspecto:** El queso debería presentar una corteza sin roturas o forma simétrica y una apariencia atractiva, aseada y despejada.

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

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

#### 2.9. DISEÑO DE CONTRASTACIÓN

Para la contrastación de la experimentación se planteó las siguientes hipótesis estadísticas:

**Hipótesis nula-  $H_0$ :** la media de los resultados de las características, fisicoquímicas, rendimiento y organolépticas del queso fresco con cuajo vegetal Látex de higuera (*Ficus carica Linnaeus*) en los tratamientos son iguales.

$$\bar{x}_i = \bar{x}_j$$

**Hipótesis alterna- $H_a$ :** la media de los resultados de las características, fisicoquímicas, rendimiento y organolépticas del queso fresco con cuajo vegetal Látex de higuera (*Ficus carica Linnaeus*) en los tratamientos son diferentes.

$$\bar{x}_i \neq \bar{x}_j, \text{ para algún } i, j \text{ (tratamientos)}$$

#### Nivel de significancia ( $\alpha$ )

Para el caso de comparaciones de tratamiento habitualmente se emplea  $\alpha = 0.05$

## 2.10. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

### 2.10.1. PRUEBAS PARAMÉTRICAS O CUANTITATIVAS

De acuerdo a la formulación y a los objetivos, el diseño metodológico fue experimental – longitudinal – descriptivo (Gutiérrez y de la Vara, 2004), para lo cual se desarrolló las siguientes pruebas estadísticas:

- Prueba ANOVA y Tukey (análisis paramétrico), que se aplicaron en la comparación individual de la diferencia significativa entre tratamientos, referidos a las propiedades fisicoquímicas y el rendimiento del queso fresco.
- Prueba Friedman, prueba no paramétrica, que permitió evaluar la diferencia significativa de los tratamientos referidos al análisis organoléptico.

Para realizar la comparación individual entre los tratamientos, y así determinar la diferencia mínima significativa.

#### Criterio para la prueba de hipótesis

Para probar cuál de los tratamientos son diferentes unos de otros, se consideró el siguiente criterio (Gutiérrez y de la Vara, 2004):

$|\bar{x}_i - \bar{x}_j| > T_\alpha$ ; Hay diferencia significativa entre tratamientos (diferentes estadísticamente)

$|\bar{x}_i - \bar{x}_j| < T_\alpha$  ; No hay diferencia significativa entre tratamientos (iguales estadísticamente)

Donde  $T_\alpha$ , es el estadístico Tukey:

$$T_\alpha = q_\alpha(k, N - k) \sqrt{\frac{CM_E}{n}}$$

Donde:

$q_\alpha(k, N - k)$ , valor normalizado de la distribución Tukey

$CM_E$ , cuadrado medio de error, obtenido de la tabla ANOVA

$n$ , número de datos

El número de comparación entre tratamientos se realizó a través de la siguiente ecuación:

$$\text{Numero de comparaciones} = \frac{T(T - 1)}{2}$$

## 2.10.2. PRUEBAS NO PARAMÉTRICAS O CUALITATIVAS

### A. TEST DE FRIEDMAN

La evaluación organoléptica del producto en sus diferentes formulaciones, se utilizó la prueba de rangos de Friedman (Espinoza, 2007), a través de la ecuación.

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

Dónde:

$X^2$ , estadístico Chi-cuadrado

R, rangos de los tratamientos

b, número de jueces o panelistas

t, número de tratamientos

Para la evaluación de las pruebas Tukey y prueba Friedman, se utilizó el Software estadístico Statgraphics 5.1. Excel (2010).

Asimismo las pruebas se desarrollaron por triplicado, a fin de evitar sesgos a la hora de la evaluación, y corroborar la tendencia de los resultados.

### B. Correlación de Pearson

La relación de las variables se determinó a través del coeficiente de correlación de Pearson –  $R_s$ , (para un nivel de significación -  $\alpha$  del 95%), de las variables de estudio a través de Test de Spearman–Brown (Sierra, 2001) de dos mitades (pares e impares).

$$r = \frac{N(\sum (A.B)) - (\sum A).(\sum B)}{\sqrt{[N.(\sum A^2) - (\sum A)^2][N.(\sum B^2) - (\sum B)^2]}}$$

$$R_s = \frac{2r}{1+r}$$

Donde

A, valores de los datos pares

B, valores de los datos impares

### PRUEBA DE HIPÓTESIS

Las hipótesis estadísticas para este caso fueron:

**Hipótesis nula,  $H_0$ :** No existe relación entre las características fisicoquímicas de la leche y quesos elaborados con cuajo vegetal Látex de higuera (*Ficus carica Linnaeus*).

**Hipótesis alterna,  $H_a$ :** Existe relación entre las características fisicoquímicas de la leche y quesos elaborados con cuajo vegetal Látex de higuera (*Ficus carica Linnaeus*)

#### **Nivel de significancia ( $\alpha$ )**

Para el caso de la evaluación de la correlación de las variables, se empleó un nivel de significancia  $\alpha = 0.05$

#### **Criterio para la prueba de hipótesis**

Se rechaza  $H_0$ , si  $\alpha > p\text{-value}$

Donde  $p\text{-value}$ , es la probabilidad evaluada para una distribución normal de los datos cualitativos no paramétricos.

#### **Interpretación del coeficiente de Pearson $R_s$**

Si el valor de  $R_s$ :

- es -1, hay una correlación negativa perfecta
- se encuentra entre -1 y -0.5, hay una fuerte correlación negativa
- se encuentra entre -0.5 y 0, hay una débil correlación negativa
- se encuentra entre 0 y 0.5, hay una débil correlación positiva
- se encuentra entre 0.5 y 1, hay una fuerte correlación positiva
- es 1, hay una correlación positiva perfecta, entre los 2 juegos de datos.

**C.** es 0, se acepta la hipótesis nula, en los casos contrarios se rechaza.

### III. RESULTADOS Y DISCUSION

#### 3.1.1. CARACTERÍSTICAS FISICOQUÍMICAS DE LA LECHE

El análisis de las distintas características fisicoquímicas de la leche se ha realizado por triplicada, los datos individuales se muestran en la tabla 3.

**Tabla 3:** Características fisicoquímicas de la leche fresca

Característica	Valores promedio de la leche	
	Promedio de los análisis	<i>p-value</i>
pH	6.66 <sup>a</sup> ± 0.15	< 0.05
Acidez (°D)	17.23 <sup>a</sup> ± 0.65	< 0.05
Densidad (g/mL)	1.0290 <sup>a</sup> ± 0.0054	< 0.05
ST (%)	11.90 <sup>a</sup> ± 0.22	< 0.05
Humedad (%b.h.)	87.40 <sup>a</sup> ± 0.19	< 0.05

Las letras iguales significan que no existe diferencia significativa entre tratamientos ( $p$  value > 0.05), evaluada con el estadígrafo Tukey.

#### 3.1.2. CARACTERÍSTICAS FISICOQUÍMICAS DEL QUESO

El análisis de las distintas características fisicoquímicas del queso elaborado con cuajo vegetal Látex de higuera (*Ficus carica Linnaeus*), se realizó por triplicado, los datos individuales para cada característica fisicoquímica se muestran en el (anexo 2).

La evaluación de las características fisicoquímicas del queso elaborado, se muestran en la (tabla 3), donde se presenta los valores promedios del queso elaborado con cuajo vegetal Látex de higuera (*Ficus carica Linnaeus*) a 0.3, 0.5 y 1 ml por litro de leche.

**Tabla 4:** Características fisicoquímicas del queso

Característica	Valores promedio del queso fresco			p-value
	(T1)	(T2)	(T3)	
Acidez (°D)	11.83. <sup>a</sup> ± 1.44	15.65 <sup>b</sup> ± 1.44	22.64 <sup>b</sup> ± 2.07	< 0.05
pH	6.55 <sup>a</sup> ± 0.05	6.39 <sup>b</sup> ± 0.11	5.98 <sup>c</sup> ± 0.08	< 0.05
Humedad (% b.s.)	40.49 <sup>a</sup> ± 5.70	41.39 <sup>a,b</sup> ± 6.48	46.75 <sup>b</sup> ± 3.16	< 0.05
Textura (kg <sub>f</sub> /cm <sup>2</sup> )	0.53 <sup>a</sup> ± 0.05	0.64 <sup>a</sup> ± 0.07	0.75 <sup>a</sup> ± 0.08	> 0.05

Las letras iguales significan que no existe diferencia significativa entre tratamientos ( $p$  value > 0.05), evaluada con el estadígrafo Tukey.

#### a) ACIDEZ DEL QUESO

Al realizar la comparación de los tratamiento a través de una evaluación ANOVA, se encuentra que existe diferencia significativa ( $p$ -value < 0.05), y la aplicación del test de Tukey indica que ningún par de tratamientos presenta acidez similar (letras diferentes sobre los valores). En la (figura 1), nos indica que la acidez está a una concentración menor del cuajo el cual es 11.83 °D, mientras que el segundo tratamiento presenta un valor de 15.65 ± 1.44 °D un valor que esta alrededor de 17 °D para un queso fresco, de acuerdo a (Ponce y Clergé, 2001). Consecuentemente, la mayor acidez fue registrada en el tratamiento T3 con mayor contracción del cuajo (Capra, *et al.*, 2003) afirma que la velocidad y capacidad de un cuajo se ve influenciada por factores de la acidez de la leche, temperatura (rangos óptimos entre 35 y 43 °C) y presencia de calcio. La cantidad añadida puede variar según la fuerza del cuajo, definida como el volumen de leche en litros que se cuajan con un litro de cuajo en 40 minutos a 35°C. La acidez del queso para el tratamiento T1 y T2, presentaron valores próximos esperados sin embargo el incremento se observó para el tratamiento T3, debido a la mayor concentración del cuajo vegetal. (Aguado, 1999) manifiesta que los quesos frescos presentan valores de acidez de 11.44 °D a 20.77 °D. La acidez del queso tratamiento T3 (22.63 ± 2.07 °D), el queso elaborado con cuajo vegetal a mayor contracción de 1 ml por litro de leche incrementa su acidez en todos los casos. Este hecho se debe a que una de las transformaciones bioquímicas más importantes de los cultivos lácticos es la fermentación láctica, convirtiendo lactosa en ácido láctico (Alais, 1996).

**Cuadro 4:** Análisis de varianza para acidez

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	179.974	2	89.9869	33.94	0.0005
Intra grupos	15.9083	6	2.65139		
Total (Corr.)	195.882	8			

Método: 95.0 porcentaje Tukey HSD

Grupos	Casos	Media	Grupos Homogéneos
CVT1	3	11.8333	X
CVT2	3	15.65	X
CVT3	3	22.6333	X

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
CVT1 - CVT2		-3.81667	4.07933
CVT1 - CVT3	*	-10.8	4.07933
CVT2 - CVT3	*	-6.98333	4.07933

\* indica una diferencia significativa.

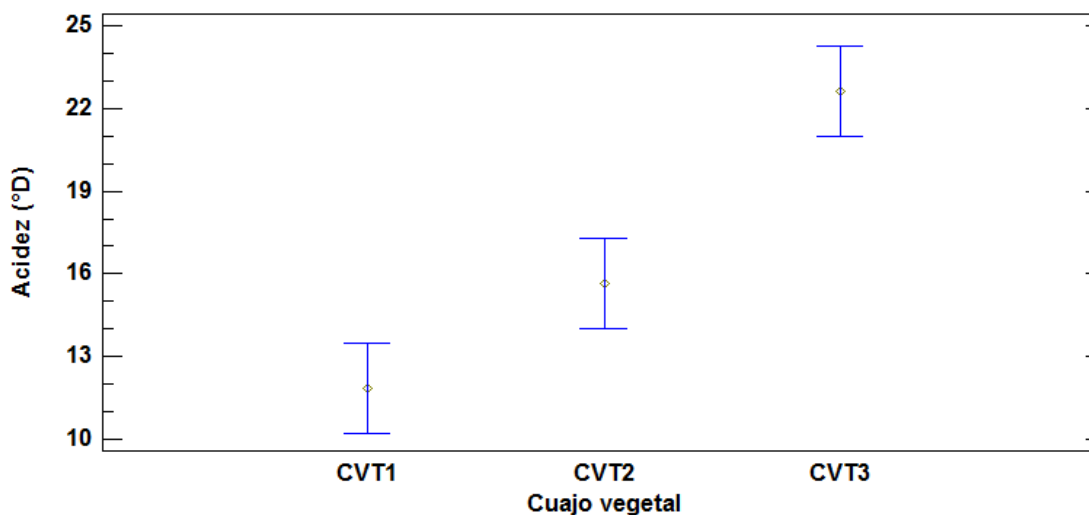


Figura 1: Diagrama de medias para la acidez del queso

### b) pH DEL QUESO

En la (Figura 2), se observa los valores de pH para cada tratamiento de queso, para el caso del queso T1, presenta un valor medio  $6.55 \pm 0.05$ , mientras para el queso T2 esta disminuye en mínimo en  $6.39 \pm 01$  y para el queso T3 el pH tiene un valor de  $5.98 \pm 0.08$ , al realizar el test de Tukey se aprecia que todos los

tratamientos son diferentes respecto al pH, aunque en la (figura 2) el intervalo de pH del queso T2 se superponen con el queso T3, esto quiere decir que el pH al aumentar la concentración del cuajo va ir disminuyendo significativamente. El pH tiene relación con la acidez, una acidez demasiado alta en la cuajada, quedará un queso demasiado blando y en vez de madurar seguirá fermentando desarrollando un sabor más ácido (Capraispana *et al.*, 2006). Una acidez demasiado baja en la cuajada: si no se alcanza la acidez necesaria porque interrumpimos la acción de las bacterias antes de tiempo el queso perderá mucho más suero y no conseguirá hacer corteza quedando un queso demasiado húmedo.

**Cuadro 5:** Análisis de varianza para el pH

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	0.523489	2	0.261744	12.44	0.0073
Intra grupos	0.1262	6	0.0210333		
Total (Corr.)	0.649689	8			

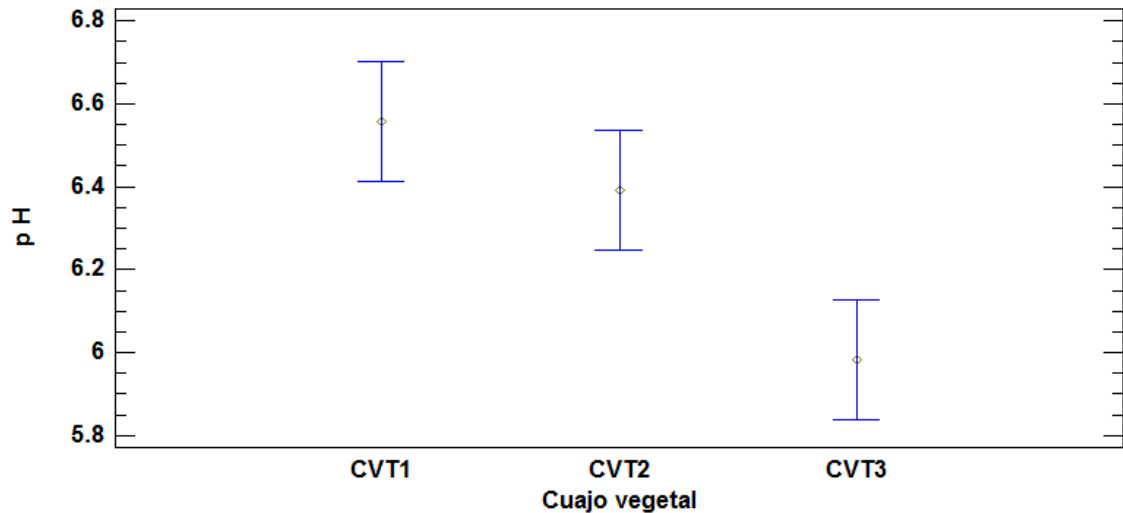
Método: 95.0 porcentaje Tukey HSD

Cuajo vegetal	Casos	Media	Grupos Homogéneos
CVT3	3	5.98333	X
CVT2	3	6.39333	X
CVT1	3	6.55667	X

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
CVT1 - CVT2		0.163333	0.363334
CVT1 - CVT3	*	0.573333	0.363334
CVT2 - CVT3	*	0.41	0.363334

\* indica una diferencia significativa.





**Figura 2:** Diagrama de medias para el pH del queso

### c) HUMEDAD DEL QUESO

Respecto a la humedad, el queso T1 presenta un valor de  $40.49 \pm 5.70$  %, y que esta varía ligeramente cuando se aplica la concentración del T2, es así que al realizar el test Tukey, el queso T1 y T2 no muestran diferencia significativa, así como el queso T2 y T3 sucede el mismo hecho, en la (figura 3), se puede graficar este hecho, donde se observa claramente que la proyección de sus intervalos se superponen, esto es índice de que la humedad puede ser considerado similar estadísticamente.

Los resultados obtenidos para el contenido de humedad del queso fresco muestran un aumento de la humedad la cual está relacionada con la cantidad de adición de cuajo vegetal, sin embargo los valores obtenidos para la humedad del queso fresco fueron de 40.49 %, 41.39 % y 46.75 % para los tratamientos T1, T2 y T3 respectivamente, (Torres y Gudiño, 2008) para el queso Cheddar semimaduro encontraron humedades de alrededor del 45 % en *b.s.*, estos valores se asemejan a los encontrados por los investigadores mencionados para (Hill, 2006) el queso fresco no maduro deberá presentar valores que se encuentren alrededor de 52 % en *b.s.* y que esta disminuye con el tiempo de maduración.

**Cuadro 6:** Análisis de varianza para la humedad (%)

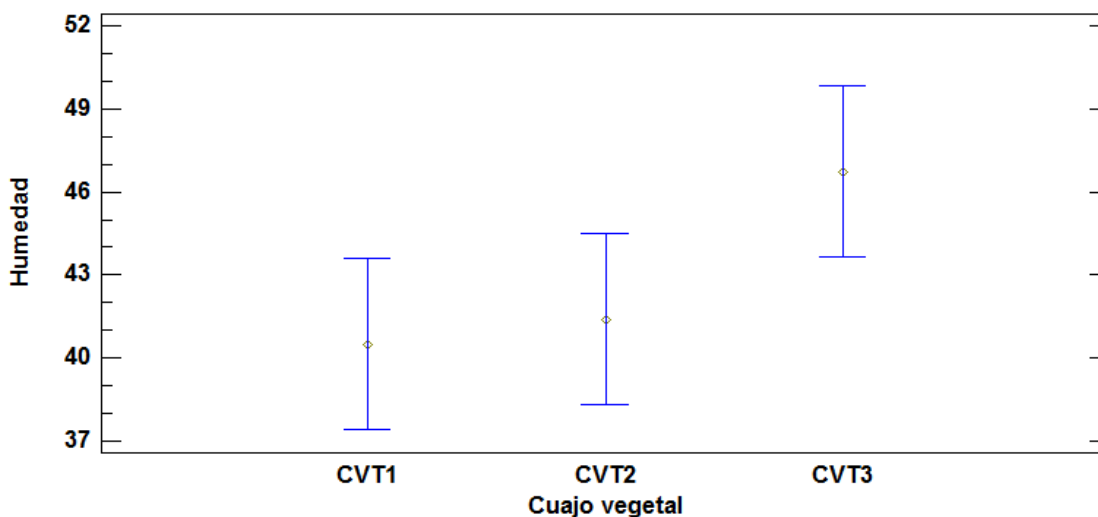
Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	68.6318	2	34.3159	3.55	0.0963
Intra grupos	58.0649	6	9.67748		
Total (Corr.)	126.697	8			

Método: 95.0 porcentaje Tukey HSD

Grupos	Casos	Media	Grupos Homogéneos
CVT1	3	40.4967	X
CVT2	3	41.39	X
CVT3	3	46.75	X

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
CVT1 - CVT2		-0.893333	7.79351
CVT1 - CVT3		-6.25333	7.79351
CVT2 - CVT3		-5.36	7.79351

\* indica una diferencia significativa



**Figura 3:** Diagrama de medias para el % Humedad del queso

#### D) TEXTURA DEL QUESO

Una de las medidas importantes en la elaboración de quesos es la textura que estas presentan, se han realizado evaluaciones de esta propiedad encontrándose

valores de  $0,53 \pm 0,05 \text{ kg/cm}^2$  para el queso T1, esta se incrementa para los quesos T2 y T3, este incremento es significativo estadísticamente ( $0,05 > p\text{-value}$ ), al realizar el test de Tukey se aprecia que todos los tratamientos son diferentes respecto a textura, la (figura 4), se muestra el diagrama de medias para la textura, donde se aprecia que los intervalos se superponen cuando se proyectan, esto indica que los tratamientos reportan diferente valor de la textura.

El incremento de la textura del queso se debe sobre todo a la disminución de la materia grasa (Castañeda, 2002), (Revilla, 1995) y (Osorio *et al.*, 2004), manifiestan que un incremento en materia grasa y contenido de agua debilitan la estructura proteica, mientras que una disminución de los mismos provoca un endurecimiento en el queso, para (Jaros, 2001) 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. La contribución de las proteasas en la textura del queso vegetal genera una proteólisis extensa dando una textura blanda (Gasteiz, *et al.*, 2007)

Al observar los valores obtenidos para la textura del queso fresco esta guarda una relación inversa con el contenido de grasa y humedad, es así que la textura del queso del tratamiento T1 fue de  $0,53 \text{ kg/cm}^2$  y que esta aumento a  $0,64 \text{ kg/cm}^2$  para el tratamiento T2.

**Cuadro 7:** Análisis de varianza para textura ( $\text{kg/cm}^2$ )

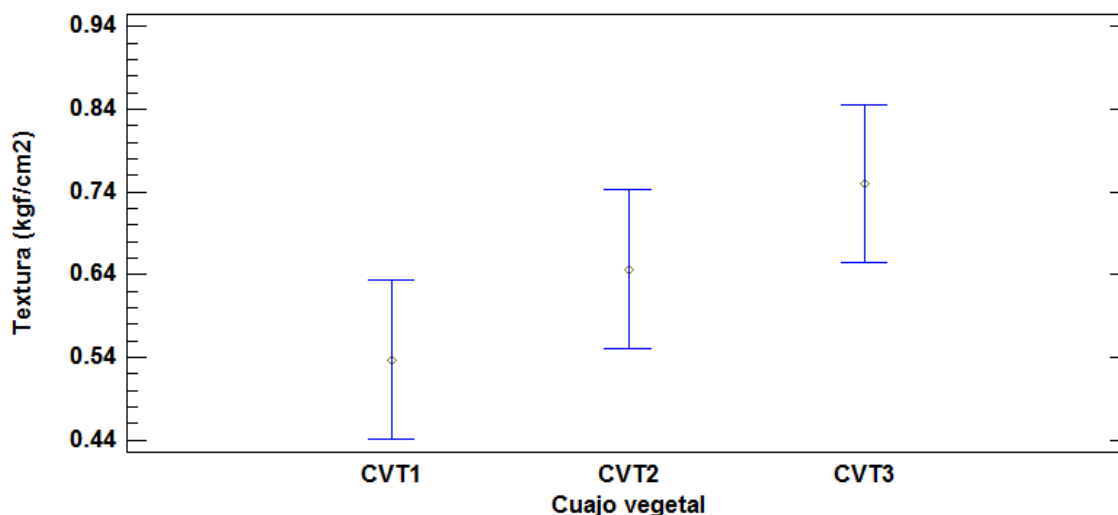
Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	0.0682889	2	0.0341444	5.80	0.0396
Intra grupos	0.0353333	6	0.00588889		
Total (Corr.)	0.103622	8			

Método: 95.0 porcentaje Tukey HSD

Grupos	Casos	Media	Grupos Homogéneos
CVT1	3	0.536667	X
CVT2	3	0.646667	X
CVT3	3	0.75	X

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
CVT1 - CVT2		-0.11	0.192251
CVT1 - CVT3	*	-0.213333	0.192251
CVT2 - CVT3		-0.103333	0.192251

\* indica una diferencia significativa.



**Figura 4:** Diagrama de medias para la textura del queso

#### **CORRELACIÓN DE LAS VARIABLES DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS DEL QUESO**

En la (tabla 4), se observa que la correlación de las características evaluadas al queso evaluados a través de la correlación de Pearson ( $r_s$ ), en ella se aprecia que la acidez del queso muestra una buena correlación negativa (inversa) con el pH y humedad ( $>-0.793$ ), es decir cualquier incremento en la acidez del queso influirá inversamente en las características mencionadas.

**Tabla 5:** Correlación de las variables de las características fisicoquímicas del queso

	Acidez (°D)	pH	Humedad (% b.s.)	Textura (kg <sub>f</sub> /cm <sup>2</sup> )
Acidez (°D)	1.000	-1.000	-0.793	0.979
pH	-1.000	1.000	0.855	-0.989
Humedad (% b.s.)	-0.793	0.855	1.000	-0.943
Textura (kg <sub>f</sub> /cm <sup>2</sup> )	0.979	-0.979	-0.943	1.000

Evaluado a  $\alpha = 0.05$ .

### 3.2. EVALUACIÓN SENSORIAL

La evaluación sensorial se desarrolló considerando panelistas semientrenados, estos fueron personas consumidores de queso, los resultados de la evaluación individual por atributos y tratamientos se muestra en el (anexo 4).

Los resultados estadísticos del análisis sensorial, se muestran en la (tabla 5), en ella se aprecia que la puntuación para el atributo SABOR el promedio corresponde a  $2.6 \pm 0.8$  para el queso T1, el T2 presento una puntuación media de  $2.9 \pm 1.0$ , en lo general el tratamiento obtuvo una calificación más alta en cuanto al sabor, estos valores corresponden al calificativo “Anaranjado pálido”, los atributos OLOR y SABOR presentan un calificativo de “me gusta” para todos los tratamientos, mientras que el atributo ASPECTO muestra que el tratamiento T1 presento una “corteza lisa” y T2 y T3 con “ligeros cortes”, y la CONSISTENCIA obtuvo un calificativo de “ligeramente firme”, propio de los quesos de esta naturaleza.

**Tabla 6:** Valoración de los atributos sensoriales del queso en sus diferentes tratamientos

QUESO	COLOR	OLOR	SABOR	ASPECTO	TEXTURA	CONSISTENCIA
T1	$2.2^a \pm 0.6$	$2.6^a \pm 0.9$	$2.6^a \pm 0.8$	$2.6^a \pm 0.8$	$2.4^a \pm 0.7$	$2.5^a \pm 0.7$
T2	$2.5^a \pm 0.8$	$2.5^a \pm 0.5$	$2.9^b \pm 1.0$	$2.0^b \pm 0.8$	$2.6^a \pm 0.7$	$2.8^a \pm 0.6$
T3	$2.4^a \pm 0.5$	$2.6^a \pm 0.5$	$2.6^b \pm 0.8$	$2.9^b \pm 0.7$	$2.4^a \pm 1.2$	$2.5^a \pm 0.5$

Las letras iguales significan que no existe diferencia significativa entre tratamientos ( $p$  value  $> 0.05$ ), evaluada con el estadígrafo Tukey.

Asimismo se ha realizado la evaluación del ANOVA, para cada atributo de los tratamientos, así como para los jueces o panelistas, los resultados ( $p$ -value) se muestran en la (tabla 6), de ella se desprende que para todos los casos o atributos se acepta la hipótesis nula es decir existe diferencia significativa ( $0.05 > p$ -value) de un atributo entre los tratamientos, esto es, por ejemplo el color no es igual para los tres tratamientos.

Asimismo la evaluación de los jueces o panelistas, indica que no existe diferencia significativa entre ellos ( $p$ -value  $> 0.05$ ) (tabla 6), es decir el juicio que emiten los panelistas, referente a un atributo, es concordante. Esto hace ver que los jueces son por lo menos no entrenados o conocedores de las cualidades del queso.

**Tabla 7:** Valores de la probabilidad evaluada para el análisis sensorial

Atributo	<i>p-value</i>					
	Color	Olor	Sabor	Aspecto	Textura	Consistencia
Panelistas	0.568	0.192	0.049	0.100	0.050	0.165
Tratamiento	0.607	0.853	0.972	0.003	0.990	0.217

Asimismo se realizó el test de Friedman para datos cualitativos, los resultados obtenidos por este test, corroboran lo afirmado por el ANOVA. De dicha evaluación se desprende:

- Existe diferencia significativa entre la puntuación de los tratamientos de elaboración de queso ( $0.05 > p\text{-value}$ ), esto es, la aplicación del cuajo vegetal la cantidad de concentración si influye en los atributos sensoriales de los quesos.

Para la evaluación del análisis sensorial se aplicó el test Tukey de comparación múltiple y la prueba de Friedman, los resultados de la evaluación sensorial de los quesos que se presenta en la (tabla 6), en general los jueces si observaron diferencias significativas entre los quesos correspondientes a las muestras evaluadas. Numéricamente se observaron puntuaciones cuyos calificativos son bueno para el queso en uno u otro tratamiento, es decir para el OLOR en los quesos experimentales, así como la intensidad del SABOR, sin embargo la evaluación del atributo CONSISTENCIA presenta un calificativo de “ligeramente firme” en todos los casos, este hecho se atribuye al alto contenido graso de la leche y del queso.

La similitud entre quesos concuerda con la presencia de diferencias significativas ( $0.05 > p\text{-value}$ ), con cuajo vegetal, no obstante según (Fernández-García *et al.*, 1994) la presencia de aminoácidos en el queso es más importante para la mejora del sabor de los quesos.

También se evaluó el criterio juicioso de los panelistas, encontrándose que si muestran diferencia significativa entre ellos ( $0.05 > p\text{-value}$ ), a la hora de dar su juicio respecto a algún atributo del queso, es decir existe concordancia de opiniones entre los panelistas, esto es síntoma de que los panelistas son conocedores de la cata de quesos, por lo que se puede concluir referente a los jueces no entrenados. La evidencia de los resultados, indica que la aplicación

del cuajo vegetal, en un nivel adecuado a 0.5 ml por litro de leche no modifica considerablemente las características sensoriales de los subproductos lácteos, en este caso del queso del tipo fresco, es así que es posible aplicar el cuajo vegetal para la elaboración de quesos frescos en una concentración de 0.5 ml por litro de leche, si se aplica menos o más del 0.5 ml dará características variantes. Los quesos de tipo cortables y frescos que presentan humedad entre 54-55 %, pH entre 5.5-5.7 y materia grasa alrededor de un 45% en b.s. (FAO, 1981), como consecuencia de esto el queso presenta un cuerpo firme, textura cerrada.

### **Cuadro 8: Análisis estadístico de los datos de la evaluación sensorial**

#### **COLOR**

##### ANÁLISIS DE VARIANZA

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	p-value
panelistas	7.517	19	0.366	0.926	0.458
Error	10.123	11	0.427		
Total	17.640	30			

#### **OLOR**

##### ANÁLISIS DE VARIANZA

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	p-value
panelistas	10.983	19	0.578	1.384	0.067
Error	8.567	11	0.418		
Total	19.550	30			

#### **SABOR**

##### ANÁLISIS DE VARIANZA

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	p-value
panelistas	20.583	19	1.083	1.874	0.059
Error	17.457	11	0.578		
Total	38.040	30			

## ASPECTO

### ANÁLISIS DE VARIANZA

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	p-value
panelistas	16.267	19	0.856	1.624	0.130
Error	12.563	11	0.527		
Total	28.830	30			

## CONSISTENCIA

### ANÁLISIS DE VARIANZA

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	p-value
panelistas	8.85	19	0.466	1.439	0.146
Error	12.30	11	0.324		
Total	21.15	30			

## TEXTURA

### ANÁLISIS DE VARIANZA

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	p-value
panelistas	22.4	19	1.179	1.867	0.023
Error	11.89	11	0.632		
Total	34.290	30			

Comparación múltiple de las características sensoriales del queso entre los tratamientos

### Contraste múltiple de rango para el olor del queso

Método: 95.0 porcentaje HSD de Tukey

Grupos	Frec.	Media	Grupos Homogéneos
CVT1	20	2.46	X
CVT2	20	2.46	X
CVT3	20	2.56	X



### **Contraste múltiple de rango para el color**

Método: 95.0 porcentaje HSD de Tukey

Grupos	Frec.	Media	Grupos Homogéneos
CVT1	20	2.46	X
CVT2	20	2.46	X
CVT3	20	2.56	X

### **Contraste múltiple de rango para el sabor del queso**

Método: 95.0 porcentaje HSD de Tukey

Grupos	Frec.	Media	Grupos Homogéneos
CVT1	20	2.5	X
CVT2	20	2.7	X
CVT3	20	2.5	X

### **Contraste múltiple de rango para el aspecto del queso**

Método: 95.0 porcentaje HSD de Tukey

Grupos	Frec.	Media	Grupos Homogéneos
CVT1	20	2.54	X
CVT2	20	2.76	X
CVT3	20	2.95	X

### **Contraste múltiple de rango para la textura**

Método: 95.0 porcentaje HSD de Tukey

Grupos	Frec.	Media	Grupos Homogéneos
CVT1	20	2.4	X
CVT2	20	2.4	X
CVT3	20	2.4	X

### **Contraste múltiple de rango para consistencia**

Método: 95.0 porcentaje HSD de Tukey

Grupos	Frec.	Media	Grupos Homogéneos
CVT1	20	2.4	X
CVT2	20	2.55	X
CVT3	20	2.3	X

El atributo con mayor aceptación por los jueces entre los tratamientos fue el tratamiento 02 (CVT2) que presentó mayor aceptación en cuanto al sabor, textura y color.

En contraste el atributo que presentó más variación en la prueba fue el tratamiento 03 (CVT3).

### **3.3. EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO QUESERO**

El rendimiento quesero, se presenta en la (tabla 5) (los datos individuales se muestra en el anexo 03), en ella se observa que el rendimiento quesero para el queso T1 es de  $121.05 \pm 0.51$  g, y para los quesos elaborados con T2 y T3 es de  $138.66 \pm 0.30$  g y  $151.66 \pm 0.15$  g, presentándose un aumento ligeramente en los dos últimos tratamientos, sin embargo existe una diferencia significativa en el rendimiento siendo ( $0.05 > p\text{-value}$ ), por lo que se puede concluir que el rendimiento es diferente para cada tratamiento, este hecho se debe al contenido de la cantidad de concentración de cuajo vegetal, (Pappa *et al.*, 2006) manifiesta que el contenido de grasa es vital para lograr buenos rendimientos queseros, mientras que (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.

Según (Hill, 2006), el rendimiento quesero para un queso fresco está alrededor del 7 al 10 %, los valores del rendimiento obtenidos en el presente trabajo de investigación fueron en promedio 11 % en general, este hecho se debe al alto contenido graso de la leche y al tipo de raza del ganado (Pappa *et al.*, 2006). (Keating *et al.*, 1999). 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, la concentración de 0,5 ml por litro de leche es el más óptimo debido a que el cuajo tiene mayor capacidad proteolítica dando un adecuado rendimiento sin embargo si se adiciona menor o mayor a esta concentración no se tendrá mejor resultado en el rendimiento.

Por otro lado la (figura 5), muestra el diagrama de medias para el rendimiento quesero, en ella se aprecia que hay diferencias significativas entre los tratamientos, y claramente se ve que el tratamiento T3 muestra mayor variabilidad.

**Tabla 8:** Rendimiento queso de los tratamientos

	Rendimiento (%)		p-value
	$(\bar{x} \pm \sigma)$		
CVT1	121.07 <sup>a</sup>	± 0.35	> 0.00015
CVT2	151.83 <sup>b</sup>	± 0.49	
CVT3	138,63 <sup>c</sup>	± 0.29	

Las letras diferentes significan que existe diferencia significativa entre tratamientos ( $0.05 > p$  value), evaluada con el estadígrafo Tukey, los cálculos se muestran en el (anexo 03)

ANOVA del rendimiento queso y evaluación del test Tukey

**Cuadro 9:** Análisis para el rendimiento queso

Grupos	Recuento	Promedio	Varianza	Desviación Estándar	Suma
CVT1	3	121.667	58.3333	7.63763	365.0
CVT2	3	151.667	58.3333	7.63763	455.0
CVT3	3	138.667	16.3333	4.04145	416.0
Total	9	137.333	203.0	14.2478	1236.0

**Tabla ANOVA para Rendimiento por Grupos**

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	1358.0	2	679.0	15.32	0.0044
Intra grupos	266.0	6	44.3333		
Total (Corr.)	1624.0	8			

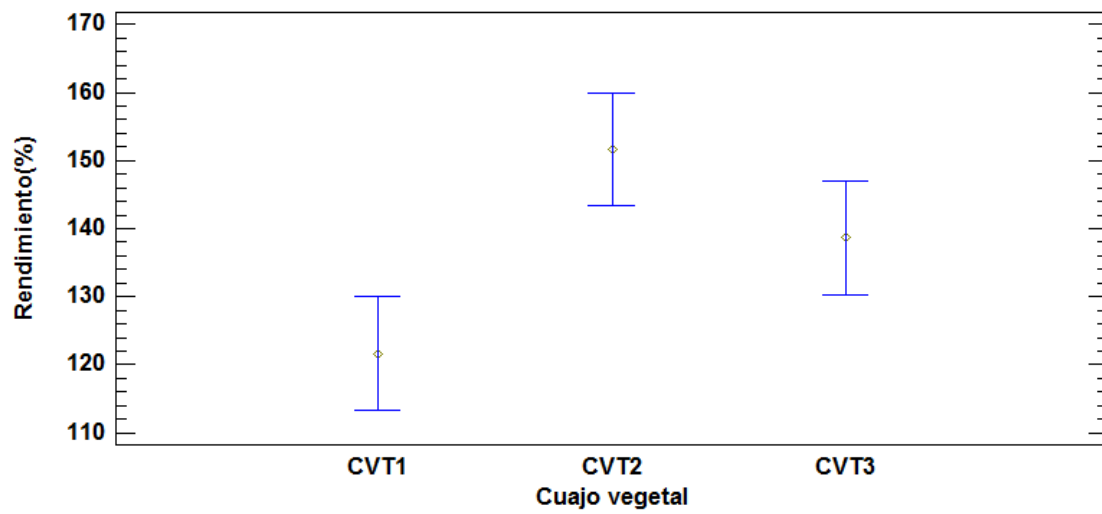
Método: 95.0 porcentaje Tukey HSD

Grupos	Casos	Media	Grupos Homogéneos
CVT1	3	121.667	X
CVT3	3	138.667	X
CVT2	3	151.667	X

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
CVT1 - CVT2	*	-30.0	16.6808
CVT1 - CVT3	*	-17.0	16.6808
CVT2 - CVT3		13.0	16.6808

\* indica una diferencia significativa.

Fuente: Estadística 8.0



**Figura 5:** Diagrama de medias para el rendimiento quesero

#### IV. CONCLUSIONES

Se ha evaluado el efecto de la adición del cuajo vegetal Látex de higuera (*Ficus carica Linnaeus*) en las características fisicoquímicas, organolépticas y rendimiento a diferentes concentraciones a 0.3, 0.5 y 1 ml de cuajo vegetal por litro de leche, arribando a las siguientes conclusiones.

- El porcentaje de cuajo vegetal si afectó las características físicas químicas en el queso fresco, así mismo el queso elaborado con cuajo vegetal de 0.5 ml es el más adecuado por que cumple con todos los estándares de calidad.
- El porcentaje de cuajo vegetal si influyó en las características organolépticas del queso, dándonos a conocer mediante la evaluación sensorial que el que tuvo la mayor aceptabilidad fue el queso elaborado con 0.5 ml de cuajo vegetal de esta manera nos da a conocer que el nivel óptimo para elaborar el queso es el T2.
- El rendimiento del queso si fue afectado por el porcentaje de cuajo vegetal debido a ello se observa que el T2 tiene la mejor capacidad proteolítica para atrapar la caseína en cambio en los demás tratamientos se observa que también tienen una mejor capacidad proteolítica pero con una textura ligeramente firme, los cuales no están dentro de los valores de estándar que reporta la NORMA CODEX.

## **V. RECOMENDACIONES**

- Evaluar el comportamiento del queso fresco elaborado con cuajo vegetal almacenadas en tiempos diferentes.
- Evaluar el tiempo de coagulación de la leche para la elaboración del queso fresco
- Estudio de identificación de otras plantas con cuajo vegetal para la elaboración de queso.
- Tener mucho cuidado al incorporar el cuajo vegetal ya que tiene que ser en las temperaturas adecuadas.

## VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alcaraz. (2015). Estudio de cuagulantes vegetales en la elaboración de quesos frescos de cabra. Facultad de veterinaria. Universidad de Murcia. España.
- Amiot J. (1991). Ciencia y Tecnología de la Leche. Ed. Acribia S.A. Zaragoza, España.
- Aguado R. (1999). Elaboración de queso asadero con leche pasteurizada y maduración indirecta. Departamento de ingeniería agroindustrial. Universidad Autónoma Chapingo. México.
- AOAC, 1995. Métodos de análisis y muestreo para productos lácteos.
- Bendolla S. Duenas C., 2004, Introducción a la Tecnología de Alimentos, Segunda Edición, Editorial Limusa. México D.F. 315 PP.
- Castañeda R. (2002). La reología en la tipificación y la caracterización de quesos en: Tecnología Láctea Latinoamericana. Vol. 20, No.26 (2002); p. 48-53
- 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.
- Chazarra S, Sidrash I. Lopez-Molina D y Rodríguez-López J N (2007)Characterization of the milk-clotting properties of extracts from artichoke (*Cynara scolymus* L.) flowers. *International Dairy Journal* 17 1393–1400.
- Codex Alimentario. (2011). Leche y productos lácteos. Segunda edición; p. 68- 70
- Capra, 2003. Principios básicos en la elaboración de queso de Cabra (en línea). Consultado el 3 de junio de 2004. Disponible en: <http://capra.iespana.es/capra/basico/principios.htm>

- Capraispana et al, 2006. Efecto de la concetracion del cultivo láctico y acidez de corte en el queso. España.
- Codex alimentario 2001. Leche y productos lácteos. Norma Oficial –FAO. Roma , Italia
- Espinoza , 2007. Métodos estadísticos para la Ingeniería. España.
- Escobar Jaime. E, 1990, “Fabricación de productos lácteos”, Primera Edición, Editorial Acribia, S. A., Zaragoza – España, 54-118 pp.
- FAO, 1981, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.
- Fernandez – garcia et al, 1994. Use of powdered vegetable coagulant in the manufacture of ewe’s milk cheeses. *Journal of the Science of Food and Agriculture* **82** 464–468.
- Gutiérrez, H.; de la Vara, R. 2004. Análisis y Diseño de Experimentos. Edit. McGrawHill. Mexico.
- Gavilanes P., Salazar D, 2003, “Comparación del uso de un aditivo estabilizante (Gelatina) en el queso fresco.”, Tesis de Grado Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos, 6-37 pp.
- Gasteiz et al, 2007. Tipos de cuajos y sus características Dpto. de bioquímica y biología molecular. Universidad del País Vasco. España.
- Garcia. (2010). Empleo de cuagulantes vegetales con la leche de cabra murciano-granada. Departamento tecnología de alimentos, facultad de veterinaria. Universidad de Murcia-España.
- Grasselli M.; Naverro A.; Fernández H.; Miranda M.; Camperi S.; Cascone O. (1997). Revista de Divulgación y Tecnología de la asociación Ciencia Hoy. Volumen 8. Número 43.
- Hashim et al, 2011 Hashim M M, Mingsheng D, Iqbal M F y Xiaohong C (2011) Ginger rhizome as a potential source of milk coagulating cysteine protease. *Phytochemistry* **72** 458.



- Hashim M M, Mingsheng D, Iqbal M F y Xiaohong C (2011) Ginger rhizome as a potential source of milk coagulating cysteine protease. *Phytochemistry* **72** 458– 464
- ISO, 1975. ISO (1975) *Determination of fat content. Van Gulik method*. ISO standard 3433. Génova: International Organization for Standardization.
- Jaros D. (2001). Milk fat composition affects mechanical and rheological properties of processed cheese. En: *Applied Rheology*. Vol. 11, No. 1 (2001); p. 19-25.
- Jacob M, Jaros D Y Rohm (2011). Recent advances in milk clotting activity. *International Journal of Dairy Technology* 64 14–33.
- Keanting. P. 1999. *Introducción a la Lactología*. 2 ED. México, D.F. Editorial Limusa S.A. de C.V. Grupo Noriega Editores. 316p.
- Morales, A. (1994). *La evaluación sensorial de los alimentos en teoría y en práctica*. 1ª ed. España, Madrid. Edit. ACRIBIA.
- Medina, 1997. *Determinación de los costos de calidad en el proceso de producción del queso*. Tesis Graduación de la Facultad de ciencias humanísticas y económicas.
- Nolios et al, 2011. *Estudio del cuajo vegetal flor del cardo silvestre (Cynara cardunculus subsp. Flavescens) para la elaboración de queso fresco*". Tesis de grado Universidad de Valencia. España.
- Luluaga S.; Nuñez M. (2010). *Guía de elaboración de quesos artesanales. Proyecto piloto calidad II. Cartilla del participante*. Tucumán 2010
- López G.; Palomec E.; Carrasco K.; Mata R.; Castillejos Z.; Ramírez E.; Cabrera R. (2012). *Elaboración del queso fresco "cuajada" con dos tipos de cuajos comerciales: impacto sobre las reacciones de preferencia de los consumidores*. *Revista Venezolana de Ciencia y Tecnología de Alimentos*. 3 (1)
- Ordóñez J., 1998, "Tecnología de los Alimentos Volumen II Alimentos de origen animal", Editorial Síntesis, Madrid España, 364 pp.

- Ordiales. (2012). Caracterización del cardo (*cynara cardunculus*, L.) para su uso como cuajo vegetal en el proceso de elaboración de la torta de casar. Departamento de producción animal y ciencia de los alimentos. España.
- Salazar M.G.; Cota A.G.; Silveira M.I.; 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. Sn. Lima, Perú. Edit. Infoalimentos
- Revilla A. (1995). Tecnología de la leche; Procesamiento Manufactura y Análisis. IICA. San José, Costa Rica, 399 p.
- Robinson R, Wilbey R. 2002, Fabricacion de queso, segunda Edicion, Editorial Acribia, S. A, Zaragoza – España, 11-323 pp.
- Shah M.A. Mir S. A. 2004, Plant proteases as milk-clotting enzymes in cheesemaking: a review. *Dairy Science and Technology* 94 5-16.
- Pino A, Prados F, Galan E, McSweeney P L H y Fernández-Salguero J (2009) Proteolysis during the ripening of goats' milk cheese made with plant coagulant or calf rennet. *Food Research International* **42** 324–330
- Pappa E C, Kandarakis I, Anifantakis E M y Zerfiridis G K (2006) Influence of types of milk and culture on the manufacturing practices, composition and sensory characteristics of Teleme cheese during ripening. *Food Control* **17** 570–581.
- Ponce P.; Clergé L. (2001). Informe Técnico sobre la misión del Grupo de Expertos GLP a Colombia, México y Venezuela. Tercera Reunión Anual del grupo FAO-GLP, La Habana 25-30 de Marzo de 2001.
- Revilla A. (1995). Tecnología de la leche; Procesamiento Manufactura y Análisis. IICA. San José, Costa Rica, 399 p
- Ruiz A. (2007). Aplicación de hidrocoloides en queso procesado untable. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Austral de Chile

Sierra. (2001). Restituto. *Introducción a la Investigación Educativa*. p. 166

Veisseyre, (1998). Veisseyre R. *Lactología técnica*. Ed. Acribia, Zaragoza, 1998

Torres A.; Gudiño S. (2008). Evaluación del tiempo de prensado y tiempo de maduración en queso semimaduro tipo Cheddar. Facultad de ingeniería en ciencias agropecuarias y ambientales Escuela de ingeniería agroindustrial. Universidad Técnica del Norte.

## WEBGRAFÍA

Alvarado C.; López C. (2000) "Aislamiento, identificación y caracterización de bacterias lácticas de un queso ahumado andino artesanal. Posterior uso como cultivo iniciador. Tesis de Licenciatura". [en línea]. Universidad de los Andes, Facultad de Ciencias, Dpto. de Biología, Laboratorio de biotecnología "Sixto David Rojo". Mérida – Venezuela. (Disponible en: [http://tesispre.serbi.ula.ve/tede/tde\\_arquivos/7/TDE-2005-02-15T11:28:10Z17/Publico/carmencalvarado.pdf#search=%22carmencalvarado.pdf%22.>](http://tesispre.serbi.ula.ve/tede/tde_arquivos/7/TDE-2005-02-15T11:28:10Z17/Publico/carmencalvarado.pdf#search=%22carmencalvarado.pdf%22.>)[fecha de acceso: 04-2013])

Alais, C. y Lacasa, A. (2003). *Ciencia de la leche: Principios de la técnica lechera*. Edit. Reverté 4ta ed. Barcelona. (Disponible en: [http://books.google.com.ec/books?id=bW\\_ULacGBZMC&pg=PA617&dq=definicion+de+queso#v=onepage&q=&f=false](http://books.google.com.ec/books?id=bW_ULacGBZMC&pg=PA617&dq=definicion+de+queso#v=onepage&q=&f=false). [fecha de acceso:04-2015]).

González, Manuel. (2002) "Tecnología para la Elaboración de Queso Blanco, Amarillo y Yogurt" [en línea]. Senacyt - Ampyme. Soná, Panamá. (Disponible en: [http://www.senacyt.gob.pa/g\\_innovacion/facitec/docs/ft-8.pdf](http://www.senacyt.gob.pa/g_innovacion/facitec/docs/ft-8.pdf)> [fecha de acceso: 04-2015].)

Hill A. (2006a). Dairy Chemistry and Physics Department of Food Science, University of Guelph. Ontario, Canada. (Disponible en: <http://www.foodsci.uoguelph.ca/dairyedu/chem.html> > [fecha de acceso: 04-2015]).

HILL A. (2006*b*) "Cheese making" [en línea]. Department of Food Science, University of Guelph. Ontario, Canadá. (Disponible en: <http://www.foodsci.uoguelph.ca/cheese/welcom.htm>> [fecha de acceso:04-2015]).

Herrera A, 2009, El cuajo vegetal, disponible en (<http://www.queserialoscorrales.com/cuajo%20vegetal.htm>)

# ANEXO

**ANEXO 01:**

Matriz de consistencia.

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	DEFINICIÓN DE OPERACIONES			RECOLECCIÓN DE DATOS	
			VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DISEÑO O MÉTODO	INDICADORES	INSTRUMENTO
¿Cuál es el efecto del cuajo vegetal látex de higuera ( <i>Ficus carica Linnaeus</i> ) en las características físico-químicas, organolépticas y rendimiento en el queso fresco?	Evaluar el efecto del cuajo vegetal Látex de higuera ( <i>Ficus carica Linnaeus</i> ) en las características físico-químicas, organolépticas, y rendimiento en el queso fresco.	El cuajo vegetal no tiene efecto significativo en la elaboración del queso fresco en sus características físico-químicas, organoléptica y rendimiento.	<b>Variable independiente:</b> Cantidad de cuajo (0.3 ml, 0.5 ml y 1 ml) x litro de leche	Se adicionara el cuajo vegetal extraído del higo verde látex de higuera ( <i>Ficus carica Linnaeus</i> ) en la leche.	Experimental	Porcentaje de adición	medida en %
			<b>Variables salida:</b> Características físicoquímicas, organolépticas y rendimiento.	Se determinará el efecto del cuajo vegetal látex de higuera ( <i>Ficus carica Linnaeus</i> ) en el queso fresco.			
					Organolépticas	- escala hedónica	
		Rendimiento	- medida en Kg.				

## ANEXO 02

Las características fisicoquímicas a los tratamientos del queso (por triplicado).

características	T1	T2	T3
Acidez (°D)	11.50	16.45	20.70
	11.35	13.50	22.55
	12.65	17.00	24.65
pH	6.50	6.34	6.20
	6.57	6.27	5.90
	6.60	6.57	5.85
Humedad	38.04	41.19	49.30
	40.17	40.46	49.49
	43.28	42.52	41.46
Textura	0.60	0.52	0.80
	0.50	0.70	0.70
	0.51	0.72	0.75

### ANEXO 03

Datos individuales de evaluación del rendimiento quesero

	CVT1	CVT2	CVT3
R1	115.00	150.00	143.00
R2	120.00	145.00	135.00
R3	130.00	160.00	138.00



## ANEXO 04

Datos individuales del análisis sensorial del queso para los tratamientos

Panelista	COLOR			OLOR			SABOR		
	CVT1	CVT2	CVT3	CVT1	CVT2	CVT3	CVT1	CVT2	CVT3
1	2	2	2	2	3	2	3	1	2
2	3	2	2	3	2	3	1	3	3
3	2	2	3	3	4	3	3	4	4
4	1	2	2	3	4	2	2	2	3
5	3	3	3	2	3	2	3	3	2
6	2	3	2	2	2	3	2	4	3
7	2	2	3	2	1	3	3	2	3
8	3	2	2	2	2	2	2	1	1
9	1	1	3	3	2	3	3	2	3
10	3	3	2	2	2	2	2	3	2
11	3	2	3	3	3	2	4	3	2
12	2	2	3	3	4	3	3	4	4
13	1	2	2	3	4	2	2	2	3
14	2	3	2	2	3	2	3	3	2
15	3	3	2	2	2	3	2	4	3
16	2	2	3	2	1	3	3	2	3
17	3	2	2	2	2	2	2	1	1
18	1	1	3	3	2	3	3	2	3
19	3	3	2	2	2	2	2	3	2
20	3	2	3	3	3	2	4	3	2

Panelista	ASPECTO			TEXTURA			CONSISTENCIA		
	CVT1	CVT2	CVT3	CVT1	CVT2	CVT3	CVT1	CVT2	CVT3
1	2	2	2	2	3	3	2	3	2
2	1	2	3	2	3	3	2	3	3
3	2	4	4	3	3	5	2	3	3
4	2	3	3	3	3	3	3	2	3
5	2	3	3	2	2	1	2	3	2
6	1	2	2	1	2	2	1	1	2
7	1	3	3	2	3	1	2	3	3
8	4	2	2	3	2	1	3	2	2
9	2	3	4	3	2	3	3	3	2
10	2	3	3	2	3	3	2	3	2
11	2	1	2	3	1	2	2	2	3
12	2	4	4	3	3	5	2	3	3
13	2	3	3	3	3	3	3	2	3
14	2	3	3	2	2	1	2	3	2
15	1	2	2	1	2	2	1	1	2
16	1	3	3	2	3	1	2	3	3
17	4	2	2	3	2	1	3	2	2
18	2	3	4	3	2	3	3	3	2
19	2	3	3	2	3	3	2	3	2
20	2	1	2	3	1	2	2	2	3

## ANEXO 05

Hoja de evaluación sensorial

Fecha: \_\_\_\_\_ Catador: \_\_\_\_\_

Marque con una "X" la alternativa que usted considere.

### COLOR

Puntuación	Alternativas	Código		
		T1	T2	T3
1	Anaranjado uniforme			
2	Anaranjado pálido			
3	Con manchas			
4	Manchas grandes			
5	Colores extraños			

### OLOR

Puntuación	Alternativas	Código		
		T1	T2	T3
1	Me gusta mucho			
2	Me gusta			
3	Me gusta poco			
4	No agradable			
5	Mal oliente			

### SABOR

Puntuación	Alternativas	Código		
		T1	T2	T3
1	Me gusta mucho			
2	Me gusta			
3	Me gusta poco			
4	No agradable			
5	Desagradable			

### ASPECTO (Externo del queso)

Puntuación	Alternativas	Código		
		T1	T2	T3
1	Corteza muy lisa			
2	Corteza lisa			
3	Con ligeros cortes			
4	Cortes profundos			
5	Muy irregular			

### TEXTURA

Puntuación	Alternativas	Código		
		T1	T2	T3
1	Muy lisa			
2	Lisa			
3	Pocos hoyuelos de gas			
4	Quebradizo / pegajoso			
5	Con hoyos grandes, o grietas			

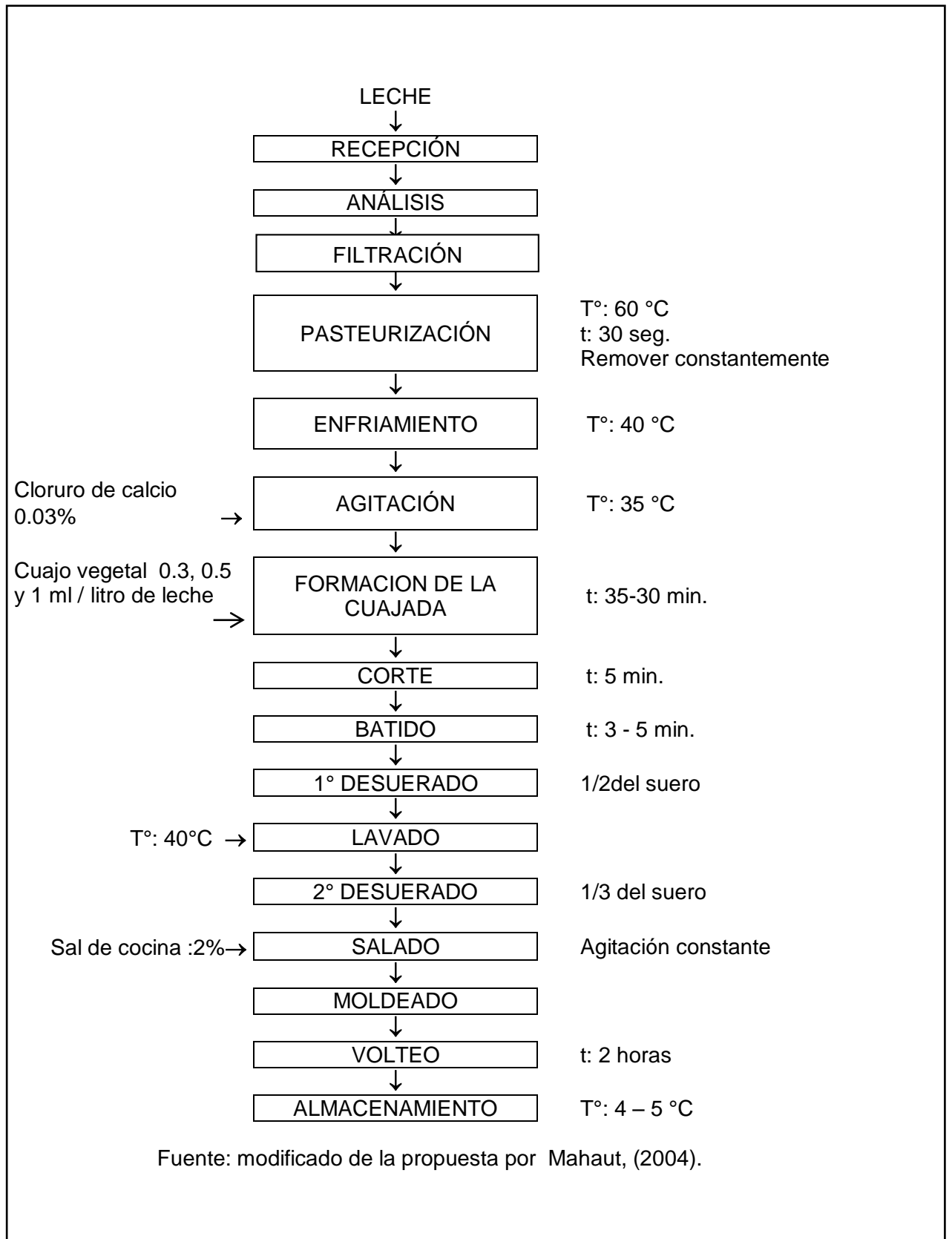
### CONSISTENCIA

Puntuación	Alternativas	Código		
		T1	T2	T3
1	Firme			
2	Ligeramente firme			
3	Blanda			
4	Dura			
5	Muy dura			

OBSERVACIONES: \_\_\_\_\_

## ANEXO 06

Diagrama de flujo de elaboración del queso fresco con cuajo vegetal.



## ANEXO 07

### FOTOGRAFÍAS DE LA ELABORACIÓN DEL QUESO CON CUAJO VEGETAL



Foto 01: Recolección de higo verde para extraer látex.-lugar Santa Rosa.



Foto 02: Fruto del higo verde, para posterior extracción del cuajo vegetal.



Foto 03: Extracción del Látex de higo





Foto 04: Látex de higo extraído en el laboratorio



Foto 05: Determinación de acidez de la leche.



Foto 06: Pasteurización de la leche



Foto 07: Adición de cuajo vegetal





Foto 08: Corte de la cuajada



Foto 09: Queso para prensar con cuajo vegetal



Foto 10: Moldeado de los quesos



Foto 11: Muestra de queso con cuajo vegetal



Foto 12: Determinación de la textura de la textura de queso.



Foto 13: Muestras de queso para la evaluación sensorial





Foto 14: Panelistas en plena evaluación sensorial

