

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



**EFFECTO DE LA CARRAGENINA EN LAS
CARACTERÍSTICAS FISICOQUÍMICAS,
MICROBIOLÓGICAS Y ORGANOLÉPTICAS
DEL QUESO FRESCO**

Presentado por:

Br. HAYDEÉ AMAO ABARCA

**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:

Br. HAYDEÉ AMAO ABARCA

**EFFECTO DE LA CARRAGENINA EN LAS
CARACTERÍSTICAS FISICOQUÍMICAS,
MICROBIOLÓGICAS Y ORGANOLÉPTICAS
DEL QUESO FRESCO**

Asesor:

Ing. FREDY TAIPE PARDO

Co-Asesor:

Blga. MARÍA DEL CARMEN DELGADO LAIME

ANDAHUAYLAS - APURÍMAC - PERÚ

2017

APROBACIÓN DEL ASESOR Y CO-ASESORA DE TESIS

los que suscribimos:

Ing. Fredy Taipe Pardo, identificado con **Colegiatura CIP N° 88460**, profesor asociado a tiempo completo, adscrito al Departamento Académico de Ingeniería y Tecnología Agroindustrial, y la **Blga. María del Carmen Delgado Laime**, identificado con **colegiatura CIP N° 5895**, profesora asociada a tiempo completo, adscrito al Departamento Académico de Ciencias Básicas y Humanas, por la presente:

Certifica,

Que la bachillera en Ingeniería Agroindustrial **HAYDEÉ AMAO ABARCA** ha culminado satisfactoriamente el informe final de tesis intitulado: **"EFECTO DE LA CARRAGENINA EN LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS, MICROBIOLÓGICAS Y ORGANOLÉPTICAS DEL QUESO FRESCO"**, para optar el título profesional de Ingeniería Agroindustrial.

Andahuaylas, 12 de enero del 2018

.....
Ing. Fredy Taipe Pardo

Asesor

.....
Blga. María del Carme Delgado Laime

Co-asesora

.....
Br. Haydeé Amao Abarca

Tesista

APROBACIÓN DEL JURADO DICTAMINADOR

LA TESIS: "EFECTO DE LA CARRAGENINA EN LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS, MICROBIOLÓGICAS Y ORGANOLÉPTICAS DEL QUESO FRESCO "; para optar el título profesional de Ingeniería Agroindustrial, ha sido evaluado por el jurado dictaminador conformado por:

PRESIDENTE: Ing. MSc. Julio César Sichez Muñoz

PRIMER MIEMBRO: Ing. Mg. Abel Manuel Serna Herrera

SEGUNDO MIEMBRO: Ing. Juvenal Rivas Leguía

Habiendo sido aprobado por UNANIMIDAD/MAYORÍA, en la ciudad de Andahuaylas el día 23 del mes de noviembre del 2017

Andahuaylas, 12 de enero del 2018

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

.....
Ing. Mag. Abel Manuel Serna Herrera
Primer Miembro del Jurado Evaluador

.....
Ing. Juvenal Rivas Leguía
Segundo Miembro del Jurado Evaluador

DEDICATORIA

A Dios quién supo darme la fuerza para alcanzar mis objetivos, a mis queridos padres Paulina y Santos, por brindarme el apoyo incondicional a quienes les debo todo lo que soy, y a mis hermanos por su comprensión y motivación.

Amao Abarca, Haydeé

EPÍGRAFE

“Da tu primer paso ahora. No importa que no veas el camino completo. Solo da tu primer paso y el resto del camino ira apareciendo a medida que camines.”

Martin Luther King

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Nacional José María Arguedas, Facultad de Ingeniería, Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial (EPIA) que me abrió las puertas para mi formación profesional.

A mi asesor Ing. Fredy Taipe Pardo por dedicarme su tiempo para la realización de la investigación por sus aportes académicos, consejos y recomendaciones valiosas durante el desarrollo de la Tesis, considero uno de los mejores docentes de la EPIA.

A mi co-asesora Blga. María del Carmen Delgado Laime por dedicarme su tiempo para la realización de la investigación por sus aportes académicos, consejos y recomendaciones valiosas durante el desarrollo de la Tesis, considero una de las mejores docentes de la EPIA.

A los catedráticos: Ing. MSc. Julio César Sichez, Muñoz, Ing. Mg. Abel Manuel Serna Herrera, Ing. Juvenal Rivas Leguía, ing. MSc. Fidelia Tapia Tadeo, Ing. Rosa Huaraca Aparco, Ing. David Juan Ramos Huallpartupa, Ing. MSc. Carlos Alberto Ligarda Samanez, Ing. MSc. David Choque Quispe, Ing. MSc. Thomas Ancco Vizcarra a todos por contribuir en mi formación profesional y a la Bach. Violeta Yupanqui Huacre por brindarme con los materiales de laboratorio.

A mis amigos (as) Aydee, Aydi, Yaneth, Maribel, Elizabeth, fany, Eufemia, Sunilda, Jedeón, Percy alhuay con quienes compartí gratos momentos dentro de las aulas universitarias, así como horas de estudio y dedicación, además fueron quienes me animaron y colaboraron para desarrollar mi tesis.

ÍNDICE GENERAL

Página

APROBACIÓN DEL ASESOR Y CO-ASESORA DE TESIS	iii
APROBACIÓN DEL JURADO DICTAMINADOR	iv
DEDICATORIA	v
EPÍGRAFE	vi
AGRADECIMIENTO	vii
ÍNDICE DE TABLAS	xi
ÍNDICE DE FIGURAS	xii
ÍNDICE DE ANEXOS	xiii
ABREVIATURA Y UNIDADES	xiv
RESUMEN	xv
ABSTRACT	xvi
CAPITULO I	1
INTRODUCCIÓN	1
1.1. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	2
1.1.1. OBJETIVO GENERAL	2
1.1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	2
CAPITULO II	3
REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	3
2.2. Bases teóricas	5
2.2.1. Leche	5
2.2.2. Propiedades fisicoquímicas de la leche	6
2.2.3. El Queso	6
2.2.4. Valor nutricional del queso	7
2.2.5. Clasificación de los Quesos	7
2.2.6. Clasificación de los quesos según el método de coagulación	8
2.2.7. La Coagulación	9
2.2.8. Etapas de la fabricación de los quesos	9
2.2.9. Análisis Sensorial del Queso	13
2.2.10. Hidrocoloides	13
2.2.11. Clasificación de los hidrocoloides	15

2.2.12. Aplicación de los hidrocoloides	16
2.2.13. Hidrocoloide carrageninas.	16
2.2.14. Clasificación.....	17
2.2.15. Obtención de algas rojas	18
2.2.16. Aplicaciones.....	18
2.2.17. Funcionalidad de la carragenina en algunas aplicaciones:.....	18
2.2.18. Las carrageninas desde el punto de vista químico.....	19
2.2.19. Proceso de producción de la carragenina	21
2.2.20. Propiedades de la carragenina	21
2.3. MARCO CONCEPTUAL	24
CAPITULO III.....	27
MATERIALES Y METODOLOGÍA	27
3.1. LUGAR DE EJECUCIÓN	27
3.2. MATERIA PRIMA	27
3.3. MATERIAL DE ESTUDIO	27
3.3.1. UNIVERSO Y/O POBLACIÓN	27
3.3.2. MUESTRA	27
3.3.3. DISEÑO EXPERIMENTAL.....	28
3.4. MATERIALES, EQUIPOS E INSUMOS	28
3.5. METODOLOGÍA	30
3.5.1.PROCESO DE ELABORACIÓN DEL QUESO FRESCO CON CARRAGENINA	30
3.6. ANÁLISIS EXPERIMENTALES.....	34
3.6.1. Evaluación de las características fisicoquímicas del queso fresco con Carragenina.....	34
3.6.2. Determinación del rendimiento práctico	34
3.6.3. Análisis microbiológico.....	35
3.7. EVALUACIÓN SENSORIAL	35
3.7.1. Panelistas	35
3.7.2. Atributos de Evaluación	35
3.7.3. Preparación de la Muestra	36
3.7.4. Características de los Atributos Organolépticos	37
3.8. DISEÑO DE CONTRASTACIÓN	37
3.9. ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	38

3.9.1. Pruebas paramétricas o cuantitativas	38
Criterio para la prueba de hipótesis	38
3.9.2. Pruebas no Paramétricas o Cualitativas	39
A. Test de Friedman	39
A. Correlación de Pearson	39
3.10. PRUEBA DE HIPÓTESIS	40
CAPITULO IV	38
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	38
4.1. DETERMINACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FISICOQUÍMICAS DEL QUESO FRESCO.....	38
4.2. EVALUACIÓN DEL ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO	45
4.3. EVALUACIÓN SENSORIAL	46
4.4. BALANCE DE MASA	48
CONCLUSIONES.....	52
RECOMENDACIONES.....	53
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	54
WEBGRAFÍA.....	57
ANEXOS	59

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla de contenido	
Tabla 1: Concentración de algunos compuestos en la leche.	6
Tabla 2: Clasificación de hidrocoloides	15
Tabla 3: Arreglo experimental-DCA	28
Tabla 4: Equipos.....	28
Tabla 5: Instrumentos	29
Tabla 6: Materiales	29
Tabla 7: Insumos	30
Tabla 8: Reactivos	30
Tabla 9: Escala hedónica de preferencia	36
Tabla 10. De acuerdo Luluaga y Núñez, (2010), estos fueron:	37
Tabla 11: Características fisicoquímicas del queso con diferentes porcentajes de adición de carragenina.....	38
Tabla 12: Rendimiento quesero de los tratamientos	44
Tabla 13: Recuento microbiológico del queso para los tratamientos.....	46
Tabla 14: Valoración de los atributos sensoriales del queso en sus diferentes tratamientos.....	47
Tabla 15: Entradas y salidas de materia prima del proceso de queso fresco	48
Tabla 16: Balance de masa para el queso elaborado QCT1- R1	50

ÍNDICE DE FIGURAS

Tabla de contenido	
Figura 1: Estructuras químicas de las carrageninas.....	20
Figura 2: Diagrama de flujo de elaboración del queso fresco.....	33
Figura 3: Diagrama de medias para la acidez del queso fresco.....	39
Figura 4: Diagrama de medias para el pH del queso	40
Figura 5: Diagrama de medias para las proteínas en el queso	41
Figura 6: Diagrama de medias para Humedad del queso fresco.....	42
Figura 7: Diagrama de medias para la textura del queso	43
Figura 8: Diagrama de medias para el rendimiento quesero.....	44
Figura 9: balance de masa.	49

ÍNDICE DE ANEXOS

Tabla de contenido

ANEXO 1. Datos individuales de las características fisicoquímicas de las réplicas de los tratamientos del queso.	59
ANEXO 2: ANOVA de un factor para las características fisicoquímicas de queso.....	60
ANEXO 3: Evaluación de comparación de tratamientos del Queso.	64
ANEXO 4: ANOVA del rendimiento quesero y evaluación del test Tukey	68
ANEXO 5: Datos individuales de evaluación del rendimiento quesero.....	69
ANEXO 6: Protocolo de trabajo microbiológico.....	69
ANEXO 7: Hoja de evaluación sensorial.....	70
ANEXO 8: Diagrama de bloque de elaboración cuantitativa del queso fresco con carragenina.....	72
ANEXO 9: FOTOGRAFÍAS DE LA REALIZACIÓN DE LA EXPERIMENTACIÓN EN LA ELABORACIÓN DEL QUESO FRESCO	73
Anexo 10: cuadro de matriz de consistencia.....	79

ABREVIATURA Y UNIDADES

T0	: Queso testigo .
T1	: Tratamiento 1.
T2	: Tratamiento 2.
DCA	: Diseños completamente aleatorizados.
pH	: Potencial de hidrogeniones.
t	: Tiempo.
T°	: Temperatura.
°D	: Grados dornic.
A	: Nivel de significancia.
ANOVA	: Análisis de varianza.
FAO	: Organización de las naciones unidas para la agricultura y la alimentación.
INIA	: Instituto Nacional de Innovación Agraria.
EPIA	: Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial.
UNAJMA	: Universidad Nacional José María Arguedas.
l	: litro.
m	: metro.
ml	: mililitro.
g	: gramo.
cm	: centímetro.
kg	: kilogramo.
min	: minuto.
s	: segundo.

RESUMEN

El presente trabajo de investigación tuvo por objetivo, determinar el efecto de la carragenina en las características fisicoquímicas, microbiológicas y organolépticas del queso fresco, para el cumplimiento de este objetivo se realizó la evaluación de las características fisicoquímicas del queso fresco elaborado, adicionando carragenina al 0.1, 0.5 y 1 %. Los parámetros que se tomaron en cuenta fueron: Acidez ($^{\circ}\text{D}$), pH, grasa (%), humedad (%), proteínas, textura ((kg/cm^2)), ceniza (%) y carbohidratos (%). Finalizada la evaluación se encontró que las características fisicoquímicas como: el pH, la acidez, grasa, humedad y proteínas, presentaron diferencia significativa ($p\text{-value} < 0.05$) entre los tratamientos que se utilizaron para elaborar el queso se tuvo como testigo al (T0), (T1) y (T2), variando estas características cuando se adiciona mayor cantidad de carragenina. Las características organolépticas del queso fresco elaborado para los tratamientos (T0), (T1) y (T2), no mostraron diferencia significativa ($p\text{-value} > 0,05$), presentando en la mayoría de los casos puntuaciones mayores a 2.0, 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 iguales ($p\text{-value} > 0.05$). La aplicación de la carragenina, no influye negativamente sobre el análisis sensorial y la textura del queso final, así mismo los resultados obtenidos a nivel sensorial, concuerdan con el análisis de perfil de textura.

Para la leche y el queso fresco en el análisis microbiológico, se demostró que para los tratamientos (T0), (T1) y (T2), los recuentos para *E. coli* y *Coliformes EC*, presentan valores menores al límite máximo legal ($\leq 10 \text{ ufc/ml}$).

En cuanto al rendimiento adicional obtenido, puede ayudar a disminuir los costos de producción, asociados con su elaboración, por presentar algunos defectos durante el proceso del queso fresco.

Palabras claves: *Queso fresco, carragenina, leche, características microbiológicas, características organolépticas, características fisicoquímicas*

ABSTRACT

The objective of this research was to determine the effect of carrageenan on the physicochemical, microbiological and organoleptic characteristics of fresh cheese, in order to comply with this objective, the physicochemical characteristics of the fresh processed cheese were evaluated, adding carrageenan to 0.1, 0.5 and 1%. The parameters that were taken into account were: Acidity ($^{\circ}$ D), pH, fat (%), humidity (%), proteins, texture ((kgf / cm²), ash (%) and carbohydrates (%). It was found that the physicochemical characteristics such as: pH, acidity, fat, humidity and proteins, presented significant difference (p-value < 0.05) between the treatments that were used to make the cheese was witnessed at (T0), (T1) and (T2), these characteristics varying when more carrageenan is added. The organoleptic characteristics of the fresh cheese prepared for the treatments (T0), (T1) and (T2), did not show significant difference (p-value > 0 , 05), presenting in most cases scores greater than 2.0, corresponding to: Color - Pale Orange, Odor - I like it, Taste - I like it, Appearance - With slight cuts, Texture - Smooth and Consistency - Slightly firm, these were tested with the Friedman cross test, in the that it was determined that the attributes for each treatment are equal (p-value > 0.05). The application of carrageenan does not negatively influence the sensory analysis and the texture of the final cheese, likewise the results obtained at sensory level, agree with the texture profile analysis.

For milk and fresh cheese in the microbiological analysis, it was shown that for the treatments (T0), (T1) and (T2), the counts for E. coli and Coliformes EC, present values lower than the legal maximum limit (\leq 10 cfu / ml).

As for the additional yield obtained, it can help to reduce production costs, associated with its production, by presenting some defects during the process of fresh cheese.

Key words: Fresh cheese, carrageenan, milk, microbiological characteristics, organoleptic characteristics, physicochemical characteristics

CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, la sociedad busca nuevas alternativas de alimentos que posean una fuente nutritiva de mayor calidad entre ellos los productos lácteos, razón por la cual, la presente investigación enfoca estos cambios que la sociedad sugiere, en vista de que estos productos son consumidos por las personas en diferentes etapas de la vida (niños, adolescentes y adultos mayores).

El queso, es un producto alimenticio sólido o semisólido derivado de la leche que se obtiene separando sus componentes como la cuajada y el suero. Es un elemento importante en la dieta de casi todas las sociedades porque es nutritivo, natural, fácil de producir en cualquier entorno. Durante el proceso final de elaboración del queso comúnmente se observa un bajo rendimiento, algunos defectos en su textura como resquebrajables y muy secos. Estos defectos hacen que el queso durante su comercialización no sea apetecible para el consumidor, estos tipos de inconvenientes se pueden solucionar con el manejo de algunas técnicas, pero existen diversas condiciones, donde es imposible aplicar estas técnicas, debido a razones económicas y desconocimiento. Estas limitaciones de desconocimiento constituyen un problema común en los países en desarrollo, especialmente cuando la producción quesera, se halla en expansión, en áreas de difícil acceso o se tienen pequeños rebaños

Los productores de la Provincia de Andahuaylas en general, dentro de sus actividades agropecuarias, producen queso del tipo fresco, el mismo que es comercializado en las ferias, mercados internos y externos, solo porque promete garantías económicas de recuperación debido a que presenta un período de almacenamiento más prolongado y facilidad de manejo en las bodegas.

Con las nuevas tecnologías para obtener mejores rendimientos en la elaboración del queso fresco, se observa que existen varios aditivos como las "gomas" cuyo término se reserva para las sustancias hidrófilas que dan soluciones viscosas o dispersiones cuando se tratan de agua caliente y fría. Los hidrocoloides se utilizan para incrementar la dureza en la formación de geles, estabilizar espumas, emulsiones, crear, dispersar y reducir la formación de cristales de hielo (Cernikova, Bunka, 2008), se adicionan a los productos alimenticios en cantidades muy

pequeñas; por lo general, inferiores al 1.0%; los más utilizados son almidones naturales y modificados, carrageninas, pectinas, goma xantana, y goma garrofin. Mediante la elaboración del queso fresco con carragenina, que mejora la consistencia y textura del queso fresco, se dará a conocer en el campo Agroindustrial un producto nuevo en el cual se va a utilizar menos materia prima y compensar con productos naturales, los que se han estudiado son los efectos de las gomas, cultivo láctico y la temperatura adecuada para el tiempo de vida útil, además los costos se reducirán con su uso. Esta será una de las alternativas para un producto nuevo, y por medio de ello mejorar el ingreso de los productores del queso fresco.

Por ello en la presente investigación se estudió el efecto de la carragenina en las características fisicoquímicas, microbiológicas y organolépticas del queso fresco, que permitirán contribuir con el desarrollo socio económico de la región y del país.

1.1. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.1.1. OBJETIVO GENERAL

- ❖ Determinar el efecto de la carragenina en las características fisicoquímicas, microbiológicas y organolépticas en el queso fresco.

1.1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ❖ Determinar el efecto de la carragenina en las características fisicoquímicas del queso fresco.
- ❖ Determinar el efecto de la carragenina en las características organolépticas del queso fresco.
- ❖ Determinar el efecto de la carragenina en las características microbiológicas en el queso fresco.

CAPITULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

Ramírez, (2011), "Desarrollo y selección de una mezcla de hidrocoloides como agente texturante en el desarrollo del queso tipo Gouda", en la presente investigación se estudió el efecto de tres (3) hidrocoloides, alginato de sodio, carragenina y gelatina; los cuales fueron mezclados entre ellos, hasta obtener trece (13) combinaciones, de acuerdo con un diseño estadístico de mezclas, con respuesta multivariada. Fueron evaluados en geles de leche al 1%, con y sin adición de 2% de cloruro de sodio, a los cuales, luego de ser preparados, se les realizó un análisis de perfil de textura como criterio para seleccionar el que mejor respuesta presentara, en términos del valor de dureza (más alto), adhesividad y cohesividad (más baja).

De acuerdo con esto, se seleccionaron tres (3) mezclas con la siguiente composición: a) 100 % carragenina, b) 50 % de gelatina y 50 % de carragenina y c) 33.33 % de alginato de sodio, 33.33 % de carragenina y 33.33 % de gelatina, que posteriormente, fueron aplicadas en la formulación de un queso tipo Gouda, el cual tuvo una maduración de dos (2) meses; utilizándose estas mezclas en dosis del 0.1% y evaluando el efecto en el comportamiento del queso en el tiempo. Como resultado la mezcla de mejor comportamiento, posteriormente fue involucrada en elaboración del queso tipo Gouda, con el fin de poder determinar entre tres (3) dosis, cuál era la de mejor comportamiento. De acuerdo con ello se evaluaron los siguientes tres (3) niveles de uso: 0.05 %, 0.1 % y 0.15 %, contra un testigo que no la contenía. Para las evaluaciones sensoriales.

Cuichan, (2010), en su trabajo de investigación, "Optimización a nivel de laboratorio de la humedad del queso fundido en bloque empleando estabilizadores hidrocoloides, en la empresa de lácteos Alpen Ss S.A. Provincia de Pichincha". En presente trabajo se estableció una formulación para la elaboración del queso procesado con la incorporación de goma Xanthan y Carragenina con concentraciones de 0.5 % 1 % y 2 %: se plantearon siete tratamientos de acuerdo a un diseño experimental y cada uno se llevó a cabo siguiendo el proceso de la elaboración habitual, se utilizó la mismo

cantidad de ingredientes como materia prima, sales fundentes , sorbato de potasio, colorante para determinar la influencia sobre la variable de respuesta; porcentaje de humedad. El análisis estadístico de los datos permitió determinar los dos mejores tratamientos T2 (Goma Xanthan 1 %) y T5 (carragenina 1 %) con respecto a los niveles de humedad idóneos para este tipo de quesos los mismos que posteriormente fueron sometidos a una evaluación sensorial para determinar el mejor tratamiento (T2) demostró que el producto elaborado cumple con todos los requisitos microbiológicos establecidos por INEN haciendo apto para el consumo humano.

Ruiz, (2007). En el estudio realizado “Aplicación de hidrocoloide en queso procesado unttable”. En la presente investigación se estableció una formulación base para el queso procesado para estudiar individualmente el efecto de la CMC, Carragenina y las gomas Xanthan, Tara, Guar y Locust-Bean y posteriormente las mezclas de gomas Guar-Xanthan (90:10) y LBG-Xanthan (50:50) en su punto sinérgico. El nivel de uso de cada hidrocoloide no afectó el pH del queso procesado. Pero si se observaron diferencias significativas entre las formulaciones que contenían hidrocoloides y el control sin estabilizante. Los resultados obtenidos en la evaluación sensorial demostraron que los prototipos de mejor aceptación por sus cualidades sensoriales fueron los que contenían Carboximetilcelulosa y las mezclas sinérgicas de gomas LBG-Xanthan. Además, se estableció para el atributo firmeza un ($R^2=0.7095$), lo cual indica que existe una correlación media entre las mediciones instrumentales y sensoriales. Al evaluar la firmeza instrumental aumentando la concentración de las diferentes gomas y mezclas empleadas, se observó que ésta llega a un punto de máxima firmeza y luego disminuye, ello como consecuencia de la inestabilidad que presentan las mezclas de proteínas y polisacáridos, con lo cual se explica la disminución de la fuerza de gel en ciertas concentraciones.

Marquez, (2013), en su trabajo de investigación, “efecto de diferentes concentraciones de carragenina kappa II en la elaboración de queso fresco prensado tipo sibundoy” en el presente trabajo se ha evaluado el efecto que tiene la adición de la carragenina kappa II, en concentraciones de 80, 100 y 120 mg/l en la fabricación de un queso fresco prensado previamente estandarizado tipo sibundoy (QFPTS) desde el punto de vista, química, microbiológico y sensorial.

Chiriboga, A. (2008), "Efecto de la adición de estabilizadores en el rendimiento, propiedades físico-químicas y sensoriales del queso crema zamorano" el queso crema es un producto fresco obtenido por coagulación enzimática, desuerado y madurado a base de leche. Actualmente el rendimiento del queso crema de la planta de lácteos de zamorano es 11.5 %. El objetivo general del estudio fue determinar el efecto de la adición de mezclas de estabilizadores en el rendimiento, propiedades físico-químicas y sensoriales del queso crema. Con esta finalidad se evaluó la adición de 100 gramos de estabilizador, compuesto por mezclas de goma Guar, Xanthan, carragenina, algarrobo y UNIESTAB por cada 100 litros de leche en la producción de queso crema. Se utilizó un diseño experimental BCA con 4 tratamientos y 3 repeticiones para un total de 12 unidades experimentales. La textura y purgas de suero fueron evaluadas en el día 1, 7, 14, 21, 28 después de elaborados. En el día 14, se evaluó cada tratamiento sensorialmente con un panel 12 personas no capacitadas consumidoras de queso. Las características físico-químicas evaluadas en el día 1 fueron: color, humedad, ceniza, grasa y proteínas. El tratamiento más aceptado fue el que contiene 80 % de Guar y 20 % Xanthan. El uso de estabilizadores aumento en 3.92 % el rendimiento teniendo texturas similares entre el control y el mejor tratamiento (P0.05). El costo variable de la elaborar un kilogramo de queso crema fue de L. 79.69 y al adicionar el mejor tratamiento disminuyo a L. 59.64 generando un ahorro de L. 20.05/ kg. Elaborar queso crema con estabilizador (80 % Guar y 20 % Xanthan) disminuyó los costos variables y aumento el rendimiento en la producción de queso crema sin que los consumidores noten una diferencia sensorial.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Leche

Leche es el producto higiénicamente obtenido de la secreción de la glándula mamaria de la hembra sana de los mamíferos, destinada a la alimentación de la cría. Ese producto debe estar libre de contaminantes o calostros y cumplir con algunas características físicas, químicas y microbiológicas establecidas.

Esas características se relacionan con aspectos como la densidad, acidez titulable, contenido de sólidos grasos y no grasos, cantidad de leucocitos, gérmenes,

patógenos, presencia de antisépticos, antibióticos y alcalinos. Este producto tiene a la especie animal, color, olor y sabor característicos.

El porcentaje de grasa varía según las estaciones del año, entre un 4.8 % durante el invierno y un 2.8 % en verano, pero la industria láctea estandariza este tenor graso a través de la homogenización, la que dispersa en forma pareja la grasa de la leche. (Tamine y Robinson) (1991).

2.2.2. Propiedades fisicoquímicas de la leche

Tabla 1: Concentración de algunos compuestos en la leche.

Compuestos (unidades/100 g)	Entera
Calorías	67.5
Carbohidratos (g)	4.75
Proteínas (g)	3.5
Grasas (g)	4.25
Calcio (mg)	119
Potasio (mg)	152
Fosforo (mg)	94
Sodio (mg)	50
Tiamina (µg)	37
Riboflavina (µg)	160
Vitamina A(UI)	148
Vitamina C (mg)	1,5

Fuente: Tamine y Robinson (1991)

2.2.3. El Queso

La food and Agriculture Organization (FAO) de las Naciones Unidas a diseño un código de principios (Code of Principales) que dio la siguiente definición, el queso es el producto fresco o madurado obtenido por drenaje (de líquido) tras la coagulación de la leche, nata, leche desnatada o parcialmente desnatada, grasa de la leche o una combinación de dichos ingredientes. (R. Scott, 2002)

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).

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).

2.2.4. Valor nutricional del queso

El queso comparte casi las mismas propiedades nutricionales con la leche, excepto que contiene más grasas y proteínas concentradas. Además de ser fuente proteica de alto valor biológico, se destaca por ser una fuente importante de calcio y fósforo, necesarios para la remineralización ósea. Con respecto al tipo de grasas que nos aportan, es importante volver a señalar que se trata de grasas de origen animal, y por consiguiente son saturadas, las cuales influyen muy negativamente ante enfermedades cardiovasculares y la obesidad o sobrepeso. En cuanto a las vitaminas, el queso es un alimento rico en vitaminas A, D y del grupo B. (Madrid, A. 1996). Gracias a todos los nutrientes importantes que el queso aporta, debe estar presente en una dieta sana y equilibrada, aunque deberá ser consumido con moderación. La mejor opción es elegir, quesos frescos desnatados tipo Burgos, ricotas, requesón, o versiones de bajo contenido graso, tanto para los niños como para adultos, ya que solo en este tipo de quesos, se ve modificado su contenido graso, pero no el resto de vitaminas y minerales. Las personas con intolerancia a la lactosa o alérgicas, deben tener especial cuidado, restringiendo su consumo, o tomando solo aquellos que su organismo tolera sin generar reacciones adversas. (Madrid, A. 1996).

2.2.5. Clasificación de los Quesos

A. Queso Fresco.

Son los productos higienizados sin madurar, que después de su fabricación están listos para el consumo. Pueden ser blandos o duros, grasos o magros. Su cuajado puede ser enzimático (por cuajo), por acidez (con cultivo láctico o con ácido

orgánico). Puede ser prensado o no, molido o sin moler, de pasta cocida o no. (Ramírez, 2011).

Su duración sanitaria no pasa de los treinta días y generalmente necesitan refrigeración.

B. Queso Semimadurado.

Es el producto higienizado que después de su fabricación, se mantiene un tiempo mínimo de diez (10) días, en condiciones ambientales apropiadas, para que se produzcan los cambios bioquímicos y físicos característicos de este tipo de queso. (Ramírez, 2011).

C. Queso Madurado.

Es el producto que después de su fabricación, permanece un tiempo determinado, en condiciones ambientales apropiadas, para que se produzcan los cambios bioquímicos y físicos característicos de este tipo de quesos. Cuando el queso se elabora a partir de leche higienizada, este tiempo no debe ser menor de veinte (20) días y cuando es elaborado a partir de la leche cruda el tiempo no debe ser menor de treinta (30) días. (Ramírez, 2011).

D. Queso madurado por mohos

Es el producto higienizado que después de su fabricación se mantiene un tiempo mínimo de diez (10) días en condiciones ambientales apropiadas, para que se produzcan cambios bioquímicos y físicos de maduración; debidos, principalmente al desarrollo de mohos específicos en su interior, exterior o en ambas partes. (Ramírez, 2011).

2.2.6. Clasificación de los quesos según el método de coagulación

Se puede distinguir varios tipos de coagulación para elaborar quesos, entre ellos:

- ❖ Coagulación por la acción enzimática del queso
- ❖ Coagulación por acción enzimática de cuajos microbianos
- ❖ Coagulación por acidificación
- ❖ Coagulación combinada
- ❖ Coagulación con extractos vegetales

2.2.7. 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 juntos). En la leche normal, la agregación es evitada por dos factores. Si uno de estos factores se elimina los micelios se agregarán y formarán un gel parecido a la gelatina (Hill, 2006*b*).

- ❖ 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*).

2.2.8. 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 cuajo

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).

2.2.9. Análisis Sensorial del Queso

Morales (1994), señala que la calidad organoléptica del queso, se refiere a los atributos que posee. El análisis sensorial o cata es el examen de las propiedades organolépticas de un producto realizable con los sentidos, utilizando al hombre como instrumento de medida.

La precisión y reproductibilidad de los métodos instrumentales son mayores que las de un jurado de degustación. Puede darse el caso de que dos quesos totalmente diferentes organolépticamente presenten datos analíticos, químicos y microbiológicos iguales (Chamorro, 2002). De aquí se deduce la importancia del análisis sensorial, para los siguientes fines:

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

2.2.10. Hidrocoloides

Los hidrocoloides o gomas son, mayoritariamente, hidratos de carbono, compuestos de osas y sus derivados oxidados y condensados (ácidos urónicos, mananos, galactanos, etc.); se encuentran muy difundidos en la naturaleza. Son polímeros de cadenas largas, los cuales se disuelven o dispersan en agua, para dar propiedades viscosantes o gelificante; también, son usados para dar efectos secundarios, deseables en alimentos como estabilización de emulsiones, suspensión de partículas, control de cristalización e inhibición de sinéresis (Cernikova, Bunka. 2010).

En general, presentan alta capacidad de retención de agua y modifican las características reológicas, en distinto grado, según las condiciones de elaboración del gel, como, por ejemplo: pH, temperatura, presión, hidratación y fuerza iónica. La mayoría de las gomas son polisacáridos muy complejos, que pueden ser aniónicos o neutros. Existen varios factores que influyen en la viscosidad y las propiedades reológicas de las dispersiones de gomas: la concentración del polímero, su peso molecular medio, las interacciones que tenga con otros y el esfuerzo cortante al que se sujeten. La mayoría de las gomas, se comportan como fluidos pseudoplásticos, cuya característica principal es la reducción de la viscosidad, a medida que aumenta el esfuerzo cortante; esta propiedad, es muy importante en alimentos semifluidos, viscosos, que están sujetos a diferentes manipulaciones mecánicas (Valencia, 1997). Los hidrocoloides están destinados a cumplir diversas funciones como agentes espesantes y gelificantes, modificadores de cristalización del hielo, agentes de suspensión y de estabilización de las emulsiones, de espumas, entre otras. Estas últimas funciones, suelen reunirse, frecuentemente, bajo la denominación genérica de “estabilizantes”.

La clasificación de uno u otro gelificante, se basa, en gran parte, sobre la textura deseada. Desde el punto de vista reológico, los geles, presentan un comportamiento visco-elástico muy marcado y existe un gran número de métodos para describir y garantizar este comportamiento.

Existen diferentes clases de gomas como las derivadas de semillas, los exudados de plantas y las gomas microbianas. Define (Alvare, 1987) sobre dos categorías fundamentales de “Gomas naturales y naturales modificadas”; las naturales son aquellas que pueden encontrarse en la naturaleza y son obtenidas a partir de extractos de algas (carragenatos, alginatos y agar), semillas de plantas (goma guar, algarrobo o garrofín, tara), exudados de plantas (goma arábiga, tragacanto y karaya) y extractos de plantas (pectinas) y las gomas naturales modificadas son las que se obtienen por modificaciones físicas o químicas, de las gomas naturales, como los derivados de la celulosa, pectinas amilasas, gomas obtenidas por fermentación microbiana (xantano y dextrana), alginato de propilenglicol y los almidones modificados.

2.2.11. Clasificación de los hidrocoloides

Zehren y Nusbaum, (2000), señala que la gran mayoría de éstos productos se extraen especialmente de materias primas de origen vegetal (plantas, algas, etc.). Pero cabe aclarar que algunos son productos semisintéticos, pues son procesados o modificados químicamente y otros provienen de la fermentación de ciertos microorganismos. Según su origen, se distinguen las gomas de origen vegetal (esencialmente de naturaleza glucocídica) y las gomas de origen animal de naturaleza proteica (caseínatos y gelatina). Por conveniencia las gomas son clasificadas en 7 grupos:

Tabla 2: Clasificación de hidrocoloides

Origen	Tipo
	Alginatos
Extractos de algas	*Carragenina de estudio
	Agar-agar
	Goma arábica
Exudantes de planta	Goma tragacato
	Goma karaya
	Goma guar
Semillas de plantas	Goma tara
	Locust – vean
Frutos (cáscara de limón, manzana, etc.)	Pectinas
Tubérculos	Konjac
	Metilcelulosa
Modificadas (semisintéticas)	Carboxietilcelulosa
	Hidroxipropilcelulosa
	(todas derivadas de la celulosa)
Fermentación (cultivos de ciertos microorganismos)	Goma xanthan
Animal	Gelatina
Cereales	Almidón

Fuente: Zehren, (2000).

2.2.12. Aplicación de los hidrocoloides

Los hidrocoloides son utilizados en la Industria láctea, postres y helados. En el caso de los postres lácteos los carragenatos son muy utilizados ya que interaccionan muy favorablemente con las proteínas de la leche, incrementando la cremosidad, mejorando la textura y la sensación en boca. A pH ácido su funcionalidad es limitada. La industria de los helados utiliza goma de garrofín, goma tara, carragenatos y xantana. La adición de goma de garrofín/tara o de goma guar confiere elasticidad, retarda el crecimiento de cristales y mejora la sensación en boca tras varios ciclos de congelación-descongelación. Los carragenatos, aumentan el “overrun”. Para la preparación de yogures, flanes y natillas industriales se utilizan principalmente carragenatos, agar agar, goma de garrofín, goma xantana y almidones modificados. (Angiolani, 2013.)

2.2.13. Hidrocoloide carrageninas.

Son un grupo de polisacáridos naturales que están presentes en la estructura de ciertas variedades de algas rojas (*Rhodophyceae*), de los géneros *Chondrus*, *Gigartina*, *Euchema*, *Hypnea* e *Iridaea*. Estos polisacáridos tienen la particularidad de formar coloides espesos o geles, en medios acuosos, a muy bajas concentraciones (Langendorff & Cuvelier. 2007), debido a estas excepcionales propiedades funcionales son ampliamente utilizadas como aditivos, en diversas aplicaciones.

Químicamente las carrageninas, son poligalactanos, polímeros lineales de moléculas alternadas de D-galactosa y 3-6-anhidro-D-galactosa, unidas por enlaces α 1-3 y β 1-4. Las moléculas de galactosa y 3,6 anhidro-D-galactosa, se encuentran, parcialmente, sustituidas, por grupos sulfatos y piruvato, por lo que las carrageninas se encuentran, generalmente, como sales de Sodio, Potasio o Calcio; el contenido y posición de los sustitutos de éster sulfatos, en estas moléculas, dan las diferencias primarias entre los diversos tipos de carrageninas: Kappa I, Kappa II, Iota y lambda (Shane, Charmian. 2006).

La carragenina es utilizado ampliamente en la industria alimenticia como emulsificante, agente gelificante y agente espesante. También es muy apreciado en productos dietéticos, así como en cosméticos, detergentes y productos farmacéuticos. La carragenina es soluble normalmente en agua caliente, en la que

forma soluciones de elevada viscosidad y es insoluble en la mayor parte de disolventes orgánicos. Todos los tipos de carragenatos forman complejos con las proteínas, es usada en pequeñas concentraciones (del orden de 0.01 a 0.03 %) en la industria de los lácteos; en quesos frescos imparte una textura más firme y en flanes ayuda a la gelificación y proporciona textura.

En España está autorizado su uso en derivados lácteos, conservas vegetales, para dar cuerpo a sopas y salsas, en la cerveza, como cobertura de derivados cárnicos y de pescados enlatados, etc. Estabiliza la suspensión de pulpa de frutas en las bebidas derivadas de ellas. Se utiliza a veces mezclado con otros gelificantes, especialmente con la goma de algarroba.

2.2.14. Clasificación

El número de clasificación dentro de la lista positiva de aditivos es el E-407. En función de la composición de la molécula de carragenina se distinguen diferentes fracciones que tienen un perfil de solubilidad y gelificación muy diferenciado y definido.

a. Carragenina Kappa:

Es insoluble en agua fría y soluble al calentar. La gelificación se da durante el enfriamiento de la solución de carragenina kappa, obteniéndose un gel termoreversible, firme, de alta dureza, quebradizo y con tendencia a la sinéresis.

b. Carragenina Iota:

Es insoluble en agua fría y soluble al calentar. La gelificación se da durante el enfriamiento de la solución de carragenina iota y en presencia de iones calcio, obteniéndose un gel termorreversible, flexible, elástico, de alta cohesividad y que si se rompe vuelve a formarse tras un tiempo de reposo.

La forma más soluble es la sal sódica. La presencia de iones calcio en el medio disminuye la solubilidad. Altas concentraciones de azúcar dificultan la solubilidad.

c. Carragenina Lambda:

No gelifica, se consigue un aumento de la viscosidad del medio. Las formas comerciales suelen ser mezclas de lambda, iota y kappa, donde uno de ellos predomina para definir los resultados finales de textura y consistencia. (10).

2.2.15. Obtención de algas rojas

Se inicia con la recolección, secado y embalado de las algas rojas que irán destinadas a la obtención del carragenina, lavado y extracción alcalina en caliente.

El jugo obtenido se somete a unas etapas de separación física mediante centrifugación, filtración y ultrafiltración, para acabar con una evaporación y conseguir una mayor concentración de carragenina en el líquido de extracción. Una vez en éste punto se precipitan las diferentes fracciones de carragenina y se seca. Más tarde habrá una molienda del producto, una mezcla y estandarización.

2.2.16. Aplicaciones

Las carrageninas son fáciles de utilizar y se pueden conseguir muchos matices de textura utilizándolos por sí solos o en combinación con otros hidrocoloides. Por su gran versatilidad podemos encontrar a los carrageninas formando parte de la formulación de muchos alimentos elaborados (productos cárnicos, lácteos, postres, bebidas, precocidos, etc.)

2.2.17. Funcionalidad de la carragenina en algunas aplicaciones:

- ❖ Retención de agua en carnes y pescados: aplicados por inyección o en masaje, junto con otros componentes (fosfatos, guar, etc.) ayudan a mantener ligada el agua que se añade en productos tipo fiambre o estructurado de carne o pescado. (Martínez, 2010)
- ❖ Efecto matriz: a pequeñas dosis se consigue un efecto matriz, al formarse un entramado que colabora a mantener en suspensión diferentes partículas que pueda haber en el alimento. Ésta sería la aplicación típica en batidos de cacao, zumos y otras bebidas. Textura en productos cocidos: facilitando el loncheado, la textura y cohesión en frío. (Martínez. 2010)
- ❖ Estabilidad de espumas y emulsiones: ayudan a la estabilidad y reducción de sinéresis en natas, helados, mousses, etc.
- ❖ Textura en productos lácteos: uso de iota carragenina para textura en natillas, combinado con kappa carragenina en flanes y otros productos lácteos. Ayuda tecnológica en pre cocidos: por ejemplo, la aplicación de carragenina en una masa de croquetas. Su función es la de ayudar a dar forma a la croqueta antes

de rebozarla, evitando así que la masa sea pegajosa y blanda. Pero al freír la croqueta se calienta y el consumidor se la come en caliente, por tanto, el carragenato no influye en la percepción final de textura del consumidor, pero sí es una mejora de uso. (Martínez, 2010).

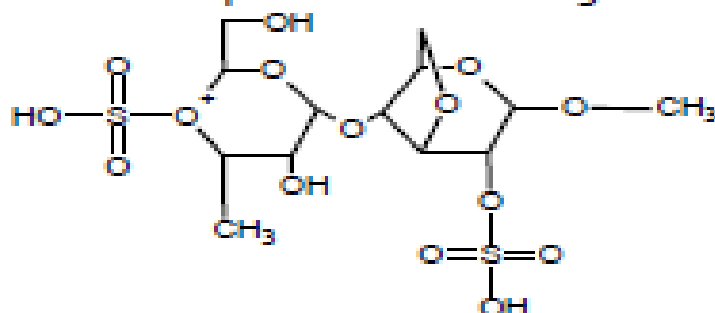
2.2.18. Las carrageninas desde el punto de vista químico

Son polímeros sulfatados y consisten en unidades de galactosa y anhidrogalactosa, existen varios tipos de carrageninas comerciales: Kappa, iota y lambda y su clasificación depende del contenido y posición de los sulfatos; de estos dependen sus usos y aplicaciones en la industria de alimentos, cosméticos y médica. (Rincones y Ordanza, 2009).

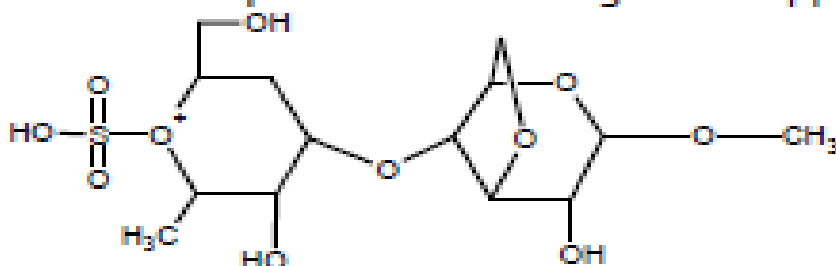
Las carrageninas son polisacáridos constituidos por moléculas alternadas de D-galactosa y 3,6 anhidro-D-galactosa, unida por enlaces glucosídicos alfa (1-3) y beta (1-4) alterantes, las moléculas de galactosa y 3,6 AG, se encuentran principalmente sustituidas por grupos sulfato y pirúvico. (Gelymar S.A 1997, citado por Gomez V, Zapata M. y Selpulveda V, 2003).

La estructura de estos compuestos se presenta en la figura 1.

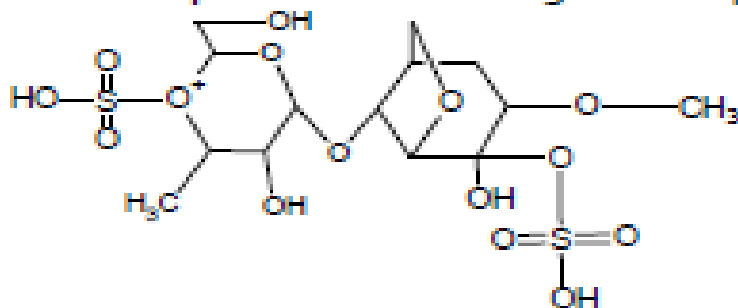
Estructura Bioquímica de la Carragenina Iota



Estructura Bioquímica de la Carragenina Kappa I



Estructura Bioquímica de la Carragenina Kappa II



Estructura Bioquímica de la Carragenina Lambda

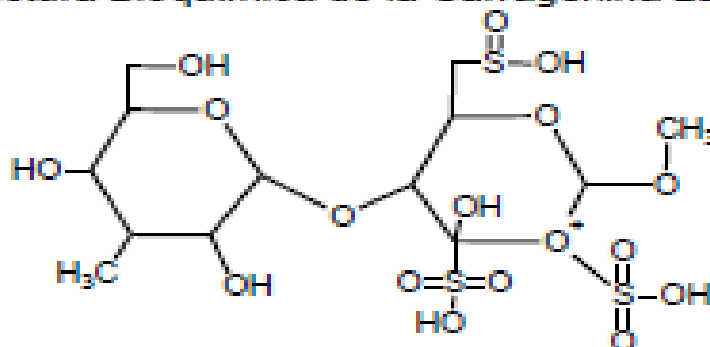


Figura 1: Estructuras químicas de las carrageninas.

Fuente: Estructura química, de las carrageninas, que fueron presentadas en la convención de Bioquímica por Rincones y Ordanza 2009:

2.2.19. Proceso de producción de la carragenina

Con respecto al sistema de producción, las carrageninas pueden ser refinadas o semi-refinadas. Para las carrageninas semi-refinadas, el proceso de producción es siempre el mismo. Para las carrageninas refinadas existen tres métodos actualmente empleados: Drum Drying, Precipitación por alcohol y Gel Press.

2.2.20. Propiedades de la carragenina

2.2.20.1. Solubilidad

❖ Agua caliente

Todos los tipos de carragenina son solubles en agua caliente a temperaturas superiores a la temperatura de fusión del gel. El intervalo normal de temperaturas es de 40 °C a 70 °C, dependiendo de la concentración y de la presencia de cationes.

❖ Agua fría

En agua fría, solamente son solubles la carragenina tipo lambda y las sales de sodio de los tipos kappa e iota. Las sales de potasio y calcio de las carrageninas kappa e iota no son solubles en agua fría, pero exhiben expansión por hidratación considerable en función de la concentración, tipos de cationes presentes, temperatura del agua y condiciones de dispersión.

❖ Leche caliente

Todos los tipos de carragenina son solubles en leche caliente, pero algunos tipos son intensamente afectados por iones de calcio. El enfriamiento tiende a gelificar la solución. La fuerza de gel y la consistencia dependen de la concentración de la solución y de la sensibilidad de la carragenina a los iones de calcio.

❖ Leche fría

La carragenina tipo lambda es soluble en leche fría debido a su insensibilidad a la presencia de iones de potasio y calcio. Las carrageninas kappa e iota son insolubles en leche fría, pero pueden ser utilizadas eficazmente para espesar o gelificar soluciones de leche fría cuando son usadas en conjunto con un fosfato tal como el pirofosfato tetrasódico (TSPP).

❖ **Solución de Azúcar**

Todos los tipos de carragenina son relativamente insolubles en soluciones concentradas de azúcar a temperatura ambiente. Sin embargo, las carrageninas tipo kappa y lambda son solubles en soluciones con hasta 65% de azúcar a temperaturas superiores a 70 °C. La carragenina tipo iota es de difícil disolución en soluciones concentradas de azúcar a cualquier temperatura.

❖ **Solución de Sal (Salmuera)**

Las carrageninas iota y lambda son solubles en soluciones concentradas de sal a altas temperaturas (20 % a 25 % de cloruro de sodio). La carragenina kappa es insoluble.

2.2.20.2. Gelificación

❖ **Mecanismo**

Las soluciones calientes de carrageninas kappa e iota poseen la habilidad de formar geles termorreversibles a través de su enfriamiento. Este fenómeno ocurre debido a la formación de una estructura de doble hélice por los polímeros de la carragenina. A temperaturas superiores a la temperatura de fusión del gel, los polímeros de la carragenina existen en la solución como espirales aleatorias. Durante el enfriamiento de la solución, una red tridimensional de polímeros es formada, en la cual las hélices dobles constituyen los puntos de unión de las cadenas de polímero. El enfriamiento adicional causa la agregación de los puntos de unión para formar la estructura de gel tridimensional. La presencia de asas en la cadena, así como el número, tipo y posición de los grupos de éster sulfato tienen efectos importantes en las propiedades de gelificación. Ese mecanismo de gelificación es básico para las soluciones de carrageninas tipo kappa e iota. Las sales de potasio o calcio son necesarias para la obtención del gel en agua, pero no son necesarias en leche.

❖ **Textura**

Las carrageninas kappa e iota forman gel en agua solamente en la presencia de ciertos cationes. La carragenina kappa es sensible al ion potasio y produce geles rígidos y quebradizos en soluciones acuosas con sales de potasio. El gel de carragenina kappa presenta sinéresis (extrusión espontánea de agua a través

de la superficie del gel en reposo) y cuanto mayor la concentración de potasio en la solución mayor será la sinéresis. La carragenina iota es sensible al ion calcio y produce geles blandos y elásticos en soluciones acuosas con sales de calcio. La carragenina iota no presenta sinéresis. La fuerza de gel es directamente proporcional a la concentración de carragenina y de sales. La concentración de cationes superior a un cierto límite implicará en la disminución de la fuerza de gel. El gel formado es termorreversible y puede ser sometido a ciclos de calentamiento y enfriamiento sin alteración considerable en la estructura del gel (pH neutro). Las temperaturas de gelificación y fusión del sol/gel dependen de la concentración de cationes. El aumento de la concentración de sales de potasio o calcio en soluciones acuosas resultará en el aumento de la temperatura de gelificación.

2.2.20.3. Viscosidad

La viscosidad de soluciones de carragenina debe ser determinada en condiciones donde no exista ninguna tendencia de gelificación de la solución. Cuando una solución caliente de carragenina es enfriada, la viscosidad aumenta gradualmente hasta que sea alcanzada la temperatura de gelificación. A medida que se inicia la formación del gel, hay un aumento repentino e intenso de la viscosidad. Por lo tanto, la medida de la viscosidad de las soluciones de carragenina debe ser determinada a temperaturas suficientemente altas (75 °C) para evitar el efecto de la gelificación. La concentración de carragenina en la solución es en general de 1,5 % en peso del volumen de agua. Las carrageninas disponibles comercialmente presentan en general viscosidades que varían de 5 a 800 cP medidas a 75 °C en soluciones de 1,5 % de carragenina. La viscosidad de soluciones de carragenina depende de la concentración, temperatura, presencia de otros solventes, tipo de carragenina y peso molecular. Mayor peso molecular, mayor concentración o disminución de la temperatura de la solución aumentan la viscosidad considerablemente.

2.2.20.4. Estabilidad

La solución de carragenina es bastante estable en los pH neutros o alcalinos. Pero, los pH bajos afectan su estabilidad, especialmente a altas temperaturas. La

disminución del pH causa la hidrólisis del polímero de la carragenina, lo cual resulta en la disminución de la viscosidad y de la fuerza de gelificación. Sin embargo, una vez formado el gel, aun en los pH bajos (3,5 a 4,0) no hay más ocurrencia de hidrólisis y el gel permanece estable. Para las aplicaciones prácticas, es importante estar atento a las limitaciones de la carragenina en medios ácidos (solución y gel). El procesamiento de las soluciones de carragenina con pH bajo a altas temperaturas durante un tiempo prolongado debe ser evitado.

2.2.20.5. Reactividad con proteínas

Una de las propiedades que diferencian la carragenina de otros hidrocoloides es su habilidad de interactuar con las proteínas de la leche. La alta reactividad de la carragenina en la leche se debe a la fuerte interacción electrostática entre los grupos de éster sulfato negativamente cargados de la molécula de carragenina con la micela de caseína de la leche que posee regiones de fuerte carga positiva. Otra forma de interacción es a través de puentes entre grupos de éster sulfato de la carragenina con residuos carboxílicos de los aminoácidos que componen la proteína. La reactividad con proteínas depende de muchos factores como concentración de carragenina, tipo de proteína, temperatura, pH y punto isoeléctrico de la proteína. Este fenómeno de interacción y reactividad de la carragenina con las proteínas de la leche en combinación con su habilidad de formar gel y retener agua la constituye en un ingrediente eficaz para la estabilización y gelificación de productos lácticos.

2.3. MARCO CONCEPTUAL

- ❖ *Queso*: Se entiende por queso el producto blando, semiduro, duro y extra duro, madurado o no madurado, y que puede estar recubierto, en el que la proporción entre las proteínas de suero y la caseína no sea superior a la de la leche, obtenido mediante. Organización mundial de la salud, (2007).
- ❖ *Leche*: Es una mezcla homogénea de un gran número de sustancias (lactosa, glicéridos, proteínas, sales, vitaminas, enzimas) que están unas en emulsión (la grasa y sustancias asociadas), algunas en suspensión (las caseínas ligadas a sales minerales) y otras en disolución verdadera (lactosa vitaminas hidrosolubles, proteínas del suero, sales). La grasa que es el componente que

más varía entre razas, es inversamente proporcional a la cantidad de leche producida. Alais, (1984).

- ❖ *Coagulación:* Es una serie de modificaciones fisicoquímicas de la caseína (proteína de la leche), que conducen a la formación de un coágulo. Tiene lugar debido a la acción conjunta de la acidificación por las bacterias lácticas (coagulación láctica) y de la actividad del cuajo (coagulación enzimática). (Unad, 2015)
- ❖ *Cuajo:* Es un enzima proteolítico que no sólo interviene en la formación del coágulo, sino también en su evolución posterior. Su participación dependerá de la tecnología de elaboración de cada variedad, según las diferentes variedades de cuajo utilizadas y retenidas en la cuajada. (Unad, 2015).
- ❖ *pH:* Es el logaritmo del inverso de la concentración de iones de hidrógeno. Cuando la concentración de iones de hidrógeno es de 10^{-1} a 10^{-7} , corresponde a un pH de 1 a 7 es decir, medio ácido. Si la concentración de iones de hidrógeno es de 10^{-7} a 10^{-14} (pH 7 a 14) el medio será alcalino (el pH =7 es neutro). (Unad, 2015)
- ❖ *Acidez:* La leche cruda presenta una acidez titulable resultante de cuatro reacciones, de las cuales las tres primeras corresponden a la acidez natural de la leche cruda y la cuarta reacción corresponde a la acidez que se va formando en la leche por acción de las bacterias contaminantes. (Unad, 2015)
- ❖ *Viscosidad:* La viscosidad de la leche indica la resistencia que se opone al fluido. La viscosidad es inversamente proporcional a la temperatura y depende de la composición del líquido, del estado físico de las sustancias coloidales dispersas, y del contenido de materia grasa. (Unad, 2015)
- ❖ *Esterilización:* Es el procedimiento por el que se somete uniformemente la totalidad de la leche u otros productos lácteos a un proceso térmico en autoclave o equipo similar, por el tiempo necesario para asegurar la ausencia de gérmenes viables y esporas que germinen en condiciones normales de almacenamiento. (Reglamento sanitario de alimentos, 2014).
- ❖ *Pasteurización:* Es el procedimiento por el que se somete uniformemente la totalidad de la leche u otros productos lácteos a una temperatura conveniente durante el tiempo necesario, para destruir la mayor parte de la flora banal y la

totalidad de los gérmenes patógenos, seguido de un enfriamiento rápido de la leche o los productos lácteos así tratados. (Reglamento sanitario de alimentos, 2014).

- ❖ *Hidrocoloide*: Los hidrocoloides o gomas son, mayoritariamente, hidratos de carbono, compuestos de osas y sus derivados oxidados y condensados (ácidos urónicos, mananos, galactanos, etc.); se encuentran muy difundidos en la naturaleza. (González, 2002).
- ❖ *Carragenina*: Las carrageninas forman parte de un grupo de polisacáridos que están presentes en la estructura de ciertas variedades de algas rojas (*Rhodophyceae*). Estos polisacáridos tienen la particularidad de formar coloides espesos o geles en medios acuosos a muy bajas concentraciones. Debido a estas excepcionales propiedades funcionales son ampliamente utilizados como ingredientes en diversas aplicaciones (Gelymar, 2000).

CAPITULO III

MATERIALES Y METODOLOGÍA

3.1. LUGAR DE EJECUCIÓN

El presente trabajo de tesis de investigación se desarrolló en los laboratorios de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial-Universidad Nacional José María Arguedas (UNAJMA):

- ❖ Laboratorios de derivados lácteos: elaboración del queso.
- ❖ Laboratorio de química: análisis físicas y químicas de la leche y queso.
- ❖ Laboratorio de biología: análisis microbiológico.

3.2. MATERIA PRIMA

Para la materia prima se utilizó 60 litros de leche fresca recién ordeñada de vacas de la raza Holstein, procedente del Centro Experimental INIA - Andahuaylas, ubicado a 5 km del barrio de Santa Rosa donde se realizó las pruebas. Se trabajó con 60 litros de leche debido a que es un estudio el cual permitió conocer los objetivos planteados.

3.3. MATERIAL DE ESTUDIO

El material de estudio estuvo referido a quesos elaborados de acuerdo al arreglo experimental, mostrado en la tabla (3). Con 5 réplicas cada tratamiento esto con el fin de evitar sesgos en el momento de la evaluación de los quesos.

3.3.1. UNIVERSO Y/O POBLACIÓN

Se consideró como población a la totalidad de quesos elaborados (05 unidades de 0.805 kg cada uno) para cada tratamiento de acuerdo al arreglo experimental (tabla 3).

3.3.2. MUESTRA

Para obtener la muestra se realizó un muestreo y sea elegido al azar un queso que pesaba 0.805 kg de queso fresco en promedio elaborado de acuerdo al arreglo

experimental, las cuales fueron seleccionadas aleatoriamente, con el propósito de evitar sesgos durante la evaluación.

3.3.3. DISEÑO EXPERIMENTAL

El diseño experimental es de tipo DCA, debido a que se manipula una sola variable que es la carragenina, el arreglo experimental se muestra en la tabla (3).

Tabla 3: Arreglo experimental-DCA

Numero de repeticiones (j)	Numero de tratamiento		
	T ₁ (Queso fresco con carragenina 0.1%)	T ₂ (Queso fresco con carragenina 0.5%)	T ₃ (Queso fresco con carragenina 1%)
1	T ₁₁	T ₂₁	T ₃₁
2	T ₁₂	T ₂₂	T ₃₂
3	T ₁₃	T ₂₃	T ₃₃
4	T ₁₄	T ₂₄	T ₃₄
5	T ₁₅	T ₂₅	T ₃₅

Donde T_{i,j} i se refiere al tratamiento, j la repetición

3.4. MATERIALES, EQUIPOS E INSUMOS

Los materiales, instrumentos, equipos y reactivos e insumos utilizados en la investigación se detallan a continuación.

Tabla 4: Equipos

Cantidad	Equipos	Marca
01	Refrigeradora.	COLDEX
01	Balanza analítica, campo de pesado 0.1 mg -120 g.	KERN.ABS/ABJ
01	pH metro digital.	ROHS
01	Incubadora modelo regulable de 20 a 70 °C.	MEMMERT
02	Termómetro digital (0-100 °C).	TERMEK

01	Balanza de plataforma de 1/100 g de graduación de 50 kg de capacidad.	HAUS
01	Cocina industrial.	INDURAX

Tabla 5: Instrumentos

Cantidad	Instrumentos	Marca
01	Lactodensímetro.	INSULAB
01	pH-metro.	INSULAB
02	Termómetro de 0 a 200 °C.	INSULAB
01	Penetrómetro de aguja de diámetro de 0.2 cm con rango de 0.0 a 12 kg/cm^2 .	AOBS

Tabla 6: Materiales

cantidad	Materiales	Marca
05	Vaso de precipitado de 250 ml.	DURAN®
02	Probeta de 100 ml.	DURAN®
09	Moldes queseros de 1kg.	DURAN®
02	Paletas de agitación.	STERIPLAN
02	Lira quesera.	NOVA
01	Tina u olla de acero inoxidable de 50 l de capacidad.	NOVA
02	Kit Petrifilm.	LAB3M
10	Pipetas de 1 ml.	SCOH
03	Mortero y pilón.	SBOCH
02	Jarra litreras de 2 l de capacidad.	REY
01	Tela tipo gasa organza para filtrado, 05 m.	COCHS
01	Alcohol de 1 litro.	QUÍMICA SUIZA
03	Mechero de alcohol.	QUÍMICA SUIZA
01	Pizeta.	SCOCHS

Tabla 7: Insumos

cantidad	Insumos	Marca
1 kilogramos	Carragenina.	LAB. QUÍMICA
01 sobre	Cuajo CHY-MAX, para 100 l de leche.	FERMOT
2 kg.	Cloruro de sodio (sal de cocina).	DIET

Tabla 8: Reactivos

cantidad	reactivos	marca
20 g	Hidróxido de sodio Q.P.	FERMOT
10 ml	Fenolftaleína al 2 %.	FERMOT
20 g	Cloruro de calcio Q.P.	MERK

3.5. METODOLOGÍA

3.5.1. PROCESO DE ELABORACIÓN DEL QUESO FRESCO CON CARRAGENINA

Se realizaron los siguientes pasos del diagrama de bloque que se muestra en el anexo 8.

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 a temperatura ambiente.

b. Recepción

La leche llegada al lugar del proceso se midió el volumen de recepción en envases de acero inoxidable (garrafas) en el laboratorio de derivados lácteos

c. Análisis

Se tomó muestras para su posterior análisis de grasa, acidez, alcohol y densidad.

d. Calentamiento

Se procedió el calentamiento en una olla de acero inoxidable hasta una temperatura de 40 °C para luego adicionar la carragenina a diferentes concentraciones: 0.1, 0.5 y 1 %.

e. Pasteurización

La leche se pasteurizó de acuerdo a la disponibilidad real a 75 °C por 10 minutos. Luego se dejó a enfriamiento hasta descender la temperatura a 40 °C.

f. Agitación

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

g. Adición del cuajo

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

h. Corte

Terminado el tiempo de coagulación, se procedió a cortar 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. 1° Desuerado

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

k. Lavado

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

l. 2° Desuerado

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

m. Salado

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

n. Moldeo

Se retiró el cuajo de la olla hacia los moldes de acero inoxidable de 1/2 kg, presionando contra una superficie sólida, a fin de otorgar una textura firme al queso.

o. Volteo

Cuando la cuajada reduce 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 sale.

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.

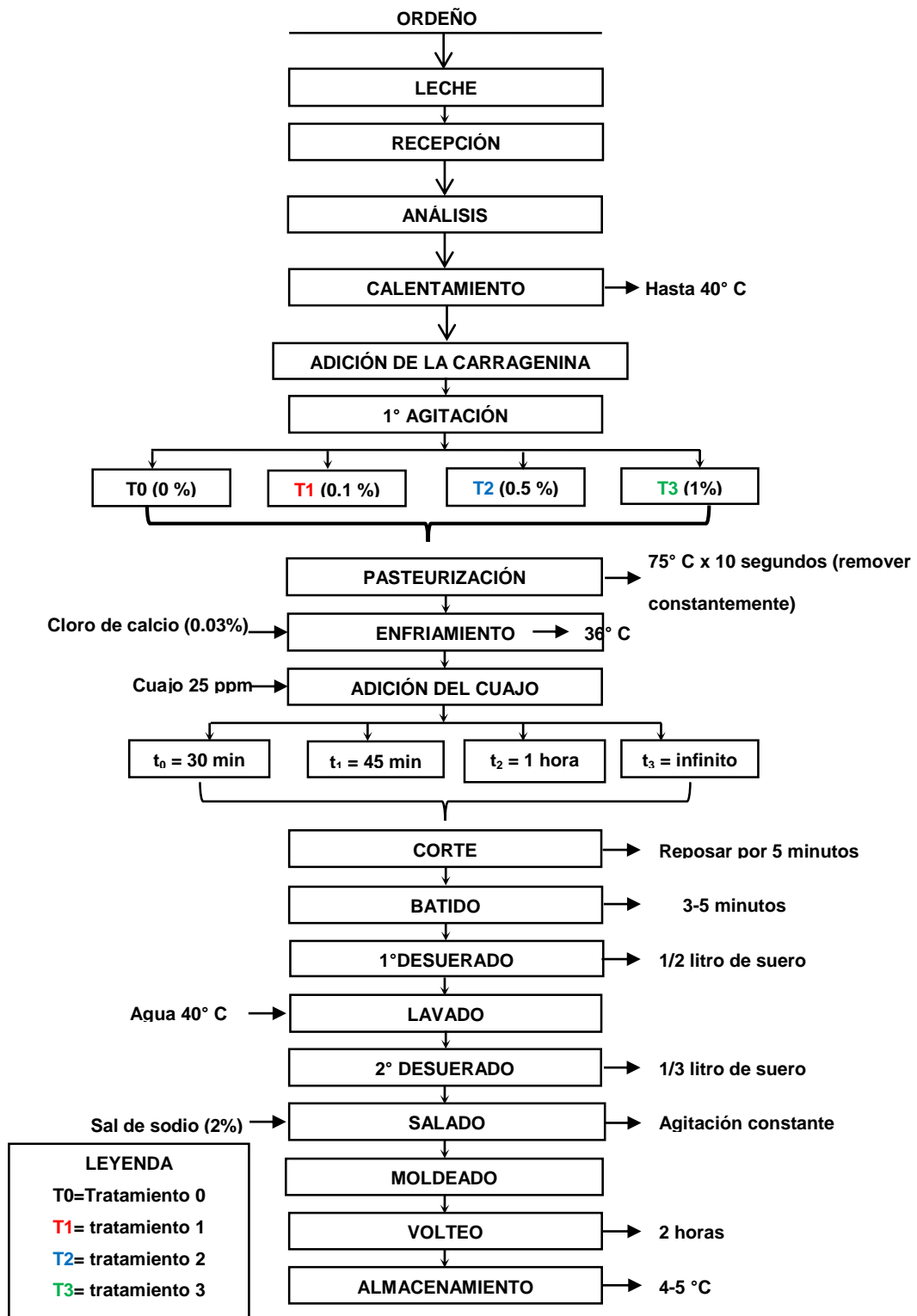


Figura 2: Diagrama de flujo de elaboración del queso fresco

3.6. ANÁLISIS EXPERIMENTALES

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

3.6.1. Evaluación de las características fisicoquímicas del queso fresco con Carragenina

a. Determinación de la acidez

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 multiplico por 4. (AOAC, 1995).

b. Determinación de potencial de hidrogeno (pH)

Para la determinación del pH, primeramente, se calibró el potenciómetro con Buffer pH 4.01, pH 7.0 y pH 9.01, y se procedió a la medida del 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).

c. Determinación de la textura del queso

El queso fresco en sus diferentes formulaciones, se trozó en tamaños de 3 x 0.5 cm, el cual se colocará sobre una superficie de vidrio, y se presionará con el medidor de esfuerzo Indicador 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 (kg_f). (Salazar, 2009) las pruebas se realizaron por triplicado.

3.6.2. Determinación del rendimiento práctico

Los quesos obtenidos con los diferentes tratamientos, fueron pesados y sus datos se tabularán 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)

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

Donde:

PP = Peso promedio (kg) de queso obtenido.

P = Peso de materia prima (kg).

3.6.3. Análisis microbiológico

Se realizó un recuento de *E. coli* y Coliformes (EC), utilizando placas Petrifilm 3M, siguiendo la técnica AOAC 998.08 y 991.14. (Anexo 1).

La placa de 3M Petrifilm ® recuento de *E. coli* y Coliformes (EC), constituyen un sistema listo para usar que contiene elementos nutritivos de Violeta Rojo Bilis (V.R.B.) un agente gelificante soluble en agua, un indicador de la actividad glucuronidasa (5-bromo-4-cloro-3-indolil-β-D-glucuronido) (BCIG) y un indicador de tetrazolio que facilita la enumeración de colonias.

3.7. EVALUACIÓN SENSORIAL

3.7.1. Panelistas

Se consideraron 15 panelistas no-entrenados (entre varones y mujeres cuyas edades oscilaran entre 18 a 30 años de edad), los cuales calificaron las formulaciones del queso fresco con garragenina de acuerdo a una escala hedónica, a los panelistas se les proporciono una cartilla de evaluación. Los panelistas fueron estudiantes del noveno y décimo semestre de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial, quienes tienen nociones básicas sobre las características de los diferentes tipos de quesos.

3.7.2. Atributos de Evaluación

Para la evaluación por parte de los panelistas, se consideró la escala que se muestra en la tabla (9).

Tabla 9: *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

3.7.3. Preparación de la Muestra

Las muestras o tratamientos de quesos fueron preparadas en tamaños de tal manera que sean 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 jueces evaluadores.

A cada panelista se le proporciono agua embotellada para que luego de 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 cata por grupos de 5 personas. Los atributos fueron registrados en una cartilla de evaluación.

3.7.4. Características de los Atributos Organolépticos

Tabla 10. De acuerdo Luluaga y Núñez, (2010), estos fueron:

COLOR	OLOR Y AROMA	SABOR	ASPECTO	TEXTURA
Paja (amarillento) pálido a paja oscura hasta anaranjado, mate. El color debería ser uniforme y translúcido. Un leve moteado (manchitas) puede permitirse.	Típico de esta variedad fluctuando en intensidad de suave a fuerte. Agradable sin olores extraños como a rancio u otros.	Ácido o ligeramente ácido característico a esta variedad. Ligeramente salado y a nuez. La intensidad del sabor varía con la edad.	Liso. El queso debería presentar una corteza sin roturas o forma simétrica y una apariencia atractiva, aseada y despejada.	No debe presentar orificios debido a la formación de gas, pudiéndose encontrar unos pocos debido a acciones mecánicas. Es firme, lisa y cerosa.

3.8. DISEÑO DE CONTRASTACIÓN

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

Hipótesis nula –H₀: La media de los resultados de las características fisicoquímicas, microbiológicas y organolépticas del queso fresco elaborado con carragenina, son iguales.

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

Hipótesis alterna –H_A: La media de los resultados de las características fisicoquímicas, microbiológicas y organolépticas del queso fresco elaborado con carragenina, son diferentes.

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

Nivel de significancia (α)

Para el caso de comparaciones de tratamientos se empleó $\alpha = 0.05$

3.9. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

3.9.1. 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 microbiológicas 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 de efecto entre tratamientos (diferentes estadísticamente)

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

Donde T_α , es el estadístico Tukey:

Dónde:

$$T_\alpha = q_\alpha(k, N - k) \sqrt{\frac{CM_E}{n}} \quad \text{ec. (01)}$$

$q_\alpha(k, N-K)$, 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:

$$\text{Numero de comparaciones} = \frac{T(T - 1)}{2} \quad \text{ec. (02)}$$

3.9.2. 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.

$$X^2 = \frac{12}{b * t(t + 1)} \sum R^2 - 3b(t - 1) \quad \text{ec. (03)}$$

Dónde:

X^2 , estadístico Chi-cuadrado

R, rangos de los tratamientos

b, número de degustadores

t, número de tratamientos

Para la evaluación de las pruebas Tukey y prueba Friedman, se utilizó el Software estadístico Statgraphics versión 5.1. (Statistical Corp., 2000) y 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.

A. 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- α del 95 %), de las variables de estudio a través de Test de Spearman–Brown (Sierra, 2001) de dos mitades (pares e impares).

$$r = \frac{N(\sum(A.B)) - (\sum A).(\sum B)}{\sqrt{[N.(\sum A^2) - (\sum A)^2][N.(\sum B^2) - (\sum B)^2]}} \quad \text{ec. (04)}$$

$$R_s = \frac{2r}{1+r} \quad \text{ec. (05)}$$

Donde:

A, valores de los datos pares

B, valores de los datos impares

3.10. 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 adición del de la carragenina.

Hipótesis alterna, H_a : Existe relación entre las características fisicoquímicas de la leche y quesos elaborados con adición de la carragenina.

Nivel de significancia (α)

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-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.
- ❖ Es 0, se acepta la hipótesis nula, en los casos contrarios se rechaza.

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. DETERMINACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FISCOQUÍMICAS DEL QUESO FRESCO.

La determinación de las características fisicoquímicas del queso fresco elaborado, estas se muestran en la tabla (11), donde se presenta los valores promedios del queso fresco con diferentes niveles de porcentaje de adición de la carragenina, (los datos individuales de la determinación se muestran en el anexo 1), en lo referente al tratamiento a T3, la leche de este tratamiento no fue sometida a la elaboración del queso, debido a que no reúnen las características como mínimas para su elaboración, como la acidez y sobre todo la fluidez de la leche.

Tabla 11: Características fisicoquímicas del queso con diferentes porcentajes de adición de carragenina.

Característica	Valores promedio del queso fresco				
	Queso comparativo (QC)	Queso con carragenina (0.1) %	Queso con carragenina (0.5) %	<i>p-value</i>	
Acidez (°D)	17.65 ^a ± 0.33	17.85 ^b ± 0.41	18.85 ^b ± 0.58	< 0.05	
pH	6.38 ^a ± 0.06	6.11 ^b ± 0.28	5.93 ^c ± 0.56	< 0.05	
Grasa (%)	18.9 ^a ± 1.23	16.40 ^b ± 0.49	12.49 ^b ± 0.95	< 0.05	
Humedad (%b.s.)	55.89 ^a ± 4.34	56.45 ^{a,b} ± 2.90	60.98 ^b ± 0.91	< 0.05	
Proteínas	11.98 ^a ± 0.63	19.42 ^b ± 0.42	14.16 ^b ± 1.24	< 0.05	
Textura (kg/cm ²)	0.64 ^a ± 0.05	0.71 ^a ± 0.64	0.68 ^a ± 0.12	> 0.05	
Ceniza (%)	4.12 ^a ± 0.42	4.34 ^a ± 0.46	3.99 ^a ± 0.38	> 0.05	
Carbohidratos (%)	4.82 ^a ± 0.43	5.07 ^a ± 0.51	8.34 ^a ± 0.52	> 0.05	

Las letras iguales significan que no existe diferencia significativa entre tratamientos (*p* value > 0.05), evaluada con el *statgraphics* Tukey, los datos totales se muestran en el anexo 5 y 6.

Fuente: Elaboración propia, *Statgraphics plus*.

a) Acidez del queso

Respecto a la acidez esta presenta un valor de 17.65 ± 0.33 °D para el queso patrón de comparación, de acuerdo a Ponce y Clergé (2001), este valor esta alrededor de 17 °D para un queso fresco.

Al realizar la comparación del tratamiento a través del análisis de varianza (ANOVA), como se aprecia en la figura 3, existe diferencia significativa ($p\text{-value} < 0.05$), y la aplicación del test de Tukey indica que ningún par de tratamientos presenta acidez similar (letras diferentes sobre los valores). En la figura (3), se aprecia que la acidez incrementa de acuerdo a la cantidad de porcentaje de adición de la carragenina, entre el testigo y el primer tratamiento se observa una mínima diferencia de los valores promedios de acidez expresado como ácido láctico. El tratamiento (T3), presento un promedio de acidez de 18.85, siendo un valor medianamente elevado para un queso de tipo fresco.

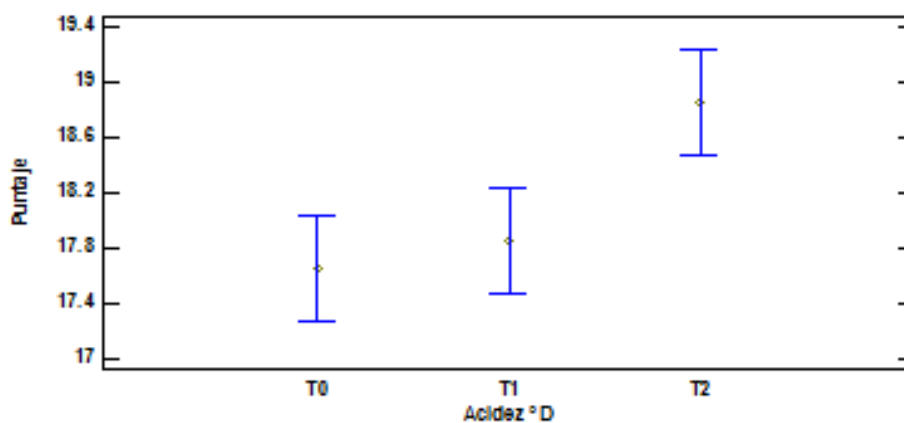


Figura 3: Diagrama de medias para la acidez del queso fresco.

Fuente: Elaboración propia, Statgraphics plus.

b) pH

En la Figura (4), se observa entre el testigo y el tratamiento T1, no existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medias de los puntajes, Puesto que el valor-P de la razón-F es mayor o igual que 0.05. Sin embargo, el tratamiento T2, presenta una diferencia mínima entre ambos tratamientos. Según (Everett y Auty, 2008), afirman que el pH de la mayoría de los quesos está en el intervalo de 4.6 – 6.5. Estas dependiendo del tipo de queso, variable que está directamente

proporcional con la acidez; a medida que pasa el tiempo de maduración el pH desciende y su acidez se ve incrementado. (Everett y Auty, 2008) estas dos (2) variables son afectadas por el contenido de lactosa, que durante el proceso de la maduración se va transformando en ácido láctico, provocado por las bacterias ácido lácticas (B, Trujillo *et al.*, 2007), *Lactococcus lactis* ssp *lactis* y/o *Lactococcus lactis* ssp *cremoris* (Van Hoorde, Verstraete *et al.*, 2008) y *Streptococcus thermophilus* correspondientes a las utilizadas en la fabricaron del queso. El valor de pH más bajo, en el queso T2, puede ser debido a una proporción mayor proporción de la carragenina

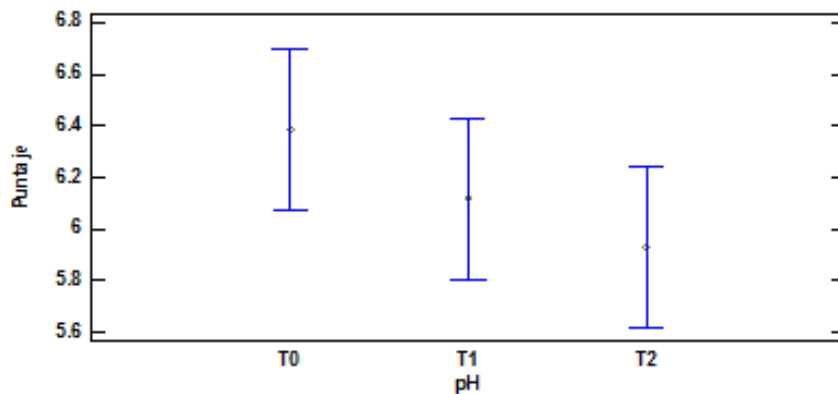


Figura 4: Diagrama de medias para el pH del queso

Fuente: Elaboración propia, Statgraphics plus.

c) PROTEÍNA (%)

El porcentaje promedio de proteína que presento el queso testigo es de 11.98 %, presentando una desviación estándar de 0.63; entre los diferentes tratamientos, existe una diferencia estadísticamente significativa ($p\text{-value} < 0.05$).

El nivel más bajo, de proteína está dado por el tratamiento queso testigo y el valor más alto, por el tratamiento queso T1 con 19.18 %, como se aprecia en la Figura 6. El proceso de elaboración del queso implica la concentración de los sólidos de leche, por coagulación, con posterior desuerado; en este proceso, se retienen la gran mayoría de sólidos como grasa, proteína, sales minerales, y lactosa (Dimitreli *and* Thomareis, 2007), atribuido a factores de proceso del producto, como incremento de temperatura, puede que solubilicen, en el suero, algunos componentes como grasa y proteína, siendo retenidos y emulsificados por la carragenina.

Estos resultados coinciden con lo expuesto por Gómez *and* Zapata (2003) quienes determinaron diferencias estadísticas significativas entre el testigo y la aplicación de carrageninas, en distintos niveles, en un queso fresco campesino; los hidrocoloides, evitan la separación de la grasa, proteína y agua en la leche, además de impartir suavidad. Después de la formación de la cuajada, los hidrocoloides, ayudan a resistir la degradación y a la formación de una cuajada fuerte, en soluciones que contienen sales de potasio, diferencia que se explica con la alta reactividad de las carrageninas, con las proteínas de la leche (Harrington, Foegeding *et al.*, 2009), producida por la fuerte interacción entre los grupos sulfatos de la carragenina con la caseína, proteína principal de la leche, al existir, ésta permite que no haya pérdidas de tantos finos, a través del lactosuero (Gómez *and* Zapata, 2003).

En la figura (5), donde a un porcentaje de adición de 0.1 % de carragenina hay una posibilidad de incremento de las proteínas en el queso fresco.

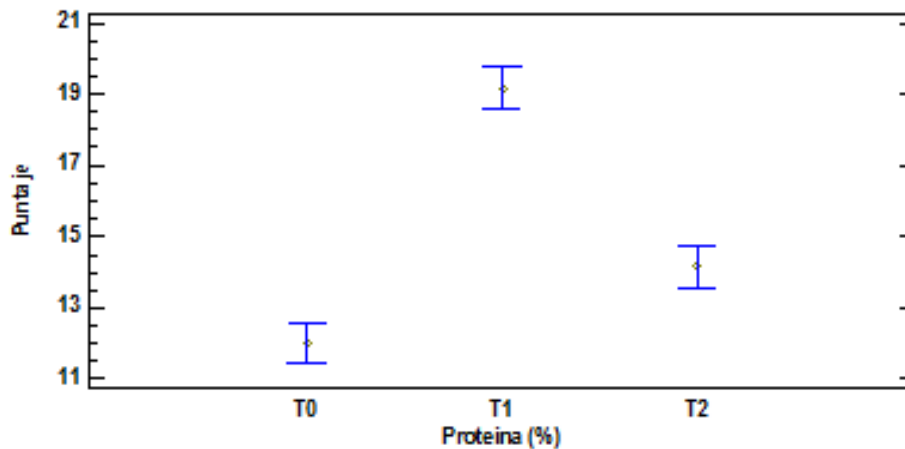


Figura 5: Diagrama de medias para las proteínas en el queso

Fuente: Elaboración propia, Statgraphics plus.

d) HUMEDAD DEL QUESO

La humedad de los tratamiento son diferentes ya que existen una diferencia estadísticamente significativa ($p\text{-value} < 0.05$), entre la media del puntaje entre el nivel de la Humedad (%b.s). El tratamiento que presenta el valor más alto de humedad es

de 60.98 ± 0.91 %, perteneciendo al queso T2 con un porcentaje de adición de carragenina al 0.5 %. Lo cual implica que a mayor cantidad de adición de carragenina la humedad aumenta como se observa en la figura (6).

Según (Venegas, 2009), la presencia de la mayor humedad es debido, posiblemente a la capacidad de retención de agua del hidrocoloide carragenina. Se trata de un efecto conexo al de modificación de la textura que, a la vez, incide en las variables proteína y, probablemente, cenizas y grasa, ya que el efecto global es de retener los sólidos del queso (Floury, Camier *et al.*, 2009). La cantidad de hidrocoloide adicionado, no alcanza a modificar estas características fundamentales, que sirven de direccionamiento para la clasificación de los quesos. Es posible que la interacción que existe entre las K-caseínas de la leche y los grupos sulfatos de las carrageninas, tengan un mayor efecto que el que pueden proporcionar las otras mezclas (S., Abu-Ghoush *et al.*, 2009), en donde, bien es cierto, se mejora la textura, puede existir un efecto antagónico, referido a la capacidad de retención de agua, por involucrar otras proteínas colagénicas o del mismo Alginato (Hee, Muriel *et al.*, 2008).

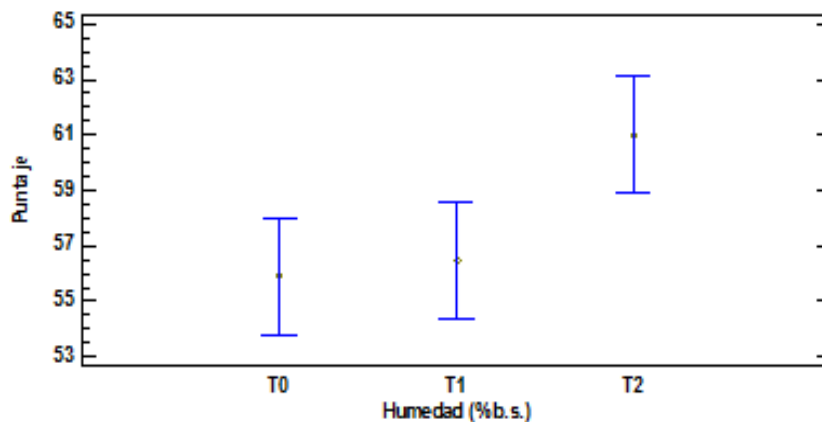


Figura 6: Diagrama de medias para Humedad del queso fresco

Fuente: Elaboración propia, Statgraphics plus.

e) 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 $0,64 \pm 0.05$ kg/cm^2 para el queso testigo y queso T1 de 0.62 ± 0.13 kg/cm^2 quienes no muestran una diferencia estadísticamente significativa. Puesto que el valor-P de la

razón-F es mayor o igual que 0.05, mientras el T2 muestra un incremento en $0.78 \pm 0.10 \text{ kg/cm}^2$, lo que conlleva a concluir que la textura a mayor porcentaje al de 0.5 % de carragenina será mayor.

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.

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 testigo fue de 0.64 kg/cm^2 y que esta aumento a 0.68 kg/cm^2 para el tratamiento T1, Arciniega (2010), encontró valores de textura para queso del tipo Mozzarella elaborado con y sin la adición de ácido cítrico, alrededor de $3,7 \text{ kg}_f$ valor mayor que el reportado en el presente trabajo, Osorio *et al.*, (2004) muestra valores 7.13 kg_f para el queso Edam.

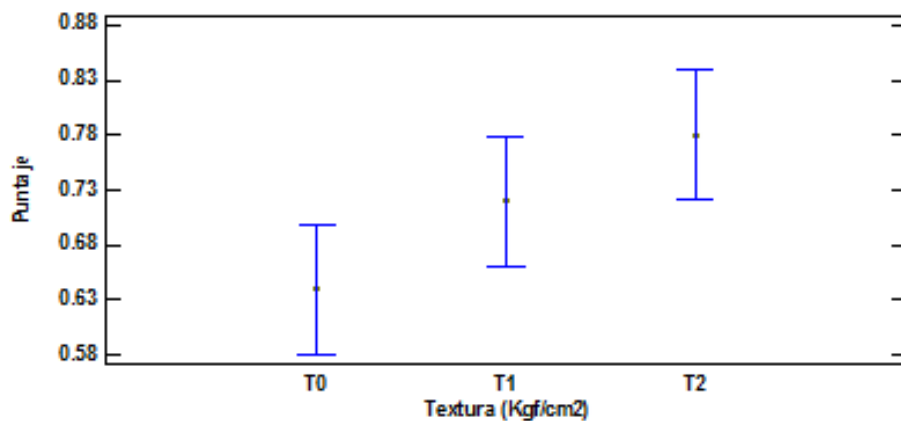


Figura 7: Diagrama de medias para la textura del queso

Fuente: Elaboración propia, Statgraphics plus.

f) DETERMINACION DEL RENDIMIENTO QUESERO PRACTICO

El rendimiento quesero, se presenta en la tabla (12) (los datos individuales se muestran en el anexo 04), en ella se observa que el rendimiento quesero para el queso T0 es de 13.20 ± 0.60 %, y para los quesos elaborados con leche adicionada con la carragenina es de 15.00 ± 0.63 % a 0.1 % y 15.21 ± 0.37 % a 0.5 %, presentándose una ligera disminución, sin embargo, esta no es significativa ($p\text{-value} > 0.05$), por lo que se puede concluir que el rendimiento es similar para cada caso.

Por otro lado, la figura (8), muestra el diagrama de medias para el rendimiento quesero, en ella se aprecia que no hay diferencias significativas entre los tratamientos, y claramente se ve que el tratamiento T2 muestra mayor variabilidad.

Tabla 12: Rendimiento quesero de los tratamientos

	Rendimiento (%) ($\bar{x} \pm \sigma$)	p-value
T0	13.20a \pm 0.60	
T1	15.00b \pm 0.63	> 0.0001
T2	15.21b \pm 0.37	

Las letras iguales significan que no existe diferencia significativa entre tratamientos ($p\text{ value} > 0.05$), evaluada con el estadígrafo Tukey, los cálculos se muestran en el anexo (05)

Fuente: Elaboración propia, Estadística 8.0

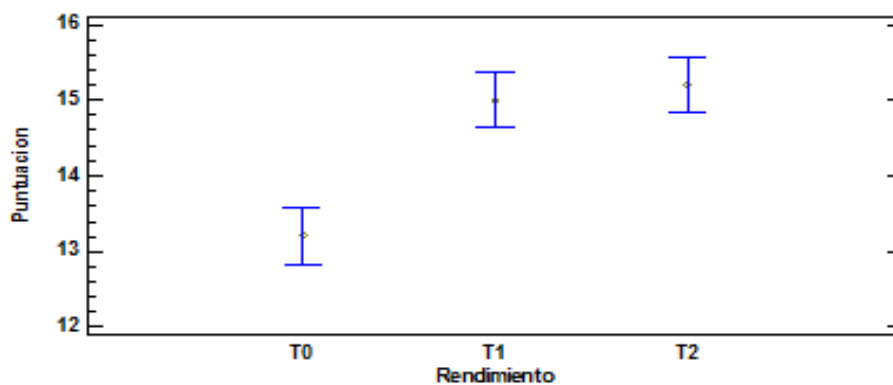


Figura 8: Diagrama de medias para el rendimiento quesero.

Fuente: Elaboración propia, Statgraphics plus.

Pappa, (2006) menciona que a mayor contenido graso mayor rendimiento quesero, 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 14 % en general, este hecho se debe al alto contenido graso de la leche y al tipo de raza del ganado (Pappa *et al.*, 2006), Torres y Gudiño (2008), obtuvieron valores del rendimiento quesero en promedio del 10.6% para el queso semimaduro tipo Cheddar, Cuichán (2012) reporto rendimientos en promedio del 9.2% para el queso fundido elaborado con estabilizadores hidrocoloidales.

En general, la aplicación de la carragenina, influye en el rendimiento, de acuerdo al estudio en un 0.1% y 0.5 %. Pero que mayor porcentaje la leche se cuaja, no permitiendo la elaboración del queso fresco.

4.2. EVALUACIÓN DEL ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

El estudio de análisis microbiológico es de gran importancia, ya que este es un parámetro de calidad, indicando la inocuidad en el lavado de utensilios e instrumentos, preparación de materiales, y elaboración de productos, así como de la verificación del efecto del activador sobre los microorganismos patógenos.

En la tabla (13), se muestran los valores de conteo del análisis microbiológico, en ella se aprecia el queso testigo y tratamientos de estudio, presenta valores por debajo del límite permisible, es decir para *Coliformes* totales el recuento fue ≤ 2 , mientras que la presencia de *E. coli* y fue cero (≥ 0).

Los valores encontrados para *Coliformes* se aproximaron a los límites recomendados por la normativa para leche de vaca destinada a la industria láctea, que son de 4.0×10^5 *ufc/ml* para productos sin tratamiento térmico y 1.5×10^6 *ufc/ml* para la elaboración de productos con tratamiento térmico (FAO/OMS, 2005), Arciniega (2010)

reporto valores de recuento de *Coliformes* menores a 10 ufc/ml para el queso Zamorella, al analizar 30 días después el recuento fue cero de acuerdo a los resultados. El queso elaborado fue inocuo, la presencia de patógenos depende mucho de la calidad inicial de leche de hecho la adición del hidrocoloide carragenina no impide el desarrollo de los microorganismos en el queso elaborado (Ponce, 2007).

Tabla 13: Recuento microbiológico del queso para los tratamientos

	Queso		Máximo legal* (ufc/ml)
	<i>Coliformes</i> (ufc/ml)	<i>E. coli</i> (ufc/ml)	
Queso testigo (T0)	2.4E-02 (≤ 1)	≥ 0	≤ 10
Queso Carragenina (T1)	2.4E-02 (≤ 1)	≥ 0	≤ 10
Queso Carragenina (T2)	2.5E-02 (≤ 1)	≥ 0	≤ 10

*Tomado de FAO/OMS (2005)

Fuente: Elaboración propia

4.3. EVALUACIÓN SENSORIAL

La evaluación sensorial se desarrolló considerando panelistas no entrenados, estos fueron estudiantes del IX y X semestre, quienes realizaron sus prácticas pre-profesionales en plantas de industrias lácteas. Los resultados estadísticos del análisis sensorial, se muestran en la tabla (14), en ella se aprecia que la puntuación para el atributo SABOR el promedio corresponde a 2.6 ± 0.8 para el queso testigo, 2.6 ± 1.0 para queso (T1) y 2.4 ± 0.8 para queso (T2), 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 testigo presento una “corteza lisa” y queso (T1) y (T2) con “ligeros cortes”, y la CONSISTENCIA obtuvo un calificativo de “ligeramente firme”, propio de los quesos de esta naturaleza.

Tabla 14: Valoración de los atributos sensoriales del queso en sus diferentes tratamientos

QUESO	COLOR	OLOR	SABOR	ASPECTO	TEXTURA	CONSISTENCIA
	2.6 ^a ± 0.7	2.7 ^a ± 0.6	2.6 ^a ± 0.8	2.0 ^a ± 0.8	2.4 ^a ± 0.7	2.2 ^a ± 0.6
Queso (T0)	Anaranjado pálido	Me gusta	Me gusta	Corteza lisa	Lisa	Ligeramente firme
	2.7 ^a ± 0.6	2.5 ^a ± 0.8	2.6 ^b ± 1.0	2.8 ^b ± 0.9	2.8 ^a ± 0.9	2.9 ^a ± 0.7
Queso (T1)	Anaranjado pálido	Me gusta	Me gusta	Con ligeros cortes	Lisa	Ligeramente firme
	2.4 ^a ± 0.4	2.3 ^a ± 0.5	2.4 ^b ± 0.8	2.9 ^b ± 0.7	2.4 ^a ± 1.2	2.5 ^a ± 0.5
Queso (T2)	Anaranjado pálido	Me gusta	Me gusta	Con ligeros cortes	Pocos hoyuelos de gas	Ligeramente firme

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

Fuente: Elaboración propia, Statgraphics plus

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 (14), en general los jueces no observaron diferencias significativas entre los quesos correspondientes a las muestras evaluadas. Numéricamente se observaron puntuaciones cuyos calificativos son buenos 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 ausencia de diferencias significativas (p -value > 0.05), para la aplicación del hidrocoloide carragenina, 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.

Asimismo, se evaluó el criterio juicioso de los panelistas, encontrándose que no muestran diferencia significativa entre ellos (p -value > 0.05) 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 que son por lo menos

semi entrenados. La evidencia de los resultados, indica que la aplicación del hidrocoloide carragenina, no modifica considerablemente las características sensoriales de los subproductos lácteos, en este caso del queso del tipo fresco, es así que es posible aplicar este hidrocoloide en para la elaboración del queso, pero en proporciones pequeñas en 0.3 % debido a que a mayor proporción se nota el sabor y restos de la carragenina en el queso. 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.

4.4. BALANCE DE MASA

A fin de conocer el rendimiento en forma detallada, se ha realizado el balance de materia, para los tratamientos evaluados, en todo el sistema de procesamiento del queso; para ello se ha considerado solo una de las réplicas.

Tabla 15: Entradas y salidas de materia prima del proceso de queso fresco

ENTRADAS	%	SALIDAS	%
Carragenina	0.1	Producto final	15.54
Cloruro de calcio	0.03	Mermas	84.46
Cuajo	0.0095		
Sal	2		
Cantidad de leche para el queso	25.00		
			100 %

CALCULOS

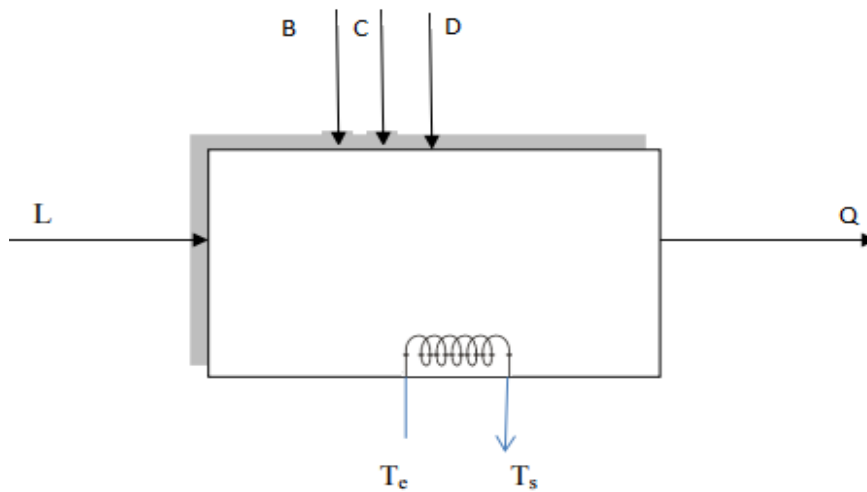


Figura 9: balance de masa.

Fuente: Freire S. 2012.

Donde:

L: Leche

B: Carragenina

C: Cloruro de calcio

D: Cuajo

Q: Queso

Te: Temperatura de entrada

Ts: Temperatura de salida

Calculo de Densidad

$$\rho = \frac{m}{V}$$

Donde:

ρ =Densidad

m= masa

V=volumen

Masa de Leche

$$m=1.029 \text{ g/ml} \cdot 25 \text{ l} \cdot 1000 \text{ ml/l} = 25725 \text{ g}$$

$$m=25.725 \text{ kg}$$

Masa de la Carragenina:

$$m = 0.025725 \text{ kg}$$

Masa de cloruro de calcio

$$m = 0.007717 \text{ kg}$$

Masa de sal

$$m = 0.5145 \text{ kg}$$

Balance Total de Masa

$$Q = L + B + C + D$$

$$Q = 26.2729 \text{ kg}$$

Balance parcial del agua en cada etapa de acuerdo a la temperatura

$$L \times L_{\text{lecheH}_2\text{O}} + B \times B_{\text{carrageninaH}_2\text{O}} + C \times C_{\text{cloruro de calcioH}_2\text{O}} + D \times D_{\text{sal H}_2\text{O}} = Q \times Q_{\text{queso H}_2\text{O}}$$

El balance de masa en cada etapa se muestra en el resumen de la tabla 16. Se realizó para el primer tratamiento QCT1-R1, teniéndose en cuenta de acuerdo a los resultados de aceptación del panelista.

Tabla 16: Balance de masa para el queso elaborado QCT1- R1

Datos generales		QCT1- R1		
Volumen leche (l)	25.00	Densidad (g/ml)	1.029	
Qc, gp (kJ/kg)***	45771.4	Masa de leche (kg)	25.725	
H agua a 10°C (kJ/kg)**	41.99	Densidad carragenina (g/ml)	1.66	
H agua a 30°C (kJ/kg)**	125.7			
H agua a 35°C (kJ/kg)**	2565.4			
H agua a 70°C (kJ/kg)**	2835.4			
Etapa	Entrada	Salida	Perdidas	T °C
Recepcion	m Leche (kg) 25.7250	25.7250 kg	---	12
Calentamiento	m Leche (kg) 25.7250	25.7250 kg		
Adicion de Carragenina	m Carragenina (g) 25.00	25.750 kg	----	35
Pasteurización 50% perdida de calor	m Leche (kg) 25.825 m CaCl ₂ (g) 0.00	22.825 kg	2.925 kg de agua*	75

mgp, usado (kg)	0.3	0.03%		
Agitación	m Leche (kg) 22.825 m CaCl ₂ (g) 0.00 0.03%	22.825 kg	-----	30
Calentamiento 60% pérdida de calor mgp, usado (kg) 0.05	m Leche (kg) 22.825	22.2622	0.5628 kg de agua	40
Adición del cuajo	m Leche (kg) 22.2622 m cuajo (g) 0.6431 25 ppm	22.9053 kg	-----	
Corte	m cuajada (kg) 22.9053	22.9053 kg	-----	
Batido	m cuajada (kg) 22.9053	22.9053 kg	-----	
1er Desuerado	m cuajada (kg) 22.9053	16.4053 kg	6.500 kg de suero	30
Lavado	m cuajada (kg) 16.4053 m agua (kg) 10.00 (a 40°C)	26.4053 kg		
2do Desuerado	m cuajada (kg) 26.4053	14.4053 kg	12.00 kg de suero	30
Salado	m cuajada (kg) 14.4053 m sal (kg) 0.5145 (2% de la leche)	14.9198 kg	----	
Moldeado	m cuajada (kg) 14.9198	6.5118 kg	8.4080 kg de suero	25
Volteado	m queso (kg) 6.5118	5 moldes 0.815 kg 0.800 kg 0.810 kg 0.770 kg 0.805 kg 4.000 kg	2.0199 kg de suero	18
Rendimiento (%)		15.54		

H, entalpia del agua líquida o vapor; $Q_{c,gp}$ calor de combustión del gas propano

*Masa de agua obtenida del balance de energía ($0.5 * Q_{c,gp} = Q_{H_2O}$)

**Tomado de Smith *et al.* (1997)

***Tomado de Hayes (1987), pag. 32.

Fuente: Elaboración propia

CONCLUSIONES

1. Se ha determinado el efecto de la carragenina en las características fisicoquímicas, el recuento microbiológico y las cualidades organolépticas del queso fresco, elaborados con diferentes porcentajes de adición de la carragenina y puedo decir que es factible elaborar el queso fresco con la carragenina, por que mejora en las características ya mencionados en los objetivos.
2. Se determinó las características fisicoquímicas como: el pH, la acidez, humedad y proteínas, presentando diferencia significativa ($p\text{-value} < 0.05$) entre los tratamientos (T0), (T1) y (T2), siendo que estas varían de acuerdo a mayor cantidad de adición de la carragenina y dando una mejor aceptación.
3. Se determinó las características organolépticas del queso fresco elaborado para los tratamientos T0, T1 y T2, no muestran diferencia significativa ($p\text{-value} > 0,05$), presentando en la mayoría de los casos puntuaciones mayores a 2.0, que corresponde a: Color – Anaranjado pálido, Olor- Me gusta, Sabor - Me gusta, Aspecto – Con ligeros corte, 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 iguales ($p\text{-value} > 0.05$).
4. Se determinó el análisis microbiológico, mostró tanto la leche como el queso fresco en los tratamientos T0, T1, T2, presentaron recuentos para *E. coli* y *Coliformes EC*, menores al límite máximo legal ($\leq 10\text{ ufc/ml}$), este hecho se debió más a las condiciones acépticas durante la elaboración del queso fresco.

RECOMENDACIONES

- ❖ Determinar vida útil del queso fresco con la adición de la carragenina.
- ❖ Realizar estudios a nivel de productores de leche en la provincia de Andahuaylas para mejorar la producción de quesos con la adición de la carragenina.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alderete, (2010). Alimentos Funcionales. *Dirección de Promoción de la Calidad Dirección Nacional de Alimentos Ministerio de Economía y Producción – Buenos Aires*. República de Argentina.
- Alvaré, P. (1987). Las gomas y su utilización. *Folleto docente Cuba Minal IIIA*.
- Amiot, J. (1991). *Ciencia y Tecnología de la Leche*. Ed. Acribia S.A. Zaragoza, España.
- Antogiolani, (2013). Introducción a la química industrial: fundamentos químicos y tecnológicos, editorial Andrés bello, chile, Santiago de chile, 1960, pag: 585.
- AOAC-920. 124. AOAC, (1995). Métodos de análisis y muestreo para productos lácteos.
- 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.
- Cernikova, M., y F. Bunka, (2010). Replacement of traditional emulsifying salts by selected hydrocolloids in processed cheese production. *International Dairy Journal*
- Cernikova, M., y F. Bunkaa, (2008). Effect of carrageenan type on viscoelastic properties of processed cheese. *Food Hydrocolloids*; 22: 1054 - 1061.
- Chamorro, (2002). Análisis sensoriales de los quesos. *Tecnología de los alimentos*. Ed. S.A. MUNDI-PRESNA LIBROS. México.
- Chiriboga, A. (2008). Efecto de la adición de estabilizadores en el rendimiento, propiedades físico-químicas y sensoriales del queso crema zamorano. Proyecto de graduación del programa de Ingeniería en Agroindustria Alimentaria. Escuela Agrícola Panamericana, zamorano, Honduras. 43p.
- Cuichan, (2010). trabajo de investigación, “Optimización a nivel de laboratorio de la humedad del queso fundido en bloque empleando estabilizadores hidrocoloides, en la empresa de lácteos Alpen Ss S.A. Provincia de Pichincha”. Colombia.
- Garcia, (1987). Manual de elbaoracion de quesos maduros. Mexico

- Garnier, C., y C. Michon, (2003). Iota-carrageenan/casein micelles interactions: Evidence at different scales. *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*. 31: 177-184.
- Gelymar, (2000). Aplicación de carragenina en agua. 17. P.
- Gonzalez, (2002). Industria lechera. Madrid. España.
- ISO, (1975). Determination of fat content. Van gulik method. ISO standard 3433. Genova: internacional 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.
- Langendorff, V., y C. Cuvelier, (2007). Effects of carrageenan type on the behaviour of carrageenan/milk mixtures. *Food hydrocolloids*.
- Márquez, (2013). Efecto de diferentes concentraciones de carragenina kappa II en la elaboración de queso fresco prensado tipo sibundoy, san juan de pasto.
- Martinez. (2010). Elaboración de queso con gamas Guar y carragenato a dos temperaturas con y sin aditivo láctico. Tesis de pregrado. Universidad de Técnica de Amato. Ecuador.
- Medina, (1997). Industria de quesos. Madrid editorial Acribia
- Ministerio de Salud de Colombia. (1986). Procesamiento, composición, requisitos, transporte y comercialización de los derivados lácteos. Santafé de Bogotá D.C. Resolución 2310.
- Morales, A. (1994). La evaluación sensorial de los alimentos en teoría y en práctica. 1ª ed. España, Madrid. Edit. Acribia.
- Por la cual se modifica la Resolución No 02310 de (1986), 24 de febrero) que reglamenta parcialmente el título V de la Ley 09 del Ministerio de Salud. Santafé de Bogotá D.C. Resolución 1804.
- R. Scott. (2002). Industria Del Queso. Madrid Reglamento sanitario de alimentos, 2014. Elaboración de derivados lácteos. Chile.
- Ramirez, (2011). Desarrollo y selección de una mezcla de hidrocoloides como agente texturante en el queso tipo Gouda. Universidad Nacional de colombia facultad de ciencias agropecuarias pos grado en ciencia y tecnología de alimentos Medellin.
- Reglamento sanitario de alimentos, 2014. Venezuela.

- Revilla, A. (1995). Tecnología de la leche; procesamiento manufactura y análisis. IICA. San José, costa rica, 399 p.
- Ruiz, (2007). En su estudio realizado en “Aplicación de hidrocoloide en queso procesado untable”
- Sánchez, J. (2005). *El queso*. Sn. Lima, Perú. Edit. Infoalimentos.
- Shane, N., y J. Charmian, (2006). Application of emulsifiers/stabilizers in dairy products of high rheology. *Advances in Colloid and Interface Science*; 123 - 126: 433 – 437.
- Tamine y robinson (1991). *Yogur: ciencia y tecnología*. Ed. ACRIBIA. Zaragoza, España. 2: 7-10.
- Valencia, (1997). Tecnología de la leche; procesamiento de quesos y análisis. IICA. San José, costa rica, 399p.
- Valencia, G. (1997). *Gelificantes y emulsificantes en la industria de alimentos*. Facultad de Agronomía. Medellín, Colombia, Universidad Nacional de Colombia.
- Zehren y nusbaum, (2000). *Cheese process*. Cooley. Madison, madison, Wisconsin. 364 p.

WEBGRAFÍA

Alais, C. y Lacasa, A. (2003). Ciencia de la leche: *Principios de la técnica lechera*. Edit. Reverté 4ta ed. Barcelona. Recuperado de: [http://books.google.com.ec/books?id=bW_ULacGBZMC&pg=PA617&dq=de finicion+de+queso#v=onepage&q=&f=false](http://books.google.com.ec/books?id=bW_ULacGBZMC&pg=PA617&dq=de+finicion+de+queso#v=onepage&q=&f=false). [fecha de acceso:08-2016].

Alais, C. y Lacasa, A. (2003). Ciencia de la leche: Principios de la técnica lechera. Edit. Reverté 4ta ed. Barcelona. recuperado de: [http://books.google.com.ec/books?id=bW_ULacGBZMC&pg=PA617&dq=de finicion+de+queso#v=onepage&q=&f=false](http://books.google.com.ec/books?id=bW_ULacGBZMC&pg=PA617&dq=de+finicion+de+queso#v=onepage&q=&f=false). [fecha de acceso:08-2016].

González, Manuel. (2002) “Tecnología para la Elaboración de Queso Blanco, Amarillo y Yogurt” [en línea]. Senacyt - Ampyme. Soná, Panamá. recuperado de: <http://www.senacyt.gob.pa/g_innovacion/facitec/docs/ft-8.pdf> [fecha de acceso: 06-2016].

González, Manuel. 2002 “Tecnología para la Elaboración de Queso Blanco, Amarillo y Yogurt” [en línea]. Senacyt - Ampyme. Soná, Panamá. Recuperado de: <http://www.senacyt.gob.pa/g_innovacion/facitec/docs/ft-8.pdf> [fecha de acceso: 06-2016].

Hill a. (2006b) “Cheese making” [en línea]. Department of Food Science, University of uelph. Ontario, Canadá. Recuperado de: <http://www.foodsci.uoguelph.ca/cheese/welcom.htm>> [fecha de acceso: 06-2016]).

Hill A. 2006a. Dairy Chemistry and Physics Department of Food Science, University of Guelph.Ontario, Canadá. Recuperado de: <http://www.foodsci.uoguelph.ca/dairyedu/chem.html> > [fecha de acceso: 07-2016].

Hill A. 2006b “Cheese making” [en línea]. Department of Food Science, University of uelph. Ontario, Canadá. Recuperado de:

<http://www.foodsci.uoguelph.ca/cheese/welcom.htm>> [fecha de acceso: 06-2016].

Hill, A. (2006a). Dairy Chemistry and Physics Department of Food Science, University of Guelph.Ontario, Canada. Recuperado de: <http://www.foodsci.uoguelph.ca/dairyedu/chem.html> > [fecha de acceso: 07-2016].

Unad, 2015, conceptos básicos de la industria lechera y derivados lácteos. <http://www.senacyt.gob.pa/g_innovacion/facitec/docs/ft-8.pdf> [fecha de acceso: 13. 01. 2017.

Unad, 2015, conceptos básicos de la industria lechera y derivados lácteos. <http://www.senacyt.gob.pa/g_innovacion/facitec/docs/ft-8.pdf> [fecha de acceso: 13. 01. 2017. www.Gelymar.com.

ANEXOS

ANEXO 1. Datos individuales de las características fisicoquímicas de las réplicas de los tratamientos del queso.

Características	T0	T1	T2
Acidez (°D)	17.45	17.86	18.45
	17.34	17.62	18.67
	18.01	18.56	18.34
	17.45	17.67	19.02
	18.02	17.56	19.78
pH	6.45	6.23	6.05
	6.35	6.02	5.78
	6.3	6.35	5.03
	6.42	6.32	6.45
	6.41	5.67	6.34
Grasa (%)	17.45	16.9	12.17
	16.89	15.98	13.24
	18.95	16.58	12.16
	19.98	15.78	13.65
	18.78	16.78	11.25
Humedad (%b.s.)	62.24	53.2	60.6
	54.67	55.67	62.34
	50.14	54.67	59.89
	56.76	58.27	61.32
	55.67	60.45	60.78
Proteínas (%)	11.79	19.6	14.36
	11.15	18.97	15.78
	11.78	19.35	14.65
	12.43	18.56	12.45
	12.79	19.45	13.56

	0.6	0.8	0.8
	0.7	0.7	0.9
Textura	0.6	0.6	0.8
(kg _f /cm ²)	0.7	0.7	0.6
	0.6	0.8	0.8
	4.56	4.9	4.12
	3.56	3.98	3.78
Ceniza (%)	4.35	4.45	4.23
	4.35	4.63	3.98
	3.78	3.78	3.87
	4.78	5.4	8.75
	5.46	4.97	7.98
Carbohidratos	5.01	5.78	8.36
(%)	4.34	4.67	7.68
	4.54	4.56	8.94

ANEXO 2: ANOVA de un factor para las características fisicoquímicas de queso.

Resumen Estadístico para Puntaje

<i>pH</i>	<i>Recuento</i>	<i>Promedio</i>	<i>Desviación Estándar</i>	<i>Coefficiente de Variación</i>	<i>Mínimo</i>	<i>Máximo</i>	<i>Rango</i>
T0	5	6.386	0.0602495	0.943462%	6.3	6.45	0.15
T1	5	6.568	0.0637966	0.971324%	6.52	6.68	0.16
T2	5	6.794	0.0114018	0.167821%	6.78	6.81	0.03
Total	15	6.58267	0.179104	2.72084%	6.3	6.81	0.51

ANALISIS DE VARIANZA

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	0.417773	2	0.208887	80.03	0.0000

Intra grupos	0.03132	12	0.00261		
Total (Corr.)	0.449093	14			

Análisis de varianza de un factor para el Acidez

<i>Acidez °D</i>	<i>Recuento</i>	<i>Promedio</i>	<i>Desviación Estándar</i>	<i>Coefficiente de Variación</i>	<i>Mínimo</i>	<i>Máximo</i>	<i>Rango</i>
T0	5	17.654	0.332611	1.88405%	17.34	18.02	0.68
T1	5	17.854	0.410341	2.29832%	17.56	18.56	1.0
T2	5	18.852	0.580147	3.07737%	18.34	19.78	1.44
Total	15	18.12	0.685618	3.78376%	17.34	19.78	2.44

ANÁLISIS DE VARIANZA

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	4.11868	2	2.05934	10.04	0.0027
Intra grupos	2.46232	12	0.205193		
Total (Corr.)	6.581	14			

Análisis de varianza de un factor para el Textura

<i>Textura (Kgf/cm2)</i>	<i>Recuento</i>	<i>Promedio</i>	<i>Desviación Estándar</i>	<i>Coefficiente de Variación</i>	<i>Mínimo</i>
T0	5	0.64	0.0547723	8.55816%	0.6
T1	5	0.68	0.130384	21.0297%	0.5
T2	5	0.78	0.109545	14.0442%	0.6
Total	15	0.68	0.120712	17.7518%	0.5

ANÁLISIS DE VARIANZA

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	0.076	2	0.038	3.56	0.0610
Intra grupos	0.128	12	0.0106667		
Total (Corr.)	0.204	14			

Análisis de varianza de un factor para la Humedad (%)

<i>Humedad (%b.s.)</i>	<i>Recuento</i>	<i>Promedio</i>	<i>Desviación Estándar</i>	<i>Coeficiente de Variación</i>	<i>Mínimo</i>	<i>Máximo</i>
T0	5	55.896	4.34967	7.78172%	50.14	62.24
T1	5	56.452	2.9005	5.138%	53.2	60.45
T2	5	60.986	0.913444	1.49779%	59.89	62.34
Total	15	57.778	3.69	6.38651%	50.14	62.34

ANALISIS DE VARIANZA

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	77.9573	2	38.9787	4.15	0.0426
Intra grupos	112.668	12	9.38898		
Total (Corr.)	190.625	14			

Análisis de varianza de un factor para la Proteína (%)

<i>Proteína (%)</i>	<i>Recuento</i>	<i>Promedio</i>	<i>Desviación Estándar</i>	<i>Coeficiente de Variación</i>	<i>Mínimo</i>	<i>Máximo</i>
T0	5	11.988	0.63704	5.31398%	11.15	12.79
T1	5	19.186	0.420274	2.19052%	18.56	19.6
T2	5	14.16	1.24384	8.78422%	12.45	15.78
Total	15	15.1113	3.21641	21.2848%	11.15	19.6

ANÁLISIS DE VARIANZA

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	136.316	2	68.1579	96.02	0.0000
Intra grupos	8.5184	12	0.709867		
Total (Corr.)	144.834	14			

Análisis de varianza de un factor para la Grasa (%)

<i>Grasa (%)</i>	<i>Recuento</i>	<i>Promedio</i>	<i>Desviación Estándar</i>	<i>Coefficiente de Variación</i>	<i>Mínimo</i>	<i>Máximo</i>	<i>Rango</i>
T0	5	18.41	1.23748	6.72177%	16.89	19.98	3.09
T1	5	16.404	0.49687	3.02896%	15.78	16.9	1.12
T2	5	12.494	0.956154	7.6529%	11.25	13.65	2.4
Total	15	15.7693	2.68978	17.057%	11.25	19.98	8.73

ANÁLISIS DE VARIANZA

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	90.5187	2	45.2593	50.43	0.0000
Intra grupos	10.7698	12	0.897487		
Total (Corr.)	101.288	14			

Análisis de varianza de un factor para la Ceniza (%)

<i>Ceniza (%)</i>	<i>Recuento</i>	<i>Promedio</i>	<i>Desviación Estándar</i>	<i>Coefficiente de Variación</i>	<i>Mínimo</i>	<i>Máximo</i>
T0	5	4.12	0.42679	10.359%	3.56	4.56
T1	5	4.348	0.461703	10.6188%	3.78	4.9
T2	5	3.996	0.182291	4.56184%	3.78	4.23
Total	15	4.15467	0.381067	9.17203%	3.56	4.9

ANÁLISIS DE VARIANZA

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	0.318773	2	0.159387	1.12	0.3594
Intra grupos	1.7142	12	0.14285		
Total (Corr.)	2.03297	14			

Análisis de varianza de un factor para los Carbohidratos (%)

Carbohidratos (%)	Recuento	Promedio	Desviación Estándar	Coefficiente de Variación	Mínimo
T0	5	4.826	0.434718	9.00784%	4.34
T1	5	5.076	0.510617	10.0594%	4.56
T2	5	8.342	0.522896	6.26823%	7.68
Total	15	6.08133	1.71919	28.2699%	4.34

ANÁLISIS DE VARIANZA

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	38.4859	2	19.2429	79.83	0.0000
Intra grupos	2.89252	12	0.241043		
Total (Corr.)	41.3784	14			

ANEXO 3: Evaluación de comparación de tratamientos del Queso.

Pruebas de Múltiple Rangos para Puntaje por Acidez °D

Método: 95.0 porcentaje LSD

Acidez °D	Casos	Media	Grupos Homogéneos
T0	5	17.654	x
T1	5	17.854	x
T2	5	18.852	x

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
T0 - T1		-0.2	0.624213
T0 - T2	*	-1.198	0.624213
T1 - T2	*	-0.998	0.624213

* indica una diferencia significativa

Pruebas de Múltiple Rangos para Puntaje por pH

Método: 95.0 porcentaje LSD

<i>pH</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
T2	5	5.93	X
T1	5	6.118	X
T0	5	6.386	X

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
T0 - T1		0.268	0.505905
T0 - T2		0.456	0.505905
T1 - T2		0.188	0.505905

*** indica una diferencia significativa.**

Pruebas de Múltiple Rangos para Puntaje por Textura (Kgf/cm²)

Método: 95.0 porcentaje LSD

<i>Nivel</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
T1	5	0.62	X
T0	5	0.64	XX
T2	5	0.78	X

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
T0 - T1		0.02	0.14232
T0 - T2		-0.14	0.14232
T1 - T2	*	-0.16	0.14232

*** indica una diferencia significativa.**

Pruebas de Múltiple Rangos para Puntaje por Humedad (%b.s.)

Método: 95.0 porcentaje LSD

<i>Humedad (%b.s.)</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
T0	5	55.896	x
T1	5	56.452	x
T2	5	60.986	x

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
T0 - T1		-0.556	4.22241
T0 - T2	*	-5.09	4.22241
T1 - T2	*	-4.534	4.22241

*** indica una diferencia significativa.**

Pruebas de Múltiple Rangos para Puntaje por Proteína (%)

Método: 95.0 porcentaje LSD

<i>Proteína (%)</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
T0	5	11.988	x
T2	5	14.16	x
T1	5	19.186	x

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
T0 - T1	*	-7.198	1.16102
T0 - T2	*	-2.172	1.16102
T1 - T2	*	5.026	1.16102

*** indica una diferencia significativa.**

Pruebas de Múltiple Rangos para Puntaje por Grasa (%)

Método: 95.0 porcentaje LSD

<i>Grasa (%)</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
T2	5	12.494	x
T1	5	16.404	x
T0	5	18.41	x

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
T0 - T1	*	2.006	1.30546
T0 - T2	*	5.916	1.30546
T1 - T2	*	3.91	1.30546

*** indica una diferencia significativa.**

Pruebas de Múltiple Rangos para Puntaje por Ceniza (%)

Método: 95.0 porcentaje LSD

<i>Ceniza (%)</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
T2	5	3.996	x
T0	5	4.12	x
T1	5	4.348	x

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
T0 - T1		-0.228	0.520824
T0 - T2		0.124	0.520824
T1 - T2		0.352	0.520824

*** indica una diferencia significativa.**

Pruebas de Múltiple Rangos para Puntaje por Carbohidratos (%)

Método: 95.0 porcentaje LSD

<i>Nivel</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>

T0	5	4.826	×
T1	5	5.076	×
T2	5	8.342	×

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
T0 - T1		-0.25	0.676548
T0 - T2	*	-3.516	0.676548
T1 - T2	*	-3.266	0.676548

* indica una diferencia significativa.

ANEXO 4: ANOVA del rendimiento quesero y evaluación del test Tukey

Rendimiento	Recuento	Promedio	Desviación Estándar	Coefficiente de Variación	Mínimo	Máximo
T0	5	13.204	0.604797	4.58041%	12.45	13.78
T1	5	15.008	0.63065	4.2021%	14.25	15.89
T2	5	15.21	0.372827	2.4512%	14.78	15.67
Total	15	14.474	1.06264	7.34169%	12.45	15.89

ANÁLISIS DE VARIANZA

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	12.1988	2	6.09938	20.27	0.0001
Intra grupos	3.61	12	0.300833		
Total (Corr.)	15.8088	14			

Pruebas de Múltiple Rangos para Puntuación por Rendimiento

Método: 95.0 porcentaje LSD

Rendimiento	Casos	Media	Grupos Homogéneos
T0	5	13.204	×
T1	5	15.008	×
T2	5	15.21	×

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
T0 - T1	*	-1.804	0.755812
T0 - T2	*	-2.006	0.755812
T1 - T2		-0.202	0.755812

* indica una diferencia significativa.

ANEXO 5: Datos individuales de evaluación del rendimiento quesero

	T0	T1	T2
R1	13.45	14.89	15.46
R2	12.45	15.89	14.91
R3	12.67	14.67	15.67
R4	13.67	15.34	15.24
R5	13.78	14.25	14.78
Promedio (%)	13.20	15.08	15.21

ANEXO 6: Protocolo de trabajo microbiológico

- ❖ Colocar la placa Petrifilm para Recuento de E.coli y Coliformes, en una superficie plana.
- ❖ Levantar el film superior y colocar 1 ml de la muestra o su dilución en el centro del film inferior.
- ❖ Bajar con cuidado el film superior sobre la muestra evitando que se formen burbujas de aire.
- ❖ Colocar el aplicador con la cara lisa hacia abajo en el centro de la placa.
- ❖ Presionar ligeramente el centro del aplicador para distribuir la muestra uniformemente.
- ❖ Distribuir el inóculo por toda el área de crecimiento del Petrifilm antes de que se forme el gel. No deslizar el aplicador por el film.
- ❖ Sacar el aplicador y dejar la placa en reposo durante al menos un minuto para que el gel se solidifique.

- ❖ Por cada dilución existente siembre en una o dos placas.
- ❖ Incubar las placas en posición horizontal, cara arriba, en pilas de hasta 20 placas.
- ❖ Incubar las placas Petrifilm EC y coliformes para lectura de E. coli durante 48 h ± 4 h a 35 °C ± 1 °C (AOAC. 991.14) y 24 h ± 1 h a 35 °C ± 1 °C (AOAC 998.08).

ANEXO 7: Hoja de evaluación sensorial

Fecha: _____ **Catador:** _____

Marque con una "X" la alternativa que usted considere

COLOR

Puntuación	Alternativas	Código			
		Testigo	T (0.1)	T(0.5)	T(1)
1	Anaranjado uniforme				
2	Anaranjado pálido				
3	Con manchas				
4	Manchas grandes				
5	Colores extraños				

OLOR

Puntuación	Alternativas	Código			
		Testigo	T (0.1)	T(0.5)	T(1)
1	Me gusta mucho				
2	Me gusta				
3	Me gusta poco				
4	No agradable				
5	Mal oliente				

SABOR

Puntuación	Alternativas	Código			
		Testigo	T (0.1)	T(0.5)	T(1)
1	Me gusta mucho				
2	Me gusta				
3	Me gusta poco				
4	No agradable				

5	Desagradable				
---	--------------	--	--	--	--

ASPECTO (Externo del queso)

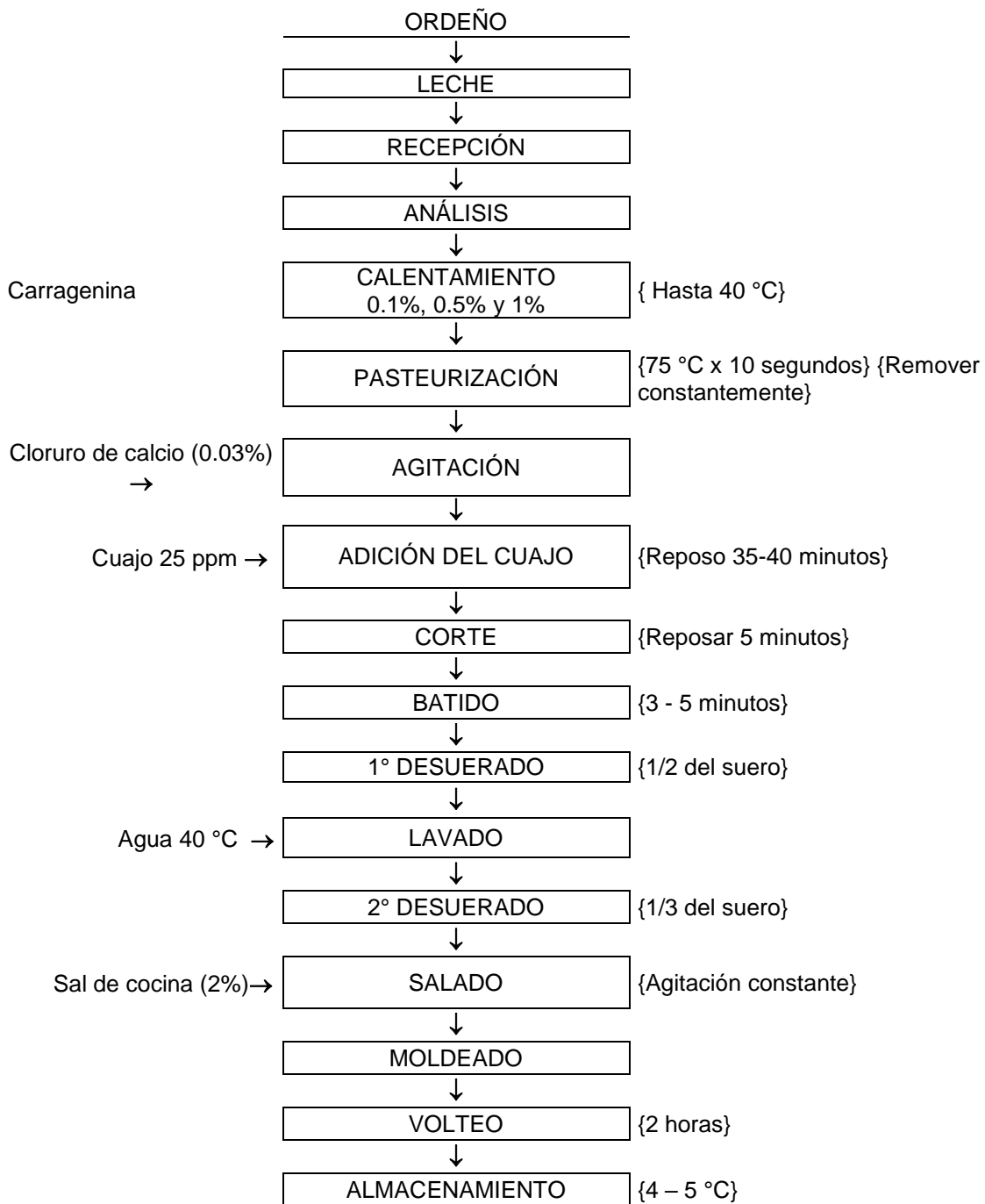
Puntuación	Alternativas	Código			
		Testigo	T (0.1)	T(0.5)	T(1)
1	Corteza muy lisa				
2	Corteza lisa				
3	Con ligeros cortes				
4	Cortes profundos				
5	Muy irregular				

TEXTURA

Puntuación	Alternativas	Código			
		Testigo	T (0.1)	T(0.5)	T(1)
1	Muy lisa				
2	Lisa				
3	Pocos hoyuelos de gas				
4	Quebradizo / pegajoso				
5	Con hoyos grandes, o grietas				

OBSERVACIONES

ANEXO 8: Diagrama de bloque de elaboración cuantitativa del queso fresco con carragenina



Fuente: Elaboración propia, modificado de la propuesta por Mahaut, (2004).

ANEXO 9: FOTOGRAFÍAS DE LA REALIZACIÓN DE LA EXPERIMENTACIÓN EN LA ELABORACIÓN DEL QUESO FRESCO



Foto 1: Determinación de acidez de la leche.



Foto 2: Muestra de carragenina.



Foto 3: Peso de la carragenina.



Foto 4: Adición de la carragenina a la leche.



foto 5: Pasteurización de la leche.



Foto 6: Corte de la coajada



Foto 7: Queso para prensado.



Foto 8: Muestra de queso con diferentes porcentajes de carragenina.



Foto 9: Determinación de la textura del queso con diferentes porcentajes de carragenina.

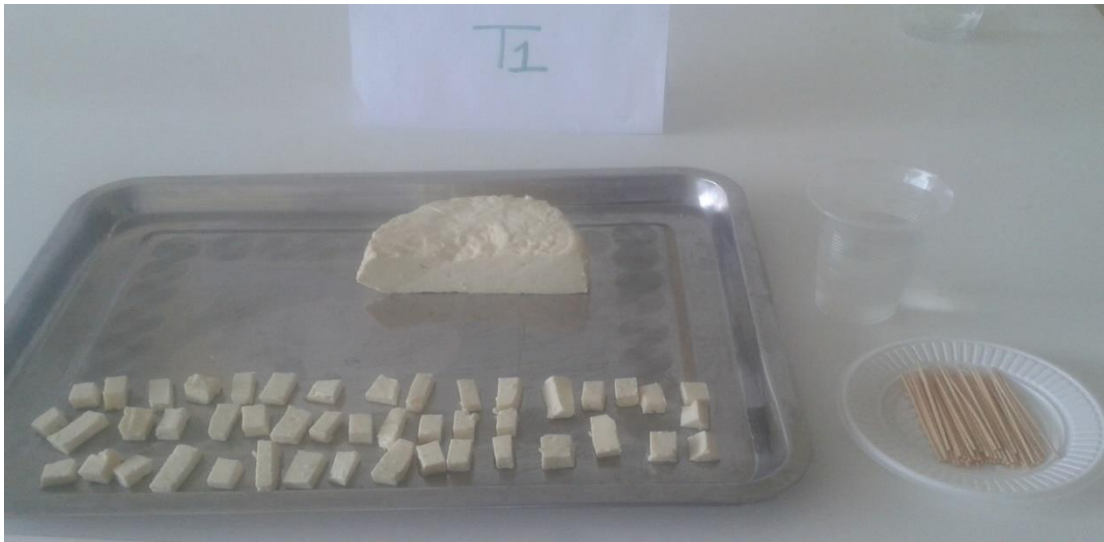


Foto 10: Muestras de queso con diferentes porcentajes de carragenina para la evaluación del análisis sensorial.



Foto 11: Evaluación sensorial con panelista

Anexo 10: cuadro de matriz de consistencia.

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	DEFINICIÓN DE OPERACIONES			RECOLECCIÓN DE DATOS	
			VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DISEÑO O MÉTODO	INDICADORES	INSTRUMENTO
- ¿Cuál es el efecto de la carragenina en las características fisicoquímicas, organolépticas y microbiológicas en el queso fresco?	-Evaluar el efecto de la carragenina en las características fisicoquímicas, organolépticas y microbiológicas en el queso fresco.	-la carragenina tiene efecto significado en las características fisicoquímicas, organolépticas y microbiológicas en el queso fresco.	Variable independiente: Adición de carragenina al 0.1%, 0.5% y 1%	La adición del carragenina en leche	Experimental	Cantidad de adición de carragenina	Balanza
			Variables dependientes: Características fisicoquímicas, organolépticas y microbiológicas	Se determinará las diferentes propiedades del queso con la carragenina a diferentes concentraciones.	Experimental	Fisicoquímicas	Potenciómetro Titulación texturometro
						Organoléptica	Escala hedónica
Microbiológica	UNF colonias						
- ¿En qué medida tiene efecto la carragenina en las características fisicoquímicas en el queso fresco?	-Evaluar el efecto de la carragenina en las características físico-químicas del queso fresco.	-El efecto de la carragenina muestra diferencias significativas en las características físico-químicas: pH, acidez y textura en el queso fresco.	Características fisicoquímicas	Se determinará las diferentes propiedades del queso con la carragenina a diferentes concentraciones.	Experimental	Fisicoquímica	Potenciómetro Titulación Texturometro
- ¿Cuáles es el efecto de la carragenina en las características organolépticas del queso fresco?	-Evaluar el efecto de la carragenina en las características organolépticas del queso fresco.	-Las características organolépticas del queso fresco con el efecto de la carragenina, muestran una disminución significativa en la puntuación de sus cualidades.	Características organolépticas	Se determinará las diferentes propiedades del queso con la carragenina a diferentes concentraciones.	Experimental	Organoléptica	Escala hedónica
-¿En qué medida la carragenina influye en las características microbiológicas del queso fresco?	-Evaluar el efecto de la carragenina en las características microbiológicas en el queso fresco.	-El efecto de la carragenina influye significativo en las características microbiológicas en el queso fresco?	Características microbiológicas	Se determinará las diferentes propiedades del queso con la carragenina a diferentes concentraciones.	Experimental	Microbiológica	Ufc/g de coliformes Ecoli.

