

UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN  
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
E.P. INGENIERÍA DE ALIMENTOS.



*Una Institución Adventista*

**“DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS EN LA ELABORACIÓN DE QUESO  
FRESCO TIPO PARIÁ CON ADICIÓN DE HIDROCOLOIDES PARA  
INCREMENTAR EL RENDIMIENTO EMPLEANDO EL MÉTODO TAGUCHI Y  
SUPERFICIE DE RESPUESTA”**

Tesis presentada para optar el Título Profesional de Ingeniero de Alimentos.

**Autor**

Bach. Percy Vilca Velarde

**Asesor**

M.Sc. Daniel Sumire Qquenta

Juliaca – Perú

2016

**TIA 2 V65 2016**

Vilca Velarde, Percy

Determinación de parámetros en la elaboración de queso fresco tipo paria con adición de hidrocoloides para incrementar el rendimiento empleando el método taguchi y superficie de respuesta.

Perú: Juliaca, 2016

92 hojas: cuadros, tablas, bibliografía.

Tesis de Ingeniería- Universidad Peruana Unión. Facultad de Ingeniería y Arquitectura, EP Ingeniería de Alimentos, 2016.

Asesor: Daniel Sumire Qqenta

Hidrocoloides / Queso / Rendimiento.

## **DEDICATORIA**

Primeramente dedico a nuestro padre celestial que me dio la vida y la fuerza para seguir mis estudios superiores. En segundo lugar a mi esposa Dina Puma Huahuacondori por su apoyo y ánimo para la culminación de mi tesis.

## **AGRADECIMIENTOS**

En Primer lugar doy gracias a nuestro Padre celestial, y en segundo lugar agradezco a la Universidad Peruana Unión – Filial Juliaca y su cuerpo de docentes de la carrera Profesional de Ingeniería de Industrias Alimentarias por el conocimiento impartido durante estos cinco años de dedicación en las aulas adquiriendo cada día un granito de arena para mi vida profesional.

Al Ingeniero Guido Anglas Hurtado, por su orientación en los cursos de Tecnología de Alimentos y por el apoyo en la ejecución de la tesis.

Quiero agradecer también al M. Sc. Daniel Sumire Qquenta, por brindarme su apoyo en la elaboración de la tesis; como no al Ing. Enrique Mamani Cuela por sus consejos muy valorables que me enseñó, así también a la Ing. Ana Mónica Torres Jiménez por motivarme en la presentación del trabajo, de igual manera a la Ing. Nancy Curasi Rafael por su apoyo en las correcciones del trabajo, finalmente al Dr. Augusto Pumacahua Ramos por darme la energía positiva.

A mis queridos padres Hermenegildo Vilca Quispe y Mercedes Velarde de Vilca; Alcides Puma Huaricallo y Digna Huahuacondori de Puma que día a día trabajaron para que culmine mis estudios, Gracias queridos Padres por darme la educación necesaria para esta vida y para la eternidad.

## INDICE GENERAL

CAPÍTULO I.....	1
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO II .....	3
MARCO TEÓRICO .....	3
2.1 Base conceptual.....	3
2.1.1 Recepción de la leche.....	3
2.1.2 Observación de la leche.....	3
2.2.3 Coagulación de la leche para la elaboración de queso.....	3
2.1.4 Queso.....	4
2.1.5 Tipos de queso. ....	5
2.1.6 Hidrocoloides.....	5
2.1.7 Clasificación de hidrocoloides.....	6
2.1.8 Carrageninas. ....	6
2.1.9 Aplicaciones de la goma carragenina.....	8
2.1.10 Tipos de goma carragenina.....	9
A. Carragenina kappa I. ....	9
B. Carragenina kappa II. ....	10

C. Carragenina iota.....	10
D. Carragenina lambda.....	10
2.1.11 Galactomananos.....	10
2.1.12 Goma xanthan.....	11
2.1.13 Carboximetilcelulosa.....	12
2.1.14 Enzimas coagulantes.....	13
2.1.15 Tipos de coagulación.....	13
2.1.16 Cuajos.....	14
2.1.17 Cultivos iniciadores en la elaboración de queso.....	16
2.2 Base teórica.....	16
2.2.1 Diseño de mezclas.....	16
2.2.2 Diseño de taguchi.....	17
2.2.3 Métodos recomendados por taguchi.....	18
2.2.4 Diseño de superficie de respuesta.....	19
2.2.5 Diseños box- behnken para ajustar superficie de respuesta.....	21
2.2.5 Diseños factoriales <b>3k</b> .....	22
2.2.6 Caracterización fisicoquímica.....	22
a.- Medida de densidad con un lactodensímetro.....	22

b.- Prueba de la cuajada. ....	23
c.- Prueba del alcohol.....	24
d.- Prueba de acidez de la leche.....	24
e.- Concentración de caseína en la leche. ....	24
f.- Determinación de potencial de hidrogeniones (pH).....	25
g.-Análisis de acidez.....	25
h.- Determinación de sólidos totales y humedad.....	26
i.- Determinación de cenizas .....	27
2.2.7 Características físico químicas del queso fresco. ....	27
2.2.8 Composición del queso fresco .....	28
2.2.9 Diferencia de dos tipos de queso fresco.....	28
2.2.10 Evaluación sensorial .....	29
2.2.11 Rendimiento quesero.....	30
<b>CAPÍTULO III</b> .....	<b>31</b>
<b>MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	<b>31</b>
3.1 Materiales .....	31
3.1.1 Lugar de ejecución.....	31
3.1.2 Materia prima.....	31

3.1.3 Insumos e ingredientes .....	31
3.1.4 Materiales de proceso.....	32
3.1.5 Materiales de laboratorio.....	32
3.1.6 Equipos.....	32
3.1.7 Materiales de escritorio .....	33
3.1.8 Reactivos .....	33
3.2 Diseño experimental .....	33
3.3 Metodología experimental.....	35
a.- Diseño de mezclas para hidrocoloides.....	35
b.- Método taguchi y superficie de respuesta.....	36
3.4 Metodología del rendimiento quesero.....	39
3.5 Diagrama de flujo de procesamiento de queso fresco con hidrocoloides .....	39
3.6 Descripción del diagrama de flujo de elaboración de queso fresco tipo paria con hidrocoloides .....	42
3.7 Métodos fisicoquímicos del análisis de la materia prima y producto final. ....	45
1.- Acidez .....	45
2.- Densidad .....	45
3.8 Métodos de análisis del producto terminado. ....	46



3.9 Metodología para el análisis sensorial. ....	46
CAPITULO IV .....	48
RESULTADOS Y DISCUSIONES .....	48
4.1 Resultados del diseño de mezclas de hidrocoloides .....	48
4.2 Resultado del diseño experimental taguchi .....	50
4.3 Resultado del diseño de superficie de respuesta.....	52
4.4 Caracterización fisicoquímica de la materia prima (leche fresca) y producto final (queso fresco tipo paria con hidrocoloides) .....	56
4.5 Evaluación sensorial del producto final .....	58
CONCLUSIONES.....	60
RECOMENDACIONES.....	61
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	62
ANEXOS .....	66

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2. 1 Clasificación de los principales quesos. ....	5
Tabla 2. 2 Clasificación de gomas (Hidrocoloides) según el origen y tipo. ....	6
Tabla 2. 3 Cultivos iniciadores en la elaboración de quesos.....	16
Tabla 2. 4 Experimento Hipotético de Taguchi. ....	17
Tabla 2. 5 Modelo de superficie de respuesta. ....	22
Tabla 2. 6 Factor de corrección para la lectura a diferentes temperaturas.....	23
Tabla 2. 7 Concentración de la caseína en la leche. ....	25
Tabla 2. 8 Características físico químicos del queso fresco (100 g). ....	28
Tabla 2. 9 Composición del queso fresco .....	28
Tabla 2. 10 Diferencia de dos tipos de queso fresco. ....	29
Tabla 3. 1 Diseño de mezclas con hidrocoloides .....	35
Tabla 3. 2 Diseño de mezclas por factorial simple.....	35
Tabla 3. 3 Variables independientes para el método taguchi.....	36

Tabla 3. 4 Tratamientos por el método Taguchi. ....	37
Tabla 3. 5 Decodificado del método Taguchi L8. ....	38
Tabla 3. 6 Diseño de superficie de respuesta. ....	38
Tabla 3. 7 Decodificación del diseño superficie de respuesta. ....	39
Tabla 3. 8 Evaluación sensorial del queso con el máximo rendimiento.....	47
Tabla 4. 1 Resultados del diseño de mezclas de Gomas.....	48
Tabla 4. 2 Resultado del diseño experimental Taguchi obtenido del diseño de mezclas. ....	50
Tabla 4. 3 Resultado Del diseño de Superficie de Respuesta .....	52
Tabla 4. 4 Análisis de materia prima. ....	56
Tabla 4. 5 Análisis del queso con hidrocoloides. ....	58

## INDICE DE FIGURAS

Figura 2. 1 Ocasiones en las cuales se suele consumir queso fresco artesanal tomado de DGPA (Dirección General de Promoción Agraria) & Quispe, (2002).....	4
Figura 2. 2 Estructura Química de la Carragenina tomado de Valle & lucas 2000. ....	7
Figura 2. 3 Mecanismo de Gelificación de la Carragenina tomado de Cuichan 2012. ....	9
Figura 2. 4 Estructura Química de la Goma Xantan tomado de Gaviria T., Restrepo M., Suárez M. 2009.....	12
Figura 2. 5 Estructura del Carboxil Metil Celulosa tomado de Ruiz H. 2007. ....	12
Figura 2. 6 Sección de la superficie de respuesta por planos paralelos Tomado de Fernández y Piñeiro 2016. ....	21
Figura 2. 7 Esquema Experimental de la tesis. ....	34
Figura 3. 1 Diagrama de Flujo de Elaboración de Queso Fresco con Hidrocoloides.....	41
Figura 4. 1 Resultados del diseño de mezclas de Hidrocoloides. ....	49
Figura 4. 2 Resultado del diseño Taguchi obtenido del diseño de mezclas.....	51
Figura 4. 3 Región Óptima de Rendimiento. ....	53
Figura 4. 4 Distribución de los puntos de control .....	54

Figura 4. 5. Variable goma con respecto al rendimiento quesero. ....	55
Figura 4. 6 Variable cuajo con respecto al rendimiento quesero. ....	55
Figura 4. 7 Predicción de histogramas.....	56

## INDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Tabla anova del diseño de mezclas.....	66
Anexo 2. Tabla Anova del diseño taguchi. ....	66
Anexo 3. Tabla anova del diseño superficie de Respuesta. ....	67
Anexo 4. Tabla de Análisis de materia prima. ....	67
Anexo 5. Acidez en ° Dornic de la leche con seis repeticiones.....	68
Anexo 6. Figura de densidad de la leche en kilogramos por litro. ....	68
Anexo 7. Análisis de queso fresco con hidrocoloides .....	69
Anexo 8. Acides en gramos de ácido láctico y porcentaje de cenizas.....	69
Anexo 9. Porcentaje de humedad y solidos totales. ....	70
Anexo 10. Ficha de evaluación sensorial del queso. ....	70
Anexo 11. Cuadro de aceptabilidad por Evaluación Sensorial del queso .....	71
Anexo 12. Número crítico de respuestas Correctas en el ensayo de diferencia Direccional de dos colas .....	72
Anexo 13. Fotos elaboración de queso fresco con hidrocoloides. ....	73

## Símbolos Usados.

Símbolo	Unidad básica
gr.	Gramos
° D	Grados Dornic
° C	Grados Centígrados
Kg.	Kilogramos
L.	Litros
N	Normalidad
pH	Potencial de hidrogeniones
$\alpha$	Alfa
$\beta$	Beta
NaCl	Cloruro de sodio
Ca $Cl_2$	Cloruro de Calcio
$\frac{1}{2}$	Un medio
T°	Temperatura
NaOH	Hidróxido de sodio
Var	Variable
Carr	Carragenina
Xan	Xantan
CMC	Carboxil Metil Celulosa
INO	Inoculación
PAS	Pasteurización
CONS	Conservante
GOM	Gomas
CUAJ	Cuajo

%

Por ciento

$\text{cm}^3 = \text{c.c.}$

Centímetros cúbicos

mm.

Milímetros



## RESUMEN

Se determinó los siguientes parámetros para la elaboración de queso tipo paria con adición de tres tipos de hidrocoloides: Temperatura de pasteurización 75 °C, Tiempo de pasteurización 01 minuto, Temperatura de inoculación 30 °C, Tiempo de incubado 40 minutos, Conservante 0.01 %, Mezcla de Hidrocoloides 0.03 %, Cuajo Hansen: 0.02 %, Cloruro de calcio 0.6 %, Cloruro de sodio 2.5 %. Obteniendo un rendimiento máximo de 14 %. Para su logro se realizó una mezcla de hidrocoloides de 07 tratamientos, el tratamiento 05 obtuvo una mezcla óptima: Carragenina 16 %, CMC 66 % y Goma Xantan de 16 %; con el método taguchi  $L_8$  (08 tratamientos) se optimizó el proceso con el tratamiento 05 con 15.1 % y el diseño de superficie de respuesta (09 tratamientos) concluyó con el tratamiento 04 con 14 %, de rendimiento máximo. Los análisis fisicoquímicos fueron los siguientes: acidez 17.6 ° Dornic, densidad de 1,026 kg/L, prueba de la cuajada negativo, prueba de alcohol negativo y los análisis fisicoquímicos del queso óptimo fueron los siguientes: pH 6, ácido láctico 0,6 %, Cenizas 0.1 %, Humedad 54 %, sólidos totales 45.5 %. Se evaluó sensorialmente el producto final con 50 jueces, de los cuales 13 jueces optaron por el queso con hidrocoloides por su aceptabilidad y frescura.

**PALABRAS CLAVES:** Hidrocoloides, Queso, Rendimiento.

## ABSTRACT

The following parameters for the development of paria type cheese with addition of three types of hydrocolloids is determined: Pasteurization temperature 75 °C, time pasteurization 01 minutes, inoculation temperature 30 °C Time incubated 40 minutes Preservative 0.01 %, mixture of hydrocolloids: The following parameters for the cheese making rogue type with addition of three types of hydrocolloids was determined 0.03% Rennet Hansen: 0.02 %, 0.6 % calcium chloride, 2.5 % sodium chloride. Obtaining a maximum yield of 14 %. For achieving a mixture of hydrocolloids treatment 07 it was performed , 05 obtained treating an optimal mix: 16 % Carrageenin, 66 % CMC and Xanthan Gum 16 %; with taguchi L\_8 (08 treatments) method was optimized process with treatment with 15.1 % and 05 design response surface (09 treatments) concluded treatment 04 with 14 % of maximum yield. Physico-chemical analysis were as follows: 17.6 ° Domic acidity, density 1.026 kg./L, curd test negative, negative test alcohol and cheese optimal physicochemical analysis were as follows: pH 6, lactic acid 0.6 % , 0.1 % ash, humidity 54 %, 45.5 % total solids. The final product with 50 panelists, of whom 13 panelists chose the cheese with hydrocolloids for their acceptability and freshness sensuously evaluated.

**Key words:** Hydrocolloids, Cheese, Performance.

# CAPÍTULO I

## INTRODUCCIÓN

Los bajos niveles de rendimiento de queso fresco son debido a la falta de control en el procesamiento, nivel tecnológico inadecuado, e insuficiente recurso económico; en consecuencia obtenemos disminución al acceso del mercado, y bajos ingresos en los productores de queso de la región Puno; en una entrevista con el Gerente General de Coopagro Omar Condori en el año (2015); mencionó “que en la planta el rendimiento de quesos oscila entre 10 – 10.5 %”; sin embargo según la revista institucional electrónica sierra exportadora (2013) “menciona que en la región de puno se obtuvo un rendimiento de 9.5 – 10 % esto quiere decir que de 100 litros de leche se obtiene 9 - 10 kg. de queso”. Por otro lado en la región de puno se produce 20 mil toneladas anuales de queso, es la zona con 617, 163 cabezas de ganado vacuno el 12 % del total nacional superado por Cajamarca.

“Los hidrocoloides permiten la concentración de micelas de caseína, retención de materia grasa de la leche en la red proteica del queso y ayuda a retener la humedad así incrementando el rendimiento y mejorando la textura, elasticidad, frescura del producto final”. (Ruiz 2007).

Se obtuvo un queso fresco con adición de tres tipos de hidrocoloides, realizando los siguientes objetivos:

El presente trabajo de investigación tuvo por objetivo general determinar parámetros en la elaboración de queso fresco tipo paria con adición de tres tipos de hidrocoloides para

incrementar el rendimiento empleando el método taguchi y superficie de respuesta. Los objetivos específicos fueron:

Determinar el mejor porcentaje de adición de hidrocoloides (Carragenina, Carboxil Metil Celulosa y Xantan) y emplear el método Taguchi y Superficie de Respuesta en el procesamiento del queso de la localidad de Cabana.

Realizar una caracterización fisicoquímica de la materia prima y el producto final.

Evaluar sensorialmente la aceptabilidad del producto final comparando con un queso tipo paria sin adición de hidrocoloides con un público no entrenado.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1 Base conceptual**

##### **2.1.1 Recepción de la leche.**

Según la FAO (Organización para la Agricultura y la Alimentación) (2004) opina que “la recepción es generalmente uno de los actividades importantes ya que debe de llevarse dentro de las cuatro horas después del ordeño para poder obtener un producto de calidad”.

##### **2.1.2 Observación de la leche.**

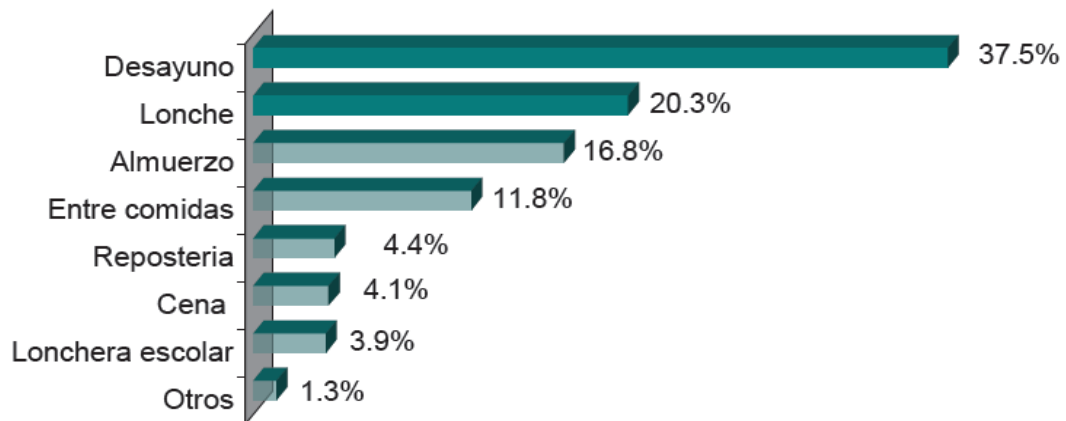
Según la FAO (2004) indica que “esta actividad se realiza con un personal de experiencia donde se huele, se observó la higiene, el color de la leche ya que esta actividad es rápida y barata”.

##### **2.2.3 Coagulación de la leche para la elaboración de queso.**

Gonzales (2002) opina que “la coagulación de la leche para la elaboración de queso fresco consiste en una serie de modificaciones fisicoquímicas de la caseína (proteína de la leche) que conducen a la formación de coagulo debido a la acción conjunta de acidificación de las bacterias lácticas”.

## 2.1.4 Queso

Según la Norma Técnica Peruana y la OMS (2004) menciona que “el queso fresco es el producto sin madurar obtenido por la separación del suero después de la coagulación de la leche cruda o reconstituida”. Gonzales (2002) menciona que “el queso fresco es el producto obtenido por coagulación de la leche pasteurizada integral o parcialmente descremado, constituido parcialmente por la caseína de la leche en forma de gel más o menos deshidratado, el queso no es más la coagulación de la proteína de la leche”. Según Gonzales (2002) y la FAO / OMS (2004) declaran que “el queso es un producto fresco o madurado obtenido por coagulación y separación del suero de la leche también se define que el queso es uno de los alimentos nuestros más importantes nutritivos y sabrosos que se encuentran en todo el mundo”. Según Quispe, (2002) menciona de “una encuesta realizada a 400 hogares en Lima - Perú, el 30 % consume queso fresco en el desayuno”. Ver figura 2.1



*Figura 2. 1 Ocasiones en las cuales se suele consumir queso fresco artesanal tomado de DGPA (Dirección General de Promoción Agraria) & Quispe, (2002).*

### 2.1.5 Tipos de queso.

A continuación presentamos la clasificación de los principales quesos producidos en la región altiplánica de Puno.

Tabla 2. 1  
*Clasificación de los principales quesos.*

Quesos Maduros	Son los quesos de pasta más dura, semidura o blanda, sometidos a un proceso de maduración mediante la adición de microorganismos, mohos o bacterias.
Queso Parmesano	Es el producto elaborado a partir de leche pasteurizada, parcialmente descremada, de vaca.
Queso Andino	Es un queso de pasta semidura, madurado con corteza amarilla y pasta blanca amarillenta.
Queso Paria	Es elaborado con la adición de cultivo láctico que favorece el desarrollo de aroma y textura.
Queso fresco	Es el producto sin madurar obtenido por la separación del suero después de la coagulación de la leche cruda o reconstituida.

Nota: Tomado de Chavez A. 1991 y Geraldine & Tinoco 2004.

### 2.1.6 Hidrocoloides.

Según Ruiz (2007) menciona que “los hidrocoloides son también llamadas gomas alimentarias son aditivos alimentarios que permite modificar la textura en el producto final, optimizando la cohesividad, consistencia, apariencia y retención de agua”. Además permiten reducir costos a través de la disminución del contenido de sólidos por el reemplazo de las proteínas y la materia grasa de las formulaciones, mantenido la textura del producto final. Algunos ejemplos de gomas que son frecuentemente empleadas en productos lácteos son:

Carrageninas, goma Xanthan, Carboximetilcelulosa y los galactomananos: Tara, Guar. “El porcentaje de hidrocoloides no debe superar el 3 %, ya que a pH muy altos provocan la peptización de las caseínas por ende la baja viscosidad en los alimentos. Estos aditivos tienen la función de espesar, dar textura al alimento y hasta reemplazar la grasa”. (Ruiz 2007).

### 2.1.7 Clasificación de hidrocoloides.

Ruiz (2007) reporta que “las gomas se extraen vegetales, plantas y algas por consiguiente se clasifican en 08 grupos”.

Tabla 2. 2  
*Clasificación de gomas (Hidrocoloides) según el origen y tipo.*

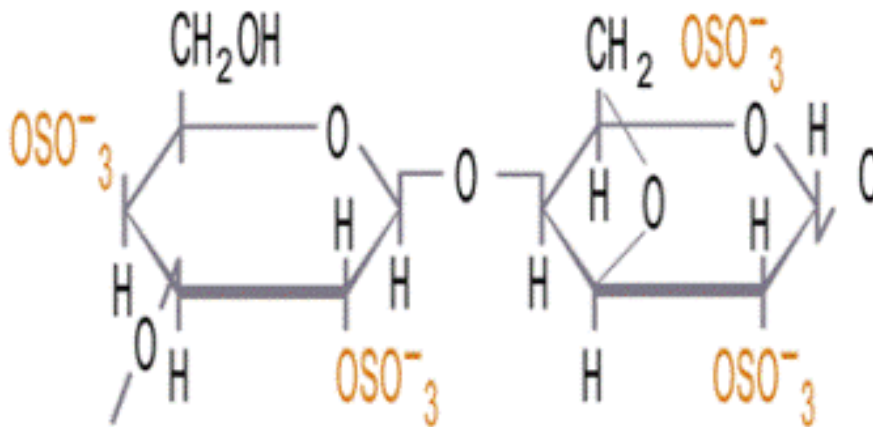
<b>Origen</b>	<b>Tipo</b>
Animal	Gelatina
Cereales	Almidón
Extracto de algas	Alginatos, Carragenina, Agar-Agar
Exudados de plantas	Goma Arábiga, Tragacanto, Caraya.
Fermentación	Goma Xantan (Cultivo de Microorganismos.
Frutos	Pectinas ( Cáscara de limón y manzana).
Modificadas	Metilcelulosa, Carboximetilcelulosa, Hidroxipropilcelulosa.
Tubérculos	Konjac

Nota: Tomada de Zehren y Nusbaum 2000.

### 2.1.8 Carrageninas.

Son carbohidratos naturales que están presentes en “la estructura de ciertas variedades de algas marinas rojas (Rhodophyceas) son extraídas por medios físicos y químicos principalmente como un agente gelificante y estabilizante”. (FAO, 1989).





*Figura 2. 2 Estructura Química de la Carragenina tomado de Valle & lucas 2000.*

Químicamente las carrageninas son polímeros lineales de moléculas alternadas de galactosa y 3-6 anhidro-D-galactosa unidas por enlaces  $\alpha$  (1-3) y  $\beta$  (1-4) las que se encuentran parcialmente sulfatadas, las carrageninas industrialmente son llamadas iota, lambda, kappa I, kappa II. La última se caracteriza por una alta reactividad con las proteínas lácteas tiene un alto contenido de éster sulfato (25 - 28 %) y forma geles firmes y elásticos en agua y leche con baja sinéresis, posee propiedades de solubilidad y estabilidad en un pH ligeramente neutro o ácido (mayores a 3.7).

Según Valle & lucas (2000) mencionan que “la goma carragenina se obtiene de algas rojas (*Chrodeus crispus* o *Irishes moos*) estructuralmente está formada por D y L galactosa 3-6 anhidro D- galactosa y por grupos sulfato”. Se usa en jaleas, mermeladas, pasteles, embutidos, pescados y derivados lácteos. Dan consistencia a los sumos de frutos y otras bebidas. Estabilizan la espuma de la cerveza y emulsifican los aceites de aderezos.

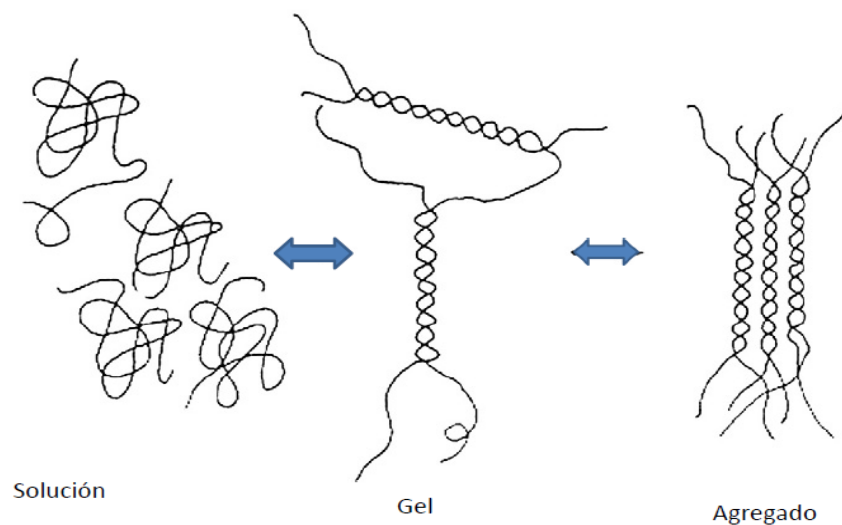
Según Cuichan (2006) relata que “son un grupo de carbohidratos naturales que están presentes en la estructura de ciertas variedades de algas marinas rojas (*Rhodophyceas*)”. “Las

carrageninas son extraídas por medio de una serie de procesos físicos y químicos, obteniéndose un ingrediente funcional de amplio uso en productos alimenticios, principalmente como un agente gelificante, espesante y estabilizante”. Cuichan, (2006).

### **2.1.9 Aplicaciones de la goma carragenina.**

Según Rodríguez, Sandoval & Ayala (2003), mencionan que las aplicaciones de la carragenina se han dividido en dos grupos principales.

Los sistemas basados en agua y en leche. Aunque la leche es un sistema acuoso, la interacción única es que entre la carragenina con micelas de caseína han desarrollado varias aplicaciones específicas en la industria láctea que la hacen diferente de los sistemas acuosos. La estabilización con carragenina de leche evaporada, leche achocolatada, helado de crema, café crema, entre otros, ha sido en gran medida por la reacción y constitución de complejo entre el caseinato de sodio y la carragenina a niveles de pH específicos. Sin embargo la carragenina se ha aplicado para mejorar la retención e humedad, gratinado, rebanado y fundición. (Rodríguez 2003).



*Figura 2. 3 Mecanismo de Gelificación de la Carragenina tomado de Cuichan 2012.*

Las carrageninas químicamente son polímeros lineales de moléculas alternadas de galactosa y 3 – 6 anhidro-D-galactosa (3,6 AG) unidas por enlaces  $\alpha$  (1-3) y  $\beta$  (1-4), las que se encuentran parcialmente sulfatadas. El contenido y posición de los grupos éster sulfatos otorgan las diferencias primarias entre los tipos de carrageninas. Las carrageninas de interés comercial son llamadas iota, lambda, kappa I y kappa II. (Cuichan, 2012).

#### **2.1.10 Tipos de goma carragenina.**

##### **A. Carragenina kappa I.**

Contenido entre el 24 – 25 % de éster sulfato y 34 – 36 % de agar gel. Forma geles firmes y quebradizos en agua y leche. Presenta alta sinéresis. Tiene buena capacidad de retención de agua. Solubles en caliente a partir de 80 – 85°C, a menos temperatura la solubilidad no es total.

## **B. Carragenina kappa II.**

Su contenido varía entre 24 – 25 % de éster sulfato y entre 32 – 34 % de 3,6 agar gel. Forma geles firmes y elásticos en agua y leche. Presenta algo de sinéresis y muy alta reactividad con leche. Solubilidad en el mismo rango de temperatura que el anterior.

## **C. Carragenina iota.**

En este caso se encuentra un contenido entre 30 – 32 % de agar gel. Forman geles elásticos en agua y leche con baja sinéresis. Buena estabilidad a ciclos de congelación-descongelación. Soluble en caliente sobre los 55°C.

## **D. Carragenina lambda.**

El contenido de éster sulfato aumenta hasta una porción del 35% y casi no se encuentra 3,6% Agar Gel, por esta razón no gelifica y debido a su alto grado de sulfatación es el tipo de carragenina mas soluble en agua y leche fría, dando alta viscosidad al medio.

### **2.1.11 Galactomananos.**

Se obtiene de semillas de leguminosas, están formadas por cadenas de manosas unidas por enlaces  $\beta$  (1-4) con ramificaciones unidas con galactosa unidas a las manosas por un enlace  $\alpha$  (1-4) dentro de los galactomananos se encuentra la goma guar, tara, y Locust Bean Ruiz (2007). “Se mezclan con carrageninas o con la goma xantan son estables entre pH 3,5-11”. (FENNEMA, 1993).

### **2.1.12 Goma xanthan.**

Es un polisacárido extracelular obtenido por la síntesis de la bacteria *Xantomonas campestris*, la goma xantan no produce gelificación sin embargo con la combinación de algarrobo puede formar geles elásticos y termorreversibles, es utilizada en muchos productos como espesante. La viscosidad de la goma xantan no cambia entre 0 y 100 °C y 1 - 13 de pH; y, “es utilizada en muchos productos como espesante, estabilizante y agente para mantener suspensiones”. (Pasquel 2001).

Según Gaviria (2009) describe que “la goma xantan es utilizada en la industria alimenticia, principalmente en productos de comportamiento no-newtoniano”, que forman un gel fuerte con bajas concentraciones de hidrocoloides. Esta goma muestra una inusual propiedad de interacción con los galactomananos, haciendo una envoltura intermolecular entre las moléculas desordenadas de la goma xantan y las regiones insustituibles de galactomananos, además una adecuada selección entre galactomananos y carragenina puede prevenir y controlar esta agregación. La correcta mezcla entre hidrocoloides podría prevenir la separación y conferir cremosidad al producto final. La goma Xantan tiene la función de evitar la degradación de las enzimas y es recomendada para queso pasteurizado y leches congelados.

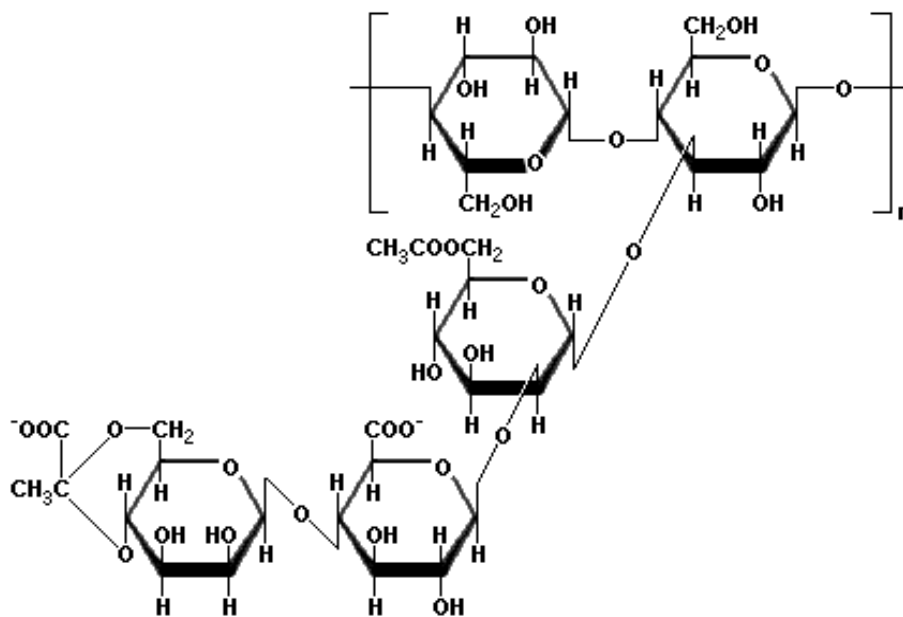


Figura 2. 4 Estructura Química de la Goma Xantán tomado de Gaviria T., Restrepo M., Suárez M. 2009.

### 2.1.13 Carboximetilcelulosa.

Es un polímero soluble en agua, proveniente de la modificación química de la celulosa, sustituyendo algunos de los hidrógenos de los grupos hidroxilos, por grupos carboximetílicos. La carboximetilcelulosa es compatible con sales y proteínas de la leche (Ruiz 2007).

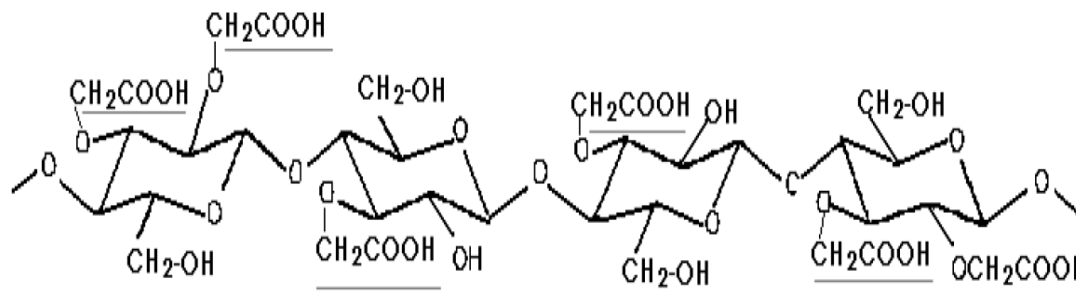


Figura 2. 5 Estructura del Carboxil Metil Celulosa tomado de Ruiz H. 2007.

#### **2.1.14 Enzimas coagulantes.**

Argen Bio (2002) menciona que “los quesos elaborados mediante coagulación enzimática o mixta, las enzimas coagulantes constituyen un elemento esencial”. Tradicionalmente se utiliza la quimosina o renina, extraída del cuarto estomago (cuajar) de los becerros lactantes. Pero debido al aumento en la demanda de cuajos se han desarrollado técnicas para la utilización de enzimas provenientes de microorganismos y vegetales.

Los cuajos microbianos son elaborados principalmente a partir de cultivos de mohos de la especie *Rhizomucor*. Actualmente se elabora quimosina producida por fermentación con microorganismos modificados genéticamente, con lo cual se obtiene un enzima bastante similar a la quimosina de origen animal; el extracto comercial contiene quimosina 100 % a diferencia del producido por maceración del estómago el cual puede contener 90-95 % de quimosina y 10-15 % de pepsina.

#### **2.1.15 Tipos de coagulación**

La coagulación láctica o ácida es realizada por las bacterias lácticas presentes en las leches crudas o procedentes del fermento, que transforman la lactosa en ácido láctico haciendo descender el pH de la leche, lo que produce la alteración de la caseína hasta la formación de un coágulo. Gonzales (2002). La Coagulación Acida según Werner (2006) menciona que “la coagulación ácida consiste en adicionar bacterias formadoras de ácido láctico (*Lactobacillus lactis*, *L. casei* y *L. helveticus*, *Streptococcus Lactis*, *S. thermophilus*)”. En función al tiempo estos producen bastante ácido láctico en la leche, que la caseína ácida es precipitada.

La coagulación enzimática se produce cuando se añade cuajo a la leche. Durante siglos se ha utilizado en queso cuajo animal, es decir, el enzima renina extraída del cuarto estómago de los rumiantes lactantes. Las dificultades de aprovisionamiento a nivel mundial de cuajo, junto con el aumento de precio de las preparaciones comerciales del enzima, han favorecido el desarrollo de otros enzimas coagulantes, tanto de origen animal (pepsinas bovinas y porcinas), como de origen microbiano (proteasas fúngicas, etc.) o vegetal (flores de *Cynara cardunculus*, etc.) El cuajo es una enzima proteolítico que actúa desestabilizando a la caseína, lo que da lugar a la formación de un “gel” o coágulo que engloba al suero y los glóbulos grasos en su interior. Igualmente, su actividad proteolítica conduce a la formación de compuestos que serán utilizados por las bacterias del fermento para su multiplicación. Gonzales (2002) Coagulación Enzimática. Hoy en día encontramos en el estómago de los terneros la renina que es una proteasa, esta proteína al ser agregada a la leche precipita la caseína en unos 10 a 30 minutos.

#### **2.1.16 Cuajos**

Los cuajos vegetales pueden ser obtenidos del ananá (bromelina), lechosa (papaina) e higo (ficina). Estas enzimas tienen una capacidad proteolítica menos específica por lo cual pueden causar sabores amargos en los quesos si no son bien utilizados. Su uso a nivel comercial es limitado, generalmente “se utilizan en la elaboración artesanal de determinados tipos de quesos”. (Argen Bio, 2002).

Los cuajos microbianos también tienen una acción más pronunciada que la quimosina, a excepción de la quimosina obtenida por fermentación la cual se comporta igual a la quimosina animal.



Antes de utilizar cualquier enzima coagulante debe conocerse su fuerza, lo cual permite utilizar las dosis necesarias sin caer en los errores que conlleva emplear dosis bajas o muy altas a las necesarias. La fuerza de cuajo se define como la cantidad de leche en mililitros que cuaja a 35 °C en 40 minutos, cuando se le adiciona una un gramo o mililitro de cuajo. Se puede calcular mediante la ecuación número 01.

$$F = \frac{V \times 2400}{C \times t} \dots\dots\dots (01)$$

Dónde:

F: fuerza del cuajo (l/ g min)

V: cantidad de leche (l)

C: cantidad de cuajo (g)

t: tiempo (min)

### 2.1.17 Cultivos iniciadores en la elaboración de queso.

Tabla 2. 3  
*Cultivos iniciadores en la elaboración de quesos.*

<b>Queso</b>	<b>Tipo</b>	<b>Cultivo</b>
Cottage	Blando Fresco	L. lactis subsp. Lactis, L. lactis subsp. Cremoris, Lc mesenteroides subsp. Cremoris
Camembert	Blando Maduro	l. lactis subsp. Lactis, L. lactis subsp. Cremoris, Lc. mesenteroides subsp. Cremoris,penicillium camenberti.
Gouda	Semiduro	L. lactis subsp. Lactis, Lc. Mesenteroides subsp. Cremoris
Cheddar	Duro	L. lactis subsp. Lactis, L. lactis subsp. Cremoris
Enmental	Duro con ojos	Lb. Delbruckii subsp. Bulgaricus, s. salivarius subsp. Thermophilus
Parmesano	Extraduro	L. lactis subsp. Lactis, L.lactis subsp. Cremoris, lb.delbruckii subsp. bulgaricus, s. salivarius subsp. Thermophilus
Roquefort	Semiduro	Penicillum roqueforti

Nota: Tomado de Valle & lucas 2000.

## 2.2 Base teórica

### 2.2.1 Diseño de mezclas.

El diseño de mezclas es aplicado cuando los factores experimentales a ser estudiados son ingredientes o componentes de una mezcla, la función de la respuesta típicamente depende sobre las proporciones relativas de cada componente, no de la cantidad absoluta. Puesto que las proporciones deben sumar una cantidad fija, generalmente un 100%, los factores no se pueden variar independientemente sobre algún otro. Consecuentemente, “los diseños normalmente usados para investigación y optimización no se pueden aplicar directamente, ni el espacio de coordenadas es rectangular es la representación más deseable de la región experimental”. Según menciona. (Montgomery 2004).

### 2.2.2 Diseño de taguchi.

Los diseños de experimentos estadísticos pueden ser utilizados para identificar el conjunto de parámetros del producto y del proceso que reducen la variación y, por tanto, mejoran la calidad, la productividad, la habilidad del proceso de manufacturación y los resultados. Según menciona (Montgomery 2004).

El autor de este diseño fue Genichi Taguchi, que sirve para mejorar la calidad, los diseños factoriales fraccionados se usan en forma amplia en experimentos fuera de la línea para mejorar la calidad del producto y incrementar la productividad, el diseño de parámetros robustos es parte de la metodología de taguchi, que involucra los diseños de tratamientos factoriales el objetivo es determinar que combinación de factores controlables es la menos sensible a los cambios en los variables de ruido.

Tabla 2. 4  
*Experimento Hipotético de Taguchi.*

<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D-0</b>	<b>D-1</b>	<b>D-2</b>	<b>Y</b>	<b>S</b>
-	-	+	54	56	52	54	2.0
+	-	-	69	70	71	70	1.0
-	+	-	58	55	49	54	4.6
+	+	+	58	65	69	64	5.6

Nota: Tomado de diseño de Experimentos Robert O. Kuehl 2000, México

Donde Y = media y S = desviación estándar

Taguchi presenta tres etapas en el diseño de un producto o de un proceso:

- A. Diseño del sistema
- B. Diseño de los parámetros y
- C. Diseño de las tolerancias.

El diseño experimental debería aplicarse fundamentalmente al diseño de los parámetros y al diseño de las tolerancias. Fue un logro de Taguchi el haber destacado la importancia de aplicar el diseño experimental en el proceso de creación, fabricación y puesta en el mercado de un nuevo producto. También es clave en su enfoque (aunque no haya sido inventado por él) el concepto de robustez; un producto es robusto cuando se comporta bien aún en condiciones no controlables.

### **2.2.3 Métodos recomendados por taguchi.**

Taguchi recomienda seleccionar dos diseños experimentales, uno para los factores controlables y otro para el ruido.

- El arreglo de los factores controlables (arreglo interior);
- El arreglo de los factores no controlables (arreglo exterior).

Según Montgomery (2004) menciona que “los análisis de datos con Taguchi embellece el trabajo y se recomienda evaluar en el arreglo interior y la respuesta promedio de cada corrida del experimento y analizar la variación de los resultados con un ratio señal-ruido apropiado”. Estos ratios se derivan de la función de pérdida cuadrática presentada anteriormente. Se consideran óptimos los niveles de los factores que maximicen un ratio señal-ruido adecuado. Estos ratios difieren según que el objetivo del experimento sea reducir

la variabilidad alrededor de un valor objetivo determinado, o producir un efecto resultante lo mayor posible, o, inversamente, producir el menor efecto posible.

En definitiva, el objetivo principal de la ingeniería en general es alcanzar mejoras de rendimiento sostenibles ante cualquier condición. Esto es lo que se llama robustez. Quizás uno de los mayores desafíos para Taguchi consista en cómo medir la robustez ya que, sólo si logramos hacerlo, podremos desarrollar tecnologías “a prueba de ruido”. Taguchi mide la robustez con el ratio señal-ruido.

Para Taguchi, el uso de los ratios señal-ruido elimina en general la necesidad de examinar las interacciones entre los factores controlables y los factores de ruido, si bien el examen de estas interacciones puede ocasionalmente mejorar la comprensión de los procesos estudiados. Finalmente, dado que los arreglos no siempre se corren completos, por razones de economía, es posible realizar experimentos confirmatorios.

#### **2.2.4 Diseño de superficie de respuesta**

Son un Subconjunto de diseños de experimentos que hacen uso de los polinomios o modelos de primero y segundo orden superior para modelar la relación entre las variables independientes y la variable respuesta. Menciona (Montgomery 2004).

El diseño de superficie de respuesta es un conjunto de técnicas matemáticas útiles en el moldeado y análisis de problemas en los que una respuesta de interés está influida por varios factores de carácter cuantitativo. El propósito inicial de estas técnicas es diseñar un experimento que proporcione valores razonables de la variable respuesta y, a continuación,

determinar el modelo matemático que mejor se ajusta a los datos obtenidos. El objetivo final es establecer los valores de los factores que optimizan el valor de la variable respuesta.

Según Montgomery (2004) menciona que “el rendimiento del proceso es una función de los niveles de % de mezcla de hidrocoloides y temperatura, para el máximo rendimiento en el procesamiento del queso”.

$$y = f(x_1, x_2) + e \dots \dots \dots (02)$$

Donde e representa el ruido o error observado en la respuesta, si la respuesta esperada se denota por  $E(y) = f(x_1, x_2) = n$ , entonces a la superficie representa por  $n = f(x_1, x_2)$  a esta fórmula se le llama superficie de respuesta.

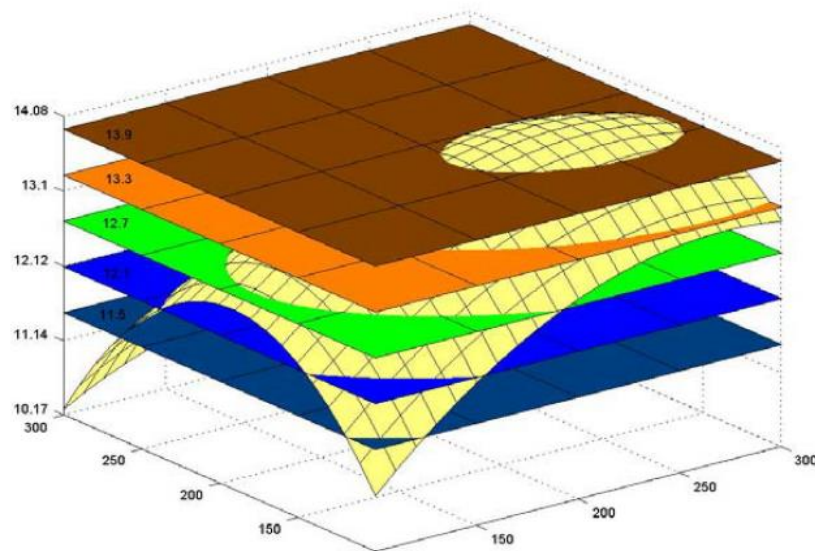
Cuando decimos que el valor real esperado,  $\eta$ , que toma la variable de interés considerada está influido por los niveles de k factores cuantitativos,  $x_1, x_2, \dots, x_k$  esto significa que existe alguna función de  $x_1, x_2, \dots, x_k$  (que se supone continua en  $X_i, \forall i = 1, \dots, k$ ) que proporciona el correspondiente valor de  $\eta$  para alguna combinación dada de niveles:

$$\eta = f(x_1, x_2, \dots, x_k) \text{ de tal forma que la variable respuesta puede expresarse como:}$$

$$Y = \eta + \varepsilon = f(x_1, x_2, \dots, x_k) + \varepsilon \text{ donde } \varepsilon \text{ es el error observado en la respuesta.}$$

La relación  $\eta = f(x_1, x_2, \dots, x_k)$  existente entre  $\eta$  y los niveles de los k factores puede representarse a través de una hipersuperficie (subconjunto de un espacio euclídeo (k+1) - dimensional) a la que llamaremos superficie de respuesta

Una técnica utilizada para ayudar a visualizar la forma que puede tener una superficie de respuesta tridimensional consiste en representar la gráfica de contornos de la superficie, en la que se trazan las denominadas líneas de contorno que son curvas correspondientes a valores constantes de la respuesta sobre el plano  $x_1 x_2$  (plano cuyos ejes coordenados vienen dados por los niveles  $x_1 x_2$  de los factores). Geométricamente, cada línea de contorno es una proyección sobre el plano  $x_1 x_2$  de una sección de la superficie de respuesta al intersectar con un plano paralelo al  $x_1 x_2$ . La gráfica de contornos resulta útil para estudiar los niveles de los factores en los que se da un cambio en la forma o altura de la superficie de respuesta.



*Figura 2. 6* Sección de la superficie de respuesta por planos paralelos Tomado de Fernández y Piñeiro 2016.

### **2.2.5 Diseños box- behnken para ajustar superficie de respuesta.**

Según Montgomery (2004). Indica que “se han propuesto algunos diseños de tres niveles para ajustar superficies de respuesta estos niveles se forman combinado factoriales

con diseños de bloques incompletos los diseños resultantes suelen ser muy eficaces del número requerido de corridas”.

Tabla 2. 5  
*Modelo de superficie de respuesta.*

Nº	Variable	Niveles (Parámetros)		
		-1	0	1
1	Var1	-1	0	1
2	Var2	-1	0	1
3	Var3	-1	0	1

### 2.2.5 Diseños factoriales $3^k$

En los diseños factoriales  $3^k$  cada uno de los k factores presenta 3 niveles, de manera que el número de observaciones experimentales es  $N = 3^k$ . Este número puede hacerse excesivamente grande, especialmente cuando se están estudiando muchos factores, de manera que en ocasiones conviene más considerar diseños fraccionales  $3^{k-m}$  de los diseños factoriales  $3^k$ , tal y como se hizo para los diseños factoriales  $2^k$ .

Los diseños  $3^k$  y sus fracciones presentan el inconveniente de que, aunque son ortogonales, no son invariantes por rotación, lo que hace que no sean muy buena elección como diseños de superficies de respuesta de segundo orden.

### 2.2.6 Caracterización fisicoquímica

#### a.- Medida de densidad con un lactodensímetro.

Solano (2003) “describe que esta prueba es simple, nos permite conocer en primera instancia algún posible fraude en la leche”.



## Peso Específico

Leche Pura	1.028 – 1.033	Kg./Lt.
Leche Aguada	Menor a 1.028	Kg./Lt.
Leche descremada	1.033 – 1.037	Kg./Lt.

El volumen de leche “mínimo” para efectuar una determinación de densidad en buenas condiciones (con lactodensímetros) es de 250 ml.

A 15 °C se mide la densidad específica de la leche, la densidad normal de la leche va de 1028 – 1033 g/ml, si el resultado de grasa es baja y la densidad es alta 1035 es probable que la leche haya sido descremada, sin embargo si el resultado de grasa es baja y la densidad es baja 1027 es probable que se haya aumentado agua.

Tabla 2. 6

*Factor de corrección para la lectura a diferentes temperaturas.*

Temperatura (°c)	17	18	19	20	21	22	23	24
Corrección	0,007	0,005	0,003	0	0,003	0,005	0,008	0,0011

Nota: Tomado de la FAO 2004.

### **b.- Prueba de la cuajada.**

La prueba de cuajada se realiza cuando la leche no está agria. “Coloque tubos de ensayo con 05 ml de leche en agua hirviendo durante 04 minutos rechace la leche si cuaja”.

(FAO, 2004)

### **c.- Prueba del alcohol.**

Se realiza cuando la leche no está agria. “Se mezcla cantidades iguales de leche dos mililitros y una solución de etanol al 68 % la leche que tiene más de 0.21 % de ácido cítrico se coagulará al agregarle alcohol”. (FAO, 2004).

### **d.- Prueba de acidez de la leche.**

Si la acidez de la lactosa es mayor a 0.19 % la calidad de la leche es baja y no puede ser procesada, mida 09 ml de leche colóquela en el plato agregue 01 ml de fenolftaleína y desde la bureta agregue lentamente la solución de hidróxido de sodio al 0.1 N mientras lo mezcla continuamente, hasta que aparezca un leve color rosado. Mientras más hidróxido la leche es más ácida. Solano y Calle (2003) mencionan que “la acidez de la leche es un dato que nos indica la carga microbiana de la leche, el cuidado en cuanto a higiene y conservación. La leche debe tener entre 14 y 18 ° Dornic, pero en el área rural por efecto del transporte llegan con mayor acidez”.



### **e.- Concentración de caseína en la leche.**

En la leche la proteína más importante es la caseína, la caseína precipita por la acción del cuajo estas pueden precipitar por acción de ácidos o enzimas proteolíticas que hidrolizan las cadenas de aminoácidos, estas se encuentran en estado coloidal formando largas cadenas e aminoácidos entre las principales tenemos la  $\alpha$  Caseína, la  $\beta$  Caseína y la  $\kappa$  Caseína.

Tabla 2. 7  
*Concentración de la caseína en la leche.*

<b>Proteínas</b>	<b>Concentración g/kg.</b>
Caseína	26
Seroproteínas	6,3
Proteínas de la grasa	0,4
Proteína Total	32,7

Nota: Tomado de Solano y Calle 2003.

#### **f.- Determinación de potencial de hidrogeniones (pH).**

El método más adecuado es el potencio metro empleando un electrodo de vidrio. “El potencial se mide directamente en términos de pH en la escala de un potenciómetro o pH metro calibrado con una solución buffer de pH conocido”. (Solano, 2003)

1. Preparar el potenciómetro de acuerdo con las instrucciones del aparato y haciendo la calibración con la solución buffer de pH conocido (4 y 7).
2. Ajustar la temperatura de la muestra a las condiciones requeridas por el equipo.
3. Medir el pH y apuntar los resultados

#### **g.-Análisis de acidez**

La acidez es el exceso de iones de hidrógeno en una solución acuosa, en relación con los que existen en el agua pura.

1. Tomar con una pipeta 10 ml de la muestra y colocar en un erlenmeyer de 50 ml.
2. Colocar tres gotas de fenolftaleína (indicador) en la muestra.

3. Titular la muestra con NaOH 0.1 N, agitando constantemente hasta que ésta tome un color rosa débil pero persistente.

4. Medir la cantidad de NaOH 0.1 N utilizado y anotar los resultados.

#### **h.- Determinación de sólidos totales y humedad**

Secar a 110 °C aproximadamente la cápsula de metal con su tapa por 30 minutos. “Dejar enfriar las capsulas en un desecador, Esperar que se enfríen a temperatura ambiente, Pesar la cápsula con su tapa, pero desplazada. Pesar aproximadamente dos gramos de porción de muestra bien mezclada, en la cápsula con la tapa desplazada (no removida)”. (Solano, 2003).

Pesar y apuntar datos, Reporte la harina residual como sólidos totales y la pérdida en peso como humedad (método indirecto). Para cálculos ver ecuación nº 02.

$$\% \text{ de Contenido de sólidos} = \frac{W3-W2}{W1-W2} \times 100 \dots\dots\dots(03)$$

Dónde:

W1 = peso de la muestra húmeda + cápsula

W2 = peso cápsula

W3 = peso de la muestra seca + cápsula

% Contenido de humedad = 100 – Contenido de sólidos (%).

### **i.- Determinación de cenizas**

Se empleó el método AOACC 08-01 (1995). El procedimiento consistió en poner un crisol a masa constante en el cual se pesaron dos gramos de muestra; se colocó el crisol se llevó el crisol a la mufla, y se transfirió al desecador para su completo enfriamiento se determinó la diferencia de masa del crisol. Y se calculó el valor a través de la siguiente ecuación n° 03.

$$\% \text{ cenizas} = \frac{(P-p)100}{M} \dots\dots\dots(04)$$

Dónde:

P = masa del crisol con cenizas en gramos.

p = masa de crisol vacío en gramos.

M = masa de muestra en gramos.

### **2.2.7 Características físico químicas del queso fresco.**

A continuación presentamos las características fisicoquímicas del queso fresco la proteína 23,3 %, humedad 40.8 %, grasa 29,4 %, cenizas 5.5 % carbohidratos 1 %, energía total 361 Kcal. Ver tabla 2.8.

Tabla 2. 8  
*Características físico químicas del queso fresco (100 g).*

<b>Componentes nutricionales</b>	<b>%</b>
Proteína	23.3
Humedad	40.8
Grasa	29.4
Cenizas totales	5.5
Carbohidratos	1
Energía total (Kcal)	361.8

Nota: Tomado de Quispe S. M. 2002 Lima, Perú.

### **2.2.8 Composición del queso fresco**

La composición físico química del queso fresco es agua, grasa, proteínas y carbohidratos; está analizada en gramos por kilogramo de queso y transformado en porcentajes. Ver tabla 2. 9.

Tabla 2. 9  
*Composición del queso fresco.*

<b>Componente</b>	<b>gr. en un Kg. de queso</b>	<b>%</b>
Agua	500	50
Grasa	240	24
Proteínas	215	21.5
Carbohidratos	25	2.5
Sales Minerales	20	2

Nota: Tomado de Calle M.; Solano A., 2004.(PROMPYME).

### **2.2.9 Diferencia de dos tipos de queso fresco.**

Se muestra la diferencia de dos tipos de quesos: uno con leche descremada y otro con leche entera, según la comparación realizada existe una variación de 25 % de materia grasa;

quiere decir que la materia grasa del queso con leche descremada tiene un valor de 15 % y el queso con leche entera obtiene un 40 %. En los demás requisitos los valores son iguales como se aprecia en la tabla 2.10.

Tabla 2. 10  
*Diferencia de dos tipos de queso fresco.*

<b>Requisitos</b>	<b>Queso fresco (Leche Descremada)</b>	<b>Queso Fresco (Leche Entera)</b>
Extracto seco mínimo	35 %	35 %
Materia grasa	15 %	40 %
Humedad Max.	65 %	65 %
Sal (Cl Na)	3,50 %	3,50 %
Acidez (gr. De Ácido Láctico)	0,65 %	0,65 %
Impurezas en 100 gr.	0,06 gr.	0,06 %
Prueba de Fosfatasa	02 Unidades	02 Unidades

Nota: Tomado de Geraldine & Tinoco, 2004. Perú.

### **2.2.10 Evaluación sensorial**

La evaluación sensorial es un instrumento de medida mediante las reacciones psicológicas de las personas, sin embargo existen diferentes pruebas de acuerdo al producto a evaluar la cual identifica si esta le gusta o simplemente no es aceptable. Sin embargo Sangronis y García (2007) define que “el método de la evaluación sensorial del queso resulta muy bien, evaluar con el sentido del gusto indirectamente como consecuencia de la medida de una reacción humana”. Sangronis y García (2007).

### **2.2.11 Rendimiento quesero.**

Hernández y otros 2010, obtuvieron resultados en rendimiento de queso fresco con porcentaje de ocho por ciento, mientras que Pécora y otros (2013) calcularon “el rendimiento quesero hasta un nueve por ciento, después de 15 días de almacenamiento”.



## **CAPÍTULO III**

### **MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1 Materiales**

##### **3.1.1 Lugar de ejecución.**

El presente proyecto de investigación se realizó en la Universidad Peruana Unión – Juliaca dentro de las instalaciones del CITAL (Centro de Investigación en Tecnología de Alimentos).

##### **3.1.2 Materia prima.**

La materia prima a utilizar es la leche de vaca (Brown swis) en época de lluvias (diciembre – marzo) proveniente de Cabana- centro poblado Collana- Provincia de San Román, Puno- Perú.

##### **3.1.3 Insumos e ingredientes**

- Goma carragenina Tipo K 2
- Goma CMC (Carboxil Metil Celulosa)
- Goma Xantan
- Cloruro de calcio
- Cloruro de sodio
- Sorbato de potasio
- Cuajo Hansen

### **3.1.4 Materiales de proceso**

- Paleta
- Olla
- Cocina
- Balanza Semi Analítica Dembert marca pioneer 0,0001; capacidad 120 gr.
- Meza de trabajo
- Reloj marca casio
- Batea y baldes
- Moldes de ½ Kilo de capacidad.
- Termómetro de varilla de alcohol y mercurio de 1-100 °C.
- Cuchillo

### **3.1.5 Materiales de laboratorio**

- Probeta
- Bureta
- Vaso precipitado
- Lactodensímetro Modelo Quevenne T=15 °C lease en el menisco superior hecho en México.
- Tubos de ensayo
- Pipeta
- Acidómetro
- Gotero
- Placas Petri
- Pinzas

### **3.1.6 Equipos**

- Refrigeradora marca Electrolux.
- Congeladora marca Electrolux.
- Estufa ODHG-9030 B Heating Drying Oven Ker Lab.
- Mufla Nabertherm

- PH metro Marca ORION modelo 420 A.
- Prensa

### **3.1.7 Materiales de escritorio**

- Cuadernos de apunte
- Bolígrafos
- Computadora HP compag
- Registros
- Hojas de papel bom

### **3.1.8 Reactivos**

- Hidróxido de sodio al 0.01 N
- Fenolftaleína

## **3.2 Diseño experimental**

El diseño experimental es el esquema experimental del proyecto desde el inicio hasta su finalización para lo cual se basó en el diagrama de flujo de procesos desde la recepción de materia prima hasta la obtención del queso fresco tipo paria con adición de hidrocoloides registrando sus controles. Para lo cual se procedió por etapas: Etapa I. Para obtener un mejor rendimiento en la elaboración de quesos se empleará el diseño de mezclas (centroide simplex). De hidrocoloides: Carragenina, Carboxil Metil Celulosa (CMC) y goma Xantan. Etapa II. Se empleará el método taguchi ( $L_8$ ). Se determinó por el diseño de superficie de respuesta  $3^2$  Factor 3 nivel 2. Los datos se analizaron con el software statistica 7.0.

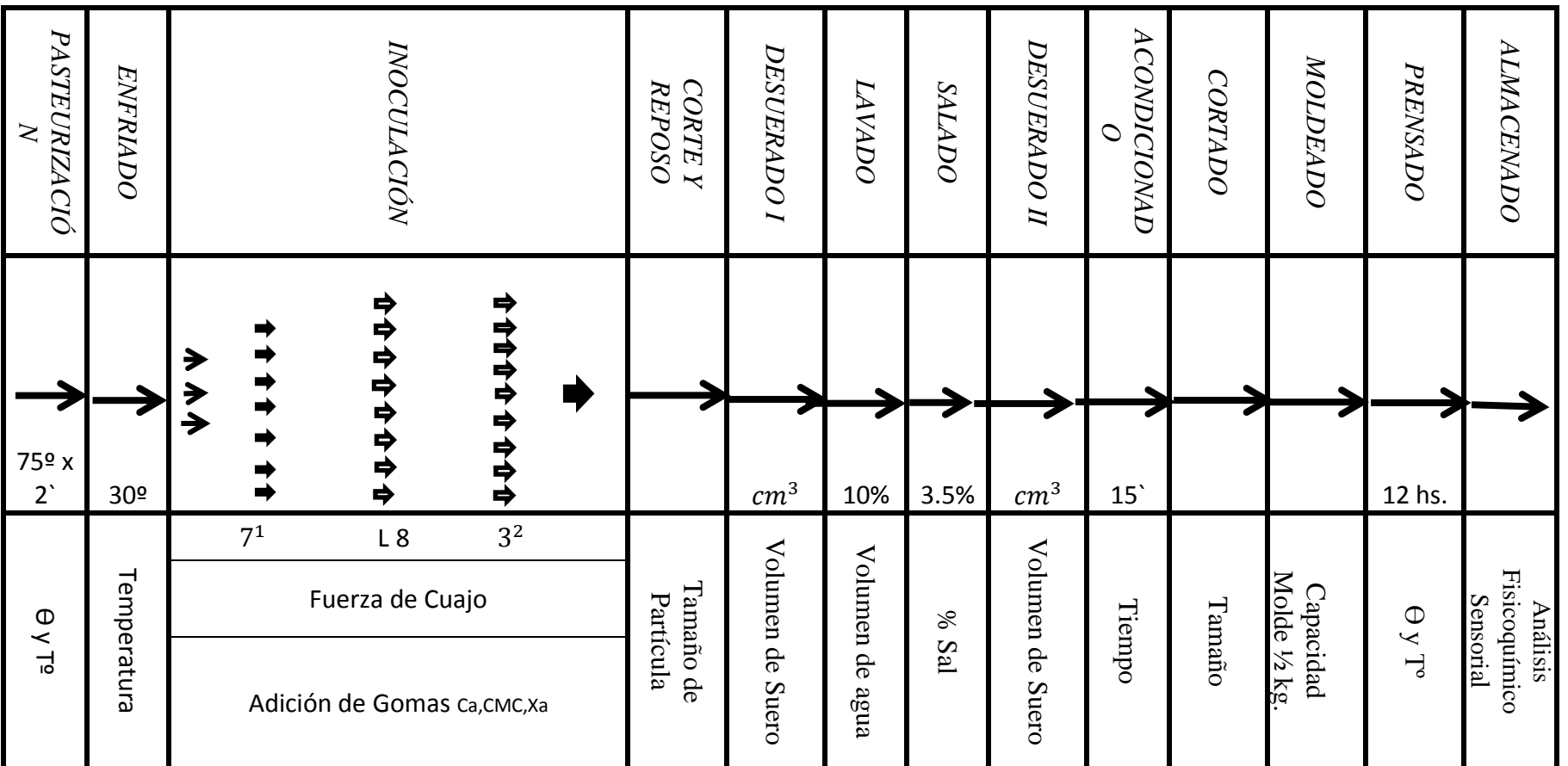


Figura 2. 7 Esquema Experimental de la tesis.

### 3.3 Metodología experimental

#### a.- Diseño de mezclas para hidrocoloides.

Se utilizó tres tipos de gomas para la evaluación de los datos se usó el diseño de mezclas con siete tratamientos en diferentes porcentajes.

Tabla 3. 1  
*Diseño de mezclas con hidrocoloides.*

<b>Variabes</b>	<b>Hidrocoloides</b>
<b>A</b>	Goma Carragenina Kappa II
<b>B</b>	CMC Carboxilmetilcelulosa
<b>C</b>	Goma xantan

Nota: Adecuado de Statistica versión 7.0

Tabla 3. 2  
*Diseño de mezclas por factorial simple.*

<b>3 factores simplex-lattice design (Degree m=1) (Spreadsheet 1) interior points and Overall centroid Sun total of all mixture components:1</b>			
	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>
<b>1</b>	1.000000	0.000000	0.000000
<b>2</b>	0.000000	1.000000	0.000000
<b>3</b>	0.000000	0.000000	1.000000
<b>4</b>	0.666667	0.166667	0.166667
<b>5</b>	0.166667	0.666667	0.166667
<b>6</b>	0.166667	0.166667	0.666667
<b>7</b>	0.333333	0.333333	0.333333

Nota: Adecuado de Statistica versión 7.0.

**b.- Método taguchi y superficie de respuesta.**

Diseño de optimización de procesos por el método taguchi, mediante el programa STATISTICA versión 7.0, con un  $p = 0.05$ , utilizando para ello un arreglo de 8 tratamientos. Para optimizar los procesos de elaboración.(ver Tabla 3.3 – Tabla 3.5).

Tabla 3. 3  
*Variables independientes para el método taguchi.*

Variable independientes	Tratamiento	
	1	2
(A) Temperatura de inoculación y tiempo de incubado (°C, min)	30:40	43:30
(B) Pasteurización(°C,min)	63:30	75:01
(C) Conservante: Sorbato de potasio (%)	0,01	0,02
(D) Mezcla de gomas (%)	0,01	0,02
(E) Cuajo (%)	0,001	0,002
(F) Cloruro de Calcio (%)	0,6	1,2
(G) Sal (%)	2,5	3,5

Nota: Adecuado de Statistic versión 7.0

Tabla 3. 4  
*Tratamientos por el método Taguchi.*

<b>Tratamiento</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>E</b>	<b>F</b>	<b>G</b>
<b>1</b>	2	2	1	2	1	1	2
<b>2</b>	2	2	1	1	2	2	1
<b>3</b>	2	1	2	2	1	2	1
<b>4</b>	2	1	2	1	2	1	2
<b>5</b>	1	2	2	2	2	1	1
<b>6</b>	1	2	2	1	1	2	2
<b>7</b>	1	1	1	2	2	2	2
<b>8</b>	1	1	1	1	1	1	1

Nota: Adecuado de Statistic versión 7.0

Tabla 3. 5  
Decodificado del método Taguchi L8.

Tratamiento	T Inoculación y $\Theta$ Incubado	Pasteurización T <sup>º</sup> - $\Theta$	Conservante (gr.)	Mescla de gomas (gr.)	Cuajo (gr.)	Cloruro de calcio (gr.)	Sal (gr.)
1	43:30	75:01	0.3	0.6	0.06	0.06	105
2	43:30	75:01	0.3	0.3	0.09	0.12	75
3	43:30	63:30	0.6	0.6	0.06	0.12	75
4	43:30	63:30	0.6	0.3	0.09	0.06	105
5	30:40	75:01	0.6	0.6	0.09	0.06	75
6	30:40	75:01	0.6	0.3	0.06	0.12	105
7	30:40	63:30	0.3	0.6	0.09	0.12	105
8	30:40	63:30	0.3	0.3	0.06	0.06	75

Nota: Adecuado de Statistic versión 7.0

Tabla 3. 6  
Diseño de superficie de respuesta.

Nº	Variable	Niveles (Parámetros)		
		-1	0	1
<b>1</b>	Cuajo %	0.001	0.002	0.003
<b>2</b>	Hidrocoloides %	0.01	0.02	0.03

Nota: Adecuado de Statistic versión 7.0



Tabla 3. 7  
*Decodificación del diseño superficie de respuesta.*

	<b>TEMPERATURA</b>	<b>HIDROCOLOIDES</b>
<b>1</b>	-1	-1
<b>2</b>	-1	0
<b>3</b>	-1	1
<b>4</b>	0	-1
<b>5</b>	0	0
<b>6</b>	0	1
<b>7</b>	1	-1
<b>8</b>	1	0
<b>9</b>	1	1

### **3.4 Metodología del rendimiento quesero**

Según Oliszewski y otros (2002) describen “la metodología que primero se debe de tener 20 quesos fabricados durante 1 mes y pesarlos los quesos inmediatamente después de finalizar la manufactura y posterior con un intervalo de 07 días, hasta el final del proceso experimental (20 días)”. Por otro lado Pécora y otros (2013) indican que “el rendimiento quesero se determinó por el peso de quesos después de 15 días por cada 100 kg. de leche”.

Se calculó el rendimiento con la siguiente fórmula:

$$\text{Rendimiento (\%)} = (\text{queso obtenido (kg)} / \text{leche utilizada (lt)}) \times 100$$

### **3.5 Diagrama de flujo de procesamiento de queso fresco con hidrocoloides**

En la elaboración de queso es necesario contar con materia prima de calidad, para ello se realizaron los analices respectivos como se muestra en la figura 8, seguidamente se realiza la mezcla de hidrocoloides según el método de diseño de mezcla y se adicionó en el proceso de inoculación juntamente con el cuajo, en el proceso de cortado y desuerado se observó la

separación del suero de la masa a esto lo llamamos sinéresis, después de esta acción se prosigue al desuerado con un aproximado de tercera parte del volumen total elaborado, el lavado se realiza con la finalidad de acelerar la maduración del queso y eliminar la acidificación de la masa en caso que se ha demorado en la recolección de la leche ya que pasado las 4 horas después del ordeño se proliferan gran cantidad de microorganismos y producen la acidificación de la masa.

Diagrama de Flujo de Elaboración de queso Fresco Tipo Paria con Adición de Hidrocoloideos.

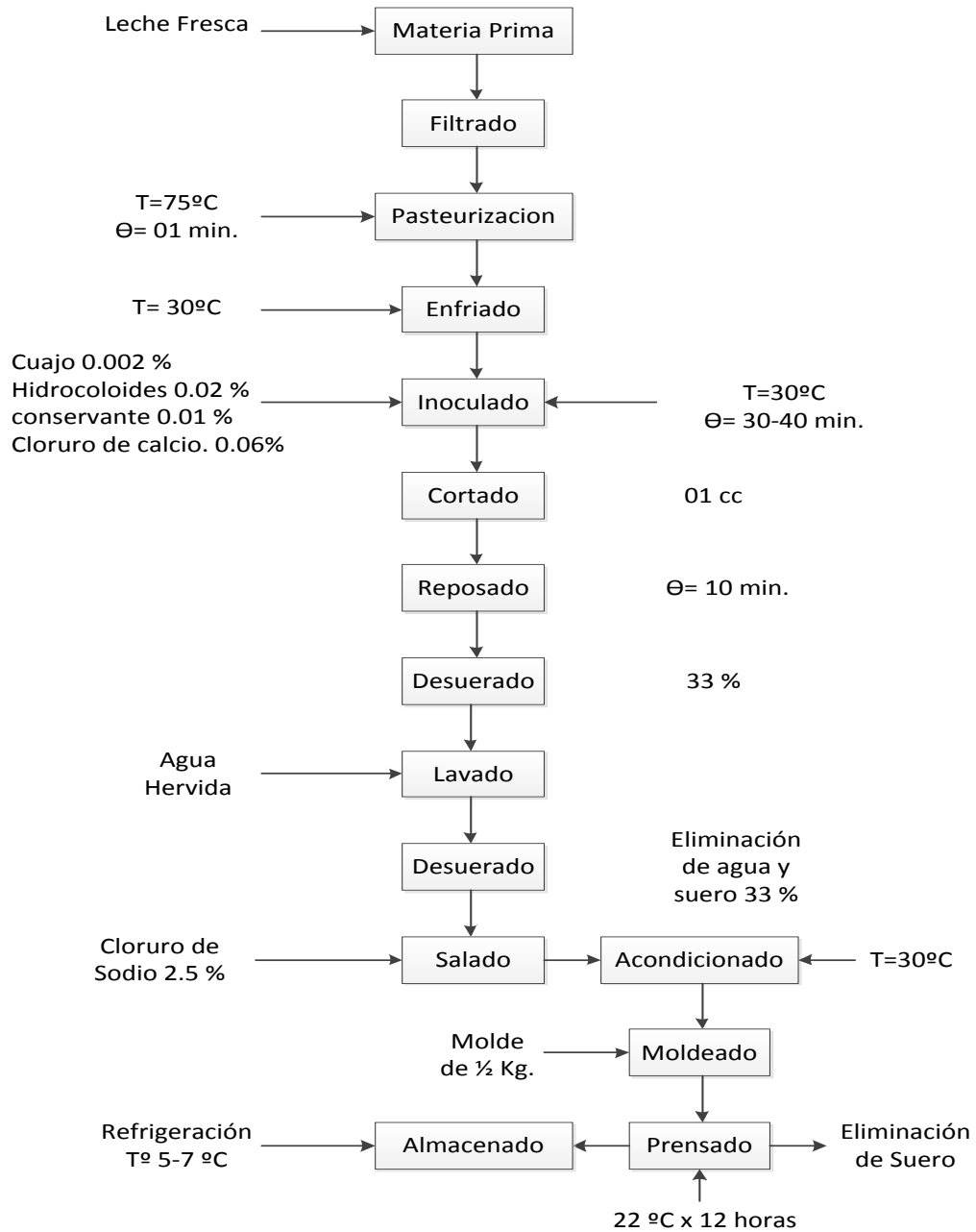


Figura 3. 1 Diagrama de Flujo de Elaboración de Queso Fresco con Hidrocoloideos.

### **3.6 Descripción del diagrama de flujo de elaboración de queso fresco tipo paria con hidrocoloides**

Según FAO. 2004. Describe los parámetros de control en el procesamiento del queso fresco tipo paria.

#### **1. Materia Prima**

La materia prima (leche fresca) ha sido obtenida de la asociación de productores de Cabana, ordeñada en condiciones higiénicas adecuadas.

#### **2. Filtrado**

Para cada tratamiento se realizó un filtrado con la ayuda de una tela lienzo con lo cual eliminamos las impurezas extrañas de la leche. Este es un proceso muy importante ya que la calidad del producto final va a depender de la calidad de materia prima.

#### **3. Pasteurización**

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

#### **4. Enfriamiento**

Se enfría la leche hasta una temperatura de 30 °C. Para el tratamiento realizado se recomienda esperar en este proceso para luego proseguir con la inoculación.

## **5. Inoculación**

A una temperatura de 30 °C se inocula con la enzima a la leche durante 30 - 40 minutos, sin embargo a la temperatura 43 °C tiene un tiempo de incubación de 30 minutos, el fermento láctico en un porcentaje de 1- 2 % (*Lactobacillus bulgaricus*, *Streptococcus Lactis*), y los hidrocoloides al 0.02 %. Se procedió agregar cuajo al 0.002 %, cloruro de calcio 0.06 %, conservante 0.01 %. Se deja reposar por un tiempo de 30 a 40 minutos a la misma temperatura de 30 °C, hasta que se obtenga una cuajada firme.

## **6. Cortado y Reposado**

Esta operación se realiza una vez que sea calentada hasta los 30°C con el fin de realizar un compactado uniforme de la masa. Se realiza el corte de la cuajada con la finalidad de obtener el suero (Sinéresis) con una lira, primero en forma horizontal y luego en forma vertical, si no cuenta con una lira, utilice un cuchillo formando cubos pequeños de 1  $cm^3$ , luego se desuera colocando una tela fina y se deja reposar por alrededor de 10 minutos.

## **7. Desuerado**

Al finalizar del batido, los granos de la cuajada se precipitan rápidamente a la base de la olla es donde se puede empezar a sacar parte del suero, o sea el 33 % del suero producido con la adición de las gomas las cuales compactan la cuajada y retienen el suero.

**8. Lavado**

Se realiza con agua al 4 % de la cantidad de leche que se ha utilizado, se realiza con la finalidad de eliminar la cantidad de acidez de la masa.

**9. Salado**

A la cuajada se le agrega sal al 2.5 % diluido en agua, sin embargo en forma industrial se colocan en salmuera durante 20 minutos, con la finalidad de inhibir el crecimiento microbiano por el alto contenido de sal y a su vez dar un sabor agradable al consumirlo.

**10. Acondicionado**

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

**11. Moldeado**

La cuajada se debe de mantenerse hasta una temperatura de 30°C que permanece en el recipiente inmediatamente se deposita de manera rápida en moldes de  $\frac{1}{2}$  kg. esta puede ser de acuerdo al peso y forma que se desee obtener del queso su función es darle forma a la masa.

## **12. Prensado**

El prensado se realiza una vez que ha sido moldeado con el fin de eliminar la cantidad de suero, aplicando primero una fuerza que no dañe el moldeado a 22 °C por 12 horas.

## **13. Almacenado**

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

### **3.7 Métodos fisicoquímicos del análisis de la materia prima y producto final.**

#### **1.- Acidez**

Colocar 9 ml de leche en el vaso. 2. Agregar 3 – 4 gotas de fenolftaleína, sobre la leche. 3. Llenar la bureta con la solución de NaOH 0.1 N. 4. Empezar a titular la leche en el vaso. 5. Cuando la leche toma el color rosado, la titulación está terminada. Debe mantenerse el color durante 10 segundos como mínimo. Décima de ml. de NaOH utilizadas = acidez en grados Dornic.

#### **2.- Densidad**

1. Verter 500 ml de leche a una probeta, por las paredes de la misma, sin hacer espuma.
2. Colocar suavemente el lactodensímetro dentro de la probeta y dejarlo flotar.
3. Cuando está en reposo se realiza la lectura.
4. Luego se mide la temperatura con el termómetro.

Corrección de la Lectura por Temperatura: Por cada grado centígrado sobre 15 °C aumentar 0.2 Por cada grado centígrado bajo 15 °C disminuir 0.2.

### **3.8 Métodos de análisis del producto terminado.**

PH: Mediante la utilización de un pH-metro

Acidez: Volumetría AOAC 942.15

Cenizas: Método Oficial – PE01-5.4-FQ AOAC 923.03

Humedad: Método Oficial – PE02-5.4-FQ AOAC 925.10

### **3.9 Metodología para el análisis sensorial.**

Se aplicó el método de comparación pareada con el tipo de ensayo de dos colas, se codificaron 25 platos de papel donde se codificaron al queso fresco A (control) y 25 platos de papel con queso fresco B (prototipo) con números aleatorios de 04 dígitos, donde se tiene que evaluar me gusta o simplemente no me gusta. Para 25 personas se les entregó en orden AB y los otros 25 en orden BA. Para lo cual se convocó a 50 jueces estudiantes de la Escuela Profesional de Ingeniería de Industrias Alimentarias, la edad oscila entre 18 – 25 años, a los cuales se les entregó su ficha de evaluación sensorial, un lapicero y 02 muestras codificadas de queso fresco con hidrocoloides (A) y otro queso fresco sin hidrocoloides (ver anexo 2) finalmente se seleccionó la aceptabilidad del público.

La Hipótesis de la evaluación sensorial son 02:  $H_0$  = las muestras son iguales;  $H_a$  = las muestras son diferentes; En este proyecto de tesis se aplicó el método de comparación



pareada con dos colas para determinar el gusto de cada juez evaluador siguiendo los siguientes pasos:

- A.-Elaboración del queso con el máximo rendimiento obtenido.
- B.-Instalación de jueces no entrenados. 50 jueces.
- C.-Breve explicación de la evaluación.
- D.-Evaluación aplicando el método de comparación pareada con un queso sin hidrocoloides con dos colas.
- E.-Tabulación y interpretación de los resultados.

Tabla 3. 8  
*Evaluación sensorial del queso con el máximo rendimiento.*

Comparación de 02 muestras evaluadas por el método de comparación pareada.	
Muestra A	Muestra B
Queso fresco tipo paria con hidrocoloides Se adicionó la mezcla de hidrocoloides.	Queso fresco tipo paria sin hidrocoloides No tiene ningún hidrocoloide.
Codificación al azar : 5008	Codificación al azar : 6721

Nota: elaboración Propia.

## CAPITULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIONES

#### 4.1 Resultados del diseño de mezclas de hidrocoloides

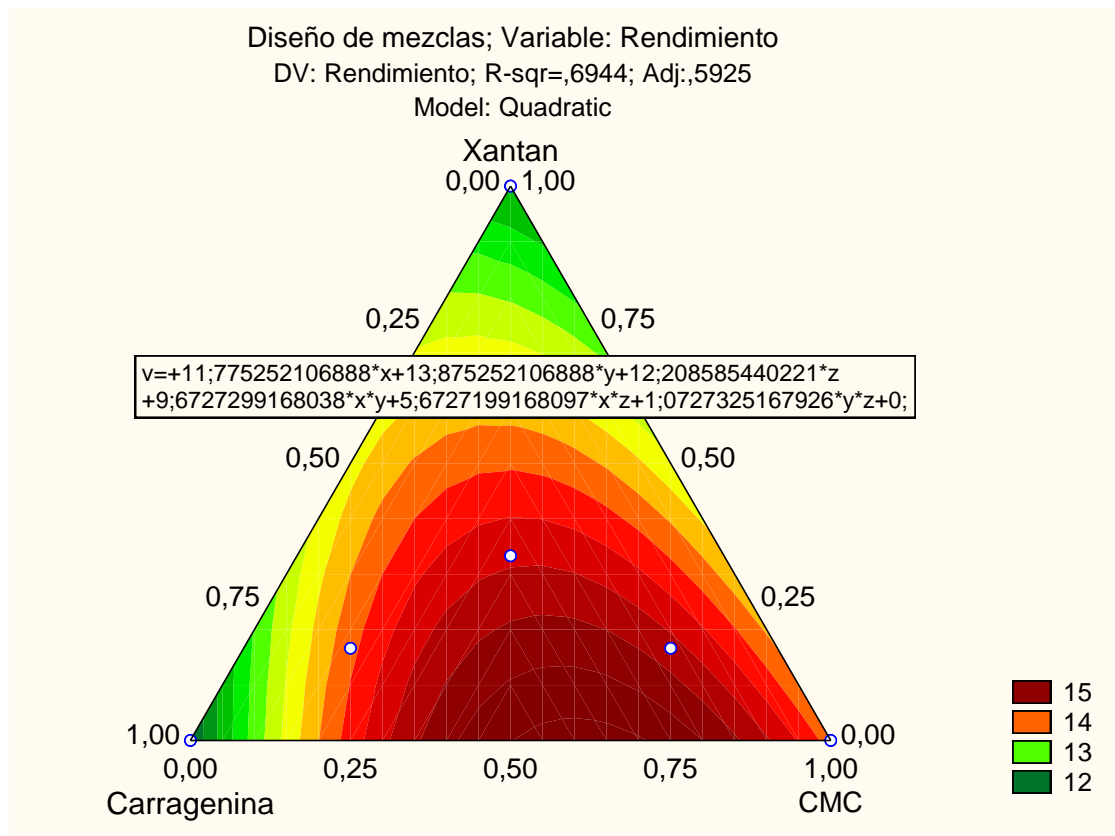
En la tabla 4.1 se observa que se ha realizado 07 tratamientos, de los cuales el porcentaje de rendimiento máximo alcanzado fue el Tratamiento 05 con 16 % de Carragenina, 66 % de Carboxil Metil Celulosa y 16 % de goma Xantan y obtuvo un rendimiento de 15,1 %.

Tabla 4. 1  
*Resultados del diseño de mezclas de Gomas.*

N°	Carragenina	CMC	Xantan	% Rendimiento
1	1,000000	0,000000	0,000000	11,9
2	0,000000	1,000000	0,000000	13,7
3	0,000000	0,000000	1,000000	12,1
4	0,666667	0,166667	0,166667	14,7
5	0,166667	0,666667	0,166667	15,1
6	0,166667	0,166667	0,666667	14
7	0,333333	0,333333	0,333333	13,1

En la figura 4.1 se muestra la región sombreada según la tabla anova tuvo diferencia significativa ya que el valor P fue menor a 0.05 (ver anexo 01) por lo tanto los tratamientos son diferentes; de 07 tratamientos tabulados el tratamiento 05 obtuvo el mayor rendimiento con la siguiente formulación: 16 % de Carragenina, 66 % de Carboxil Metil Celulosa y 16 %

de goma Xantan y obtuvo un rendimiento máximo de 15,1 %. y el rendimiento mínimo fue el tratamiento 01 con 11,9 % de rendimiento. Así también Sierra exportadora (2013) y la agencia agraria – Puno (2013) obtuvieron “un rendimiento de 10 %” mientras que Pécora y otros (2013) calcularon el rendimiento quesero hasta un 09 %.



*Figura 4. 1* Resultados del diseño de mezclas de Hidrocoloides.

En la figura 4.1 se observa 03 puntos de rendimiento donde la región sombreada más oscura indica el rendimiento máximo alcanzado mediante la mezcla de hidrocoloides añadidas como ingrediente al queso fresco.

## 4.2 Resultado del diseño experimental taguchi

En el resultado del diseño experimental taguchi se obtuvo un rendimiento máximo de 15.1 % si embargo el rendimiento mínimo fue de 11.9 % de 08 tratamientos evaluados (ver tabla 4.2).

Tabla 4. 2

*Resultado del diseño experimental Taguchi obtenido del diseño de mezclas.*

	<b>INO</b>	<b>PAS</b>	<b>CONS</b>	<b>GOM</b>	<b>CUAJ</b>	<b>CaCl.</b>	<b>NaCl.</b>	<b>% REND.</b>
<b>1</b>	2	2	1	2	1	1	2	11,9
<b>2</b>	2	2	1	1	2	2	1	13,7
<b>3</b>	2	1	2	2	1	2	1	12,1
<b>4</b>	2	1	2	1	2	1	2	14,7
<b>5</b>	1	2	2	2	2	1	1	15,1
<b>6</b>	1	2	2	1	1	2	2	14
<b>7</b>	1	1	1	2	2	2	2	13,1
<b>8</b>	1	1	1	1	1	1	1	13,6

El porcentaje de rendimiento máximo fue el tratamiento 05 y es de 15,1 %. Así también Hernández y otros obtuvieron un rendimiento de 08 % mientras que Pécora 2013 y otros calcularon el rendimiento quesero hasta un 9 %.

La diferencia frente a un queso normal de Sierra exportadora (2013) y la agencia agraria – Puno (2013) se obtuvo un rendimiento de 10 % en un queso fresco tipo paria normal, sin embargo el queso con hidrocoloides incrementa este valor hasta 15 % además

mejora la textura y la consistencia de frescura propiamente del queso fresco. Donde la diferencia es de 5 % más de queso fresco.

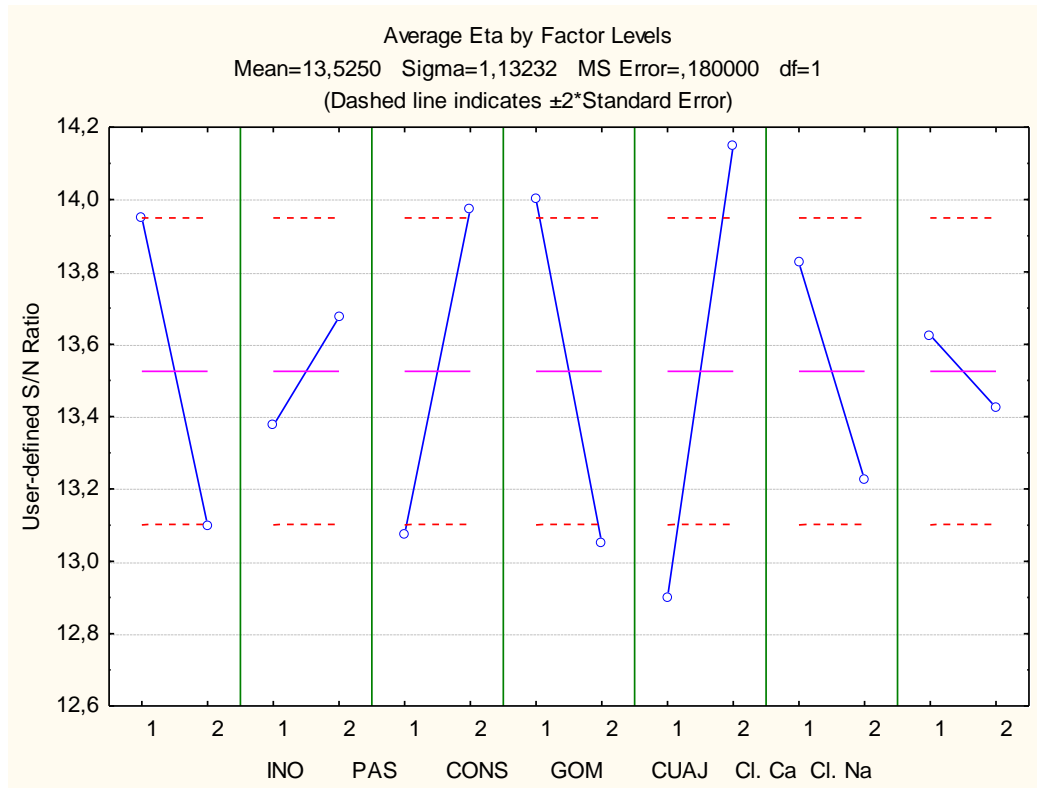


Figura 4. 2 Resultado del diseño Taguchi obtenido del diseño de mezclas.

Según la tabla anova del (anexo 2) el valor p fue menor a 0.05 por lo tanto tuvo diferencia significativa, sin embargo las que causan mayor ruido son % de cuajo y % de Mezcla de hidrocoloides como se observa en la imagen; entonces el tratamiento 05 fue la que obtuvo el mayor rendimiento con un valor de 15.1 % y esta fue pasteurizado a 75 °C x 01 minuto de tiempo; la temperatura de inoculación fué de 30 °C y tiempo de incubado de 40 minutos; 0.01 % de conservante, 0,02 % de mezcla de Hidrocoloides, 0.002 % de cuajo

Hansen, 0.6 % de cloruro de calcio, cloruro de sodio de 2.5 %. Finalmente las variables que faltan ajustar son: el porcentaje de hidrocoloides y el porcentaje de cuajo.

### 4.3 Resultado del diseño de superficie de respuesta

Se trabajó con 02 variables más significativos una es la mezcla de hidrocoloides con valores de 0.01 %, 0.02 % y 0.03 %. Y la segunda variable fue el cuajo Hansen con porcentajes de 0.001 %, 0.002 % y 0.003 %.

Tabla 4. 3  
*Resultado Del diseño de Superficie de Respuesta*

	<b>CUAJO</b>	<b>GOMAS</b>	<b>% Rendimiento</b>
<b>1</b>	-1,00000	-1,00000	11,8
<b>2</b>	-1,00000	0,00000	12,4
<b>3</b>	-1,00000	1,00000	13,7
<b>4</b>	0,00000	-1,00000	14
<b>5</b>	0,00000	0,00000	12,9
<b>6</b>	0,00000	1,00000	13,8
<b>7</b>	1,00000	-1,00000	11,6
<b>8</b>	1,00000	0,00000	13,3
<b>9</b>	1,00000	1,00000	12,7

El porcentaje de rendimiento quesero máximo es el tratamiento 04 con un porcentaje de 14 % rendimiento ver tabla 4.3 Así también Sierra exportadora (2013) y la agencia agraria – Puno (2013) obtuvieron un rendimiento de 10 % además la región de Puno es netamente pecuario. Hernández y otros obtuvieron un rendimiento de 08 % mientras que Pécora (2013) y otros calcularon el rendimiento quesero hasta un 9 %. Se trabajó en este caso solamente con

dos variables obtenidos del método taguchi que son: el porcentaje de cuajo y el porcentaje de gomas (mezcla de hidrocoloides). Finalmente obtuvimos un rendimiento Máximo con una temperatura de inoculación de 30 °C x un tiempo de incubación de 40 minutos, seguidamente la pasteurización con temperatura de 75 °C X 1 minuto de tiempo, 0.01 % de conservante, 0,03 % de mezcla de Hidrocoloides, 0.002 % de cuajo Hansen, 0.06 % de cloruro de calcio, cloruro de sodio de 2.5 %.

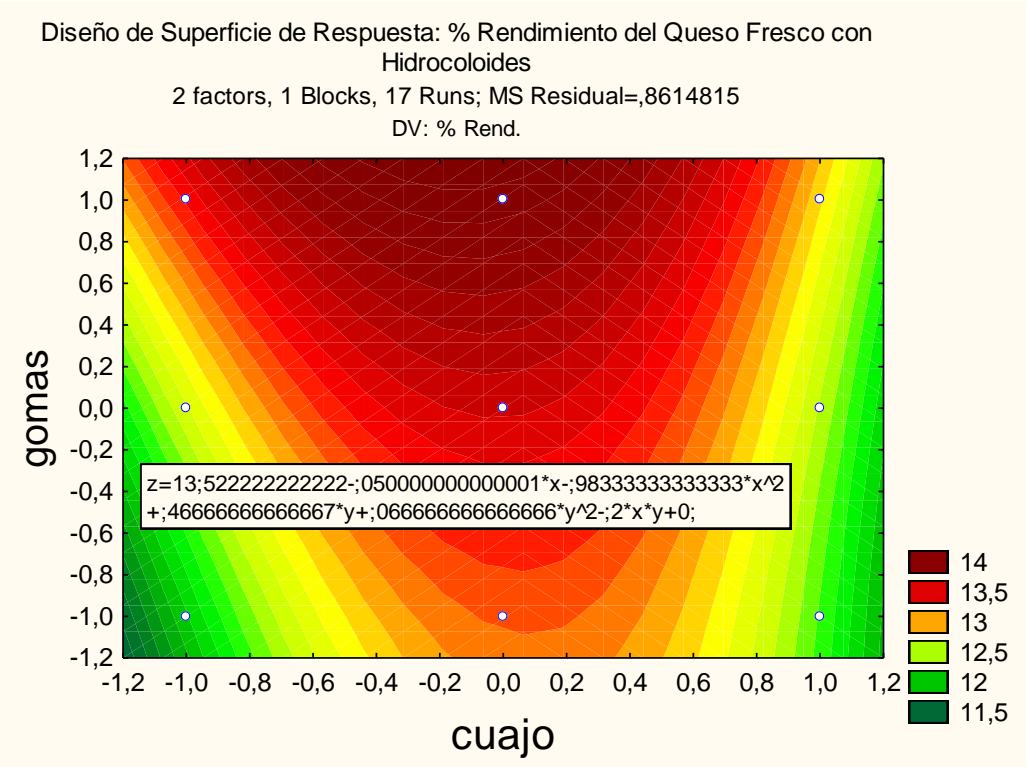
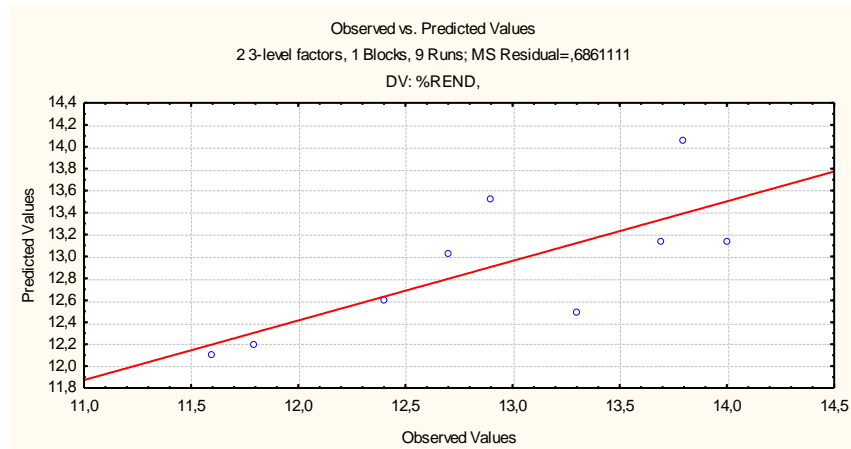


Figura 4. 3 Región Óptima de Rendimiento.

Según la tabla anova del (anexo 3) se obtuvo un valor P de 0.34 quiere decir los tratamientos son iguales no existe diferencia significativa por lo tanto, como se observa en la imagen el % de cuajo se mantiene en (0,0) lo que indica un valor 0.002 % así también la

variable de la mezcla de hidrocoloides subió a (1,0) con un 0.03 %, finalmente se logró obtener un 14 % de rendimiento Máximo. Así también Cuichan (2007) determinó 02 mejores tratamientos con 3 % de sal, sorbato con 0.2 %, 1 % de mezcla de Carragenina y Xantan lo que indica que se puede incrementar el % de hidrocoloides.



*Figura 4. 4* Distribución de los puntos de control

En la figura 4.4 observamos la distribución de los puntos de control de los 08 tratamientos realizados donde del rendimiento quesero se aproxima a 14.5 % donde al tratamiento 04 se agregó cuajo en un 0.002 % también se trabajó con la variable independiente que son la mezcla de hidrocoloides en un 0.03 %, con las dos variables se logró obtener un 14 % de rendimiento máximo.



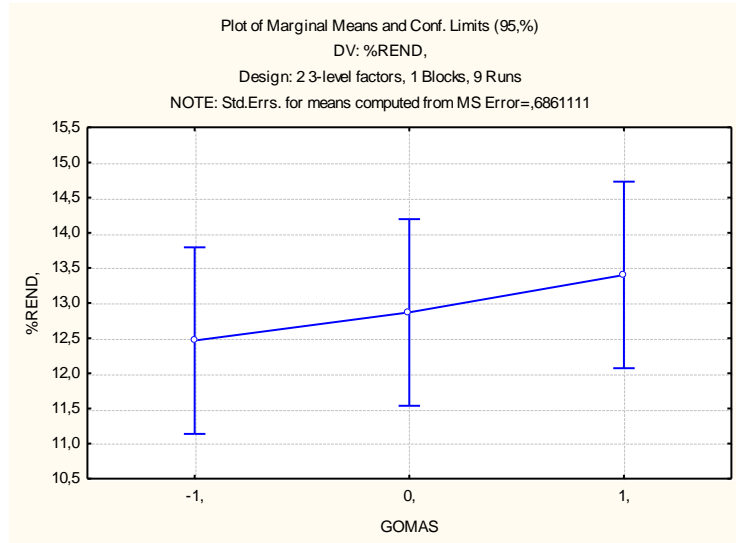


Figura 4. 5. Variable goma con respecto al rendimiento quesero.

Según la Figura 4.5 el porcentaje de mezcla de hidrocoloides será igual o mayor al 0.03 % para obtener un rendimiento máximo hasta 14 %.

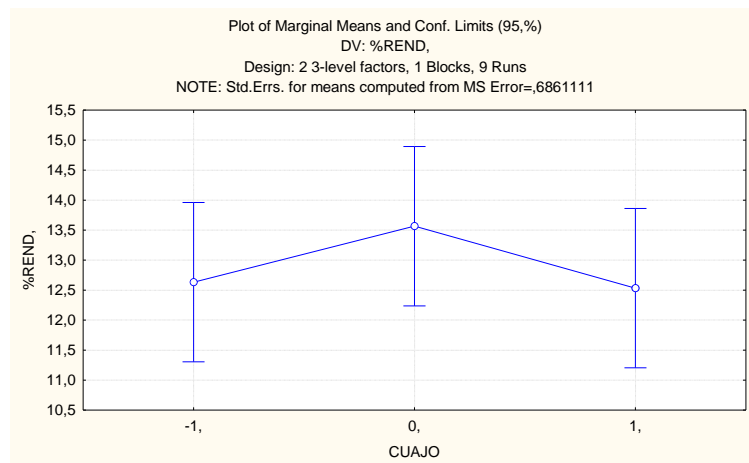
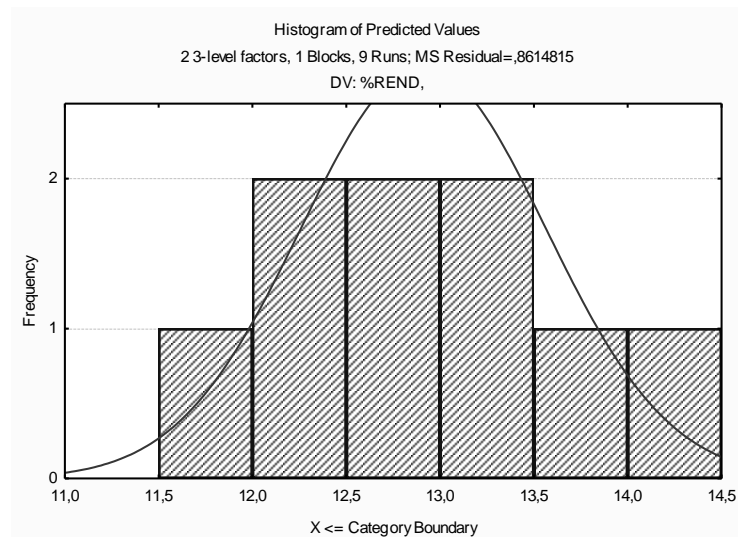


Figura 4. 6 Variable cuajo con respecto al rendimiento quesero.

Según la figura 4.6 el porcentaje de cuajo Hansen se mantendrá en 0.002 % para obtener un máximo rendimiento de 14 %.



*Figura 4. 7* Predicción de histogramas.

Según la figura 4.7 de predicción de histogramas el rendimiento promedio estaría entre 12 – 13,5 % de rendimiento con los tratamientos evaluados pero el Máximo rendimiento obtenido fue de 14 % según tabla 21. Sin embargo haciendo una comparación con la gráfica puede llegar hasta 14.5 % dependiente de la región óptima de la figura 4.7.

#### **4.4 Caracterización fisicoquímica de la materia prima (leche fresca) y producto final (queso fresco tipo paria con hidrocoloides)**

Tabla 4. 4  
*Análisis de materia prima.*

<b>Análisis de materia prima</b>		
Caracterización	Promedio	Desviación Estándar
Acidez (°D)	17,6	1,1
Densidad (Kg./L)	1,029	1
Prueba de la cuajada	negativo	negativo
Prueba de alcohol	negativo	negativo

Se observa en la tabla anterior 4.4 el análisis de materia prima con los siguientes valores: acidez 17,6 °D, Solano y Calle (2003) mencionan que la acidez de la leche nos indica la cantidad de carga microbiana y debe oscilar entre 14 a 18 ° Dornic, en el (anexo 5) se observa en 06 diferentes días donde la acidez tiene un valor promedio de 17.3 a 17.8 ° Dornic. Cuanto más tiempo se deja esperar después del ordeño la leche será más ácida. Ya que ésta tiene más carga microbiana, mala higiene y una deficiencia en la conservación, mientras que la densidad fue de 1,029 Kg./L donde no hay diferencias significativas entre las pruebas realizadas en fechas diferentes ver (anexo 4, 5 y 6). La densidad nos indica la concentración de sólidos totales en la leche por una cantidad evaluada. Según Arpasi y otros (2011) menciona que la densidad en las 02 épocas del año son iguales, en época seca hay más incidencia de contenido graso, por lo tanto la tesis fue desarrollada en los meses de diciembre – enero lo que indica en época lluviosa. Sin embargo según Solano 2003. Por lo tanto según nuestra gráfica la leche es pura por que la menor densidad es 1.028 y el mayor 1.031 Kg./Lt.

Tabla 4. 5  
*Análisis del queso con hidrocoloides.*

<b>Análisis de producto terminado</b>		
Caracterización	Queso fresco con hidrocoloides	Queso fresco sin hidrocoloides .
pH	6,0	6,2
Ácido Láctico %	0,6	0,65
Cenizas %	0,1	5,5
Humedad (%)	54,5	40,8
Sólidos totales (%)	45,5	35

Nota: adecuado de Quispe 2002; Geraldine y Tinoco 2004.

En la tabla 4.5 se detalla los análisis fisicoquímicos obtenidos y una comparación con los datos obtenidos por otros autores. Dónde se puede resaltar que el queso con hidrocoloides obtiene más porcentaje de humedad y más porcentaje de solidos totales con un queso fresco normal.

#### **4.5 Evaluación sensorial del producto final**

Se les entregó una muestra queso fresco con hidrocoloides (A) y otro queso fresco sin Hidrocoloides (B) codificados con números al azar para poder determinar la aceptabilidad del queso con hidrocoloides con un me gusta y/o no me gusta Ver (anexo 10 y 11); sin embargo para el queso con hidrocolides (A) se elaboró del tratamiento 04 con el máximo rendimiento obtenido de 14 %. En el análisis sensorial el resultado fué de 50 jueces no entrenados 37 designaron al queso fresco sin hidrocoloides y 13 designaron al queso con hidrocoloides. Evaluando mediante el método de comparación pareada con 02 colas y observando en la tabla del (anexo 12) en la fila que corresponde a  $n = 48$  y en la columna  $\alpha =$

0.05 se observó que el más alto de los dos números obtenidos para A y B fue mayor o igual a 32 jueces para declarar que las dos muestras son significativamente diferentes. Sin embargo con un valor mayor o igual a 34 jueces y un  $\alpha = 0.01$  este dato indica que existe diferencia significativa entre las muestras evaluadas la que tuvo más aceptabilidad fue el queso sin hidrocoloides.

## CONCLUSIONES

Los mejores parámetros para la elaboración de queso tipo paria con adición de tres tipos de hidrocoloides fueron: T° de pasteurización 75°C, t de pasteurización 01 minuto, T° de inoculación 30 °C, t de incubado 40 minutos, Conservante 0.01 %, Mezcla de Hidrocoloides 0.03 %, Cuajo: 0.002 %, Cloruro de calcio 0.6 %, Cloruro de sodio 2.5 %. Obteniendo un rendimiento máximo de 14 %.

De 07 tratamientos por el diseño de mezclas el mejor porcentaje de adición de tres tipos de hidrocoloides fue el tratamiento 05 con la siguiente mezcla: carragenina 16 %, CMC 66 % y goma Xantan 16 %; con el método taguchi  $L_8$  (08 tratamientos) se obtuvo un rendimiento máximo de 15.1 %, con el tratamiento 05; finalmente con el diseño de superficie de respuesta (09 tratamientos) se concluyó con el tratamiento 04 con 14 % de rendimiento máximo.

En la caracterización fisicoquímica de la leche donde los datos analizados fueron los siguientes: acidez 17.6 ° Dornic, densidad de 1,026 kg./L, prueba de la cuajada negativo, prueba de alcohol negativo y los resultados del producto final fueron los siguientes: pH 6, ácido láctico 0,6 %, Cenizas 0.1 %, Humedad 54 %, sólidos totales 45.5 % realizando una comparación incremento el porcentaje de humedad y sólidos totales.

Se evaluó sensorialmente el producto final donde 13 jueces optaron por el queso con hidrocoloides por su suavidad; y 37 jueces por el queso sin hidrocoloides por su dureza, lo que indica que se notó la diferencia significativa en la aceptabilidad.

## **RECOMENDACIONES**

Se recomienda evaluar la vida en anaquel del queso tipo paria adicionando tres tipos de hidrocoloides (Carragenina, CMC, Xantan) para obtener rendimientos óptimos.

Realizar una evaluación microbiológica del queso elaborado con adición de hidrocoloides.

Se recomienda innovar productos con adición de hidrocoloides en nuestra región altiplánica de Puno.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alvares G. E. (2007). *Diagnóstico de la Producción de Lácteos de la Región Puno* - Primera Parte. Mesa de trabajo de lácteos. Perú.
- Agencia agraria DRA (2013). *Síntesis agraria: Avance de la Producción Pecuaria- Puno*. Recuperado de:  
[http://www.agropuno.gob.pe/sites/default/files/estadistica/sintesis/sintesis\\_agrario\\_07\\_2013.pdf](http://www.agropuno.gob.pe/sites/default/files/estadistica/sintesis/sintesis_agrario_07_2013.pdf)
- Anglas H. (12 de diciembre del 2013). Apuntes del curso de industrias lácteas E.P. de ingeniería de alimentos.
- Arpasi M., Paja L., Jahuira H., (2011) *Caracterización anual de la leche cruda acopiada en los centros de acopio de ASPROLAC del distrito de Taraco – Puno – Perú*.
- Argen Bio (2002). *Tecnología para la Elaboración de Queso*. Disponible en: [www.argenbio.org/doc/tecnologia\\_para\\_la\\_elaboracion\\_de\\_queso.pdf](http://www.argenbio.org/doc/tecnologia_para_la_elaboracion_de_queso.pdf).
- Calle M.; Solano A. (2004). PROMPYME - BID *Elaboración de queso fresco*, pág. 1–83.
- Chavez A. (1991). *Instalación de una Planta Procesadora De Queso Tipo Parmesano*.
- Chegne, S. L. (2003). *Mejoremos nuestro quesillo*. (Bonilla L.; Garavito P.; Mejía D.; Paredes M., Ed.) (Doris Mejía, pp. 1–29). Lima: Perú.
- Cristóbal R.L., Maurtua D.J. (2003). *Evaluación Bacteriológica de quesos frescos artesanales comercializados en Lima, Perú, y la supuesta acción bactericida de Lactobacillus spp*. Lima- Perú pág. 1-7.



- Cuichan, (2012). *Optimización a nivel de laboratorio de la humedad del queso fundido en bloque empleando estabilizadores hidrocoloides, en la empresa de lácteos alpen swiss S.A. provincia de Pichincha.* (pág. 3).
- Condori O. (24 de setiembre del 2015). Gerente de (COOPAGRO) Cooperativa Agroindustrial de Cabana. Entrevista Personal.
- Erazo C. L. (2012). *Elaboración de Queso Fundido Untable Tipo Cheddar en Industria Lechera Carchi S.A.*
- FAO. (2004). *Grupos productores de leche Manual didáctico Grupos productores de leche Manual didáctico*, (copyright), Pág.1–95.
- Fernández M. C.D., Piñeiro B. M. (2016) *Superficie de Respuesta, Métodos y Diseños.* Pág.1-28.
- Ferdinand, E., Schmidt, B., & González, S. (02 febrero del 2016) *Manual de implementación de buenas prácticas operativas ambientales para la aplicación de la gestión ambiental y la producción más limpia en la cadena productiva del sector lácteo. Paraguay*, Pág.1–51.
- Gaviria T., Restrepo M., Suárez M. (2009). *Utilización de Hidrocolides en Bebida Láctea.*
- Geraldine, E., & Tinoco, Z. (2004). *Producción de quesos en el Perú.*
- Gonzales V. M. (2002). “*Tecnología para la Elaboración de Queso Blanco, Amarillo y Yogurt .*” República de Panamá, pág. 1–16.
- Guano R. L. (2011). *Análisis del CMC y ZANTHAN en la Transferencia de Calor en Queso Mozzarella.*
- Hernández A., Rodríguez S. Díaz J.A. (2010). *Utilización de leches ácidas en la Elaboración de un queso fresco tipo pasta hilada.* Universidad la Habana, Instituto de Farmacia y Alimentos C.P. 13-600, la Habana, Cuba.

- Martínez C.H.J.; Gonzales Rodríguez F.A.; Espinal G.C.F.(2005). *La Agroindustria de los Lácteos y derivados en Colombia*, Bogotá. pág. 6-8
- Montgomery D. (2004). *Diseño y Análisis de Experimentos*. 2da Edición. México. Editorial Limusa. pág.1 - 685.
- MTPE; PROM oyme. (2003). *Diagnóstico del Conglomerado de la Cuenca Lechera de Bambamarca*. Cajamarca, I, 1-89.
- Oliszewski Rubén, Rabasa Alicia E., Fernández Jorge L., Poli Mario A. y Núñez de Kairúz Martha S. (2002) *Composición química y rendimiento quesero de la leche de Cabra Criolla Serrana del Noreste Argentino*. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas Venezuela, Tucumán- Argentina, Vol. 20 pp. 179-189.
- Pasquel A. (2011). *Gomas: una Aproximación a la Industria de Alimentos*, UNAP Facultad de Ingeniería de industrias Alimentarias. Iquitos - Perú.
- Quispe S. M.E.(2002). *Estudio de Mercado de Carne de res y Productos lácteos en Lima Metropolitana y Huancayo* Proyecto Zac Canipaco, Dirección de Promoción Agraria, Ministerio de Agricultura. Lima - Perú. pág. 21-25.
- Revista institucional electrónica sierra exportadora (2013) *Quesos Madurados a Conquistar el Mundo: Boletín informativo en la región Puno – Ayaviri – Lima - Perú*. Pág. 1- 12. Recuperado de: [http://www.sierraexportadora.gob.pe/wp-content/uploads/boletines-chasqui/chasqui\\_67.pdf](http://www.sierraexportadora.gob.pe/wp-content/uploads/boletines-chasqui/chasqui_67.pdf).
- RBN Reglamento Bromatológico Nacional (2011). Recuperado de: [www.estrucplan.com.ar/Legislacion/Uruguay/Dec00375-11.asp](http://www.estrucplan.com.ar/Legislacion/Uruguay/Dec00375-11.asp) Decreto N° 315/994.Uruguay.
- Rodríguez, Sandoval & Ayala (2003). *Hidrocoloides naturales de origen vegetal*.

- Robert O. Kuehl (2000). *Diseño de Experimentos: Principios Estadísticos para el Diseño y Análisis de Investigaciones* México, segunda edición. Pág. 1-700.
- Ruiz Hernández A.V.(2007) *Aplicación de Hidrocoloides en Queso Procesado Untable*. Universidad Austral de Chile, Facultad de ciencias Agrarias, Escuela de Ingeniería en Alimentos, Valdivia- Chile.
- Sangronis E., García J. (2007). *Efecto de la Adición de Nisina en los Parámetros Físicos, Químicos, Sensoriales del queso “telita”* Universidad Simón Bolívar, Departamento de Procesos Biológicos y Bioquímicos, Red de cooperación productiva del queso, Venezuela. vol. 20 (1) pág. 1-16.
- Solano C.A.; Calle D.M.M. (2003). *PROMPYME - BID Introducción a la Producción de Quesos.*, pág. 1–69.
- Valle & lucas (2000). *Toxicología de alimentos*. Instituto nacional de salud pública centro nacional de salud ambiental.
- Wattiaux, M. A. (2000). *Composición de la leche y Valor nutricional*. Instituto Babcock, 1(Madison), pág.73–76.
- Werner B. (2006). *Química de los Alimentos*. España. 5ta. Edición. Editorial acribia. pág. 1- 476.
- Zea M. V. (2010). *Utilización de Varios Tipos de Leche Vegetal en la Elaboración de Quesos para Personas con Intolerancia a la Lactosa*.

## ANEXOS

Anexo 1. Tabla anova del diseño de mezclas.

<b>ANOVA; Var.:Rendimiento (Spreadsheet1) 3 Factor mixture design; Mixture total=1,, 21 Runs Sequential fit of models of increasing complexity</b>										
	SS	df	MS	SS	df	MS	F	p	R-Sqr	R-Sqr
<b>Linear</b>	8,81378	2	4,4068	21,71289	18	1,20	3,65331	0,04659	0,28872	0,20969
			89			6272	4	6	4	
<b>Quadratic</b>	12,3837	3	4,1279	9,32918	15	0,62	6,63708	0,00452	0,69439	0,59252
	1		02			1946	0	3	2	3
<b>Total</b>	30,5266	20	1,5263							
<b>Adjusted</b>	7		33							

Anexo 2. Tabla Anova del diseño taguchi.

<b>Analysis of Variance (Spreadsheet9) Mean = 13,5083 Sigma = 1,10056</b>					
	SS	df	MS	F	p
<b>{1}INO</b>	4,681667	1	4,681667	167,7015	0,000000
<b>{2}PAS</b>	0,375000	1	0,375000	13,4328	0,002091
<b>{3}CONS</b>	5,041667	1	5,041667	180,5970	0,000000
<b>{4}GOM</b>	5,415000	1	5,415000	193,9702	0,000000
<b>{5}CUAJ</b>	9,881667	1	9,881667	353,9702	0,000000
<b>{6}CaCl</b>	1,815000	1	1,815000	65,0149	0,000001
<b>{7}NaCl</b>	0,201667	1	0,201667	7,2239	0,016173
<b>Residual</b>	0,446667	16	0,027917		

Anexo 3. Tabla anova del diseño superficie de Respuesta.

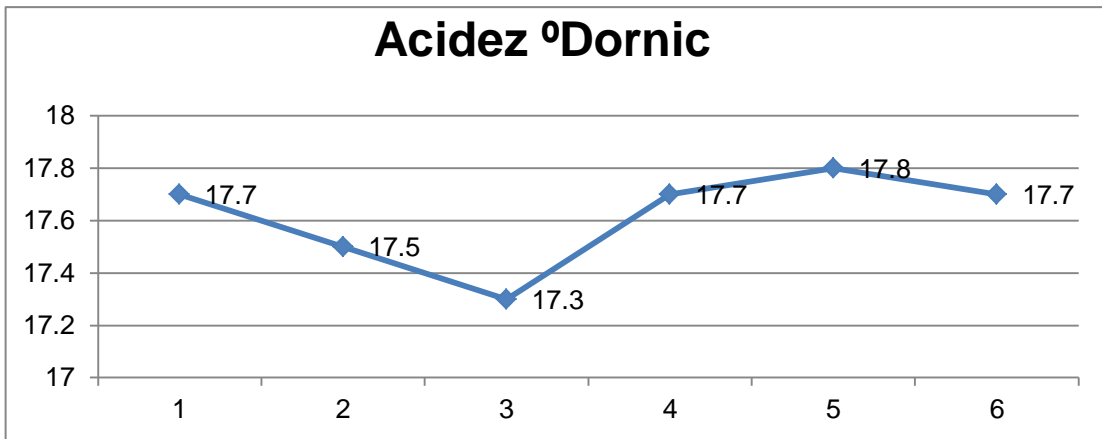
**ANOVA; Var.:% Rend.; R-sqr=,5699; Adj:0, (Spreadsheet44) 2 factors, 1 Blocks, 17 Runs; MS Residual=,8614815 DV: % Rend.**

	<b>SS</b>	<b>df</b>	<b>MS</b>	<b>F</b>	<b>p</b>
<b>(1)cuajo (L)</b>	0,015000	1	0,015000	0,017412	0,903373
<b>cuajo (Q)</b>	1,933889	1	1,933889	2,244841	0,230997
<b>(2)gomas (L)</b>	1,306667	1	1,306667	1,516767	0,305846
<b>gomas (Q)</b>	0,008889	1	0,008889	0,010318	0,925500
<b>1L by 2L</b>	0,160000	1	0,160000	0,185727	0,695586
<b>Error</b>	2,584444	3	0,861481		
<b>Total SS</b>	6,008889	8			

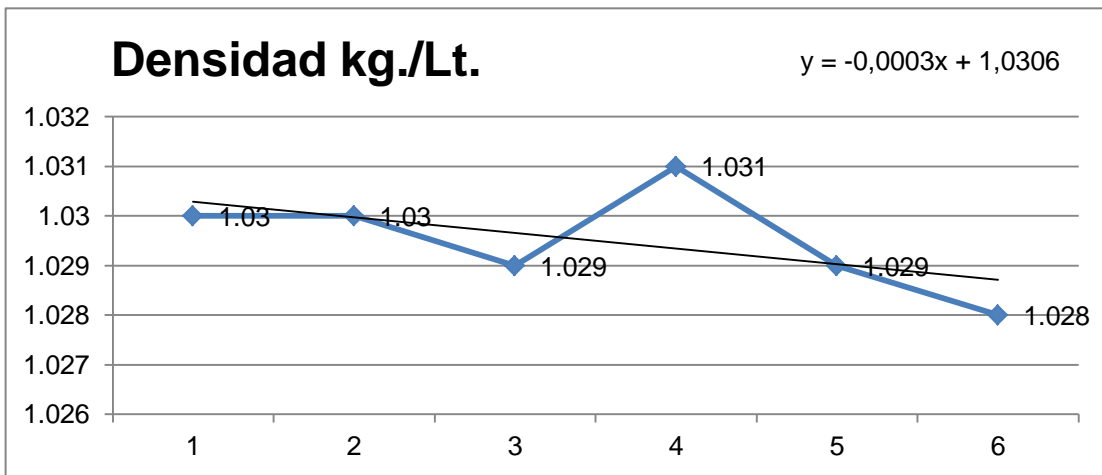
Anexo 4. Tabla de Análisis de materia prima.

<b>Análisis de materia prima</b>		
<b>Fecha</b>	<b>Acidez °Dornic</b>	<b>Densidad kg./Lt.</b>
13/10/2015	17,7	1,03
16/10/2015	17,5	1,03
23/10/2015	17,3	1,029
03/11/2015	17,7	1,031
06/11/2015	17,8	1,029
08/11/2015	17,7	1,028
Promedio	17,6	1,029
Desviación Estándar	1,1	1

Anexo 5. Acidez en ° Dornic de la leche con seis repeticiones.



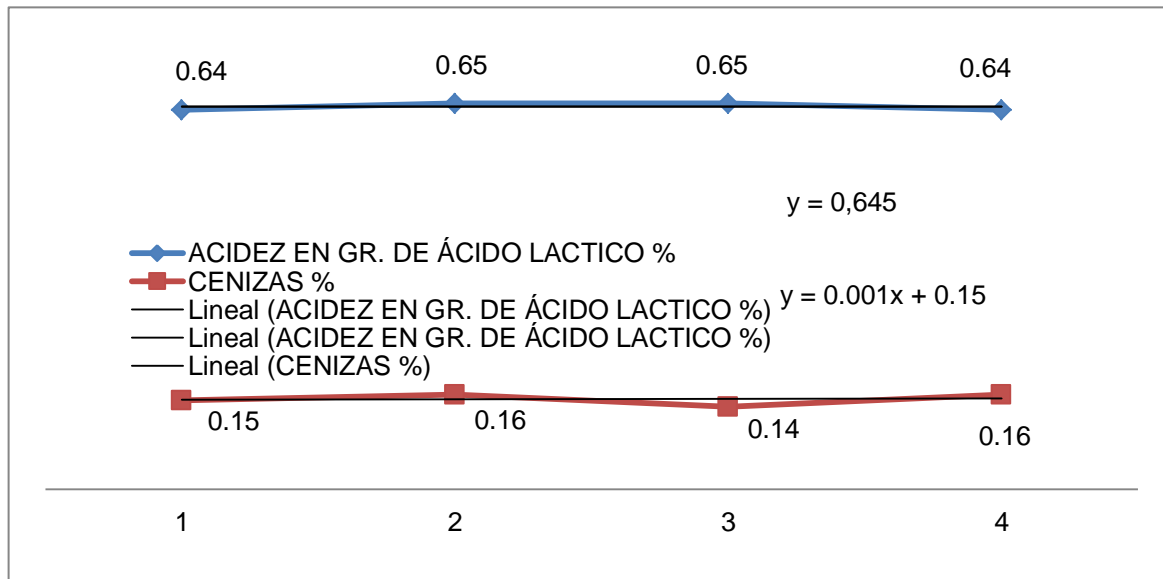
Anexo 6. Figura de densidad de la leche en kilogramos por litro.



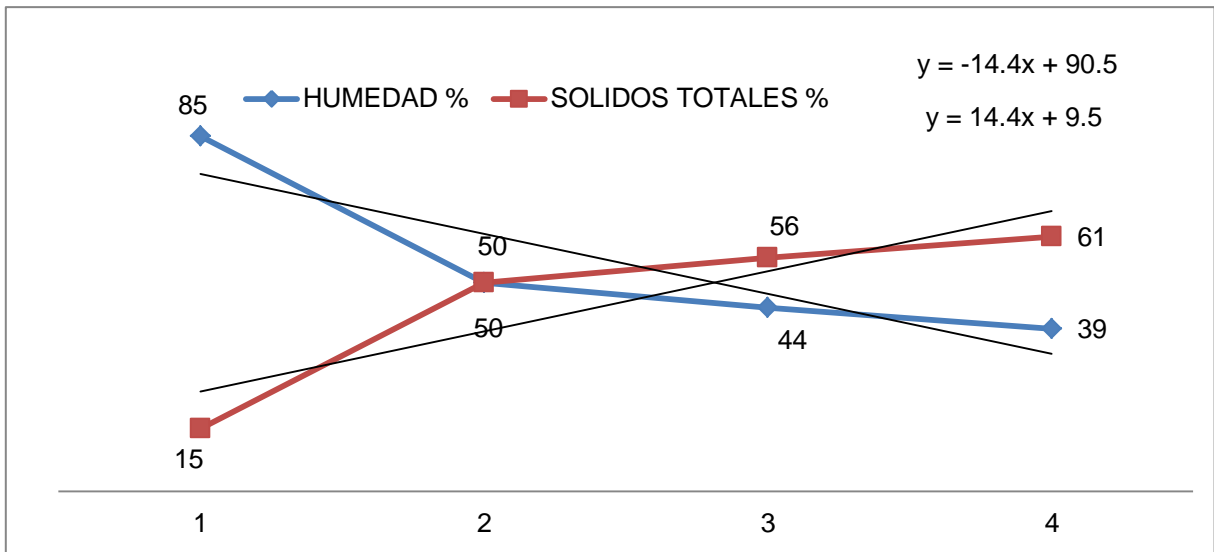
Anexo 7. Análisis de queso fresco con hidrocoloides

Análisis Del Producto Terminado					
Nº	PH	Acidez en gr. de Ácido Láctico %	Cenizas %	Humedad %	Solidos Totales %
1	5,6	0,64	0,15	85	15
2	5,8	0,65	0,16	50	50
3	6,2	0,65	0,14	44	56
4	6,5	0,64	0,16	39	61

Anexo 8. Acides en gramos de ácido láctico y porcentaje de cenizas.



Anexo 9. Porcentaje de humedad y solidos totales.



Anexo 10. Ficha de evaluación sensorial del queso.

<b><i>Ficha de Evaluación Sensorial x método de comparación pareado con 02 colas</i></b>		
Nombre:.....Fecha:.....		
Instrucciones: Observe y deguste las siguientes muestras y marque con una "x" la característica de su preferencia.		
Muestra	Aceptabilidad	
	Me gusta	No me gusta
Observaciones:..... .....		
<b>¡MUCHAS GRACIAS!</b>		

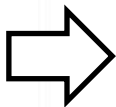


Anexo 11. Cuadro de aceptabilidad por Evaluación Sensorial del queso

Nombres de los jueces	Queso con Hidrocoloides	Queso sin Hidrocoloides	Nombres de los jueces	Queso con Hidrocoloides	Queso sin hidrocoloides
	5008	6721		5008	6721
Alberto		x	Edson		x
Sonia		x	Rosalía		x
Marcio		x	Fernando		x
Dina Ruth	x		Jhon		x
mailí		x	Carla	x	
willian		x	Crisol		x
Roxana		x	Jhais		x
Luis		x	Jhon Laura	x	
Marisol		x	Robeth	x	
Sayda		x	Candelaria	x	
José		x	Karen		x
Reina Luz		x	Angel Ivan		x
Fiorela		x	Nilda	x	
Mónica		x	Miriam		x
Dina colque		x	Percy	x	
Tito		x	Carlos	x	
eliaquem	x		Miguel		x
Ruth		x	Robert		x
Angely		x	Max		x
Yuli	x		Mary		x
Lisbet		x	Moisés		x
Julia		x	Aydé		x
María		x	Alcides		x
Mario	x		Regina		x
Juan	x		Vanetza	x	

Anexo 12. Número crítico de respuestas Correctas en el ensayo de diferencia Direccional de dos colas

<i>n</i>	$\alpha$						
	<b>0.40</b>	<b>0.30</b>	<b>0.20</b>	<b>0.10</b>	<b>0.05</b>	<b>0.01</b>	<b>0.001</b>
31	19	19	20	21	22	24	25
32	19	20	21	22	23	24	26
33	20	20	21	22	23	25	27
34	20	21	22	23	24	25	27
35	21	22	22	23	24	26	28
36	22	22	23	24	25	27	29
40	24	24	25	26	27	29	31
44	26	26	27	28	29	31	34
48	28	29	29	31	32	34	36
52	30	31	32	33	34	36	39
56	32	33	34	35	36	39	41
60	34	35	36	37	39	41	44



Anexo 13. Fotos elaboración de queso fresco con hidrocoloides.

Foto 1. Análisis y proceso de elaboración de queso fresco tipo paria. A) Medición de la densidad de la leche con un lactodensímetro obteniendo una densidad de 1029 kg./L. B) Preparación de materiales. C) 07 tratamientos evaluados por el método de diseño de mezclas. D) Cortado de la masa de cuajado después de 30 minutos.

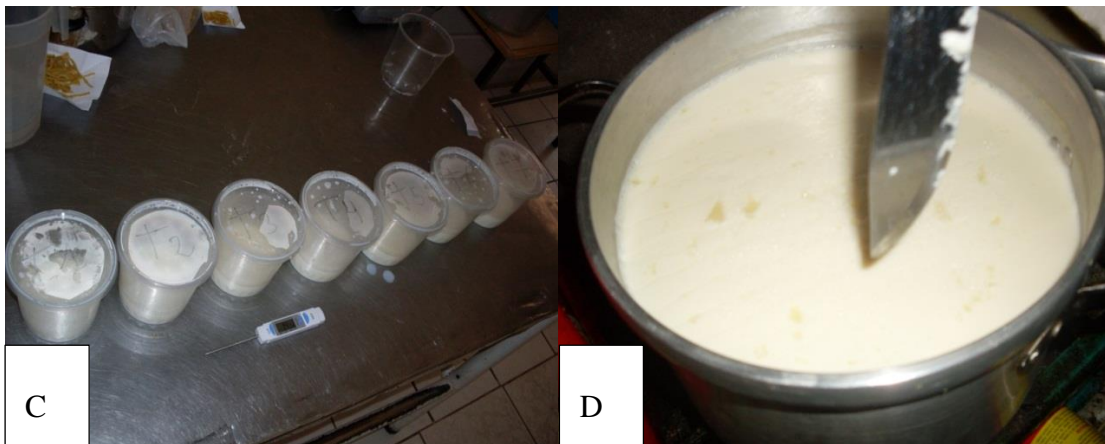
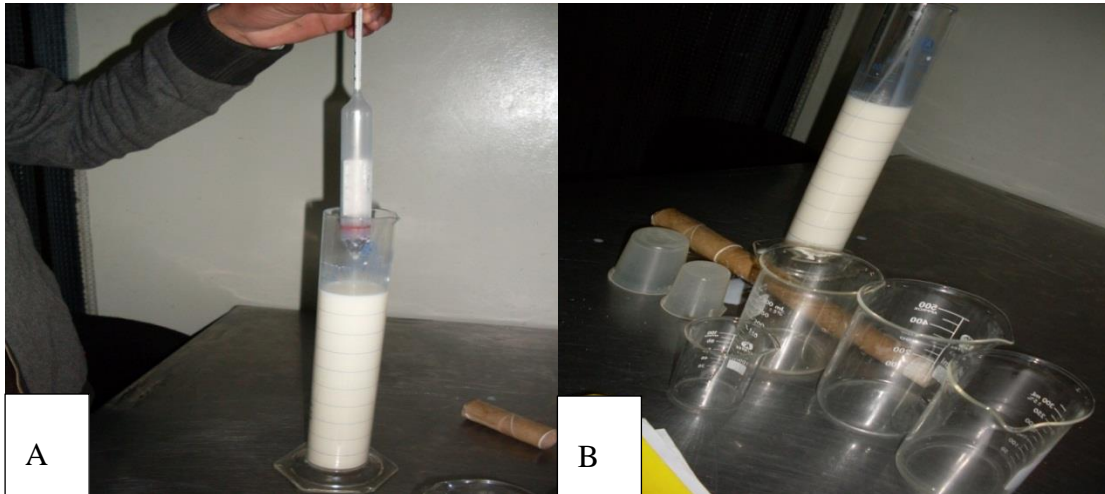


Foto 2. Análisis y proceso de elaboración de queso fresco tipo paria. A) Proceso de sinéresis del queso. /L. B) Preparación de muestras para evaluación sensorial. C)Evaluación sensorial por comparación pareada de dos colas. D) Evaluación sensorial.

