



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL

Sede Santo Domingo

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA

CARRERA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL Y SISTEMAS DE GESTIÓN

Tesis de grado previo a la obtención del título de:

INGENIERA AGROINDUSTRIAL, MENCIÓN EN ALIMENTOS

**QUITOSANO DE CONCHA DE CAMARÓN (*Stereomastis* sp) COMO
COAGULANTE NATURAL EN LA ELABORACIÓN DE QUESO FRESCO
CONDIMENTADO.**

Estudiante:

TATIANA BEATRIZ SAMPEDRO SAMANIEGO

Directora de Tesis:

ING. MARÍA ESTHER GUTIÉRREZ

Santo Domingo de los Tsáchilas – Ecuador

Marzo, 2015

**QUITOSANO DE CONCHA DE CAMARÓN (STEREOMASTIS SP) COMO
COAGULANTE NATURAL EN LA ELABORACIÓN DE QUESO FRESCO
CONDIMENTADO.**

ING. MARÍA ESTHER GUTIÉRREZ _____

DIRECTORA DE TESIS

APROBADO

Ing. Daniel Anzules _____

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Dra. Luz María Martínez _____

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Ing. Juan Crespín _____

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Santo Domingo,de.....2015.

Autor: TATIANA BEATRIZ SAMPEDRO SAMANIEGO

Institución: UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL

**Título de Tesis: QUITOSANO DE CONCHA DE CAMARÓN
(STEREOMASTIS SP) COMO COAGULANTE
NATURAL EN LA ELABORACIÓN DE QUESO
FRESCO CONDIMENTADO.**

Fecha: MARZO, 2015

El contenido del presente trabajo está bajo la responsabilidad de la autora.

Tatiana Beatriz Sampedro Samaniego

C.I. 1715265680

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL

Sede Santo Domingo

INFORME DEL DIRECTOR DE TESIS

Santo Domingo,.....de.....del 2015.

Ing. DANIEL ANZÚLES

COORDINADOR DE LA CARRERA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

Estimado Ingeniero

Mediante la presente tengo a bien informar que el trabajo investigativo realizado por el señor: **TATIANA BEATRIZ SAMPEDRO SAMANIEGO**, cuyo tema es: **“QUITOSANO DE CONCHA DE CAMARÓN (*Stereomastis* sp) COMO COAGULANTE NATURAL EN LA ELABORACIÓN DE QUESO FRESCO CONDIMENTADO”**, ha sido elaborado bajo mi supervisión y revisado en todas sus partes, por lo cual autorizo su respectiva presentación.

Particular que informo para fines pertinentes.

Atentamente,

Ing. MARÍA ESTHER GUTIÉRREZ

DIRECTORA DE TESIS

Dedicatoria

Este gran logro se lo dedico a DIOS y a mis padres Milton y Narda. A Dios porque ha estado conmigo en cada paso que doy, cuidándome y dándome fortaleza para continuar. A mis padres, quienes han sido mi pilar fundamental en la vida y han velado por mi bienestar y educación siendo mi apoyo en todo momento, depositando su entera confianza en cada reto que se me presentaba sin dudar ni un solo momento en mi inteligencia y capacidad.

De igual manera dedico este gran paso en mi vida profesional a mi hermana y a mis tesoros más preciados mis sobrinas.

Es por ellos que soy lo que soy ahora. Los amo con mi vida.

Tatiana Beatriz Sampedro Samaniego

Agradecimiento

En primer lugar a Dios por haberme guiado por el camino de la felicidad hasta ahora; en segundo lugar a cada uno de los que son parte de mi familia a mis Padres MILTON y NARDA, a mi hermana KARLA y a mis tesoros más valiosos que me ha dado Dios BELENCITA Y ABRILITA; les agradezco por haberme dado su fuerza y apoyo incondicional que me han ayudado y llevado hasta donde estoy ahora.

También quiero agradecer a mi gordito ANDRÉS (mi cachetes) por estar conmigo en las buenas y en las malas y por ser mi apoyo Te Amo.

Mi agradecimiento a la Universidad Tecnológica Equinoccial Sede Santo Domingo, por abrirme sus puertas para recibir una educación formadora e integral que será revertida a favor de la sociedad.

A cada uno de los docentes que impartieron sus conocimientos en toda mi carrera universitaria, a mi Tutora Ing. María Esther Gutiérrez por todo el apoyo brindado durante toda la investigación, a la Doctora Tania Guzmán por la gran ayuda incondicional brindada desde el inicio de la misma.

Agradezco a mi gran amigo Carlos Godoy por su gran ayuda en todo este trayecto.

Tatiana Beatriz Sampedro Samaniego

ÍNDICE DE CONTENIDO

TEMA	PAG
Portada.....	i
Sustentación y Aprobación de los integrantes del Tribunal.....	ii
Responsabilidad del autor.....	iii
Aprobación del Director de tesis.....	iv
Dedicatoria.....	v
Agradecimiento.....	vi
Índice	vii
Resumen ejecutivo.....	xvi
Abstract.....	xviii

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1.	Planteamiento del problema.....	1
1.2.	Justificación	2
1.3.	Alcance	3
1.4.	Objetivos	4
1.4.1.	Objetivo general.....	4
1.4.2.	Objetivos específicos	4
1.5.	Hipótesis	4
1.5.1.	Hipótesis nula	4
1.5.2.	Hipótesis afirmativa.....	5

CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1.	Antecedentes	6
2.1.1.	Históricos.....	6
2.1.2.	La quitina.....	6
2.1.3.	Estudio del quitosano.....	6
2.1.4.	Científicos.....	7
2.1.5.	Prácticos	7
2.2.	Fundamentos teóricos	7
2.2.1.	El quitosano	7
2.3.	Estructura molecular del quitosano	8
2.3.1.	Composición del quitosano	8
2.3.2.	Propiedades del quitosano	8
2.3.3.	El quitosano y sus derivados	9
2.3.4.	Quitosano como un biomaterial.....	10
2.4.	Usos del quitosano.....	10
2.4.1.	Alimentos	10
2.4.2.	Agricultura.....	11
2.4.3.	Cosméticos	11
2.4.4.	Biotecnología.....	11
2.4.5.	Tratamiento de aguas.....	11
2.5.	Utilización del quitosano como coagulante en quesos	11
2.5.1.	Otras propiedades funcionales.....	12
2.6.	La leche.....	12
2.6.1.	La leche materia prima	13
2.6.2.	Composición química	13
2.6.3.	Constituyentes de la leche	13
2.6.3.1.	Compuestos proteínicos de la leche	13
2.6.3.2.	Enzimas	13
2.6.3.3.	Proteínas	14

2.6.3.4.	Grasa.....	14
2.6.3.5.	El agua.....	14
2.7.	El queso.....	15
2.7.1.	Características del queso y su conservación.....	15
2.8.	Factores que influyen en la cuajada.....	15
2.8.1.	Etapas principales en el Proceso de Elaboración de Queso.....	16
2.8.2.	Pasteurización.....	16
2.8.3.	Tecnología de pasteurización.....	17
2.8.3.1.	Continuos.....	18
2.8.3.2.	Discontinuos o por lotes.....	18
2.8.4.	Método de transferencia de calor.....	18
2.8.4.1.	Convección.....	18
2.8.4.2.	Ecuaciones aplicadas a procesos térmico.....	19
2.8.4.2.1.	Calor específico.....	19
2.8.4.2.2.	Calor latente.....	19
2.8.4.2.3.	Calor sensible.....	19
2.8.5.	Coefficiente de transferencia de calor.....	20
2.8.5.1.	Calor por convección libre.....	20
2.8.5.2.	Nusselt.....	20
2.8.5.3.	Prandtl.....	20
2.8.5.4.	Grashof.....	21
2.8.6.	Diseño experimental.....	22

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1.	Sitio del estudio.....	24
3.1.1.	Localización geográfica.....	24
3.1.2.	Ubicación en el tiempo.....	24
3.1.3.	Características climáticas.....	24

3.2.	Materiales, instrumentos y recursos	24
3.2.1.	Materiales	24
3.2.2.	Equipos	25
3.2.3.	Materia prima	25
3.3.	Diseño experimental, factores y variables de estudio.....	26
3.3.1.	Variable independiente	26
3.3.2.	Variable dependiente o respuesta	26
3.3.2.1.	Características bromatológicas:	26
3.3.2.2.	Características organolépticas:	27
3.4.	Medición de variables.....	28
3.4.1.	Programa y modelo estadístico	28
3.4.2.	Unidad experimental.....	28
3.4.3.	Tratamientos	29
3.5.	Manejo del experimento.....	30
3.5.1.	Diagrama de flujo cuantitativo para la elaboración de ques o fresco ondimentadoa nivel de laboratorio.	30
3.5.2.	Balance de energía a nivel de laboratorio para la pasteurización de la leche..	32
3.5.2.1.	Dimensiones del equipo.....	33
3.6.	Determinación de la cantidad de calor requerido para alcanzar la temperatura de pasteurización.	35
3.7.	Cantidad de calor requerido para el tiempo de vaporización	35
3.8.	Determinación del coeficiente isobárico (B)	37
3.8.1.	Determinación del número adimensional de Grashof (Gr)	38
3.8.2.	Determinación del número adimensional de Nusselt (Nu).....	38
3.8.3.	Determinación del coeficiente de convección transferencia de calor(h)	38
3.8.4.	Cálculo del área de las pared vertical exterior.....	39
3.8.5.	Cálculo del Calor perdido por el área lateral del equipo (Q1).....	39
3.8.6.	Cálculo del Calor perdido por la pared horizontal inferior del equipo (Q2)..	40
3.8.7.	Determinación del área de la superficie total del cuerpo emisor radiante (A)	41
3.8.8.	Determinación del Calor perdido por el área inferior del equipo por radiación (Q2).....	41
3.8.9.	Calor perdido en la parte inferior del equipo por radiación (Q2).....	42

3.8.10.	Cálculo de la potencia que se suministra al equipo y que el mismo transfiere al sistema para el proceso de pasteurización de la leche.	43
3.9.	Cálculo para la Pasteurización de la leche.	43
3.10.	Cálculo del área total de transferencia= (área paredes verticales)+ (Área de la base).....	44
3.10.1.	Cálculo del área de la base del equipo.....	45
3.10.2.	Determinación del área total que el producto ocupa dentro del equipo.	45
3.10.3.	Cálculo del coeficiente de transferencia de calor del proceso de pasteurización de la leche.....	45
3.11.	Descripción del proceso.....	46
3.11.1.	Recepción.	46
3.11.2.	Filtración.....	46
3.11.3.	Pasteurización.....	46
3.11.4.	Enfriamiento	46
3.11.5.	Recepción del quitosano.....	46
3.11.6.	Pesado del quitosano con la leche	47
3.11.7.	Mezclado 1.....	47
3.11.8.	Coagulación.....	47
3.11.9.	Corte de la cuajada.	47
3.11.10.	Batido 1	47
3.11.11.	Desuerado 1	47
3.11.12.	Lavado y batido	47
3.11.13.	Batido 2	48
3.11.14.	Desuerado 2.....	48
3.11.15.	Recepción de sal	48
3.11.16.	Pesado de sal.....	48
3.11.17.	Recepción del orégano.....	48
3.11.18.	Pesado del orégano	48
3.11.19.	Pesado de la cuajada.....	48
3.11.20.	Moldeado	48
3.11.21.	Prensado.....	48
3.11.22.	Empacado.	48
3.11.23.	Almacenamiento.....	48

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1.	Análisis estadístico	49
4.1.1.	Análisis bromatológico.....	49
4.1.2.	La proteína.....	49
4.1.3.	Grasa.....	51
4.1.4.	Humedad.....	53
4.1.5.	Calcio.....	54
4.2.	Análisis sensorial de los mejores tratamientos	55
4.2.1.	Sabor.....	55
4.2.2.	Aroma	56
4.2.3.	Salado	57
4.2.4.	Color y textura.....	58
4.3.	Análisis microbiológico.....	59
4.4.	Rendimiento y pH del producto	60
4.5.	Costos del producto:	61

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1.	Conclusiones.....	62
5.2.	Recomendaciones	64
	BIBLIOGRAFÍA.....	65
	ANEXOS.....	71

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Estructura molecular del Quitosano	8
Figura 2. Quitosano y sus derivados.....	9
Figura 3. La leche	12
Figura 5. Diagrama de flujo cuantitativo para la elaboración de queso fresco condimentado.	35
Figura 6. Representación calores.....	34
Figura 7. Pared Vertical Lateral	39
Figura 8. Pared horizontal inferior	42
Figura 9. Proteína del queso fresco condimentado por efecto del quitosano, temperatura, y tiempo.	50
Figura 10. Porcentaje de proteína.....	50
Figura 11. Grasa del queso fresco condimentado por efecto del quitosano, temperatura, y tiempo.....	51
Figura 12. Porcentaje de grasa.....	52
Figura 13. Humedad del queso fresco condimentado por efecto del quitosano, temperatura, y tiempo.....	53
Figura 14. Porcentaje de humedad.....	54
Figura 15. Contenido de calcio del queso fresco condimentado por efecto de las dosis de quitosano.....	55
Figura 16. Análisis del sabor	56
Figura 17. Análisis sensorial del aroma.....	57
Figura 18. Análisis sensorial del salado	58
Figura 19. Análisis sensorial del color y textura	59

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Propiedades del quitosano	9
Tabla 2.	Composición química de la leche	13
Tabla 3.	Medición de variables.....	28
Tabla 4.	Tratamientos aleatorizados para coagular queso fresco condimentado, según el programa Design-Expert Versión 6.0.1 (Stat-Ease, 2000).....	29
Tabla 5.	Análisis químico de la materia prima “leche”	46
Tabla 6.	Análisis organoléptico de la materia prima “leche”	46
Tabla 7.	Temperatura de coagulación de la leche	47
Tabla 8.	Resultado del Análisis bromatológico de los tratamientos.....	49
Tabla 9.	Resultado del Análisis bromatológico respecto al contenido de proteína	50
Tabla 10.	Resultado del Análisis bromatológico respecto al contenido de grasa.....	52
Tabla 11.	Resultado del Análisis bromatológico respecto al contenido de humedad.....	59
Tabla 12.	Resultado del Análisis sensorial del sabor	55
Tabla 13.	Resultado del Análisis sensorial del aroma	56
Tabla 14.	Resultado del Análisis sensorial del salado.....	58
Tabla 15.	Resultado del Análisis sensorial del color y textura.....	59
Tabla 16.	Resultados del Análisis Microbiológico del mejor tratamiento	60
Tabla 17.	Costos de la materia prima	61
Tabla 18.	Costos adicionales	61

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1 Presentación del producto

Anexo 2 Hoja de valoración sensorial

Anexo 3 Análisis bromatológico

Anexo 4 Análisis bromatológico del Calcio

Anexo 5 Análisis microbiológico

Anexo 6 Norma INEN Quesos frescos no madurados

Anexo 7 Balance de materia a nivel de planta piloto para procesar 1000 kg de la materia prima “Leche” para la elaboración de queso con quitosano

Anexo 8 Balance de materia a nivel de laboratorio para procesar al 5% el cuajo “Quitosano” del peso de la leche.

Anexo 9 Balance de energía a nivel de planta piloto para la pasteurización de 999 kg de leche

Anexo 10 Cálculo de la potencia requerida en el agitador del pasteurizador

Anexo 11 Vista interna del pasteurizador de leche

Anexo 12 Vista frontal del equipo

Anexo 13 Características del equipo

Anexo 14 Vista frontal y superior del equipo

RESUMEN EJECUTIVO

En la actualidad el camarón (marisco) genera una gran cantidad de residuos, causando un fuerte impacto ambiental; ya que esta materia es puesta en basureros contaminando así el medio ambiente. Este estudio se realizó para dar una alternativa al uso de los residuos de este marisco, en la utilización del quitosano obtenido de investigaciones anteriores como es por medio de López Girabel, en donde obtuvo el mejor porcentaje de quitosano; realizado en Santo Domingo, Ecuador.

En esta investigación está enmarcado en la utilización del Quitosano como coagulante natural para elaborar queso fresco, *se utilizó el diseño central compuesto D-óptimo, según el programa Design-Expert, para encontrar modelos que expliquen los efectos y las variables de respuesta.* Mediante este programa se determinó el mejor porcentaje de coagulante, tiempo y temperatura de coagulación. Se tiene que el mejor tratamiento es el T2 con los parámetros de 41°C temperatura de coagulación, tiempo de 70 minutos de coagulación y 5% de quitosano son parámetros adecuados para lograr una buena coagulación y conservación del producto.

Se realizó la obtención de atributos sensoriales donde se determinó que el queso con mayor aceptación es el T16. En cuanto al sabor si presentó diferencia significativa en la calificación ($P = 0,0073$), observándose una moda de 4 que corresponde a un atributo de captación marcado, ocupa el primer lugar con una calificación de 3,22.

El aroma si presentó diferencias significativas ($P = 0,0326$) en los tratamientos, observándose una moda de 2 que corresponde a un atributo de captación ligero, encontrándose en primer lugar el tratamiento T9 con una calificación de 2,8.

El salado si presentó diferencias significativas ($P = 0,0049$) en los tratamientos, observándose una moda de 4 que corresponde a un atributo de captación marcado, encontrándose en primer lugar el tratamiento T19 con una calificación de 3,7.

En cuanto al color y la textura no hubo efecto de los factores probados en color ($P = 0,2359$), textura ($P = 0,1384$), observándose una moda de color y textura de 3 que corresponde a un atributo de captación moderado.

Los análisis bromatológicos realizados a los quesos frescos elaborados, presentaron un pH de 7.6, con un 58,12% de humedad, 18,56% de proteína, 16,46% de grasa, 3,58% de cenizas y 0,115% de calcio.

En lo que tiene que ver con el Rendimiento ($P = 0,5733$) y el pH ($P = 0,0730$) del queso fresco condimentado tuvieron el mismo comportamiento debido a las dosis de quitosano, tiempo y temperatura de coagulación con un error estándar de 1,315 y un pH de 7,06 con un error estándar de 0,04. Según la Investigación realizada se determinó que utilizando 5lt de leche se tiene un 12.8% de Rendimiento del queso, en comparación al de un queso fresco es de 16.7%.

Se determinó que el costo por cada 0.249Kg de queso fresco condimentado es de \$3.00. Comparado con el queso fresco que existe en el mercado cuyo precio es de \$1.75, el producto elaborado en esta investigación es elevado, debido a que el coagulante es costoso. Es por eso que a comparación de un cuajo microbiano el coagulante utilizado en esta investigación no ayuda a dar mucho rendimiento.

La capacidad del pasteurizador o marmita es de $1,069\text{m}^3$

ABSTRACT

Currently, the shrimp (seafood) generates a large amount of waste, causing a strong environmental impact since this matter is put in landfills thus contaminating the environment. This study was carried out to provide an alternative to the use of the waste of this seafood, in the use of chitosan obtained in previous researches as for example by means of López Girabel, where it won the best percentage of chitosan held in Santo Domingo, Ecuador.

In this research is framed in the use of chitosan as natural coagulant to develop fresh cheese, it used the central composite design D-optimal, according to the program Design-Expert to find models that explain the effects and the response variables. Through this program, it was determined the best percentage of coagulant, time and temperature of coagulation. The best treatment is the T2 with 41° C temperature of coagulation, time of 70 minutes of coagulation and 5% of Chitosan are appropriate parameters to achieve a good coagulation and product conservation.

The obtaining of sensory attributes was done where it was determined that the most popular is the T16. The taste presented a significant difference in qualifying ($P = 0,0073$), observing a mode of 4 which corresponds to a marked uptake attribute and occupies the first place with a score of 3.22.

The aroma presented significant differences ($P = 0,0326$) in the treatments, observing a mode of 2 that corresponds to an attribute of capture light, finding firstly the treatment T9 with a score of 2.8

The salty presented significant differences ($P = 0,0049$) in the treatments, observing a mode of 4 that corresponds to a marked uptake attribute, being firstly the T19 treatment with a score of 3.7. In terms of color and texture, there was no effect of the factors tested in color ($P = 0,2359$), texture ($P = 0,1384$), observed a mode of color and texture of 3 that corresponds to an attribute of attracting moderate.

Bromatological analyses performed to the elaborated fresh cheese showed a pH of 7.6, with 58,12% of humidity, 18.56% from protein, 16.46% of fat, 3.58% of ash and 0,115% of calcium.

About the performance ($P = 0,5733$) and pH ($P = 0,0730$) flavoured fresh cheese had the same behavior due to doses of Chitosan, time and temperature of coagulation with a standard error of 1,315 and a pH of 7.06 with a standard error of 0.04. According to the research ,it was determined that using 5lt of milk has a 12.8% yield of cheese, in comparison to a fresh cheese is of 16.7%.

It was determined that the cost per each 0.249Kg of flavoured fresh cheese is \$3.00 compared with fresh cheese that exists on the market whose price is \$1.75; the product made in this research is high, since the coagulant is expensive. That's why in comparison to a microbial rennet coagulant used in this research does not help to give great performance. The capacity's pasteurizer or Marmite is $1,069\text{m}^3$.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1. Planteamiento del problema

El Ecuador es un país rico en la actividad industrial debido al procesamiento de los productos pesqueros, especialmente en lo que tiene que ver con los crustáceos, los mismos que tienen gran demanda a nivel nacional e internacional.

En la actualidad genera gran cantidad de residuos, causando un fuerte impacto ambiental; ya que esta materia es puesta en basureros contaminando así el medio ambiente.

En los procesos que tienen que ver con la industria alimentaria, los costos de los productos químicos sintéticos son altos, y además se convierte en un método que indirectamente sigue ocasionando contaminación, es por ello que se tiene la necesidad de aplicar un producto eficiente y natural utilizando el quitosano (polímero natural) de la concha de camarón que solucione este tipo de inconvenientes.

García (2008) afirma lo siguiente: “El quitosano tiene varias aplicaciones en diferentes áreas, entre ellas en la industria de alimentos se lo utiliza como aditivos alimentarios, mejoradores de textura, envolturas, previene la disminución del volumen de la masa (galletas y pan), recubrimiento protector de alimentos”.

García (2008) sostiene que “esto genera mayor valor comercial y aporta en diferentes campos naturalmente, siendo una fuerte competencia con los productos químicos importados”.

García (2008) manifiesta lo siguiente: “Los derivados del quitosano tienen un inmenso campo de aplicación, por ejemplo en la industria alimentaria como aditivos en los

alimentos, espesantes, gelificantes y emulsionantes, estabilizantes del color, agentes que previenen la precipitación del vinagre, aditivos con características nutricionales”.

Peniche, C. (2006) sostiene lo siguiente: “En procesos industriales sirve como agente purificador del azúcar, clarificador en industrias de bebida (agua, vino, zumo de manzana y zanahoria) sin afectar el color (0,7g/l), coagulación del queso (2-2,5% pH6, remueve el 90% de los sólidos), retardador del pardeamiento enzimático”.

Esta investigación tendrá un aporte en el campo del medio ambiente en la ciudad de Santo Domingo perteneciente a la Provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas; formando así una cadena productiva con la pesca, la industria alimentaria, la preservación del medio ambiente y los consumidores finales.

1.2. Justificación

García (2008, 24-32) sostiene que “El consumo de los crustáceos deja como desechos, aproximadamente, entre el 70 y 80%, considerados contaminantes y están constituidos por sus vísceras y exoesqueleto”.

Al hacer uso de estos desechos la presente investigación estaría aportando con el control de la contaminación ambiental y generar valor agregado al producir un coagulante natural. Es importante considerar que los desechos pueden aprovecharse para la obtención de dos biopolímeros especializados de alto valor agregado establecido a nivel mundial: la quitina y el quitosano; su principal fuente de producción es la hidrólisis de la quitina en medio alcalino. García (2008).

Para reducir la contaminación ambiental se va a aprovechar los subproductos del camarón para así facilitar la materia prima y obtener un coagulante natural de calidad.

Tiene gran impacto con la salud del consumidor, por las altas propiedades funcionales del

quitosano.

La importancia de esta investigación fue la aplicación del quitosano como coagulante natural, obtenido de la concha de camarón y sea utilizado en productos lácteos.

Dentro de las principales propiedades funcionales del quitosano tenemos las siguientes:

Centes, J. (2009), afirma lo siguiente:

Ayuda a reducir el colesterol, combate la proliferación de hongos, reduce la tensión arterial, ayuda a aumentar la asimilación de calcio, elimina la helicobacter pylory, inhibe la formación de placa en los dientes, reduce los niveles sanguíneos de ácido úrico”.

Con la utilización de estos desechos de camarones, se reducirá en gran parte la contaminación ambiental en Santo Domingo.

La investigación sobre la aplicación del quitosano de la concha de camarón como coagulante natural a diferentes concentraciones para la elaboración de queso fresco condimentado, es viable técnica y ambientalmente para ser elaborado en la Planta Agroindustrial de la UTE.

1.3. Alcance

Partiendo de la tesis realizada por la señorita Girabel López cuyo tema fue:

Obtención del Quitosano de tres variedades de la cáscara del camarón (camarón de río- *Cryphiops caementarus*), (camarón de mar-*Rhynchocinetes typus*), (camarón de piscina-*stereomastis SP*), mediante método químico, para la Elaboración de Emulsificante natural en productos cárnicos.

Mi investigación será seguir la secuencia de la tesis realizada por la señorita Girabel López, el cual trata sobre el quitosano ya obtenido de concha de camarón como coagulante natural en la elaboración de queso fresco condimentado.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo general

Analizar diferentes concentraciones de quitosano de concha de camarón como coagulante natural para elaborar queso fresco condimentado.

1.4.2. Objetivos específicos

- Determinar el mejor porcentaje del quitosano como coagulante natural en la elaboración de queso fresco condimentado.
- Determinar las características bromatológicas, microbiológicas y sensoriales en el producto lácteo (queso fresco condimentado).
- Diseñar un pasteurizador con las especificaciones del producto elaborado
- Realizar los balances de materia y energía para la elaboración del queso fresco condimentado.

1.5. Hipótesis

1.5.1. Hipótesis nula

Ho: La Temperatura, tiempo de coagulación y porcentaje de quitosano no influyen en la coagulación del queso fresco condimentado.

1.5.2. Hipótesis afirmativa

Ha: La Temperatura, tiempo de coagulación y porcentaje de quitosano influyen en la coagulación del queso fresco condimentado.

CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Antecedentes

2.1.1. Históricos

2.1.2. La quitina

Por su amplia distribución en la naturaleza la quitina es el segundo polisacárido en abundancia, después de la celulosa. Fue descubierta por Braconnot en 1811 cuando estudiaba las sustancias derivadas del *Agaricus volvaceus* y otros hongos. Velásquez (2003, p.91).

2.1.3. Estudio del quitosano

Velásquez, C. (2003). manifiesta que: “El quitosano fue descubierto por Rouget en 1859, quien encontró que al tratar quitina con una solución caliente de hidróxido de potasio se obtiene un producto soluble en ácidos orgánicos. Mas tarde, en 1894, fue estudiada por Hoppe-Seyler quién la denominó “quitosano”.

Velásquez, C. (2003), sostiene que: “El quitosano es también un polisacárido que se encuentra en estado natural en las paredes celulares de algunos hongos; sin embargo, su principal fuente de producción es la hidrólisis de la quitina en medio alcalino, a altas temperaturas”.

2.1.4. Científicos

En estudios realizados se ha investigado la aplicación del quitosano en quesos cheedar. Savant, & Torres (2000, p.1091-1097), como película comestible en frutillas y moras.

2.1.5. Prácticos

Valenzuela, C., & Arias, J. I. (2012), sostiene que: “Las películas de quitosano han demostrado tener un efecto antimicrobiano de amplio espectro, que ha sido explicado a través de varios mecanismos de acción, identificadas como los más potentes patógenos asociados con enfermedades alimentarias”.

Por tanto, el quitosano se ha convertido en un envase prometedor para evitar tanto la contaminación de patógenos como el crecimiento de microorganismos, materia que ha sido sujeta de variadas investigaciones. Valenzuela, C. (2012).

El quitosano, debido a sus propiedades físico-químicas, funcionales y biológicas, tiene una gran variedad de aplicaciones que abarcan campos tan diferentes como la industria alimentaria, la medicina, productos farmacéuticos, la agricultura, y el sector textil entre otros. Peniche (2006).

2.2. Fundamentos teóricos

2.2.1. El quitosano

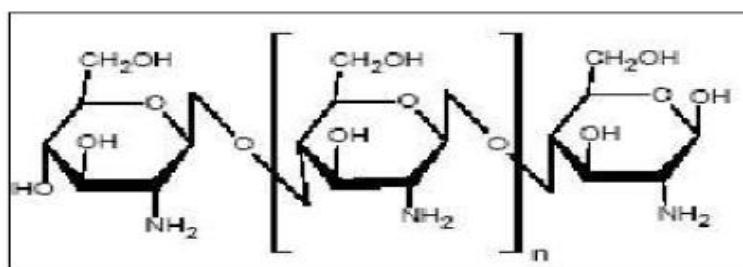
Harris, (2010). cita que: “El quitosano es un polímero natural que se obtiene a partir de la quitina, uno de los biopolímeros más abundantes en la naturaleza”.

Hernández, H. (2009). “Presenta una tasa de reposición tan alta en la biósfera que se estima que duplica a la de la celulosa, por lo que constituye un importante recurso renovable. En

sistemas de $\text{pH} < 5.5$ puede emplearse como espesante, estabilizante o agente de dispersión”.

2.3. Estructura molecular del quitosano

Según Sánchez, A. (2007). “El quitosano se produce comercialmente mediante la desacetilación de la quitina, que es un elemento estructural en el exoesqueleto de los crustáceos (cangrejos, Gambas, langostas, etc).



Fuente: Síntesis de quitosano. Obtenido en es.scribd.com/doc/32185325/sintesis-de-quitosano

Figura 1. Estructura molecular del Quitosano

Según Sánchez, A. (2007). “El grupo amino en el quitosano tiene un valor pK_a que ronda los 6.5, razón por la cual el posee una ligera carga positiva y es soluble en medios ácidos o en soluciones neutras con dependencia de la carga del pH ”.

2.3.1. Composición del quitosano

2.3.2. Propiedades del quitosano

DD: 100%

PM: 188 NDA

Disolvente: ÁCIDO ACÉTICO PURO

Aspecto: POLVO

Color: BLANCO

Grado: ALIMENTICIO

Extracción: *CARIDEA* (CAMARÓN)

Nombres químicos: 1-POLI-D-GLUCOSAMINA. QUITOSANO

Procedencia: ESPAÑA

Tabla 1. Propiedades del quitosano

PRODUCTO	PLIEGO DE CONDICIONES	RESULTADO
La apariencia	Off-de color blanco a amarillo claro. Flujo libre de polvo, sin olor	Se ajusta
El aspecto de la solución	Claro-incoloro a la luz de color amarillo	Se ajusta
Solubilidad en ácido	97.0-99.0%	99.3%
Desacetilado grado	& ge; 100%	91.5
La viscosidad	& le; mpa 100& middot: sf cps:	Mpa 57& middot: s
Contenido de agua	& le; 10.0%	8.3
Contenido de ceniza	& le; 1.0% ~ 2. 0	0.85
El contenido de proteína	No- detectable	Se ajusta
Valor de pH	7.0 ~ 9.0	7.8
Tamaño de partícula	& ge; 100 de malla	& ge; 100 de malla
La densidad a granel	& ge; 0.20g/ml(la densidad común) & ge; 0.40g/ml(de alta densidad) & ge; 0.60g/ml(super alta densidad)	0.53g ml
De hierro	& le; 20.0 ppm	12 ppm
Los metales pesados	& le; 10.0 ppm	Se ajusta
Plomo	& le; 0.5 ppm	Se ajusta
El arsénico	& le; 0.5 ppm	Se ajusta
Microbiológica placa total	& le; 1000cfu/g	Se ajusta
La levadura y el moho	& le; 100cfu/g	Se ajusta
E. Coli	Negativos	Negativos
La salmonella	Negativos	Negativos

Conclusión: estar en conformidad con usp 35

Fuente: Aditivos, ingredientes y empaques para la industria de alimentos. Agroindustrial-plus. Manta-Ecuador 2014

2.3.3. El quitosano y sus derivados



Figura 2. Quitosano y sus derivados

Peniche, W.(2010). manifiesta que. “El quitosano puede ser extraído de los caparzones del camarón, del cangrejo o langosta. Otra fuente son las “plumas de calamar” un producto secundario del calamar procesado; similares al plásticos, no comestibles que son extraídas antes de comérselo”.

Odier, A. (2009) muestra que: “Estos polímeros del quitosano tiene el amino C2 de grupo en cada unidad desacetilada. Estas funciones son susceptibles reacciones clásicas que se pueden aplicar de una manera controlada para obtener una amplia gama de nuevos materiales”.

Meyers, P. (2009) sustenta que: “Estos residuos de crustáceos constan de quitina (20-30 %), proteína (30-40 %), sales inorgánicas (principalmente carbonato de calcio y fosfato) (30-50%) y lípidos (0-14 %) . La mayoría de las técnicas desarrolladas se basan en procesos químicos de la hidrólisis de la proteína y la eliminación del material inorgánico”.

Pelletier, Y. (2008) cita que: “El principal inconveniente de los métodos empleados habitualmente para producir quitosano es que implican tiempos de procesamiento largos y gastar grandes cantidades de álcali”.

2.3.4. Quitosano como un biomaterial

Pena, J. (2006) sostiene lo siguiente: “La gran variedad de aplicaciones de quitosano en el campo de los biomateriales se debe a sus excelentes propiedades cuando se interactúa con el cuerpo humano, soporta la adhesión y proliferación de diferente tipos de células”.

2.4. Usos del quitosano

2.4.1. Alimentos

Clarificación, fibra dietética, remoción de taninos, cromatografía, agentes gelatinizados y espesante, reutilización de proteínas, procesos de desecho.

2.4.2. Agricultura

Recubrimiento de semillas para su conservación durante el almacenamiento, sistemas liberadores de fertilizantes, aditivo.

2.4.3. Cosméticos

Hidratante, emulsificante, emoliente, espesante, formación de películas. Salud: Control de colesterol, prótesis dentales, suturas, biomateriales, anticongelante, antibacterial.

2.4.4. Biotecnología

Inmovilización de enzimas, encapsulamiento, filtro ayuda, inmovilización de células, reutilización de proteínas.

2.4.5. Tratamiento de aguas

Procesamiento de alimentos, agua potable, remoción de colorantes, remoción de metales.

2.5. Utilización del quitosano como coagulante en quesos

Existen investigaciones como Agentes coagulantes de quitosano-base para el Tratamiento de queso Cheddar y queso fresco.

Savant, & Torres (2000), sostiene lo siguiente: “Durante el queso Cheddar los cultivos iniciadores reducen el pH a 5,9 – 6,4, causando la precipitación de caseína. El suero de queso se refiere al permeado post precipitación restante de las caseínas. Este nutriente es un rico subproducto consta de lactosa (4,5 – 5% w/v), proteínas solubles (0,6 – 0,8% p / v), lípidos (0,4 – 0,5%), sales y minerales de (8- 10%). Las proteínas del suero representan el

20% del total de proteínas presentes en la leche. Aproximadamente 1 kg de queso genera 9 kg de suero de leche.

2.5.1. Otras propiedades funcionales

Schulz, P. (2010) cita que: “El papel del quitosano como un estabilizador de w / o / w es otro de sus potenciales usos como aditivo alimentario industrial”.

Xie, W. (2008), señala que: “Esta propiedad ha sido atribuida al hecho de que puede aumentar la viscosidad de la fase acuosa; además, la eficacia del quitosano disminuyó de 70 por ciento en el Ácido 2- tiobarbitúrico”.

2.6. La leche



Fuente: Biomanantial. Artículo de la leche de vaca. Obtenida en el 2014.
www.biomanantial.com/leche-vaca-k-282-1-es.html

Figura 3. La leche

Alais, Ch. (2009) cita que: “La leche se define como el producto de secreción de las glándulas mamarias de las hembras mamíferas sanas. Químicamente la leche es un líquido complejo en donde sus componentes se encuentran dispersos y se dan efectos unos sobre otros”.

2.6.1. La leche materia prima

Madrid, J. (2010) sostiene que: “La industria láctea está basada en la habilidad de la glándula mamaria para producir leche con relación a las necesidades requeridas para nutrir su cria. El excedente de leche tiene un alto valor nutricional, usado para el consumo humano”.

2.6.2. Composición química

Tabla 2. Composición química de la leche

Especie	Agua	Grasa	Proteína	Lactosa	Sales minerales
Mujer	87.6%	3.6%	1.9%	6.6%	0.2%
Vaca	87.6%	3.7%	3.2%	4.8%	0.7%
Cabra	87.6%	4.1%	3.4%	4.2%	0.8%
Oveja	81.5%	7.5%	5.6%	4.4%	1.0%
Llama	86.5%	3.2%	3.9%	5.6%	0.8%

Fuente: Meyer, M. (1997). Elaboración de Productos lácteos. Tercera Reimpresión. Editorial Trillas SA México.14p

2.6.3. Constituyentes de la leche

2.6.3.1. Compuestos proteínicos de la leche

Terranova, E. A. (2009). “Las sustancias proteínicas de la leche se divide en proteínas y enzimas, estas sustancias están compuestas de aminoácidos. La combinación de estos aminoácidos en la molécula determinan las características de las sustancias”.

2.6.3.2. Enzimas

Es un catalizador orgánico que producen las células vivas. Casi todas las enzimas operan dentro de las células que la producen.

2.6.3.3. Proteínas

Constituyen los componentes esenciales de todas las células. Se halla presente en plantas y animales. Es una de las sustancias más importantes de todos los componentes de la materia viva.

2.6.3.4. Grasa

La grasa o lípidos no son polímeros, no poseen una unidad monómera repetitiva. Pueden clasificarse en base a sus productos de hidrólisis en cuanto a la estructura molecular.

2.6.3.5. El agua

El agua se halla en dos formas libre y ligada. Es uno de los componentes más importantes en la naturaleza y para el ser humano.

2.7. Queso



Fuente: **La delicia del queso. Obtenido en diciembre 2014.**

Figura 4. Queso

Cerezo A, Córdova L. (2009) sostiene que: “ Es un producto elaborado con la cuajada de leche estandarizada y pasteurizada de vaca o de otras especies animales, con o sin adición de crema, obtenida por la coagulación de la caseína con cuajo y separando los sólidos de la leche (cuajada) de los líquidos (suero)”.

Leyva, V., Chamorro, C. (2009) “El agua que se elimina en el proceso arrastra con ella parte de los elementos solubles y de las proteínas no coaguladas que contiene la leche. El agua que queda retenida en el queso es esencial para el desarrollo de microorganismos”.

2.7.1. Características del queso y su conservación

El queso debe ser uniforme, no debe de tener grietas, ni color extraño. LA consevación del queso depende de la temperatura y la humedad ambiental que debe estar entre 5 y 10°C y con un porcentaje de humedad del 85-90% de humedad.

El queso es un alimento vivo, y cuando se lo vaya a almacenar la parte de la pasta del queso debe quedar al aire, y no la corteza.

2.8. Factores que influyen en la cuajada

Terranova, E. A. (2009). “Los factores, fuerza del cuajo, cantidad y composición de leche, temperatura y tiempo son los que más influyen en la cuajada; se debe tener presente lo siguiente:

- La calidad de la leche cuajada es directamente proporcional a la cantidad de cuajo añadida: con mas cuajo, se cuaja mayor cantidad de leche.
- Cuanto mayor es la temperatura, menor cantidad de cuajo se necesita para la misma cantidad de leche y la misma duración: a mas temperatura, más rapidez en la cuajada es inversamente proporcional a la cantidad de cuajo a emplear.

2.8.1. Etapas principales en el Proceso de Elaboración de Queso

Recepción: Conjunto de operaciones que realizan la recepción de la leche, comprobando los requisitos generales que se especifican en la norma INEN.

Moreno, O. (2009). “Se realizan pruebas de densidad, acidez, pH y grasa, ya que es necesario conocer la clase de materia prima con que se elabora el producto y, la aptitud de la leche para fabricar queso fresco”.

Revilla, A. (2009) “La Pasteurización reduce la cantidad total de bacterias, destruye gérmenes patógenos e inactiva enzimas presentes en la leche.”

2.8.2. Pasteurización

(Norma Oficial Mexicana NOM-185-SSA1-2002). argumenta que “El método pasteurización o pasterización surge a partir del apellido del científico francés Louis Pasteur, debido a que fue quien descubrió este proceso. La pasteurización se define como el “tratamiento térmico al que se someten los productos, consistente en una adecuada relación de temperatura y tiempo que garantice la destrucción de organismos patógenos y la inactivación de enzimas de algunos alimentos.

En este método, la aplicación de calor es poco drástica, pues se efectúa a temperaturas por debajo del punto de ebullición del agua (100°C), es decir, es un tratamiento térmico de baja intensidad (en un rango de 60 a 80°C). Por lo tanto, este método se emplea para aumentar la vida útil de los alimentos durante varios días, como la leche, ya que su objetivo es la destrucción selectiva de microorganismos patógenos (algunas bacterias, mohos y variedades de levaduras) presentes en los alimentos, así como controlar la actividad de enzimas y procurar modificaciones mínimas en la composición nutritiva y características propias del alimento.

Las condiciones de pasteurización se deben definir para cada producto, según la composición de microflora y las propiedades del medio, considerando:

- La temperatura que debe alcanzarse
- La duración de la exposición a esta temperatura. Bello, J. *Ciencia bromatológica*, pp. 427.

Otro factor determinante en la pasteurización es la naturaleza química del alimento a conservar:

- En alimentos perecederos con un grado de acidez bajo, como la leche; el proceso está orientado a eliminar las bacterias patógenas y la disminución de flora banal.
- En general, se aplican dos grandes grupos de tecnologías de pasteurización:
- La pasteurización alta se define como la aplicación de altas temperaturas (75-90°C) y tiempos cortos, entre dos y cinco minutos, afectando a los microorganismos, pero no a los componentes químicos; se aplica a productos como jugos de frutas, vinos, hortalizas encurtidas, etc.
- Por otro lado, también se puede lograr la pasteurización bajando la temperatura a 62°C por tiempos más prolongados, por lo menos media hora. Se aplica a los productos y derivados de la leche.

2.8.3. Tecnología de pasteurización

Los equipos empleados para la pasteurización pueden clasificarse en continuos o discontinuos:

2.8.3.1. Continuos

Equipos empleados para la pasteurización de líquidos sin envasar

2.8.3.2. Discontinuos o por lotes

Equipos empleados en la pasteurización para equipos envasados

2.8.4. Método de transferencia de calor

2.8.4.1. Convección

Batty, C. (2010), menciona que el proceso mediante el cual un fluido se mueve en una comunicación térmica con una superficie sólida o líquida, recibe o libera energía por medio de conducción o radiación, y entonces deja la superficie. El movimiento del fluido es necesario para que se efectúe el fenómeno de convección. Si ese movimiento es causado por algún mecanismo externo como un ventilador o una bomba, la situación se conoce como convección forzada. Si el movimiento es causado por diferencias de temperatura local y efectos de flotación, la situación es conocida como convección libre.

$$\frac{Q}{A} = h (T_s - T_{\infty})$$

En donde:

$\frac{Q}{A}$ = Flujo de calor ($W/m^2 \cdot ^\circ C$ o $BTU/h \cdot ft^2$)

h = coeficiente de transferencia de calor ($W/m^2 \cdot ^\circ C$ o $BTU/h \cdot ft^2 \cdot ^\circ F$)

T_s = Temperatura de la superficie, ($^\circ C$ o $^\circ F$)

T_{∞} = Temperatura de corriente libre ($^\circ C$ o $^\circ F$)

2.8.4.2. Ecuaciones aplicadas a procesos térmico

2.8.4.2.1. Calor específico

Se describe como el coeficiente de transferencia de calor que puede tener un cuerpo “Alimento” según su composición.

$$MC\Delta T = M_{H_2O}C_{H_2O}\Delta T + M_{Sólido}C_{Sólido}\Delta T$$

2.8.4.2.2. Calor latente

Es la energía requerida para cambiar una unidad de masa de líquido saturado en vapor saturado, con temperatura y presión constante.

$$Q_v = \frac{M_v * H_{fg}}{T}$$

2.8.4.2.3. Calor sensible

Cantidad de calor que absorbe o libera un cuerpo sin que en el ocurran cambios en su estado físico (cambio de fase). Cuando a un cuerpo se le suministra calor sensible en este aumenta la temperatura.

$$Q_s = m (cp.) * (T_2 - T_1)$$

2.8.5. Coeficiente de transferencia de calor

Se llama algunas veces “coeficiente pelicular, de conductividad unitaria pelicular o coeficiente pelicular de convección”, depende de parámetros como: conductividad, viscosidad, densidad, velocidad del fluido, nivel de turbulencia y posición de la superficie.

$$h = \frac{Nu * K}{L}$$

2.8.5.1. Calor por convección libre

Definida como el calor que se genera cuando un cuerpo cuando se suministra una determina temperaturas involucra a:

H = Coeficiente de transferencia de calor.

A = Área de transferencia de calor.

ΔT = Diferencia de temperaturas.

$$Q = H * A * (T_{\text{Superficie interna de proceso}} - T_{\text{Ambiental exterior de proceso}})$$

2.8.5.2. Nusselt

Llamado como “Coeficiente adimensional de transferencia de calor”.

$$Nu = \frac{K * L}{K}$$

2.8.5.3. Prandtl

Se interpreta físicamente como la relación de la capacidad del fluido para almacenar energía.

$$\mathbf{Pr} = \frac{C_p * U}{K}$$

2.8.5.4. Grashof

Se interpreta como la capacidad para transmitir o conducir energía.

$$\mathbf{Gr} = \frac{g * B (T_s - T_a) \delta^2 * L^3}{U^2}$$

El tiempo necesario para la Coagulación depende de factores como el pH, concentración de calcio, concentración del coagulante y temperatura. La temperatura de coagulación es de 34-37°C por 30 minutos.

El Corte de la cuajada se la realiza lenta y cuidadosamente, para obtener pequeños cubitos; tienen que ser completos.

El moldeado del queso tiene como finalidad dar el tamaño y forma de acuerdo a sus características.

El objetivo del Prensado es dar la forma del queso correspondiente, es parte importante en el proceso de formación de corteza, unión de los granos y eliminación del suero.

El salado reduce la proliferación de ciertas clases de bacterias, completa el desuerado y contribuye al sabor deseado del queso. El objetivo del salado es dar al queso un sabor característico, regular el desarrollo de los microorganismos y regular la función de las enzimas”.

2.8.6. Diseño experimental

Montgomery, (2009), indica que “Los modelos de diseño de experimentos son modelos estadísticos clásicos cuyo objetivo es averiguar si unos determinados factores influyen en una variable de interés y, si existe influencia de algún factor, cuantificar dicha influencia”.

Un experimento diseñado tiene por objetivo:

- Determinar cuáles son las variables que tiene mayor influencia en la variable respuesta.
- Determinar el mejor valor de las variables controladas que influyen en la respuesta de manera que ésta, tenga casi siempre un valor cercano al valor nominal deseado.
- Determinar la mejor combinación de las respuestas controlables que ayuden a reducir la variabilidad de la respuesta.
- Establecer la combinación óptima de las variables controladas, con el objetivo de minimizar los efectos de las variables incontrolables.

El diseño experimental es un medio de importancia en la ingeniería para mejorar el rendimiento de un proceso de manufactura, así como en el desarrollo de nuevos productos, su aplicación en una fase temprana de la evolución de un proceso puede dar como resultado:

- Mejorar el rendimiento del proceso
- Reducción de variabilidad y aumento del apego a especificación o valor objetivo
- Menor tiempo de desarrollo

- Minimización de costos

Se utilizará el modelo compuesto de design expert, según el programa Design-Expert Versión 6.0.1 (Stat-Ease,2000) con 3 factores $A \times B \times C$; para analizar el mejor porcentaje de coagulación, temperatura y tiempo de coagulación en las variables de respuesta.

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Sitio del estudio

3.1.1. Localización geográfica

Este trabajo de investigación se lo realizó en la Planta Agroindustrial de la UTE Sede Santo Domingo.

3.1.2. Ubicación en el tiempo

Este trabajo de investigación se desarrolló en el periodo 2014

3.1.3. Características climáticas

En este trabajo de investigación no interfirió el clima

3.2. Materiales, instrumentos y recursos

3.2.1. Materiales

- Vasos de precipitación
- Tamiz
- Termómetro

- Cuchara de palo
- Balanza
- Jarra litrera
- Olla
- Lactodensímetro
- Probeta
- Moldes para queso

3.2.2. Equipos

- Incubadora
- Cocina
- Balanza analítica
- pHchímetro

3.2.3. Materia prima

- Quitosano

- Leche fresca
- Sal
- Agua

3.3. Diseño experimental, factores y variables de estudio

3.3.1. Variable independiente

- Quitosano de concha de camarón como coagulante natural
- Tiempo de coagulación
- Temperatura de coagulación

3.3.2. Variable dependiente o respuesta

- Rendimiento

3.3.2.1. Características bromatológicas:

- Proteína
- Grasa
- Calcio

- pH
- % humedad
- Cenizas

3.3.2.2. Características organolépticas:

- Sabor
- Textura
- Olor
- Color

3.4. Medición de variables

Tabla 3. Medición de variables

OBJETIVOS ESPECIFICOS	VARIABLE DEPENDIENTE	UNIDAD DE MEDIDA	INSTRUMENTO DE MEDIDA	TIEMPO DE MEDIDA
Determinar el mejor porcentaje del quitosano como coagulante natural en la elaboración de queso fresco condimentado		%	Método experimental	Inicio
Determinar las características bromatológicas organolépticas y sensoriales en el producto lácteo (queso fresco condimentado)	Proteínas		Kjeldahl	A mitad de la investigación
	Grasa		Gerber	
	Calcio	%	Químico	
	pH		Químico	
	Humedad		-----	
	Cenizas		-----	
	Sabor	Sensorial		A mitad de la investigación
	Textura		Encuestas	
	Olor			
	Color	Ponderación		

3.4.1. Programa y modelo estadístico

Se utilizó el modelo compuesto de design expert, según el programa Design-Expert Versión 6.0.1 (Stat-Ease,2000) con 3 factores AxBxC; para analizar el mejor porcentaje de coagulación, temperatura y tiempo de coagulación en las variables de respuesta.

3.4.2. Unidad experimental

En este trabajo de investigación se utilizó 5lt de leche por tratamiento, obteniendo menos de un kg de queso fresco condimentado.

3.4.3. Tratamientos

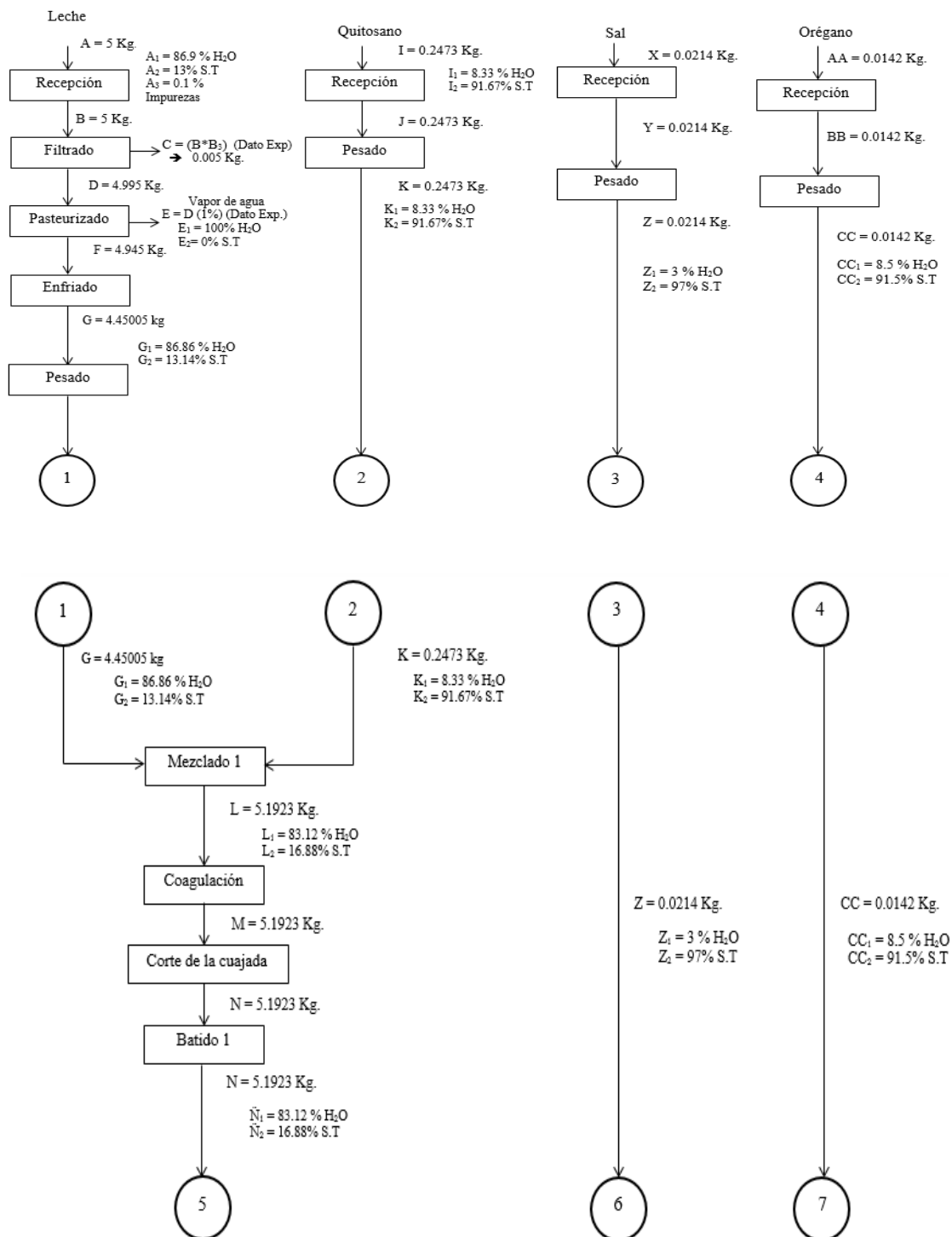
Se ejecutó 19 tratamientos para evaluar el efecto del mejor porcentaje de quitosano, tiempo y temperatura de coagulación del queso fresco (Tabla 4)

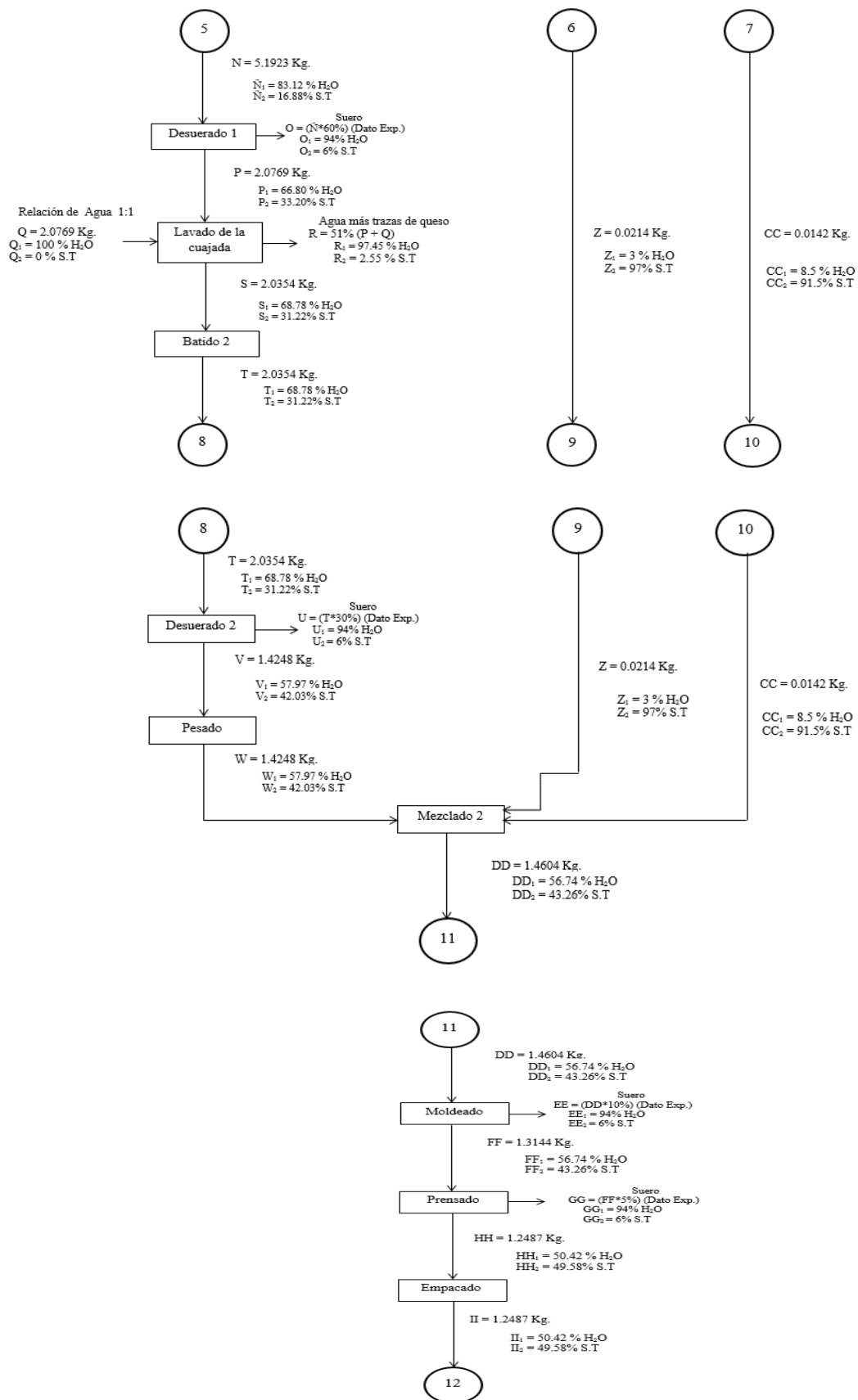
Tabla 4. Tratamientos aleatorizados para coagular queso fresco condimentado, según el programa Design-Expert Versión 6.0.1 (Stat-Ease, 2000)

TRATAMIENTOS	Temperatura (°C)	Tiempo (min)	Quitosano (%)
1	38,5	60	5
2	41	70	5
3	38,5	60	3
4	36	50	4
5	41	70	3
6	41	50	3
7	36	60	4
8	41	50	5
9	36	70	5
10	38,5	50	4
11	36	50	5
12	36	50	3
13	41	70	5
14	36	70	3
15	36	70	3
16	38,5	70	4
17	41	60	4
18	41	50	3
19	41	70	3

3.5. Manejo del experimento

3.5.1. Diagrama de flujo cuantitativo para la elaboración de queso fresco condimentado a nivel de laboratorio.





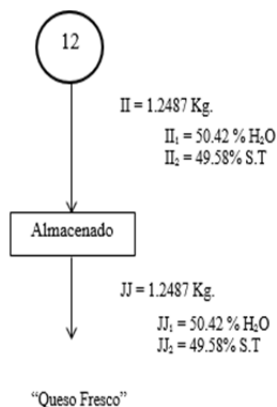


Figura 5. Diagrama de flujo cuantitativo para la elaboración de queso fresco condimentado.

3.5.2. Balance de energía a nivel de laboratorio para la pasteurización de la leche.

M_1 (Masa de la leche que ingresa al proceso de pasteurización) = 4.995 kg

M_2 (Masa de la leche que sale del proceso de pasteurización) = 4.945 kg

M_3 (Masa de vapor que se elimina) = 0.04995 kg

δ mezcla = 1028 kg/m³

T = 30 minutos.

T_1 = 22.5 °C

T_2 = 68 °C

T_3 = 45.33 °C

T_4 = 32.28 °C

Nomenclatura

T = Tiempo de proceso.

T_1 = Temperatura ambiente.

T_2 = Temperatura de pasteurización de la leche.

T_3 = Temperatura las paredes laterales del equipo.

T_4 = Temperatura de la superficie inferior del equipo.

El calor 1 o (Q1): Es el que se pierden por la pared vertical lateral del equipo.

El calor 2 o (Q2): Es el que se pierden por la pared horizontal inferior del equipo.

Q_s = Calor sensible del producto.

Q_l = Calor latente del producto

$Q_{\text{Resistencia Eléctrica}}$ = Calor que aporta el agua.

U = Coeficiente de transferencia de calor.

3.5.2.1. Dimensiones del equipo

\emptyset_1 → Diámetro superior de la olla = 0.288 m

\emptyset_2 → Diámetro inferior de la olla = 0.22 m

\emptyset_3 → Diámetro interno de la olla = 0.265 m

r → Radios de la olla = 0.144 m

L_1 → Altura del olla = 0.20 m

L_2 → Altura de la leche antes de pasteurizar = 0.09 m

L_3 → Altura de la leche después de pasteurizar = 0.087 m

E → Espesor de la olla = 3 mm

Ecuación general a utilizar para el balance de energía.

$$Q_{\text{practico del proceso}} = (Q_{\text{Resistencia Eléctrica}} - Q_1 - Q_2)$$

$$Q_{\text{producto}} = (Q_s + Q_l) * 1.1$$

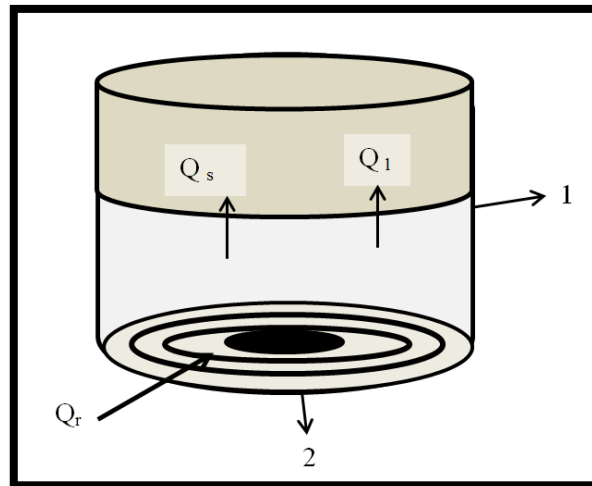


Figura 6. Representación calores

Tomado de: fundamentos de la ingeniería. Clair Batty Pág. 95

Balance total de energía

$$Q \text{ entra} = Q \text{ sale}$$

$$Q_{\text{Resistencia Eléctrica}} = (Q_s + Q_1) + Q \text{ (perdido)}$$

$$Q_{\text{Resistencia Eléctrica}} = Q_s + Q_1 + Q_1 + Q_2$$

Cpm. de la pasteurización de la leche

$$C_{pm} = \%H_2O * C_{p.H_2O} + \%S.T * C_{p.S.T}$$

$$C_{p\text{leche}} = 0.8686 * \frac{4.188 \text{ kJ}}{\text{Kg K}} + 0.1314 * \frac{1.38 \text{ kJ}}{\text{kg K}}$$

$$C_{pm} = 3.6876 \frac{\text{kJ}}{\text{kg K}}$$

3.6. Determinación de la cantidad de calor requerido para alcanzar la temperatura de pasteurización.

Datos: Experimental

$$M_1 = 4.945 \text{ Kg}$$

$$\text{Tiempo} = 30 \text{ minutos.}$$

$$C_{pm} = 3.6876 \frac{\text{kJ}}{\text{kg K}}$$

$$\Delta T = (68 - 22.5) = 45.5 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Tomado de: Clair, J. (1989). Fundamentos de la Ingeniería. México. P95

$$Q_s = m (\text{cp.}) * (T_2 - T_1)$$

$$Q_s = 4.945 \text{ kg} * 3.6876 \frac{\text{kJ}}{\text{Kg } ^\circ\text{K}} * (68 - 22.5) ^\circ\text{K}$$

$$Q_s = \frac{829.700781 \text{ kJ}}{30 \text{ min}} * \frac{1 \text{ min}}{60 \text{ s}}$$

$$Q_s = 0.46094 \text{ kW} \rightarrow 460.94 \text{ watt}$$

Tomado de: Clair, J. (1989). Fundamentos de la Ingeniería. México. 201 - 202

3.7. Cantidad de calor requerido para el tiempo de vaporización

Datos:

$$M_v = 0.04995 \text{ kg}$$

$$T = 30 \text{ min}$$

$$H_{fg\ 68^\circ\text{C}} = 2338.76 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$$

$$Qv = \frac{Mv * Hfg}{T}$$

$$Qv = \frac{0.04995 \text{ kg} * 2338.76 \text{ kJ /kg} * 1 \text{ min}}{30 \text{ min} * 60 \text{ s}}$$

$$Qv = 0.06490 \text{ kW} \rightarrow 64.90 \text{ watt}$$

El calor 1 o (Q1): es el que se pierden por las paredes laterales del equipo, de igual manera se lo realiza a temperatura laminar.

Tomado de: Clair, J. (1989). Fundamentos de la Ingeniería. México. p201–202

Datos: Experimental

$$Ts. = 45.33 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$Ta. = 22.5 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$L = 0.20 \text{ m}$$

Las propiedades importantes de aire se evalúan a temperatura pelicular

$$Tf = \frac{Ts + Tamb}{2}$$

$$Tf = \frac{45.33 + 22.5}{2} = 33.92 + 273.15 = 307.07^\circ\text{K}$$

Se evaluarán las propiedades del aire a 307.07 °K

(Tabla C-9 Propiedades útiles del aire para la transferencia de calor por convección)

Nomenclatura

T_s . = Temperatura de la superficie \rightarrow ($^{\circ}\text{C}$).

T_a . = Temperaturas de la corriente de aire \rightarrow ($^{\circ}\text{C}$).

K = Coeficiente de transferencia de calor del aire \rightarrow $\text{W}/\text{m}^{\circ}\text{C}$.

C_p . = Coeficiente de transferencia de calor del alimento \rightarrow $\text{KJ}/\text{kg}^{\circ}\text{C}$.

B = Coeficiente isobárico \rightarrow k^{-1} .

U = Viscosidad del aire \rightarrow $\text{kg}/\text{m}^*\text{s}$.

δ = Densidad del aire \rightarrow kg/m^3 .

Pr = Numero a dimensional de Prandtl.

L = Longitud \rightarrow m .

G = Gravedad \rightarrow m/s .

Gr = Numero a dimensional de Grashof

Tomado de: Clair, J. (1989). Fundamentos de la Ingeniería. México. tabla C-9 Apéndice 306

3.8. Determinación del coeficiente isobárico (B)

$$B = \frac{1}{T_f} = \frac{1}{307.07} = 0.003257 k^{-1}$$

Datos:

$K = 0.02678 \text{ W}/\text{m}^{\circ}\text{C}$

$C_p = 1.0062 \text{ KJ}/\text{kg}^{\circ}\text{C}$

$\mu = 1.9960 * 10^5 \text{ kg}/\text{m}^*\text{s}$

$\delta = 1.1520 \text{ kg}/\text{m}^3$

$Pr = 0.7064$

$L = 0.20 \text{ m}$.

$g = 9.78 \text{ m}/\text{s}$

3.8.1. Determinación del número adimensional de Grashof (Gr)

$$Gr = \frac{g * B (T_s - T_a) \delta^2 * L^3}{\mu^2}$$

$$Gr = \frac{9.78 \frac{m}{s} * 0.003257 K^{-1} * (45.33 - 22.5) * \left(\frac{1.1520 kg^3}{m}\right)^2 * (0.20m)^3}{\left(\frac{1.9960 * 10^{-5} kg}{m * s}\right)^2}$$

$$Gr = 1.9 * 10^7$$

$$Gr * Pr = 1.9 * 10^7 * 0.7064$$

$$Gr * Pr = 1.3 * 10^7$$

$$\text{Log}_{10}(Gr Pr) = 7.14$$

3.8.2. Determinación del número adimensional de Nusselt (Nu)

$$\text{Log}_{10}(Nu) = 1.50$$

(Figura 12.18 Correlación de Convección Libre para Cilindros Horizontales)

$$Nu = 10^{1.50} \rightarrow 31.62$$

3.8.3. Determinación del coeficiente de convección transferencia de calor(h)

$$h = \frac{Nu * K}{L}$$

$$h = \frac{31.62 * 0.02678 \frac{W}{M * C}}{0.20 m}$$

$$h = 4.23 \frac{W}{m^2 * C}$$



Figura 7. Pared Vertical Lateral

3.8.4. Cálculo del área de las pared vertical exterior.

Cálculo del área lateral del cilindro

$$\text{Área lateral (Al)} = \pi * D * L$$

Dónde:

$\emptyset \rightarrow$ Diámetro = 0.288 mts.

$r \rightarrow$ Radio = 0.144 mts.

$L \rightarrow$ Altura = 0.20 m

$$\text{Área lateral (Al)} = \pi * D * L$$

$$Al = \pi * 0.288 \text{ m} * 0.144 \text{ m}$$

$$Al = 0.1303 \text{ m}^2$$

3.8.5. Cálculo del Calor perdido por el área lateral del equipo (Q1)

$$Q1 = H * A * (T_{\text{Superficie interna de proceso}} - T_{\text{Ambiental exterior de proceso}})$$

$$Q_1 = 4.23 \frac{W}{m^2 * C} * 0.1303 m^2 * (68 - 22.5) ^\circ K$$

$$Q_1 = 25.08 \text{ watt} \rightarrow 0.025 \text{ kW}$$

3.8.6. Cálculo del Calor perdido por la pared horizontal inferior del equipo (Q2)

El calor 2 o (Q2): es el que se pierden por la pared horizontal inferior del equipo, por radiación \rightarrow olla eléctrica

Tomado de: Clair, J. (1989). Fundamentos de la Ingeniería. México. p201–202

Datos: Experimental

$$T_1 = 32.28 \text{ }^\circ\text{C} \rightarrow 305.43 \text{ }^\circ\text{K}$$

$$T_2 = 22.5 \text{ }^\circ\text{C} \rightarrow 295.65 \text{ }^\circ\text{K}$$

Temperatura media (Tm)

$$T_m = \frac{T_1 + T_2}{2}$$

$$T_m = \frac{305.43 + 295.65}{2} = 300.54$$

Dónde:

Q2 = Calor (W)

A= Área de la superficie total del cuerpo emisor (m²)

e = Emisividad del material receptor de la energía radiante (acero pulido)

σ = Constante de Stefan-Boltzmann (W/m²K⁴)

h_r= Coeficiente de transmisión de calor por radiación (J/m²k)

T₁= temperatura absoluta de la superficie emisor (K)

T₂= temperatura absoluta de la superficie receptor de la energía radiante (K)

T_m= Temperatura media

Datos:

$$Q_2 = ?$$

$$A = ?$$

$e = 0.08$ (**Tabla B-9**. Emisividades aproximadas de algunas superficies de materiales)
Según (Rolle, 2006, pág. 594)

$$\sigma = 5.669 \times 10^{-8} \text{ (W/m}^2\text{K}^4\text{)} \rightarrow \text{según (R.L., 1988, pág. 53)}$$

$$h_r = ?$$

3.8.7. Determinación del área de la superficie total del cuerpo emisor radiante (A)

Datos:

$$\varnothing = 0.24 \text{ m}$$

$$R = 0.12 \text{ m}$$

$$\text{Area} = \frac{\pi * \varnothing^2}{4}$$

$$A = \frac{\pi * (0.24\text{m})^2}{4}$$

$$A = 0.04523 \text{ m}^2$$

3.8.8. Determinación del Calor perdido por el área inferior del equipo por radiación (Q2)

Ecuación para la transmisión de calor por radiación \rightarrow (R.L., 1988, pág. 54)

$$Q = h_r A (T_1 - T_2) \quad ^1$$

Cálculo del coeficiente de transmisión de calor por radiación (h_r)

$$h_r = e\sigma 4 T_m^3 \quad ^2$$

$$h_r = 4 (0.08) (5.669 \times 10^{-8} \frac{W}{m^2 K^4}) (300.49 K)^3$$

$$h_r = 0.4922 \text{ W/m}^2\text{K}$$

3.8.9. Calor perdido en la parte inferior del equipo por radiación (Q_2)

$$Q_2 = h_r A (T_1 - T_2)$$

$$Q_2 = 0.4922 \frac{W}{m^2 K} * 0.04523 \text{ m}^2 (305.43 - 295.65) K$$

$$Q_2 = 0.2177 \text{ watt} \rightarrow 0.00002177 \text{ kW}$$



Figura 8. Pared horizontal inferior

¹ EARLE R. L., (1988). Ingeniería de los Alimentos. Las Operaciones básicas del procesado de los Alimentos. España: Acribia S.A. Pág. 54

² EARLE R. L., (1988). Ingeniería de los Alimentos. Las Operaciones básicas del procesado de los Alimentos. España: Acribia S.A. Pág. 53-54

3.8.10. Cálculo de la potencia que se suministra al equipo y que el mismo transfiere al sistema para el proceso de pasteurización de la leche.

Calor Resistencia electrica (Qr): Cálculo de la energía que ingresa al sistema

Donde:

A^0 = Amperaje.

V = Voltaje.

T = Tiempo.

Datos promedio del equipo.

Amp = 5.38

V = 119.5

$$Qr = V * Amp$$

$$Qr = (119.5 * 5.38)W$$

$$Qr = (642.91)W$$

3.9. Cálculo para la Pasteurización de la leche.

$$Q_{\text{practico del proceso}} = (Qr - Q1 - Q2)$$

$$Q_{\text{practico del proceso}} = 642.91 - (25.08 + 0.2177)Watt$$

$$Q_{\text{practico del proceso}} = 617.6123 \text{ Watt}$$

Calor del producto es = (calor sensible + calor latente)

$$Q_{\text{producto}} = (Qs + Ql)$$

$$Q_{\text{producto}} = (460.94 + 64.90) \text{ watt}$$

$$Q_{\text{producto}} = 525.84 \text{ watt}$$

Porcentaje de error

$$\% \text{ Error} = 100 - \left(\frac{\text{Calor del producto}}{\text{Calor práctico del proceso}} * 100 \right)$$

$$\% \text{ Error} = 100 - \left(\frac{525.84 \text{ watt}}{617.6123 \text{ watt}} * 100 \right)$$

$$\% \text{ Error} = 100 - 85.14 = 14.86 \%$$

$$\% \text{ Eficiencia} = 85.14 \%$$

3.10. Cálculo del área total de transferencia= (área paredes verticales)+ (Área de la base)

Área paredes verticales

$$\emptyset_{\text{Del equipo interno}} = 0.265 \text{ m}$$

$$R_{\text{Del equipo interno}} = 0.1325 \text{ m}$$

$$H_{\text{De contacto del líquido}} = 0.09 \text{ m}$$

$$\text{Área lateral (Al)} = \pi * D * H$$

$$Al = \pi * 0.265 \text{ m} * 0.09 \text{ m}$$

$$Al = 0.0749 \text{ m}^2$$

3.10.1. Cálculo del área de la base del equipo

$$A = \frac{\pi * D^2}{4}$$

$$A = \frac{\pi * (0.22m)^2}{4}$$

$$A = 0.038m^2$$

3.10.2. Determinación del área total que el producto ocupa dentro del equipo.

$$A_{total} = 0.0749 m^2 + 0.038 m^2$$

$$A_{total} = 0.1129 m^2$$

3.10.3. Cálculo del coeficiente de transferencia de calor del proceso de pasteurización de la leche.

$$Q = U * A * \Delta T$$

$$U = \frac{Q}{A * \Delta T}$$

$$U = \frac{617.6123 W}{0.1129 m^2 * (68.00 - 22.5)C}$$

$$U = 120.55 \frac{W}{m^2 * C}$$

3.11. Descripción del proceso

3.11.1. Recepción de la leche: Es la entrada de la materia prima a la planta la misma que debe ser fresca, pura y no pasteurizada. Luego de la recepción de la leche se procede a hacer control de calidad. El objetivo de esta primera etapa es establecer si está apta para el proceso; se lo realiza mediante análisis químicos. Como se observa en Tabla 5. Y el análisis organoléptico en la Tabla 6.

Tabla 5. Análisis químico de la materia prima “leche”

Análisis	Parámetros
pH	6,6
Acidez	0,15%
Densidad	1,028g/ml
Proteína	3,4 g
Humedad	87%

Tabla 6. Análisis organoléptico de la materia prima “leche”

Materia prima	Análisis	Condición de aceptación
Leche	Aroma	Olor característico a leche fresca
	Sabor	Delicado, suave, ligeramente azucarado
	Color	Blanco un poco amarillento

3.11.2. Filtración: En esta fase se realizó el filtrado de la leche para eliminar macroimpurezas procedentes de su manipulación.

3.11.3. Pasteurización: Con él se intenta estandarizar la calidad microbiológica, destruyendo los microorganismos patógenos, reducir la flora banal y las enzimas no deseadas. La pasteurización se la realiza a una temperatura de 68°C por 30 minutos.

3.11.4. Enfriamiento: Se procedió a enfriar la leche a 41°C temperatura óptima de coagulación.

3.11.5. Recepción del quitosano: Se procedió a pesar el 5% de quitosano a utilizar.

3.11.6. Pesado del quitosano con la leche: Aquí se procedió a pesar el quitosano con la leche.

3.11.7. Mezclado 1: En este paso se procedió a mezclar el quitosano con la leche

3.11.8. Coagulación: Para la coagulación se le adicionó el quitosano disuelto en agua y se dejó reposar la leche con quitosano a una Temperatura de 41°C por 70 minutos.

Tabla 7. Temperatura de coagulación de la leche

TEMPERATURA	TIEMPO
36-41°C	50-70 minutos

3.11.9. Corte de la cuajada: Una vez transcurrido el tiempo de coagulación y comprobando que la cuajada tiene la consistencia y textura adecuada, se procedió a su corte, la cuajada se cortó con el cuchillo para favorecer la salida del suero retenido en la masa; los cortes tienen una distancia que van de 1.5 a 2cm.

3.11.10. Batido 1: Los granos del queso son blandos y débiles por lo que se procedió a batir suavemente y cuidadosamente para no romper los granos y perder sustancias secas en el suero.

3.11.11. Desuerado 1: Se extrajo una cantidad de suero, para así evitar una sobre acidificación de la cuajada, se extrajo del 30 al 35% del total de leche.

3.11.12. Lavado y batido: Se lava la cuajada con agua de 40 a 45°C para diluir la lactosa y para prevenir acidificación. El agua se adiciona lenta y constantemente por las paredes de la tina, esta debe ser de buena calidad y estar libre de películas extrañas, la cantidad que se añade es aproximadamente equivalente a la cantidad de suero que se retiró en el primer desuerado.

3.11.13. Batido 2: este se lo realizó con mayor intensidad en comparación con la primera y en un tiempo que varía de 5 a 10 minutos.

3.11.14. Desuerado 2: Se retiró un equivalente al 70% del suero total.

3.11.15. Recepción de sal: Se receptó la sal para la adición en el proceso.

3.11.16. Pesado de sal: Se procedió a pesar la sal (13g por cada litro de leche)

3.11.17. Recepción del orégano: Se receptó el orégano y se utilizó para condimentar el queso.

3.11.18. Pesado del orégano: Se procedió a pesar el orégano (1g) que se va a utilizar.

3.11.19. Pesado de la cuajada: Se procedió a pesar la cuajada, después de haber sido adicionado la sal y el orégano.

3.11.20. Moldeado: Se procedió a moldear la cuajada para obtener un determinado formato y tamaño de acuerdo a sus características.

3.11.21. Prensado: Se procedió a prensar los moldes para que se produzca la expulsión final del suero y conseguir una determinada textura, para dar forma al queso.

3.11.22. Empacado: Se procedió a empacar el queso para luego ser almacenado.

3.11.23. Almacenamiento: Se almacenó el queso fresco a temperaturas de refrigeración de 4°C.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1. Análisis estadístico

4.1.1. Análisis bromatológico

Tabla 8. Resultado del Análisis bromatológico de los tratamientos

Tratamiento	Parámetros	HUMEDAD	PROTEINA	EXT. ETEREO	CENIZA	CALCIO
		%	%	% Grasa	%	%
T1	38.5°C+60min+5%	57,25	18,19	13,36	2,52	1,01
T2	41°C+70min+5%	58,12	18,56	16,46	3,58	0,95
T3	38.5°C+60min+3%	59,9	15,7	12,68	3,03	0,97
T4	36°C+50min+4%	59,2	15,5	13,51	3,45	0,95
T5	41°C+70min+3%	51,15	17,68	15,58	3,62	0,74
T6	41°C+50min+3%	55,94	17,15	16,84	5,56	0,76
T7	36°C+60min+4%	55,06	16,91	15,56	5,19	0,92
T8	41°C+50min+5%	60,69	15,04	11,93	2,72	1,22
T9	36°C+70min+5%	59,93	15,33	12,53	3,58	1,35
T10	38.5°C+50min+4%	61,84	15,13	13,23	3,73	0,87
T11	36°C+50min+5%	64,59	14,17	16,44	3,15	1,02
T12	36°C+50min+3%	67,09	13,89	13,75	2,66	0,93
T13	41°C+70min+5%	59,99	16,25	17,55	2,98	1,22
T14	36°C+70min+3%	59,59	16,67	16,9	3,54	0,87
T15	36°C+70min+3%	55,12	19,57	19,11	2,99	0,89
T16	38.5°C+70min+4%	53,88	18,03	19,49	3,2	1,11
T17	41°C+60min+4%	54,04	17,98	17,75	3,21	1,01
T18	41°C+50min+3%	56,23	18,5	18,04	2,82	0,98
T19	41°C+70min+3%	56,79	16,69	18,19	2,64	0,99

4.1.2. La proteína

De acuerdo a los resultados obtenidos muestran que el contenido de proteína de los quesos frescos tuvo una superficie de respuesta cuadrático ($P= 0,0307$) por efecto del tiempo, temperatura y dosis de quitosano, % Proteína 18,56%; es el T2 (41°C temperatura de coagulación, 70 minutos de coagulación y 5% de quitosano. (Figura 9).

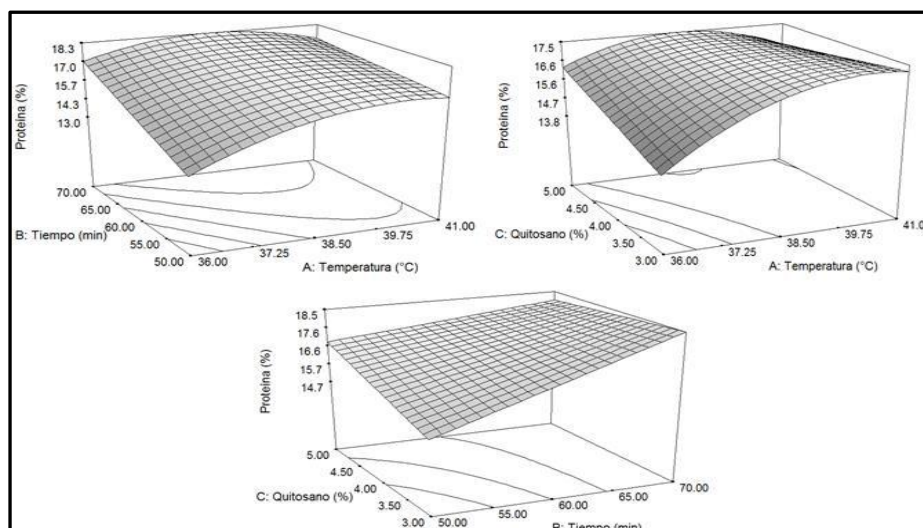


Figura 9. Proteína del queso fresco condimentado por efecto del quitosano, temperatura, y tiempo.

Tabla 9. Resultado del Análisis bromatológico respecto al contenido de proteína

Tratamientos	Proteína %
T2	18,56
T5	17,68
T12	13,89

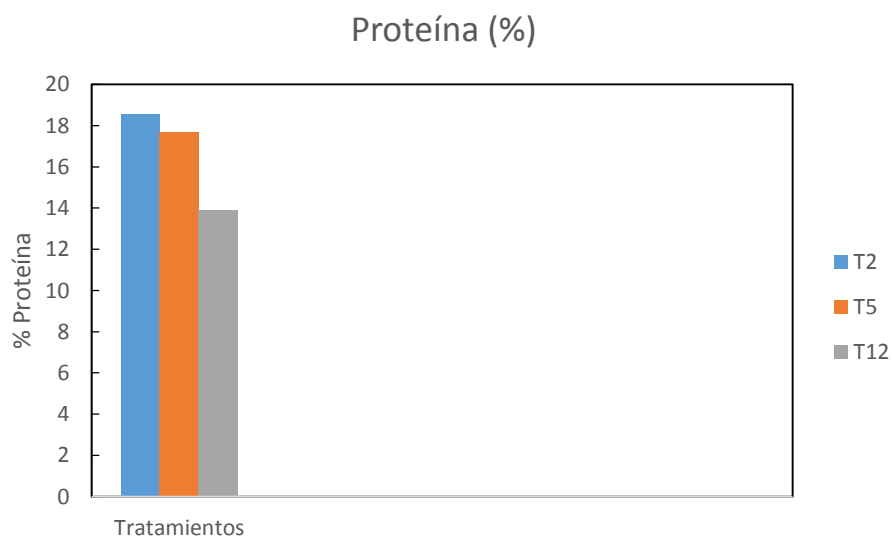


Figura 10. Porcentaje de proteína

Numéricamente se establece que al emplearse el quitosano se obtuvo quesos con un contenido de proteína. El mayor porcentaje de proteína es el T2 18,56%, seguido del T5 17,68% y el T12 13,89%.

Tomando como referencia el reporte de la FAO (2000), que indican que el queso fresco debe contener el 21% de proteína, los valores encontrados tomando como referencia los niveles de quitosano utilizados, son bajos, al igual que con los estudios de Becerra, F. (2009), López, M. (2010), y Paucar, M. (2009), ya que estos investigadores en sus estudios encontraron que los quesos frescos contenían 21.11, 22.04, 19.52 y 18.76 %, de proteína, en su orden.

La investigación realizada da como resultado que el mayor porcentaje de Proteína es del 18,56%.

4.1.3. Grasa

Los resultados obtenidos muestran que el mejor tratamiento según la mínima concentración de Grasa; 13,75%; es el T12 (36°C temperatura de coagulación, 50 minutos de coagulación y 3% de quitosano), seguido del T5 con un contenido de Grasa del 15,58% (41°C temperatura de coagulación, 70 minutos de coagulación y 3% de quitosano) y el T2 con un contenido de Grasa del 16,46% (41°C temperatura de coagulación, 70 minutos de coagulación y 5% de quitosano). (Figura 11).

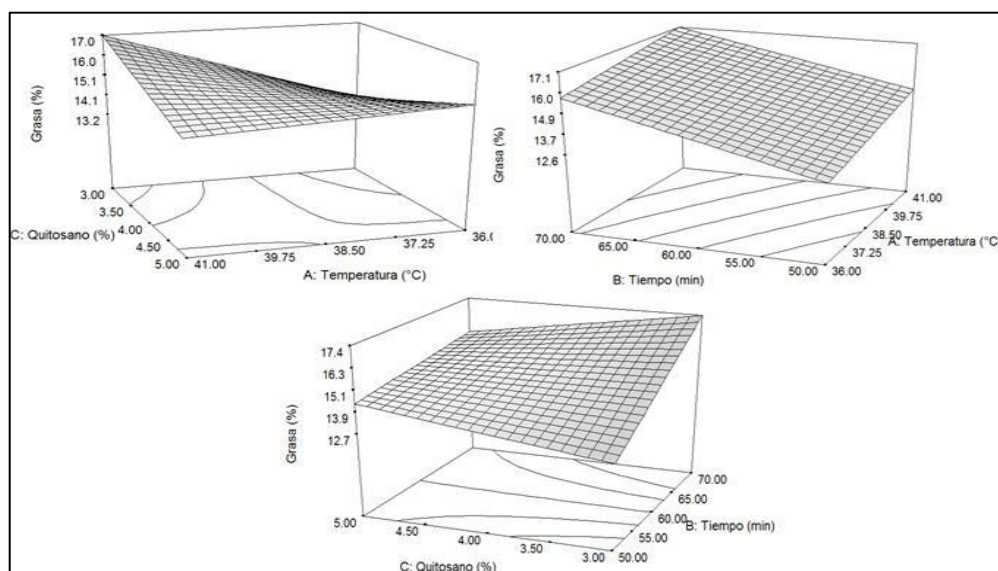
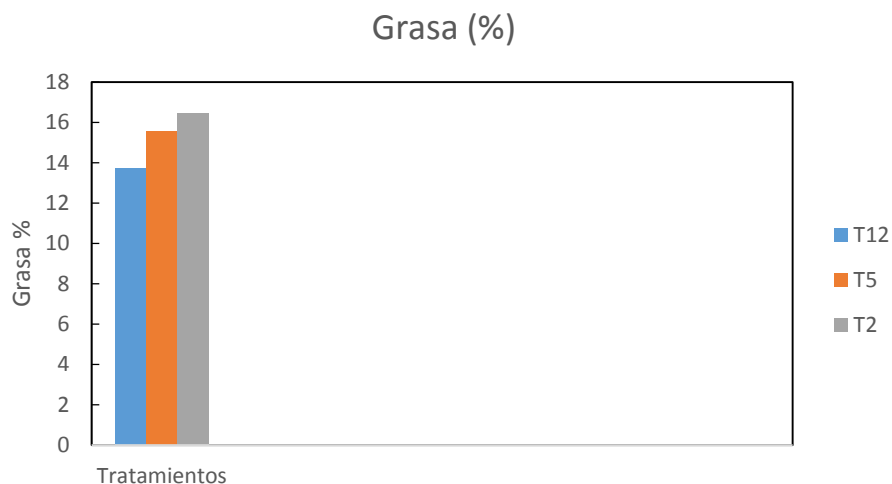


Figura 11. Grasa del queso fresco condimentado por efecto del quitosano, temperatura, y tiempo.

Tabla 10. Resultado del Análisis bromatológico respecto al contenido de grasa

Tratamientos	Grasa %
T12	13,75
T5	15,58
T2	16,46

**Figura 12.** Porcentaje de grasa

Los resultados obtenidos muestran que el mejor tratamiento según la mínima concentración de Grasa; 13,75%; es el T12 (36°C temperatura de coagulación, 50 minutos de coagulación y 3% de quitosano), seguido del T5 con un contenido de Grasa del 15,58% (41°C temperatura de coagulación, 70 minutos de coagulación y 3% de quitosano) y el T2 con un contenido de Grasa del 16,46% (41°C temperatura de coagulación, 70 minutos de coagulación y 5% de quitosano).

Los contenidos de grasa de los quesos frescos tuvieron una superficie de respuesta lineal ($P= 0,0013$) por efecto del tiempo, temperatura y dosis de quitosano, ya que se determinó que los quesos con la mínima concentración de grasa fue 13,75% cuando se utilizó el 3% de quitosano; y cuando se utilizó el 5 % de quitosano este se incrementó al 16,46 %.

De acuerdo a la clasificación del INEN (1528:2012), en su Norma INEN 64, que el queso fresco obtenido debe tener hasta el 35% de grasa máximo.

Las respuestas encontradas denotan que el contenido graso de los quesos, son superiores a los determinados por Becerra, F. (2009), López, M. (2010), Paucar, M. (2009), quienes en sus estudios registraron contenidos entre 14.35 y 17.48 % de grasa, diferencias que pueden deberse a que estos investigadores estandarizaron la leche a un contenido del 3%, mientras que en la presente investigación se utilizó la leche entera, que contenía un promedio de 3.5%.

4.1.4. Humedad

En cuanto a la determinación de Humedad del queso fresco condimentado, se observa que el mejor tratamiento según la mínima humedad; 51,15%; es el T5 (41°C, 70 minutos y 3% de quitosano), seguido del T2 con el 58,12% de Humedad y el T12 con el 67,09% de Humedad. Esto quiere decir que a altas temperaturas de cuajado, bajas dosis de quitosano y tiempos altos de cuajado la humedad del queso disminuyó.

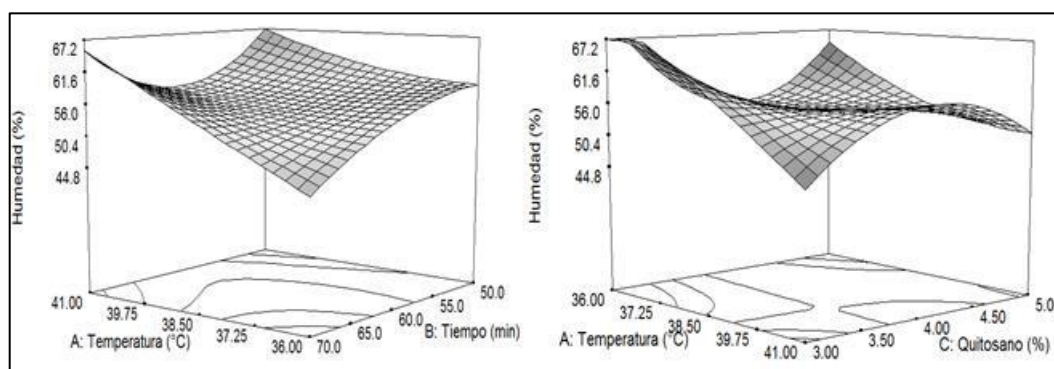


Figura 13. Humedad del queso fresco condimentado por efecto del quitosano, temperatura, y tiempo.

Tabla 11. Resultado del Análisis Bromatológico respecto al contenido de Humedad

Tratamientos	Humedad %
T5	51,15
T2	58,12
T12	67,09

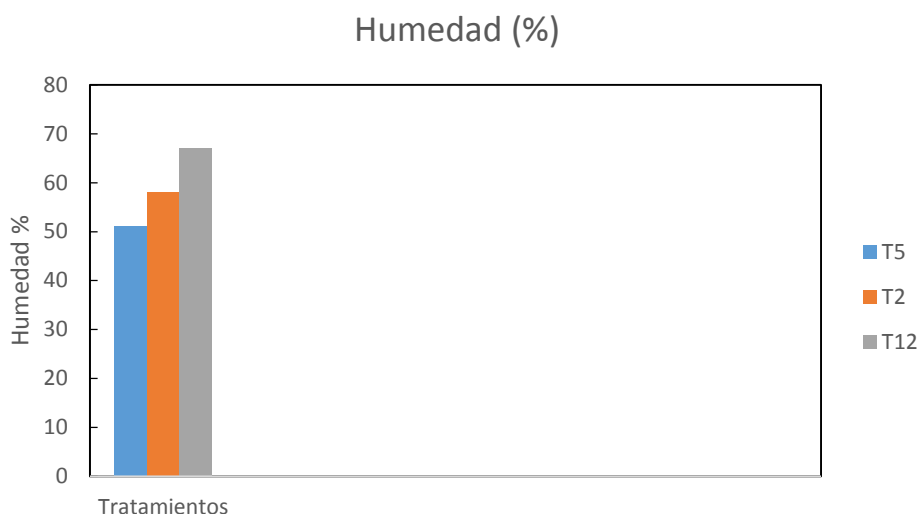


Figura 14. Porcentaje de humedad

Los contenidos de humedad presentados por los quesos frescos elaborados con diferentes niveles de quitosano, se ajustó a una superficie de respuesta cuadrática ($P = 0,0405$), a pesar de que numéricamente registran pequeñas diferencias, por cuanto se registraron contenidos de humedad de 51,15%, 58,12% y 67,09%, en su orden, estableciéndose por tanto, que el proceso de desuerado de la cuajada con el empleo del quitosano no se altera, ya que se cumple lo que indica González, M. (2009), quien indica que en la coagulación de la leche se provoca una desestabilización de las micelas caseicas que estaban dispersas en la leche; se insolubilizan en forma de coágulos.

Según la NORMA INEN 1528:2012 para quesos no madurados o queso fresco, sostiene que el queso fresco debe presentar una humedad máxima del 80%, notándose por tanto que el queso obtenido en la presente investigación fue más compacto, por cuanto presenta contenido de humedad menor 51,15%.

4.1.5. Calcio

El Ca del queso fresco se ajustó a un modelo lineal ($P = 0,0010$) observándose que el Ca aumentó 0,115 % por cada 1 % de quitosano que se agregó a la cuajada (Fig. 10). Estos resultados sugieren que el quitosano aportaría con Ca al queso.

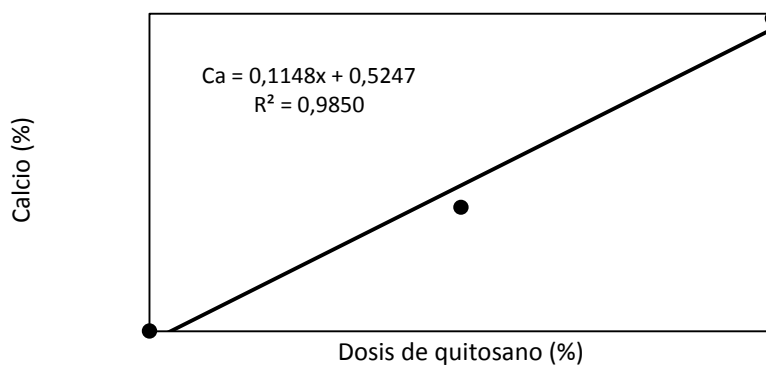


Figura 15. Contenido de calcio del queso fresco condimentado por efecto de las dosis de quitosano.

4.2. Análisis sensorial de los mejores tratamientos

De acuerdo a las pruebas sensoriales realizadas al panel catador, donde se utilizó un Perfil Sensorial para el producto (queso fresco), se obtuvo que:

4.2.1. Sabor

En cuanto al sabor si presentó diferencia significativa en la calificación ($P = 0,0073$), observándose una moda de 4 que corresponde a un atributo de captación marcado, el tratamiento T9 ocupa el primer lugar con una calificación de 3,31.

Tabla 12. Resultado del Análisis sensorial del sabor

Tratamientos	Sabor
T9	4
T16	4
T19	3

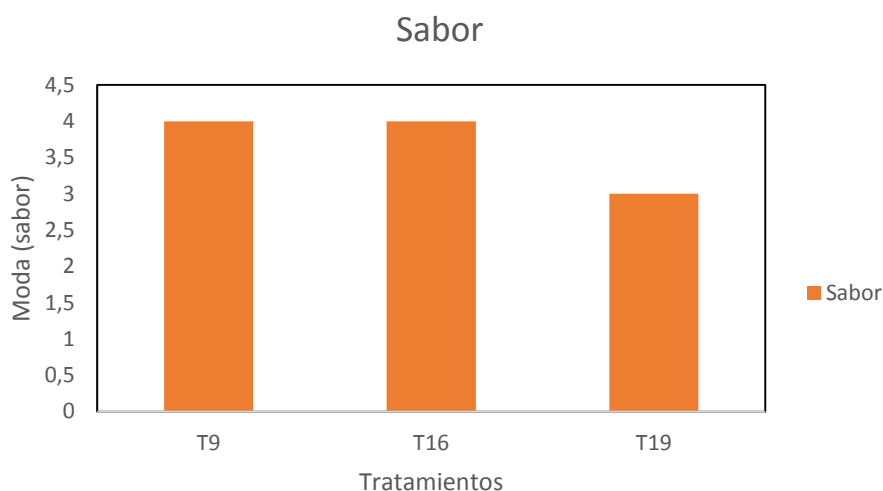


Figura 16. Análisis del sabor

Según José Luis Martín (2009). “Los sabores básicos o elementales son el dulce, salado, ácido, amargo, y umami. El sabor se puede clasificar en ácido producido por soluciones acuosas diluidas de la mayoría de los ácidos (por ejemplo, ácidos cítrico, láctico y tartárico), y el sabor amargo es producido por soluciones acuosas diluidas de diversas sustancias tales como quinina, cafeína y algunos heterósidos. Califica la propiedad de aquellos cuerpos puros o sus mezclas que al ser degustados producen este sabor.

4.2.2. Aroma

El aroma si presentó diferencias significativas ($P = 0,0326$) en los tratamientos, observándose una moda de 3 que corresponde a un atributo de captación ligero, encontrándose en primer lugar el tratamiento T9 con una calificación de 2,8.

Tabla 13. Resultado del Análisis sensorial del aroma

Tratamientos	Aroma
T9	3
T16	2
T19	2

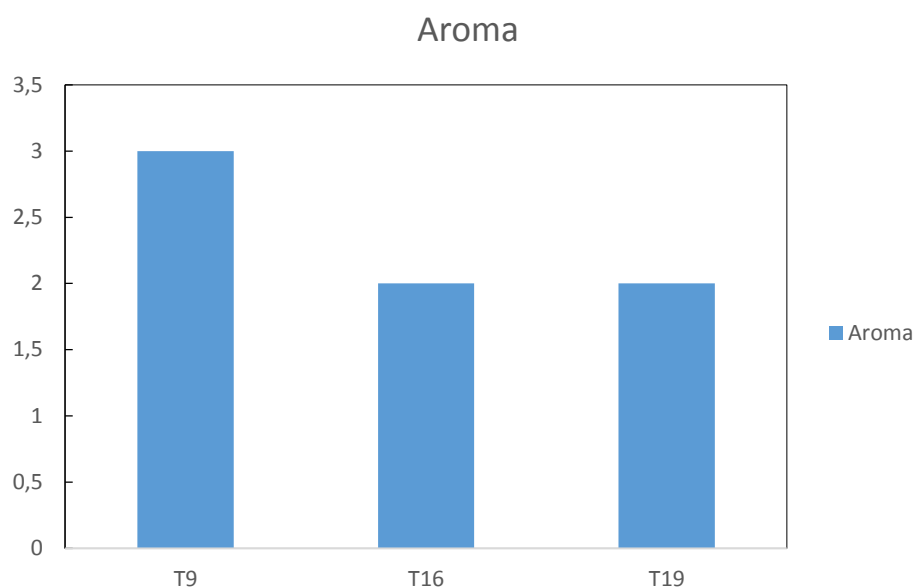


Figura 17. Análisis sensorial del aroma

Según José Luis Martín (2009) “El olor y el aroma así como su intensidad lo percibimos cuando acercamos el queso a la nariz. Dicha intensidad puede ser baja como en los quesos frescos o tiernos de vaca o muy alta en los quesos azules y otros como un Cammenbert muy evolucionado. Después de oler el queso y apreciar su intensidad identificamos la familia a la que pertenecen. En este caso es de la familia **Láctica**: yogurt, mantequilla, leche cocida, nata, suero. La calificación que el determina es: Nulo, muy débil, débil, ligero, Medio, aromático, intenso, muy fuerte, potente.

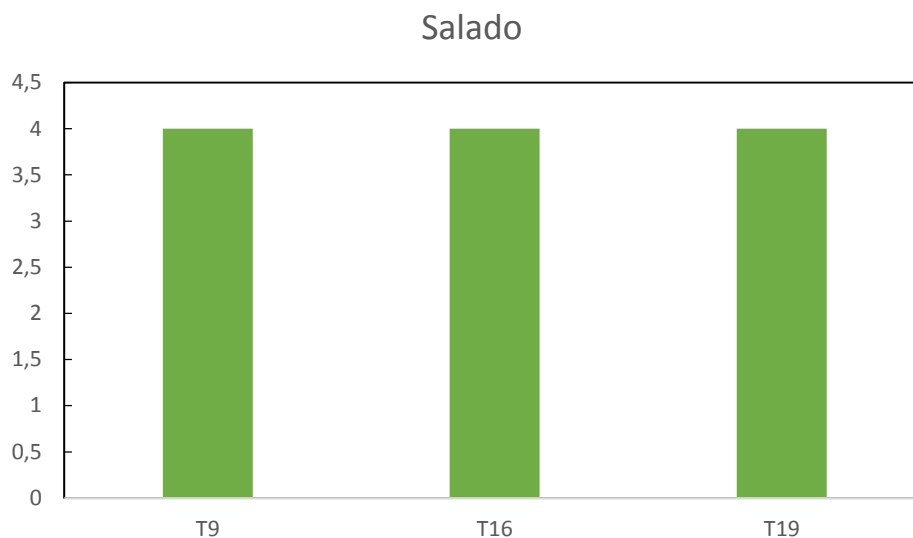
En la investigación realizada dio como resultado una captación ligera y esto concuerda con lo que indica el autor José Luis Martín.

4.2.3. Salado

El salado si presentó diferencias significativas ($P = 0,0049$) en los tratamientos, observándose una moda de 4 que corresponde a un atributo de captación marcado, encontrándose en primer lugar el tratamiento T9 con una calificación de 3,70.

Tabla 14. Resultado del Análisis sensorial del salado

Tratamientos	Salado
T9	4
T16	4
T19	4

**Figura 18. Análisis sensorial del salado**

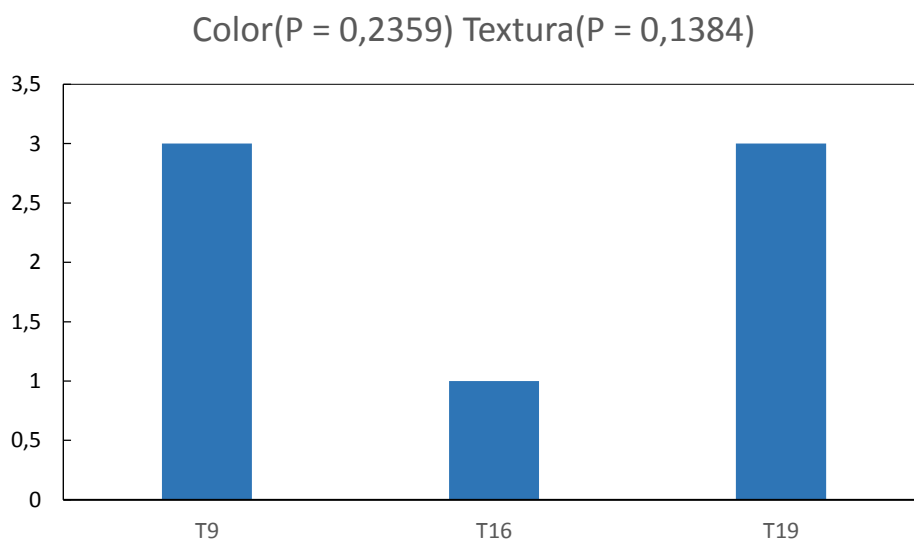
Según José Luis Martín (2009) indica que “El salado es la sensación característica que se percibe a través del sentido del gusto, la calificación que da para el salado es: Nulo o Muy débil, Poco, Correcto o Marcado, Demasiado. Esto quiere decir que la investigación realizada concuerda con lo que dice el autor, dónde el atributo de captación fue marcado.

4.2.4. Color y textura

No hubo efecto de los factores probados en color ($P = 0,2359$), textura ($P = 0,1384$), observándose una moda de color y textura de 3 que corresponde a un atributo de captación moderado. El T9 logró mayor aceptación en las características organolépticas.

Tabla 15. Resultado del Análisis sensorial del color y textura

color	(P = 0,2359)
textura	(P = 0,1384)
T9	3
T16	1
T19	3

**Figura 19.** Análisis sensorial del color y textura

Losada, M. y Serrano, J. (2010), “reportan que el corte de la pasta va a influir en la apreciación del color, por lo que se procurará que un corte limpio. El matiz o tono y la intensidad varían mucho de unos quesos a otros y a veces incluso en la del corte del mismo queso. El brillo de la pasta va a estar influenciado por el contenido en agua o de grasa del queso (gotitas), por el tipo de leche y la zona de producción. Entre los matices más frecuentes en la pasta, tenemos: Blanco, blanco marfil, amarillo pálido, amarillo beige, verde azulado y naranja.

4.3. Análisis microbiológico

El queso con quitosano realizado obtuvo los siguientes resultados microbiológicos:

Tabla 16. Resultados del Análisis Microbiológico del mejor tratamiento

PARÁMETROS	UNIDADES	RESULTADOS	MÉTODO
Escherichia Coli	ufc/g	600	AOC991.14
Aerobios mesófilos totales	ufc/g	2×10^6	AOAC990.12
Mohos y levaduras	upc/g	200	AOAC997.02
Staphylococcus Aureus	ufc/g	10^2	NTE INEN 1529-14

Comparando con la NORMA NTE INEN 1528:2012 para quesos frescos no madurados esta dentro de los parámetros establecidos.

Se determina un resultado negativo (Tabla N°13) para la presencia de E. Coli, Aerobios mesófilos totales, mohos y levaduras y Staphylococcus Aureus; por lo que se garantiza un producto inocuo.

Por lo tanto si cumple con los parámetros establecidos para la elaboración de este producto.

4.4. Rendimiento y pH del producto

El rendimiento ($P = 0,5733$) y el pH ($P = 0,0730$) del queso fresco condimentado tuvieron el mismo comportamiento debido a las dosis de quitosano, tiempo y temperatura de coagulación. Se observó una media de rendimiento de 12.8% con un error estándar de 1,315 y un pH de 7,06 con un error estándar de 0,04.

Para Hansen (2009), quien sostiene que la capacidad de hidratación de la cuajada torna al queso con una pasta más blanda, con riesgo de mayores pérdidas en el corte y el queso se tornará más húmedo.

Según la Investigación realizada se determina que utilizando 5 l de leche se tiene un 12.8% de Rendimiento, a comparación de un queso fresco que según Hansen tiene el 16.7% de Rendimiento.

4.5. Costos del producto:

Tabla 17. Costos de la materia prima

Ingredientes	Cantidad (kg)	Costos \$
Leche	5	3,25
Sal	0,65	0,15
Agua	1,5	1,25
Quitosano	49,45	0,85
Orégano	2,85	0,35
TOTAL	59,45	\$ 5,85

Tabla 18. Costos adicionales

	Cantidad (kg)
Utilidades (30%)	1,755
Mano de obra (10%)	0,585
Energía (10%)	0,585
Depreciación de maquinaria (5%)	0,2925
TOTAL	3,2175

Balance de Costo Total:

Costo Total= COSTO A + COSTO B

Costo Total=\$ 5,85 + \$3,2175

Costo Total= \$9,00

Precio unitario del queso:

Precio por cada pedazo de 0.249kg= \$ 3.00

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

Se analizó las diferentes concentraciones de quitosano de concha de camarón como coagulante natural para elaborar queso fresco condimentado. Se determinó que el tratamiento T2 con los parámetros de 41°C temperatura de coagulación, tiempo de 70 minutos de coagulación y 5% de quitosano son parámetros adecuados para lograr una buena coagulación y conservación del producto.

El mejor tratamiento T2 presentó un pH de 7.6, con un 58,12% de humedad, 18,56% de proteína, 16,46% de grasa, 3,58% de cenizas y 0,95 de calcio.

El análisis microbiológico realizado al producto final se conserva hasta 30 días de su elaboración se encontró que las cargas microbiológicas de E. Coli, Aerobios mesófilos totales, mohos y levaduras, estuvieron por debajo de los requerimientos establecidos por el INEN (1528:2012), por lo que se consideran aptos para el consumo humano.

Las pruebas sensoriales dieron como resultado que el tratamiento T9 logró mayor aceptación en cuanto a las características organolépticas.

Se determinó que el costo por cada 0.249Kg de queso fresco condimentado es de \$3.00, Comparado con el queso fresco que existe en el mercado cuyo precio es de \$1.75, el producto elaborado en esta investigación es elevado, debido a que el coagulante es costoso. Es por eso que a comparación de un cuajo microbiano el coagulante utilizado en esta investigación no ayuda a dar mucho rendimiento.

Se obtuvo un rendimiento bajo de 12.8% en comparación de un cuajo natural para la industrialización del quitosano de la concha de camarón (*Stereomastis sp*) en la elaboración del queso fresco condimentado.

Para el proceso de pasteurización de la leche, para la elaboración de queso fresco se diseñó una marmita o pasteurizador con una capacidad de 1.069m^3 , con una Masa total requerida de 249Kg y el tiempo de proceso de 30 minutos.

5.2. Recomendaciones

Elaborar queso fresco con la utilización de hasta el 5 % de quitosano en reemplazo del cuajo microbiano utilizado para queso fresco, por cuanto con este nivel no se alteraron las propiedades físico-químicas, presenta una muy buena aceptación por parte de los consumidores.

Se recomienda realizar estudios con otro tipo de crustáceos, para evaluar diferentes porcentajes de quitosano y aplicarlos en futuras investigaciones del queso fresco o en otro producto lácteo.

Replicar la presente investigación, en la elaboración de quesos frescos semi-maduros y maduros, para determinar si el contenido de humedad que se retiene en los quesos afectan las características físico-químicas, organolépticas y microbiológicas durante el período de maduración.

BIBLIOGRAFÍA

Alais, Ch.(2009). *Ciencia de la leche*. Edit. Continental. México. p. 594.

Alais, Ch (2009) *Ciencia de la Leche. Principios de técnica Lechera*. Versión Don Antonio Lacoba Godina; Diplomado en Lactología, Editorial REVERTESA Barcelona, Bogotá. Buenos Aires Caracas pág.873.

Arredondo,E., Yamashita, Y., Ichikawa,H. (2009). *Efecto del Quitosano de Camarón, Calamar y Cangrejo en el Estado del Agua y la Desnaturalización de Proteínas brillar myofi durante el almacenamiento congelado*, en adv. La quitina sci. Jacques André Editorial, Lyon, Tomo II, pp . 815-822 .

Arguiñano, K. (2001). *Lácteos y Huevos*. Barcelona: Editorial Debate y Asegarce, S.A.
Bedolla S., Dueñas C., (2009). *Introducción a la Tecnología de Alimentos*, Segunda Edición, Editorial Limusa, México D.F, 315 pp.

Bello, José (2005) *Calidad de vida, alimentos y salud humana*, Ediciones Díaz de Santos S.A., Madrid.

Cassellis, E. (2009). *Obtención y caracterización de quitosano a partir de exoesqueletos de camarón*. *Sociedad Mexicana de Ciencia y Tecnología de Superficies y Materiales*, 22(3), 57-60.

Centes, J. F. L., Zimeri, L. A. M., Navarro, M. A., & Posadas, Á. A. *Obtención y uso de quitosano para tratamientos dérmicos a partir de exoesqueleto de camarón*. Clair, J. (1989). *Fundamentos de la Ingeniería*. México. p201–202

Cheftel, J. C., López, F., Desnuelle, P., & Cheftel, H. (2009). *Introducción a la bioquímica y tecnología de los alimentos*. Acribia.

Francois, M. (2009). *Leche y productos lácteos*, Editorial Acribias S.A. Zaragoza España.

Fellows, P. (2009) *Tecnología del procesado de los alimentos*, Editorial Acribias. España.

García Zapata, T., & Roca Ortega, J. M. (2008). *Industrialización de los crustáceos para la obtención de Quitosano en unguento con efecto cicatrizante. Ind. data, 11(2), 24-32.*

Garibay, M. G., Ramírez, R. Q., & Canales, A. L. M. (Eds.). (2010). *Biotecnología alimentaria*. Editorial Limusa. 636p.

Hernández Cocolletzi, H., Águila Almanza, E., Flores, A.O., Viveros Nava, E.L., & Ramos.

Leyva, V., Chamorro, C. (2009). *Tecnología del Queso*. Primera Edición.

López A., García M., Quintero R., (2009), *Biotecnología Alimentaria*, Editorial Limusa, México, 118pp.

Madrid, J. (2010), *Tecnología de Lácteos*. Primera Edición, 10-11

Meyer, M. (1997). *Elaboración de Productos lácteos. Tercera Reimpresión. Editorial Trillas SA México*. p14

Mestre, R. (2000), *El Libro de los Quesos y Embutidos*. Ediciones Primera Plana.

Meyers S, P. (2009) *Preparación y caracterización de quitina y quitosano - Una revisión, J. Aquat. Prod Alimentos. Tecnología , 4 (2) , 27-52.*

Norma Oficial Mexicana NOM-185-SSA1-2002, Productos y servicios. Mantequilla, cremas, producto lácteo condensado azucarado, productos lácteos fermentados y acidificados, dulces a base de leche. Especificaciones sanitarias.

Pelletier A, Y. Lemire , Sygusch J., E. Chornet, Overend RP. (2008), “*Quitina/Quitosano Transformación de Termo- Tratamiento, incluyendo la Caracterización por Despolimerización Enzimática*”, *Biotechnology Bioeng*, 310-315 .

Pena J., Corrales, T., Izquierdo –Barba, I., Martínez A. , Vallet Regi - M., (2006), *Nuevo Método para Obtener Materiales de Quitosano a Temperatura Ambiente, De Estado Sólido Sci.*, 8, 513-519.

Peniche, C. (2009). *Estudios sobre quitina y quitosana*. La Habana-Cuba. Universidad de La Habana, 153-170.

Peniche , C, W. Argüelles - Monal y F.M. Goycoolea (2010) *La quitina y quitosano : Las fuentes principales, Propiedades y aplicaciones*. Francia. Primera Edición.

Requena, P, José M (2012). *El Queso y sus Aplicaciones Culinarias*, Vélez Málaga, Málaga. N°45

Revilla, A. (2009). *Tecnología de la leche. Procesamiento, Manufactura y Análisis*. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. San José, 399p.

R, L. (1988). *Ingeniería de los Alimentos. Las Operaciones básicas del proceso de los Alimentos*. España: Acribia S.A. p53-54

Rolle, K. C. (2006). *TERMODINÁMICA*. México : Pearson Educación.

Savant, V. D., y Torres, J. A. (2000). *Agentes coagulantes a base de quitosano para el tratamiento de queso cheddar de suero de leche*. *Progreso Biotechnology*. 1091-1097.

Sánchez, A., Sibaja, M., Vega-Baudrit, J., & Madrigal, S. (2007). *Síntesis y caracterización de hidrogeles de quitosano*. *Revista iberoamericana de Polímeros*, p4.

Schulz P.C., Rodríguez M. S. , Blanco L.F.D. , Pistonesi M., Agulló E. (2010). *Propiedades Emulsificación de Quitosano*, *Coloide Polym . Sci .* , 276, 1159-1165.

Teubner, Ch., Mair-Waldburg, H., y Wilhelm Ehlert, F. (2002). *El Gran Libro del Queso*. León: Editorial Everest.

Valenzuela, C., & Arias, J. I. (2012). *Potenciales aplicaciones de películas de quitosano en alimentos de origen animal: Primera revisión*. México.

Xie, W., Xu P., Liu P. (2008). *La Actividad Antioxidante de los Derivados de Quitosano Solubles en Agua* , *Bioorg . Med . Chem. Lett.* , 11, 1699-1701 .

Documento de internet

Becerra, F. (2009). *Calidad de los quesos frescos elaborados con tres tipos de cuajo (microbianos, enzimáticos y vegetales) en tres niveles (0.8, 1.0 y 1.2 %)*. Tesis de grado. Facultad de Ciencias Pecuaria, ESPOCH. Riobamba, Ecuador. pp. 48 -67.

Biomanantial. Artículo de la leche de vaca. Obtenida en el 2014. Disponible en: www.biomanantial.com/leche-vaca-k-282-1-es.html

Batty, C., Folkman S., (2010). *Fundamentos de la ingeniería de alimentos*, Compañía Editorial Continental.

Cerezo A, Córdova L, Mejía M, 2009, “Proyecto para la industrialización del queso manabita - Chone para consumo interno”, disponible en www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/0123456789/714/1/1430.pdf

González, M. (2009). Tecnología para la elaboración de queso blanco, amarillo y yogurt. Veraguas, Panamá. Páginas pdf.

Hansen, T (2009). Ha-Lactase. Folleto divulgativo de la lactasa comercial de Ha-lactase de Chr. Hansen. Distribuidora Descalzi. Guayaquil, Ecuador.

Harris, R. E. (2010). *Quitosano, un biopolímero con Aplicaciones en sistemas de liberación Controlada de fármacos*. Madrid: Tesis Doctoral Universidad Complutense de Madrid, Facultad de ciencias biológicas, Departamento de Bioquímica y Biología Molecular I.

INSTITUTO NACIONAL ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN(INEN). Elaboración y requisitos exigidos en la elaboración de quesos. Norma INEN 1528. Quito, Ecuador.

La delicia del queso. Disponible en: ladeliciadelqueso.es.tl/QUESO-FRESCO.htm

Línea y salud, adelgazar. Disponible en www.lineaysalud.com/línea/adelgazar-35172/276-el-chitosan-oquitosano.html

Montgomery, (2009) D. Diseño y Análisis de experimentos. Ed. Iberoamericana. México. p2.

Moreno, O. (2009). Sector lácteo rompiendo cuotas. *Revista alimarket*, (168), 189-193.

Nutrición y alimentación - Los quesos, 2011. Disponible en nutricion.nichese.com/quesos.html.

Paucar, M. (2009). Efecto de la adición de 3 niveles de rindente en la elaboración de queso fresco pasteurizado. Tesis de grado. Facultad de Ciencias Pecuaria, ESPOCH. Riobamba, Ecuador. pp. 45-60.

Revilla, A. 2009. Tecnología de la leche. sn. Tegucigalpa, Honduras. Edit. Instituto Interamericano de Coop. para la Agricultura. pp 24-42.

Síntesis de quitosano. Obtenido en es.scribd.com/doc/32185325/sintesis-de-quitosano

Velásquez, C. (2003). Algunos usos del quitosano en sistemas acuosos. *Revista Iberoamericana de polímeros*, 4(2), 91.

ANEXOS

Anexo 1

Presentación del producto

Nombre del producto:

QUITOSANO DE CONCHA DE CAMARÓN (Stereomastis sp) COMO COAGULANTE NATURAL EN LA ELABORACIÓN DE QUESO FRESCO

Tipo de Producto: **Queso fresco condimentado con quitosano .**

DESCRIPCIÓN DE LOS ATRIBUTOS

AROMA: TIPICO DE QUESO FRESCO

TEXTURA: SUAVE Y SIN GRUMOS

SABOR: AGRADABLE AL PALADAR CONDIMENTADO CON OREGANO

SALADO: MODERADAMENTE SALADO, SALADO, BAJO EN SAL, NORMAL

COLOR: CARACTERÍSTICO DEL QUESO FRESCO, CREMA LEVEMENTE AMARILLO

Tabla de valoración de características organolépticas

INTENSIDAD DE PERCEPCIÓN	GRADO DE AFECTACIÓN	CALIFICACIÓN
Ausencia	Ausencia total del atributo Afectación severa del atributo	0
Muy Ligero	Captación muy ligera del atributo	-1
Ligero	Captación ligera en el atributo.	-2
Moderado	Captación moderada del atributo	-3
Marcado	Captación marcada del atributo	(4)**
Intenso	Captación altamente intensa del atributo	-5

Anexo 2

Hoja de valoración sensorial

Muestra #	AUSENCIA	MUY LIGERO	LIGERO	MODERADO	MARCADO	INTENSO
AROMA TÍPICO DE QUESO FRESCO						
TEXTURA						
SUAVE						
SIN GRUMOS						
SABOR						
AGRADABLE AL PALADAR						
PRESENCIA DE ORÉGANO						
SALADO						
MODERADAMENTE						
SALADO						
BAJO SAL						
NORMAL						
COLOR						
CARACTERÍSTICO DEL QUESO FRESCO						
CREMA						
LEVEMENTE AMARILLO						

Anexo 3

Análisis bromatológico



RESULTADOS: ANÁLISIS DE BROMATOLÓGICO

Datos del cliente		Referencia	
Cliente:	Srta. Tatiana Sampredro	Número de Muestra:	4232-4236
Tipo muestra:	QUESO FRESCO	Fecha de Ingreso:	30/07/2014
Identificación:	T1-T5	Impreso:	11/08/2014
No. Laboratoric Desde:	Hasta:	Fecha de Entrega:	12/08/2014

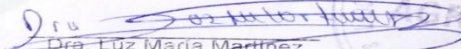
# Muest	Tratamiento	BASE	COMPOSICIÓN BROMATOLÓGICA					E.L.N.N OTROS
			HUMEDAD	PROTEINA	EXT. ETereo	CENIZA	FIBRA	
4232	T1		%	%	% Grasa	%	%	%
		Húmeda	53.72	20.00	15.11	2.73	0.00	8.45
		Seca	0.00	43.22	32.64	5.89	0.00	18.25

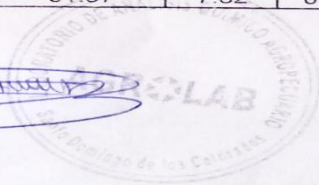
# Muest	Tratamiento	BASE	COMPOSICIÓN BROMATOLÓGICA					E.L.N.N OTROS
			HUMEDAD	PROTEINA	EXT. ETereo	CENIZA	FIBRA	
4233	T2		%	%	% Grasa	%	%	%
		Húmeda	58.02	18.56	16.46	3.76	0.00	3.19
		Seca	0.00	44.22	39.22	8.95	0.00	7.51

# Muest	Tratamiento	BASE	COMPOSICIÓN BROMATOLÓGICA					E.L.N.N OTROS
			HUMEDAD	PROTEINA	EXT. ETereo	CENIZA	FIBRA	
4234	T3		%	%	% Grasa	%	%	%
		Húmeda	59.92	15.74	13.07	3.16	0.00	8.11
		Seca	0.00	39.27	32.61	7.89	0.00	20.23

# Muest	Tratamiento	BASE	COMPOSICIÓN BROMATOLÓGICA					E.L.N.N OTROS
			HUMEDAD	PROTEINA	EXT. ETereo	CENIZA	FIBRA	
4235	T4		%	%	% Grasa	%	%	%
		Húmeda	59.35	15.70	13.50	3.48	0.00	7.98
		Seca	0.00	38.62	33.21	8.55	0.00	19.62

# Muest	Tratamiento	BASE	COMPOSICIÓN BROMATOLÓGICA					E.L.N.N OTROS
			HUMEDAD	PROTEINA	EXT. ETereo	CENIZA	FIBRA	
4236	T5		%	%	% Grasa	%	%	%
		Húmeda	51.07	17.75	15.64	3.58	0.00	11.96
		Seca	0.00	36.27	31.97	7.32	0.00	24.44


 Dra. Luz María Martínez
 LABORATORISTA
 AGROLAB



Dirección:
 Calle Río Chambira Nº 602 y Zamora. (A dos cuadras
 de la Clínica Araujo margen izquierdo)
 Teléfono: 2752-607 Cel. 0993 095 309 / 0999 164 889

e-mail

Anexo 4

Análisis bromatológico del Calcio



RESULTADOS: ANÁLISIS DE BROMATOLÓGICO

Datos del cliente		Referencia	
Cliente :	Srta. Tatina Samped	Número Muest. :	4232-4250
Tipo muestra:		Fecha Ingreso:	30/07/2014
Identificación:	DETERMINACIÓN DE CALCIO Impreso	:	11/08/2014
No. Laboratorio:	Desde: 000 1	Has Fecha entrega:	12/08/2014

# MUESTRA	IDENTIFICACIÓN	% Ca	R1 % Ca	R2 % Ca	R3 % Ca
4232	T1	1.01	1.00	1.09	1.03
4233	T2	0.95	0.92	0.94	0.94
4234	T3	0.97	0.95	0.94	0.97
4235	T4	0.95	0.90	0.94	0.95
4236	T5	0.74	0.71	0.74	0.73
4237	T6	0.76	0.73	0.79	0.78
4238	T7	0.92	0.90	0.98	0.97
4239	T8	1.22	1.20	1.19	1.19
4240	T9	1.35	1.12	1.25	1.20
4241	T10	0.87	0.80	0.80	0.85
4242	T11	1.02	1.00	1.05	1.03
4243	T12	0.93	0.93	0.92	0.93
4244	T13	1.22	1.22	1.35	1.2
4245	T14	0.87	0.80	0.84	0.86
4246	T15	0.89	0.90	0.88	0.89
4247	T16	1.11	1.15	1.12	1.13
4248	T17	1.01	1.01	1.00	1.02
4249	T18	0.98	0.95	0.98	0.97
4230	T19	0.99	0.94	0.94	0.98

LABORATORISTA
AGROLAB

Ubicación:

Río Chambira N° 602 y Zamora. (A dos cuadras
Clínica Araujo margen izquierdo)
teléfono: 2752-607 Cel. 0993 095 309 / 0999 164 889

e-mail: lmartinez@agrolab.com.ec
enjar6

Anexo 5
Análisis microbiológico

IDENTIFICACION

: "QUESO CON KITOSANO"

ANALISIS MICROBIOLÓGICO:

PARÁMETROS	UNIDADES	RESULTADOS	MÉTODO
Escherichia Coli	ufc /g	⁽¹⁾ 600	AOAC991.14
Aerobios mesófilos totales	ufc /g	2x10 ⁶	AOAC990.12
Mohos y levaduras	upc /g	200	AOAC 997.02

Anexo 6

Norma INEN Quesos frescos no madurados

NTE INEN 1528

2012-03

5.1.2 Los quesos frescos no madurados, ensayados de acuerdo con las normas ecuatorianas correspondientes deben cumplir con lo establecido en la tabla 1.

Tipo o clase	Humedad % max NTE INEN 63	Contenido de grasa en extracto seco, % m/m Mínimo NTE INEN 64
Semiduro	55	-
Duro	40	-
Semiblando	65	-
Blando	80	-
Rico en grasa	-	60
Entero ó graso	-	45
Semidescremado o bajo en grasa	-	20
Descremado ó magro	-	0,1

5.1.3 *Requisitos microbiológicos.* Al análisis microbiológico correspondiente, los quesos frescos no madurados deben dar ausencia de microorganismos patógenos, de sus metabolitos y toxinas.

5.1.3.1 Los quesos frescos no madurados, ensayados de acuerdo con las normas ecuatorianas correspondientes deben cumplir con los requisitos microbiológicos establecidos en la tabla 2.

TABLA 2. Requisitos microbiológicos para quesos frescos no madurados

Requisito	n	m	M	c	Método de ensayo
Enterobacteriaceas, UFC/g	5	2×10^2	10^3	1	NTE INEN 1529-13
Escherichia coli, UFC/g	5	<10	10	1	AOAC 991.14
Staphylococcus aureus UFC/g	5	10	10^2	1	NTE INEN 1529-14
Listeria monocytogenes /25 g	5	ausencia	-		ISO 11290-1
Salmonella en 25g	5	AUSENCIA	-	0	NTE INEN 1529-15

Donde:

- n = Número de muestras a examinar.
- m = Índice máximo permisible para identificar nivel de buena calidad.
- M = Índice máximo permisible para identificar nivel aceptable de calidad.
- c = Número de muestras permisibles con resultados entre m y M.

5.1.4 *Aditivos.* Se pueden utilizar los aditivos permitidos y en las cantidades especificadas en la NTE INEN 2074 y además:

- a) Gelatina y almidones modificados (estas sustancias pueden utilizarse con los mismos fines que los estabilizadores, a condición de que se añadan únicamente en las cantidades funcionalmente necesarias)
- b) Harinas y almidones de arroz, maíz y papa (estas sustancias pueden utilizarse con los mismos fines que los antiaglutinantes para el tratamiento de la superficie de productos cortados, rebanados y desmenuzados únicamente, a condición de que se añadan únicamente en las cantidades funcionalmente necesarias)

5.1.5 *Contaminantes.* El límite máximo permitido debe ser el que establece el Codex alimentarius de contaminantes CODEX STAN 193-1995, en su última edición

(Continúa)

5.2 Requisitos complementarios

5.2.1 Los quesos frescos no madurados deben mantenerse en cadena de frío durante el almacenamiento, distribución y comercialización a una temperatura de $4^{\circ} \pm 2^{\circ}\text{C}$ y su transporte debe ser realizado en condiciones idóneas que garanticen el mantenimiento del producto.

5.5.2 Las unidades de comercialización de este producto debe cumplir con lo dispuesto en la Ley 2007-76 del Sistema Ecuatoriano de la Calidad.

6. INSPECCIÓN

6.1 Muestreo

6.1.1 El muestreo debe realizarse de acuerdo con lo establecido en la NTE INEN 04.

6.2 Aceptación o rechazo

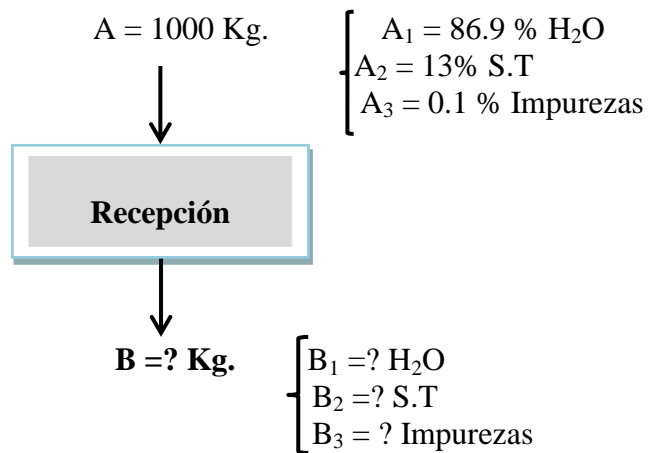
6.2.1 Se acepta el producto si cumple con los requisitos establecidos en esta norma; caso contrario se rechaza.

Anexo 7

Balance de materia a nivel de planta piloto para procesar 1000 kg de la materia prima “Leche” para la elaboración de queso con quitosano.

Base de Cálculo: 1000 Kg de leche

Balance de materia para la recepción de leche.



Balance general:

$$A = B$$

$$B = 1000 \text{ Kg.}$$

Balance parcial de agua

$$A (A_1) = B (B_1)$$

$$1000 (0.869) = 1000 (B_1)$$

$$B_1 = 0.869 * 100\%$$

$$B_1 = 86.9\% \text{ H}_2\text{O}$$

Balance parcial de sólidos totales

$$A (A_2) = B (B_2)$$
$$1000 (0.13) = 1000 (B_2)$$
$$B_2 = 0.13 * 100\%$$

$$B_2 = 13\% \text{ S.T.}$$

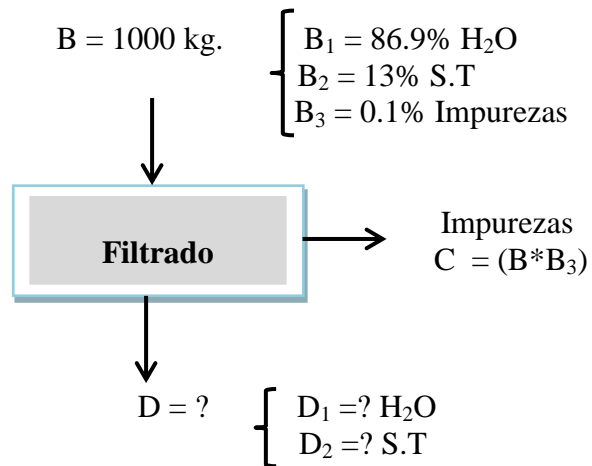
Balance parcial de impurezas.

$$A (A_2) = B (B_3)$$
$$1000 (0.01) = 1000 (B_3)$$

$$B_3 = 0.01 * 100\%$$

$$B_3 = 1\% \text{ de Impurezas}$$

Balance de materia para el filtrado de la leche.



Balance parcial para el filtrado

$$C = B * B_3$$

$$C = 1000 * 0.001$$

$$D = 1 \text{ kg de impurezas}$$

Balance general:

$$B = C + D$$

$$D = 1000 - 1$$

$$D = 999 \text{ kg}$$

Balance parcial de agua

$$B (B_1) = D (D_1)$$

$$1000 (0.869) = 999 (D_1)$$

$$869 = 999 (D_1)$$

$$D_1 = 0.8699 * 100\%$$

$$D_1 = 86.99\% \text{ H}_2\text{O}$$

Balance parcial de impurezas

$$B (B_2) = D (D_2)$$

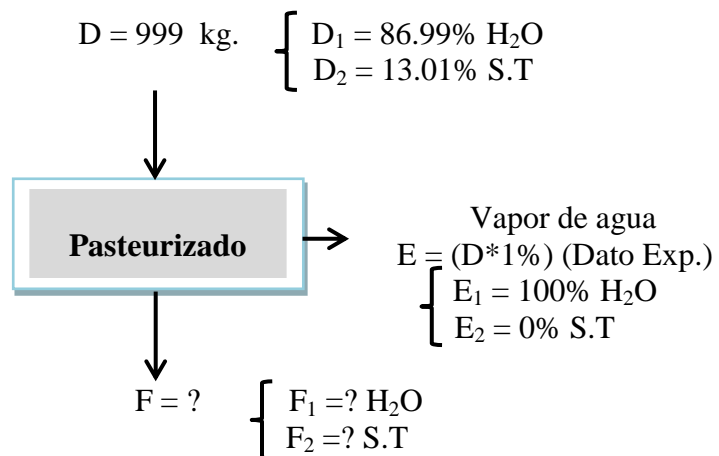
$$1000 (0.13) = 999 (D_2)$$

$$130 = 999 (D_2)$$

$$D_2 = 0.1301 * 100\%$$

$$D_2 = 13.01\% \text{ S.T}$$

Balance de materia para el pasteurizado de la leche.



Balance parcial para el filtrado

$$E = D * (1\%)$$

$$E = 999 * 0.01$$

$$E = 9.99 \text{ kg de vapor de agua}$$

Balance general:

$$D = E + F$$

$$F = 999 - 9.99$$

$$F = 989.01 \text{ kg}$$

Balance parcial de agua

$$D (D_1) = E (E_1) + F (F_1)$$

$$999 (0.8699) = 9.9 (1) + 989.01 (F_1)$$

$$869.0301 - 9.9 = 989.01 (F_1)$$

$$F_1 = 0.8686 * 100\%$$

$$F_1 = 86.86\% \text{ H}_2\text{O}$$

Balance parcial de solidos

$$D (D_2) = E (E_2) + F (F_2)$$

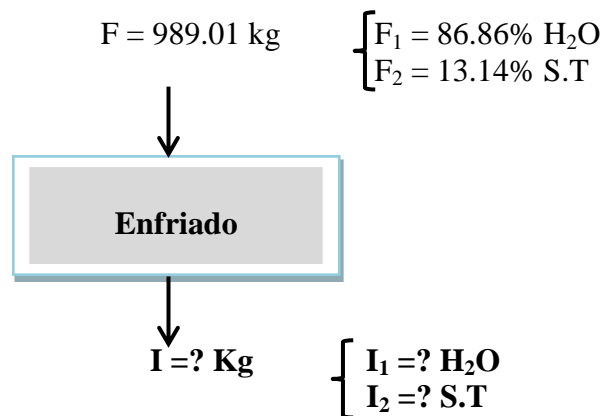
$$999 (0.1301) = 9.9 (0) + 989.01 (F_2)$$

$$129.9699 - 0 = 989.01 (F_2)$$

$$F_1 = 0.1314 * 100\%$$

$$F_1 = 13.14\% \text{ H}_2\text{O}$$

Balance de materia para el enfriado



Balance general:

$$F = G$$

$$B = 989.01 \text{ Kg.}$$

Balance parcial de agua del producto que sale

$$F (F_1) = G (G_1)$$

$$989.01 (0.8686) = 989.01 (G_2)$$

$$859.054086 = 989.01 (G_1)$$

$$G_1 = 0.8686 * 100\%$$

$$G_1 = 86.86\% \text{ H}_2\text{O}$$

Balance parcial de sólidos del producto que sale

$$F (F_2) = G (G_2)$$

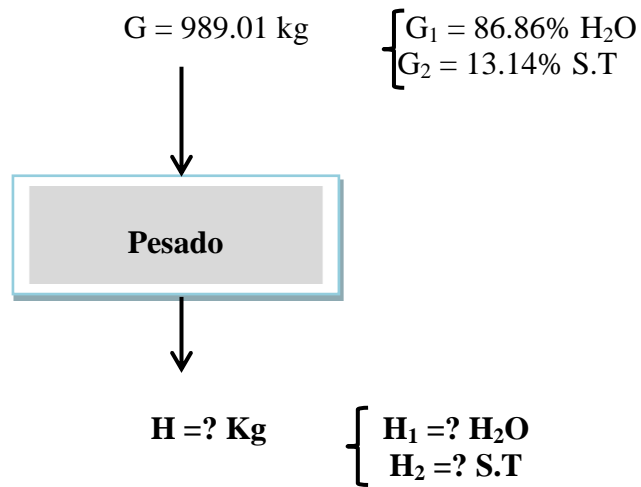
$$989.01 (0.1314) = 989.01 (G_2)$$

$$129.955914 = 989.01 (G_2)$$

$$G_2 = 0.1314 * 100\%$$

$$G_2 = 13.14\% \text{ S.T}$$

Balance de materia para el pesado de la leche.



Balance general:

$$G = H$$

$$H = 989.01 \text{ Kg.}$$

Balance parcial de agua del producto que sale

$$G (G_1) = H (H_1)$$

$$989.01 (0.8686) = 989.01 (H_1)$$

$$859.054086 = 989.01 (H_1)$$

$$H_1 = 0.8686 * 100\%$$

$$H_1 = 86.86\% \text{ H}_2\text{O}$$

Balance parcial de sólidos del producto que sale

$$G (G_2) = H (H_2)$$

$$989.01 (0.1314) = 989.01 (H_2)$$

$$129.955914 = 989.01 (H_2)$$

$$H_2 = 0.1314 * 100\%$$

$$H_2 = 13.14\% \text{ S.T}$$

Anexo 8

Balance de materia a nivel de laboratorio para procesar al 5% el cuajo “Quitosano” del peso de la leche.

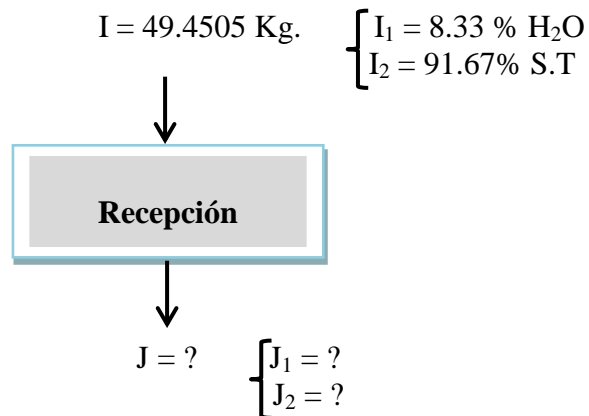
Materia prima: 5% del peso de la leche.

Materia prima: 5% * 989.01 Kg

Materia prima: 0.05 * 989.01 Kg

Materia prima: 49.4505 Kg

Balance de materia para la recepción de quitosano.



Balance general:

$$I = J$$

$$J = 49.4505 \text{ Kg.}$$

Balance parcial de agua

$$I (I_1) = J (J_1)$$

$$49.4505 (0.0833) = 49.4505 (J_1)$$

$$J_1 = 0.0833 * 100\%$$

$$J_1 = 8.33\% \text{ H}_2\text{O}$$

Balance parcial de sólidos

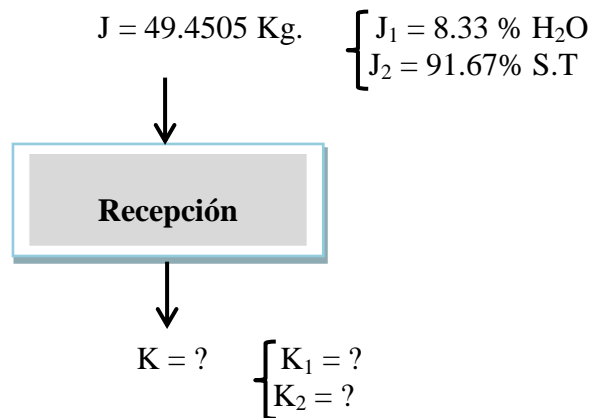
$$I (I_2) = J (J_2)$$

$$49.4505 (0.9167) = 49.4505 (J_2)$$

$$J_2 = 0.9167 * 100\%$$

$$J_2 = 91.67\% \text{ S.T}$$

Balance de materia para el pesado de quitosano.



Balance general:

$$J = K$$

$$K = 49.4505 \text{ Kg.}$$

Balance parcial de agua

$$J (J_1) = K (K_1)$$

$$49.4505 (0.0833) = 49.4505 (K_1)$$

$$K_1 = 0.0833 * 100\%$$

$$K_1 = 8.33\% \text{ H}_2\text{O}$$

Balance parcial de sólidos

$$J (J_2) = K (K_2)$$

$$49.4505 (0.9167) = 49.4505 (K_2)$$

$$K_2 = 0.9167 * 100\%$$

$$K_2 = 91.67\% \text{ S.T}$$

Balance de materia para el mezclado 1 → Leche y quitosano.

Nomenclatura

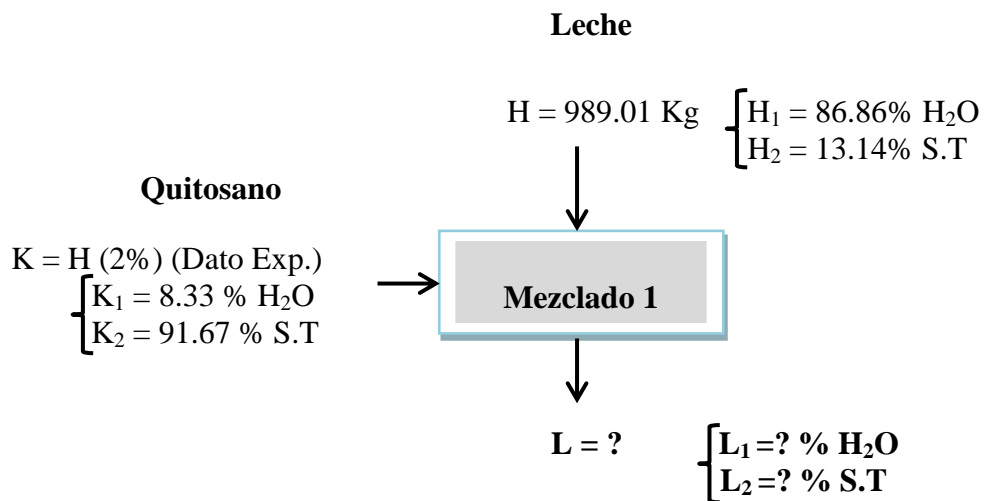
H → Leche.

K → Quitosano.

Relación de quitosano en leche es del 5%

$$\text{Relación} \rightarrow \frac{49.4505}{989.01} = 0.05 * 100\%$$

Relación → 5%



Relación de quitosano respecto a la leche.

$$Relacion = \frac{K}{H}$$

$$Relacion = \frac{49.4505}{989.01}$$

$$Relacion = 0.05 * 100\%$$

Relacion = 5% en peso de quitosano respecto al peso de la leche.

Balance general:

$$H + K = L$$

$$L = 989.01 \text{ kg} + K$$

$$L = 989.01 \text{ kg} + 49.45 \text{ kg}$$

$$L = 1038.46 \text{ Kg.}$$

Balance parcial de agua

$$I (I_1) + K (K_1) = L (L_1)$$

$$989.01 (0.8686) + 49.45 (0.0833) = 1038.46 (L_1)$$

$$863.1732 = 1038.46 (L_1)$$

$$L_1 = 0.8312 * 100\%$$

$$L_1 = 83.12\% \text{ H}_2\text{O}$$

Balance parcial de sólidos

$$I (I_2) + K (K_2) = L (L_2)$$

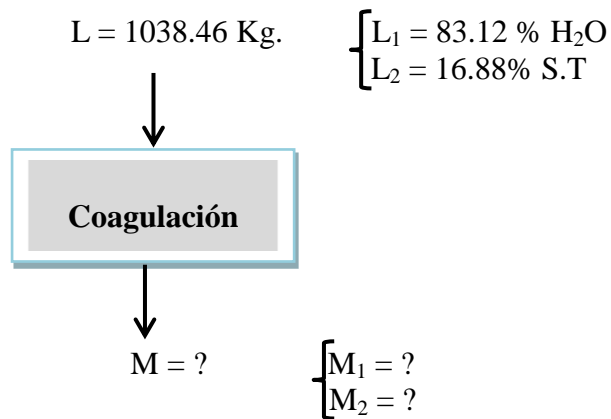
$$989.01 (0.1314) + 49.45 (0.9167) = 1038.46 (L_2)$$

$$175.2867 = 1038.46 (L_2)$$

$$L_2 = 0.1688 * 100\%$$

$$L_2 = 16.88\% \text{ H}_2\text{O}$$

Balance de materia para la coagulación.



Balance general:

$$L = M$$

$$M = 1038.46 \text{ Kg.}$$

Balance parcial de agua

$$L (L_1) = M (M_1)$$

$$1038.46 (0.8312) = 1038.46 (M_1)$$

$$M_1 = 0.8312 * 100\%$$

$$M_1 = 83.12\% \text{ H}_2\text{O}$$

Balance parcial de sólidos

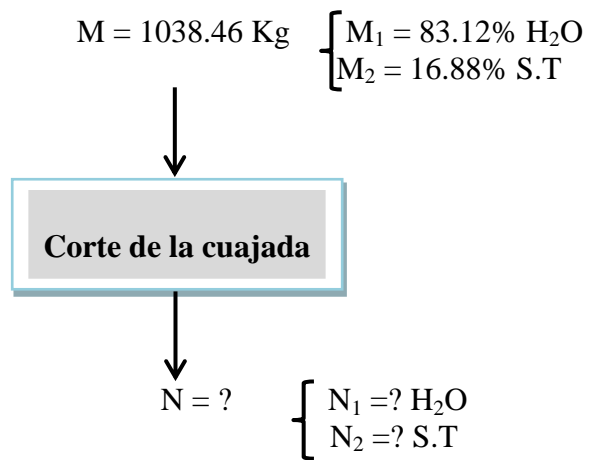
$$L (L_2) = M (M_2)$$

$$1038.46 (0.1688) = 1038.46 (M_2)$$

$$M_2 = 0.1688 * 100\%$$

$$M_2 = 16.88\% \text{ S.T}$$

Balance de materia para el corte de la cuajada.



Balance general:

$$M = N$$

$$N = 1038.46 \text{ Kg.}$$

Balance parcial de agua

$$M (M_1) = N (N_1)$$

$$1038.46 (0.8312) = 1038.46 (N_1)$$

$$N_1 = 0.8312 * 100\%$$

$$N_1 = 83.12\% \text{ H}_2\text{O}$$

Balance parcial de solidos

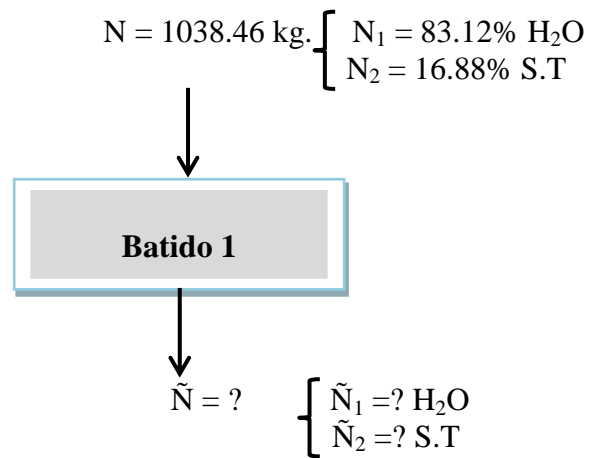
$$M (M_2) = N (N_2)$$

$$1038.46 (0.1688) = 1038.46 (N_2)$$

$$N_2 = 0.1688 * 100\%$$

$$N_2 = 16.88\% \text{ S.T}$$

Balance de materia para el batido 1.



Balance general:

$$N = \tilde{N}$$

$$\tilde{N} = 1038.46 \text{ Kg.}$$

Balance parcial de agua

$$N (N_1) = \tilde{N} (\tilde{N}_1)$$

$$1038.46 (0.8312) = 1038.46 (\tilde{N}_1)$$

$$\tilde{N}_1 = 0.8312 * 100\%$$

$$\tilde{N}_1 = 83.12\% \text{ H}_2\text{O}$$

Balance parcial de solidos

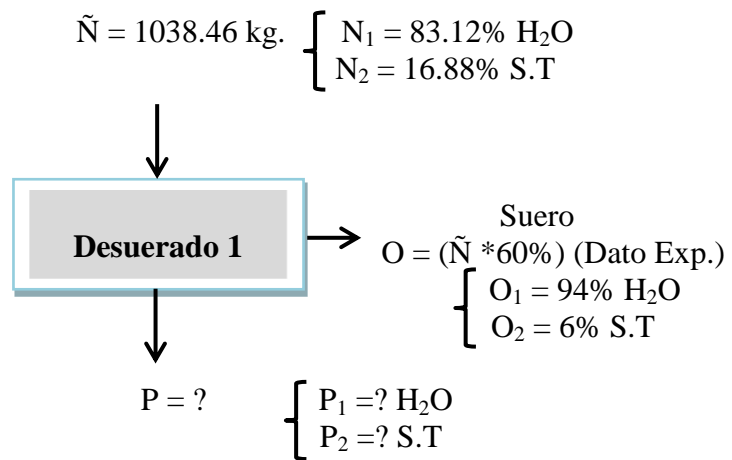
$$N (N_2) = \tilde{N} (\tilde{N}_2)$$

$$1038.46 (0.1688) = 1038.46 (\tilde{N}_2)$$

$$\tilde{N}_2 = 0.1688 * 100\%$$

$$\tilde{N}_2 = 16.88\% \text{ S.T}$$

Balance de materia para el desuerado 1.



Balance parcial para el desuerado

$$O = \tilde{N} * (60\%)$$

$$O = 1038.46 * 0.6$$

$$O = 623.08 \text{ kg de suero.}$$

Balance general:

$$\tilde{N} = O + P$$

$$P = \tilde{N} - O$$

$$P = 1038.46 - 623.08$$

$$P = 415.38 \text{ Kg.}$$

Balance parcial de agua

$$\tilde{N} (\tilde{N}_1) = O (O_1) + P (P_1)$$

$$1038.46 (0.8312) = 623.08 (0.94) + 415.38 (P_1)$$

$$863.18 = 585.70 + 415.38 (P_1)$$

$$P_1 = 0.6680 * 100\%$$

$$P_1 = 66.80\% \text{ H}_2\text{O}$$

Balance parcial de sólidos

$$\tilde{N} (\tilde{N}_2) = O (O_2) + P (P_2)$$

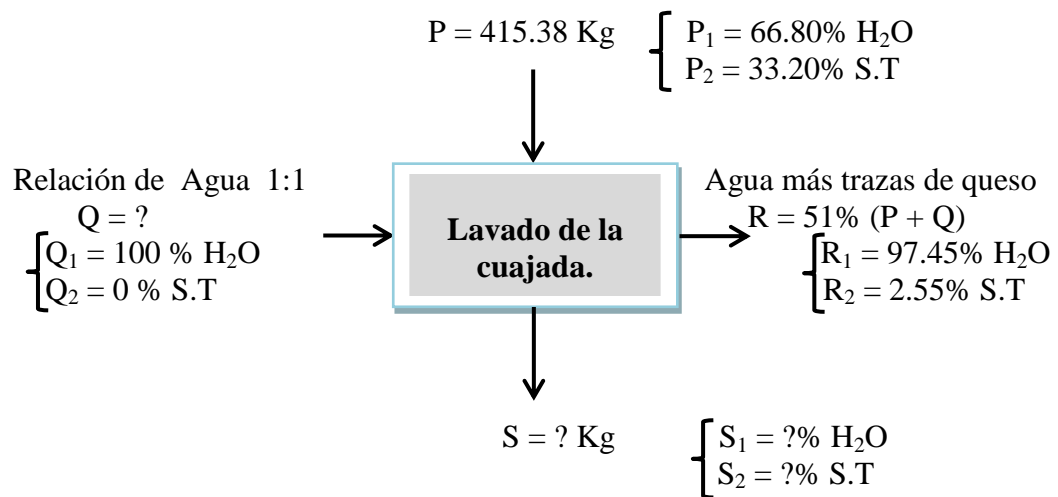
$$1038.46 (0.1688) = 623.08 (0.06) + 415.38 (P_2)$$

$$175.29 = 37.38 + 415.38 (P_2)$$

$$P_2 = 0.3320 * 100\%$$

$$P_2 = 33.20\% \text{ S.T}$$

Balance de materia para el lavado de la cuajada.



Relación de agua en Q

$$Q = P * 1$$

$$Q = 415.38 \text{ Kg.} * 1$$

$$Q = 415.38 \text{ Kg.}$$

Balance general relación de agua con impurezas

$$R = (O + P) (51)$$

$$R = (415.38 + 415.38) * 0.51$$

$$R = 830.76 * 0.51$$

$$R = 423.69 \text{ Kg de agua más trazas de queso.}$$

Balance general

$$P + Q = R + S$$

$$415.38 + 415.38 = R + S$$

$$830.76 \text{ kg} = 423.69 \text{ kg} + S$$

$$S = 407.07 \text{ kg de cuajada lavada.}$$

Balance parcial de agua del producto que sale

$$P (P_1) + Q (Q_1) = R (R_1) + S (S_1)$$

$$415.38 (0.6680) + 415.38 (1) = 423.69 (0.9745) + 407.07 (S_1)$$

$$277.47 + 415.38 - 412.89 = 407.07 (S_1)$$

$$S_1 = 0.6878 * 100\%$$

$$S_1 = 68.78\% \text{ H}_2\text{O}$$

Balance parcial de sólidos del producto que sale

$$P (P_2) + Q (Q_2) = R (R_2) + S (S_2)$$

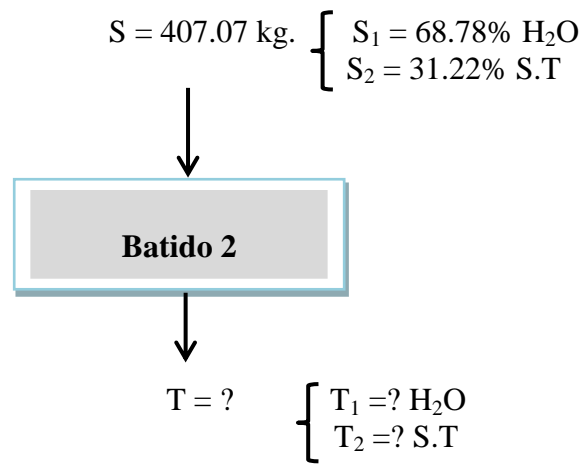
$$415.38 (0.3320) + 415.38 (0) = 412.89 (0.0255) + 407.07 (S_2)$$

$$137.91 + 0 - 10.53 = 407.07 (S_2)$$

$$S_2 = 0.3122 * 100\%$$

$$S_2 = 31.22\% \text{ S.T}$$

Balance de materia para el batido 2 de la cuajada.



Balance general:

$$S = T$$

$$T = 407.07 \text{ Kg.}$$

Balance parcial de agua

$$S (S_1) = T (T_1)$$

$$407.07 (0.6878) = 407.07 (T_1)$$

$$T_1 = 0.8312 * 100\%$$

$$T_1 = 83.12\% \text{ H}_2\text{O}$$

Balance parcial de sólidos

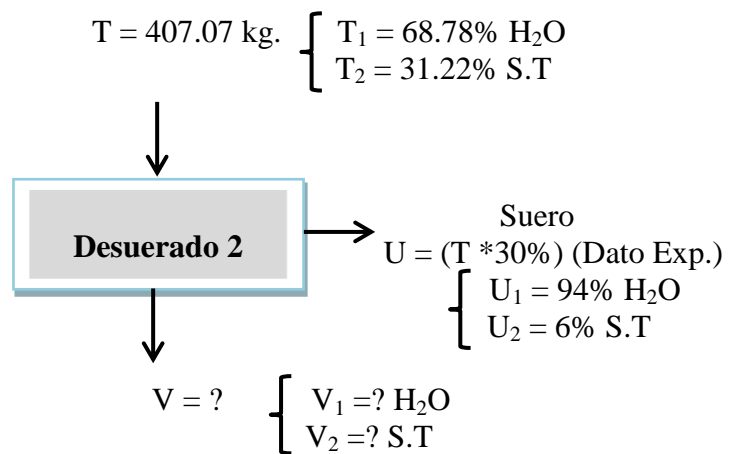
$$S (S_2) = T (T_2)$$

$$407.07 (0.3122) = 407.07 (T_2)$$

$$T_2 = 0.1688 * 100\%$$

$$T_2 = 16.88\% \text{ S.T}$$

Balance de materia para el desuerado 2 de la cuajada.



Balance parcial para el desuerado 2.

$$U = T * (30\%)$$

$$U = 407.07 * 0.30$$

$$U = 122.12 \text{ kg de suero.}$$

Balance general:

$$T = U + V$$

$$V = T - U$$

$$V = 407.07 \text{ kg} - 122.12 \text{ kg}$$

$$V = 284.95 \text{ Kg.}$$

Balance parcial de agua

$$T (T_1) = U (U_1) + V (V_1)$$

$$407.07 (0.6878) = 122.12 (0.94) + 284.95 (V_1)$$

$$279.98 = 114.79 + 284.95 (V_1)$$

$$V_1 = 0.5797 * 100\%$$

$$V_1 = 57.97\% \text{ H}_2\text{O}$$

Balance parcial de sólidos

$$T (T_2) = U (U_2) + V (V_2)$$

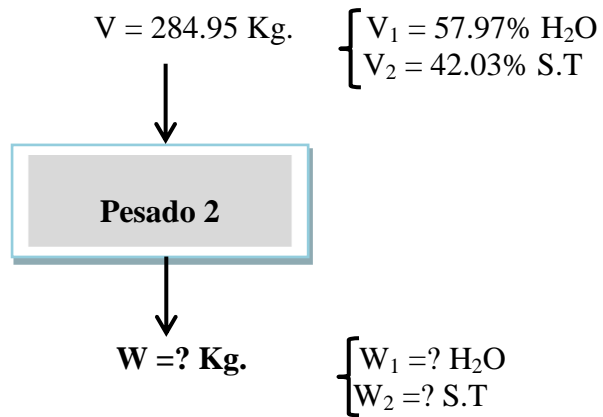
$$407.07 (0.3122) = 122.12 (0.06) + 284.95 (V_2)$$

$$127.09 = 7.33 + 284.95 (V_2)$$

$$V_2 = 0.4203 * 100\%$$

$$V_2 = 42.03\% \text{ S.T}$$

Balance de materia para el pesado 2 de la cuajada desuerada.



Balance general:

$$V = W$$

$$W = 284.95 \text{ Kg.}$$

Balance parcial de los agua

$$V (V_1) = W (W_1)$$

$$284.95 (0.5797) = 284.95 (W_1)$$

$$W_1 = 0.5797 * 100\%$$

$$W_1 = 58.97\% \text{ H}_2\text{O}$$

Balance parcial de sólidos

$$V (V_2) = W (W_2)$$

$$284.95 (0.4203) = 284.95 (W_2)$$

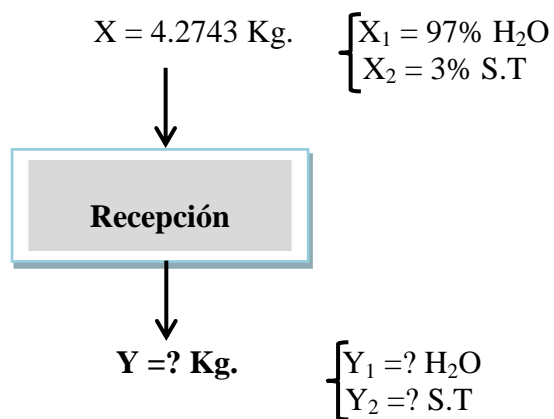
$$W_2 = 0.03 * 100\%$$

$$W_2 = 3\% \text{ S.T}$$

Balance de materia a nivel de laboratorio para recepción de la sal → 1.5% respecto al peso de la cuajada.

Materia prima: 4.2743 kg de sal.

Balance de materia para la recepción de la sal.



Balance general:

$$X = Y$$

$$Y = 4.2723 \text{ Kg.}$$

Balance parcial de los agua

$$X (X_1) = Y (Y_1)$$

$$4.2743 (0.97) = 4.2743 (Y_1)$$

$$Y_1 = 0.97 * 100\%$$

$$Y_1 = 97.00\% \text{ H}_2\text{O}$$

Balance parcial de sólidos

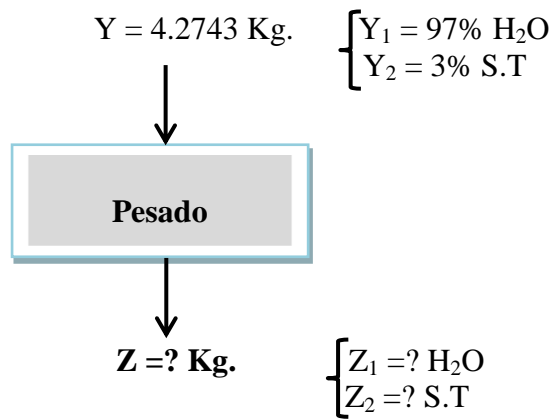
$$X (X_2) = Y (Y_2)$$

$$4.2743 (0.03) = 4.2743 (Y_2)$$

$$Y_2 = 0.03 * 100\%$$

$$Y_2 = 3\% \text{ S.T}$$

Balance de materia para el pesado de la sal.



Balance general:

$$Y = Z$$

$$Z = 4.2743 \text{ Kg.}$$

Balance parcial de los agua

$$Y (Y_1) = Z (Z_1)$$

$$4.2743 (0.97) = 4.2743 (Z_1)$$

$$Z_1 = 0.97 * 100\%$$

$$Z_1 = 97.00\% \text{ H}_2\text{O}$$

Balance parcial de sólidos

$$Y (Y_2) = Z (Z_2)$$

$$4.2743 (0.03) = 4.2743 (Z_2)$$

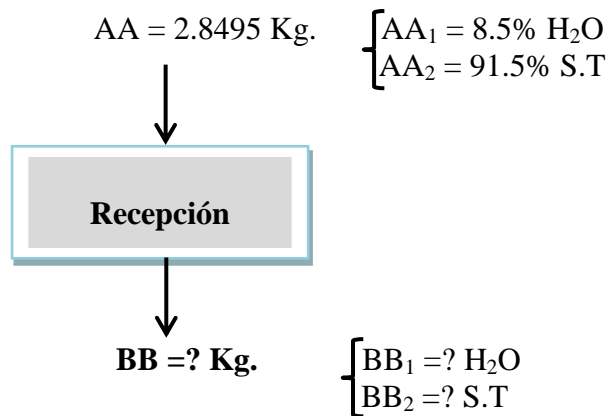
$$Z_2 = 0.03 * 100\%$$

$$Z_2 = 3\% \text{ S.T}$$

Balance de materia a nivel de laboratorio para recepción del orégano → 1.0% respecto al peso de la cuajada.

Materia prima: 2.8495 kg de orégano

Balance de materia para la recepción del orégano



Balance general:

$$AA = BB$$

$$Y = 2.8495 \text{ Kg.}$$

Balance parcial de los agua

$$AA (AA_1) = BB (BB_1)$$

$$2.8495 (0.085) = 2.8495 (BB_1)$$

$$BB_1 = 0.085 * 100\%$$

$$BB_1 = 8.5\% \text{ H}_2\text{O}$$

Balance parcial de sólidos

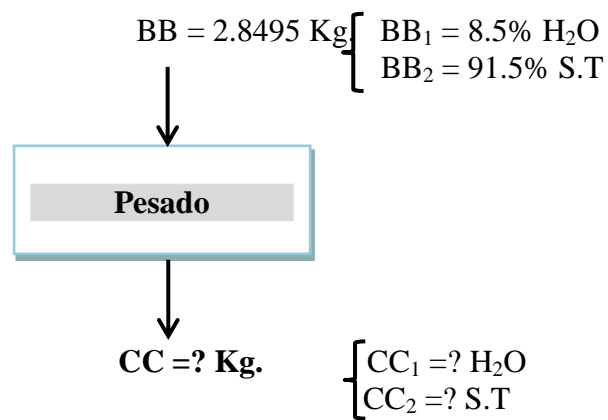
$$AA (AA_2) = BB (BB_2)$$

$$2.8495 (0.915) = 2.8495 (BB_2)$$

$$BB_2 = 0.915 * 100\%$$

$$BB_2 = 91.5\% \text{ S.T}$$

Balance de materia para el pesado del orégano.



Balance general:

$$BB = CC$$

$$CC = 2.8495 \text{ Kg.}$$

Balance parcial de los agua

$$BB (BB_1) = CC (CC_1)$$

$$2.8495 (0.085) = 2.8495 (CC_1)$$

$$CC_1 = 0.085 * 100\%$$

$$CC_1 = 8.5\% \text{ H}_2\text{O}$$

Balance parcial de sólidos

$$BB (BB_2) = CC (CC_2)$$

$$2.8495 (0.915) = 2.8495 (CC_2)$$

$$CC_2 = 0.915 * 100\%$$

$$CC_2 = 91.5\% \text{ S.T}$$

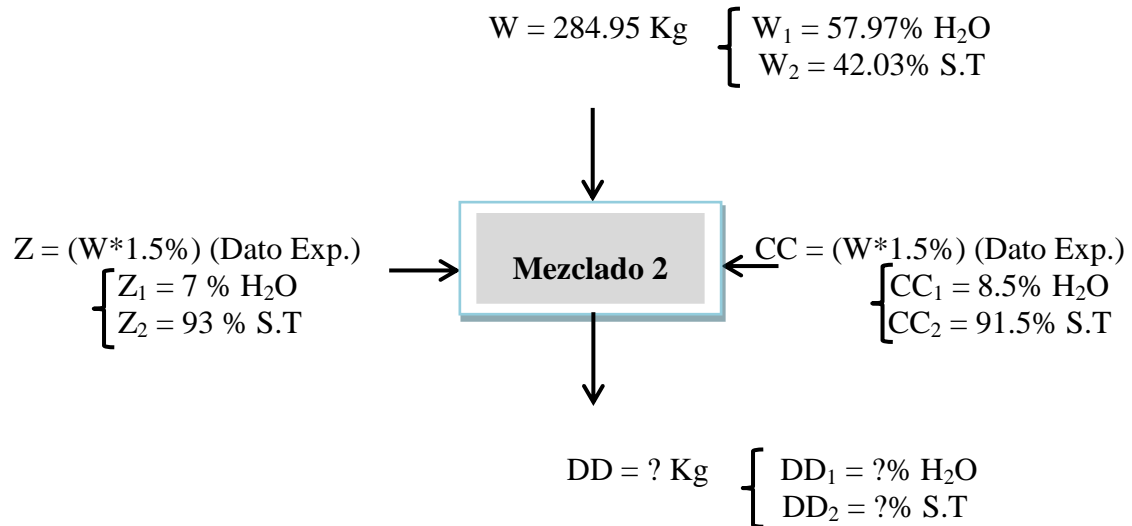
Balance de materia para el mezclado 2 → Cuajada – Sal – Orégano.

Nomenclatura

W → Leche.

Z → Sal.

CC → Orégano.



Relación de sal respecto a la cuajada.

$$Z = W * 1.5\%$$

$$Z = 284.95 \text{ Kg.} * 0.015$$

$$Z = 4.2743 \text{ Kg.}$$

Relación de orégano respecto a la cuajada.

$$CC = W * 1\%$$

$$CC = 284.95 \text{ Kg.} * 0.01$$

$$CC = 2.8495 \text{ Kg.}$$

Balance general

$$W + Z + CC = DD$$

$$284.95 + 4.2743 + 2.8495 = DD$$

$$292.07 \text{ Kg} = DD$$

DD = 292.07 Kg de queso salado y condimentado.

Balance parcial de agua del producto que sale

$$W (W_1) + Z (Z_1) + CC (CC_1) = DD (DD_1)$$

$$284.95 (0.5797) + 4.27 (0.07) + 2.85 (0.085) = 292.07 (DD_1)$$

$$165.1275 + 0.299 + 0.2423 = 292.07 (DD_1)$$

$$DD_1 = 0.5674 * 100\%$$

$$DD_1 = 56.74\% \text{ H}_2\text{O}$$

Balance parcial de sólidos del producto que sale

$$W (W_2) + Z (Z_2) + CC (CC_2) = DD (DD_2)$$

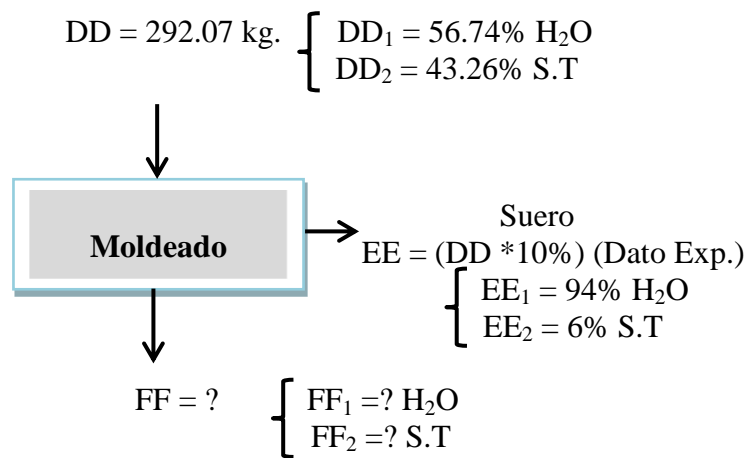
$$284.95 (0.4203) + 4.27 (0.93) + 2.85 (0.915) = 292.07 (DD_2)$$

$$119.7645 + 3.971 + 2.608 = 292.07 (DD_2)$$

$$DD_2 = 0.4326 * 100\%$$

$$DD_2 = 43.26\% \text{ S.T}$$

Balance de materia para el moldeado.



Balance parcial para el moldeado.

$$EE = (DD * 10\%)$$

$$EE = 292.07 * 0.10$$

$$EE = 29.207 \text{ kg de suero.}$$

Balance general:

$$DD = EE + FF$$

$$FF = DD - EE$$

$$FF = 292.07 - 29.207$$

$$FF = 262.863 \text{ Kg.}$$

Balance parcial de agua

$$DD (DD_1) = EE (EE_1) + FF (FF_1)$$

$$292.07 (0.5674) = 29.207 (0.94) + 262.863 (FF_1)$$

$$165.7205 = 27.4574 + 262.86 (FF_1)$$

$$FF_1 = 0.5260 * 100\%$$

$$FF_1 = 52.60\% \text{ H}_2\text{O}$$

Balance parcial de sólidos

$$DD (DD_1) = EE (EE_1) + FF (FF_1)$$

$$292.07 (0.4326) = 29.207 (0.06) + 262.863 (FF_2)$$

$$126.3495 = 1.7526 + 262.86 (FF_2)$$

$$FF_2 = 0.4740 * 100\%$$

$$FF_2 = 47.40\% \text{ S.T}$$

Datos:

Volumen de los moldes = 500 ml

Densidad de la cuajada salada y condimentada = $1.0536 \frac{gr}{ml}$

Capacidad de un molde

$$Capacidad = \frac{Volumen}{Densidad}$$

$$Capacidad = \frac{500 \text{ ml}}{1.0536 \frac{gr}{ml}}$$

$$Capacidad = 474.56 \text{ gr}$$

Cantidad de moldes de cuajada que resultan del proceso.

Datos

Capacidad de los moldes = 474.56 gr

Cantidad de cuajada obtenida = 262863 gr

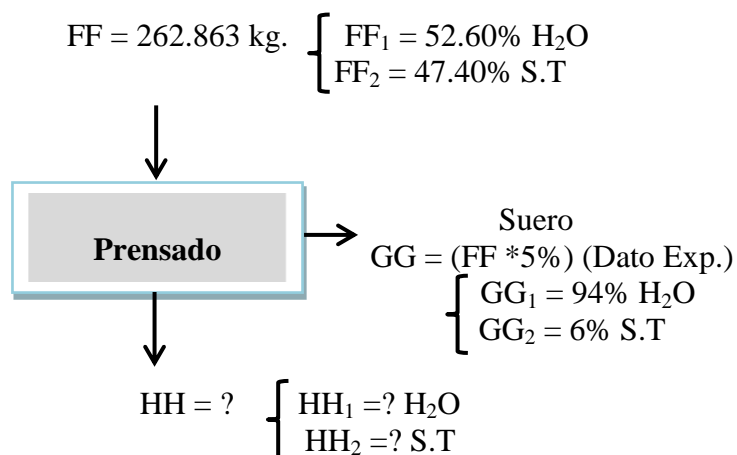
Cantidad de moldes

$$Cantidad \ de \ moldes = \frac{Cantidad \ de \ cuajada \ obtenida}{Capacidad \ de \ los \ moldes}$$

$$\text{Cantidad de moldes} = \frac{262863 \text{ gr}}{474.56 \text{ gr}}$$

$$\text{Cantidad de moldes} = 553.91 \sim 554$$

Balance de materia para el prensado



Balance parcial para el prensado

$$GG = FF * (5\%)$$

$$GG = 262.863 * 0.05$$

$$GG = 13.143 \text{ kg de suero.}$$

Balance general:

$$FF = GG + HH$$

$$HH = FF - GG$$

$$HH = 262.863 \text{ kg} - 13.143 \text{ kg}$$

$$HH = 249.72 \text{ Kg.}$$

Balance parcial de agua

$$FF (FF_1) = GG (GG_1) + HH (HH_1)$$

$$262.863 (0.5260) = 13.143 (0.94) + 249.72 (HH_1)$$

$$138.2644 = 12.35442 + 249.72 (HH_1)$$

$$HH_1 = 0.5042 * 100\%$$

$$HH_1 = 50.42\% H_2O$$

Balance parcial de sólidos

$$FF (FF_2) = GG (GG_2) + HH (HH_2)$$

$$262.863 (0.4740) = 13.143 (0.06) + 249.72 (HH_2)$$

$$124.5956 = 0.78825 + 249.72 (HH_2)$$

$$HH_2 = 0.4958 * 100\%$$

$$HH_2 = 49.58\% S.T$$

Pesos individuales de los quesos

Datos

Cantidad de moldes = 554

Peso de cuajada original = 292.07 gr

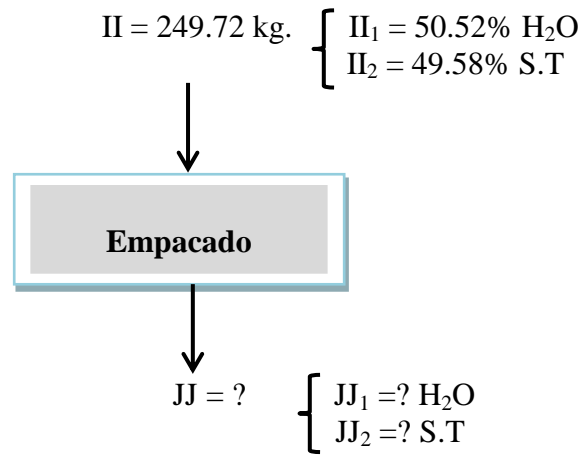
Peso de cuajada “queso” después del moldeado y prensado = 249.72 kg

$$Peso\ de\ 1\ queso = \frac{Cuajada\ moldeada\ y\ prensada}{Cantidad\ de\ moldes}$$

$$Peso\ de\ 1\ queso = \frac{249720\ gr}{554}$$

$$Peso\ de\ 1\ queso = 450.76gr \sim 451\ gr$$

Balance de materia para el empacado.



Balance general:

$$\text{II} = \text{JJ}$$

$$\text{JJ} = 249.72 \text{ Kg.}$$

Balance parcial de agua

$$\text{II} (\text{II}_1) = \text{JJ} (\text{JJ}_1)$$

$$249.72 (0.5042) = 249.72 (\text{JJ}_1)$$

$$\text{JJ}_1 = 0.5042 * 100\%$$

$$\text{JJ}_1 = 50.42\% \text{ H}_2\text{O}$$

Balance parcial de solidos

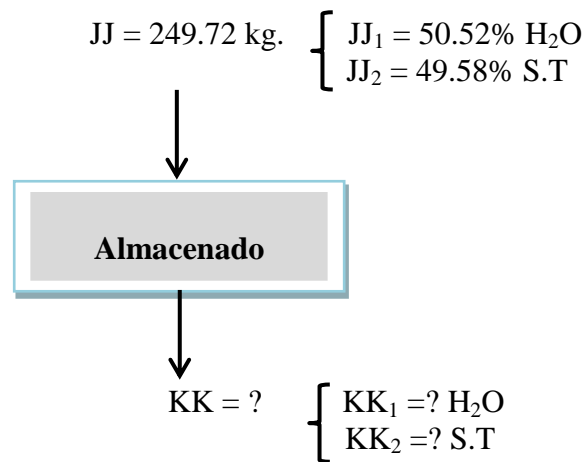
$$\text{II} (\text{II}_2) = \text{JJ} (\text{JJ}_2)$$

$$249.72 (0.4958) = 249.72 (\text{JJ}_2)$$

$$\text{JJ}_2 = 0.4958 * 100\%$$

$$\text{JJ}_2 = 49.58\% \text{ S.T}$$

Balance de materia para el almacenado.



Balance general:

$$JJ = KK$$

$$KK = 249.72 \text{ Kg.}$$

Balance parcial de agua

$$JJ (JJ_1) = KK (KK_1)$$

$$249.72 (0.5042) = 249.72 (KK_1)$$

$$KK_1 = 0.5042 * 100\%$$

$$KK_1 = 50.42\% \text{ H}_2\text{O}$$

Balance parcial de sólidos

$$JJ (JJ_2) = KK (KK_2)$$

$$249.72 (0.4958) = 249.72 (KK_2)$$

$$KK_2 = 0.4958 * 100\%$$

$$KK_2 = 49.58\% \text{ S.T}$$

Anexo 9

Balance de energía a nivel de planta piloto para la pasteurización de 999 kg de leche.

Cocción:

M_1 (Masa de la leche que ingresa al proceso de pasteurización) = 999 kg

M_2 (Masa de leche que sale del proceso de pasteurización) = 989.01 kg

M_3 (Masa de vapor que se elimina) = 9.99 kg

$T = 30$ min

$T_1 = 25$ °C

$T_2 = 68$ °C

Nomenclatura:

T_1 = Temperatura ambiente.

T_2 = Temperatura del alpiste y el agua.

T = Tiempo de proceso

Q_s = Calor sensible del producto.

Q_l = Calor latente del producto

Calor perdido por la parte de pasteurización.

Balance total de energía

$$Q \text{ entra} = Q \text{ sale}$$

$$Q_{\text{vapor}} = Q \text{ (latente)} + Q \text{ (sensible)}$$

Cpm. de la pasteurización de la leche

$$C_{pm} = \%H_2O * C_{p.H_2O} + \%S.T * C_{p.S.T}$$

$$C_{pm} = 0.8686 * \frac{4.188 \text{ kJ}}{\text{Kg K}} + 0.1314 * \frac{1.38 \text{ kJ}}{\text{kg K}}$$

$$C_{pm} = 3.6876 \frac{\text{kJ}}{\text{kg K}}$$

Proceso de pasteurización → calor sensible requerido.

Datos:

$$M_1 = 989.01 \text{ Kg}$$

$$C_{pm \text{ de la leche}} = 3.6876 \frac{\text{kJ}}{\text{kg K}}$$

$$\Delta T = (68 - 25) = 43 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$T = 1800 \text{ segundos.}$$

Tomado de: fundamentos de la ingeniería. Clair Batty Pág. 95

Calor sensible

$$Q_s = m (\text{cp.}) * (T_2 - T_1)$$

$$Q_s = 989.01 \text{ kg} * 3.6876 \frac{\text{kJ}}{\text{Kg K}} * (68 - 25) \text{ K}$$

$$Q_s = \frac{156824.15 \text{ kJ}}{1800 \text{ segundos}}$$

$$Q_s = 87.12 \text{ kW} \rightarrow 87124.53 \text{ watt}$$

Tomado de: fundamentos de la ingeniería. Clair Batty Pág. 201 - 202

Calor de vaporización o latente que corresponde al del agua

Datos:

$$M_v = 9.99 \text{ kg}$$

$$H_{fg \text{ } 68^\circ\text{C}} = 2338.76 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$$

T = 1800 segundos

$$Qv = \frac{Mv * Hfg}{T}$$

$$Qv = \frac{9.99 \text{ kg} * 2338.76 \text{ kj /kg}}{1800 \text{ segundos}}$$

$$Qv = 12.98 \text{ kW} \rightarrow 12980.12 \text{ watt}$$

Cálculo del área de transferencia de calor

Datos:

$$U = 120.55 \frac{W}{m^2 * C}$$

$$\Delta T = 43 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$Q_{\text{total}} = 100104.65$$

$$Q = U * A * \Delta T$$

$$A = \frac{Q}{U * \Delta T}$$

$$A = \frac{100104.65 \text{ W}}{120.55 \frac{W}{m^2 * C} * (68 - 25) \text{ c}}$$

$$A = 19.31 \text{ m}^2$$

Cantidad de vapor

Datos

$$H_{fg \text{ } 68\text{C}} = 2338.76 \frac{\text{kj}}{\text{kg}}$$

$$Q = 101.10 \text{ Kwatt} + (10\%)$$

$$Q_{\text{Total}} = 110.12 \text{ KW}$$

$$\text{Presión } 68\text{C} = 28.73 \text{ Kpa}$$

$$Qv = \frac{Mv * Hfg}{T}$$

$$Mv * Hfg = Q * T$$

$$Mv = \frac{Q * T}{Hfg}$$

$$Mv = \frac{110.12 \frac{kJ}{s}}{2338.76 \frac{kJ}{kg}}$$

$$Mv = \frac{0.04708 \text{ Kg de vapor}}{\text{segundo}}$$

Cantidad de vapor para 1800 segundos de proceso → 30 minutos.

Datos:

T = 30 minutos → 1800 segundos

$$Mv = \frac{0.04708 \text{ Kg de vapor}}{\text{segundo}} * 1800 \text{ segundos}$$

Masa de vapor total requerida = 84.75 KG

Cálculo para el dimensionamiento del equipo

Masa total = M (leche)

Masa total = 999 kg

$$\delta \text{ leche} = 1028 \frac{kg}{m^3}$$

$$\text{Volumen total} = \frac{V \text{ leche}}{\delta \text{ leche}} + 0.10 \text{ Volumen}$$

$$\text{Volumen total} = \frac{999 \text{ kg}}{1028 \frac{kg}{m^3}} + 0.10 \text{ Volumen}$$

$$\text{Volumen total} = 0.9718 \text{ m}^3 + 0.10 \text{ Volumen}$$

$$\text{Volumen total} = 0.9718 \text{ m}^3 + 0.0972 \text{ m}^3$$

$$Volumen\ total = 1.069\ m^3$$

Fórmula usada para el dimensionamiento del equipo.

$$Volumen\ del\ cilindro = \frac{\pi}{4} * \emptyset * h$$

$$h = 2 * \emptyset$$

Cálculo para el diámetro de un pasteurizador

$$Volumen\ del\ cilindro = \frac{\pi}{4} * \emptyset * h$$

$$1.069m^3 = \frac{\pi}{4} * \emptyset^2 * h$$

$$1.069m^3 = \frac{\pi}{4} * \emptyset^2 * 2\emptyset$$

$$\emptyset^3 = \frac{4 * 1.069m^3}{2 * \pi}$$

$$\sqrt[3]{\emptyset^3} = \sqrt[3]{0.6805\ m^3}$$

$$\emptyset = 0.8960\ mts.$$

Cálculo para la altura de un pasteurizador

$$H = 2 * \emptyset$$

$$H = 2 * 0.8960\ mts.$$

$$H = 1.792mts.$$

Cálculo para la comprobación de las medidas obtenidas para el equipo.

$$V = \pi * r^2 * L$$

$$V = \pi * (0.448\ m)^2 * 1.792\ m$$

$$V = 1.13m^3$$

Cálculo del aislante térmico del secador

$$\text{Condición térmica} = 50 \frac{\text{watt}}{\text{m}^2}$$

$$\text{Coeficiente de transferencia de calor de la lana de vidrio} = 0.038 \frac{\text{watt}}{\text{m}^2 * C}$$

$$Dt = (25 - 70)^\circ C$$

$$Dx = ? \text{ Lana de vidrio}$$

$$\frac{Q}{A} = -K \frac{Dt}{Dx}$$

$$Dx = -K * \frac{Dt}{Q}$$

$$Dx = -0.038 \frac{\text{Watt}}{\text{m}^2 * C} * \frac{(25 - 70)C}{50 \frac{\text{Watt}}{\text{m}^2}}$$

$$Dx = 0.0342m \rightarrow 3.42 \text{ cm}$$

Cálculo del espesor de la placa interna del pasteurizador

$$t = \frac{P * D}{4 * S}$$

Dónde:

t = ¿? (Espesor mínimo de la placa)

P = 5.6 Psig (Presión interna del agua)

D = 0.61m * $\frac{1 \text{ Pulgada}}{0.0254 \text{ m}}$ = 24.02 pulgadas (Diámetro medio del recipiente)

S = 2500 Psig (Valor de esfuerzo de la placa)

$$t = \frac{5.6 \text{ Psig} * 24.02 \text{ Pulgadas}}{4 * 2500 \text{ Psig}}$$

$$t = 0.01344 \text{ Pulgadas} * \frac{0.0254 \text{ mts.}}{1 \text{ pulgada}} * \frac{1000 \text{ mm}}{1 \text{ m}}$$

$$t = 0.3416 \text{ mm}$$

Cálculo del espesor de la placa externa del pasteurizador

$$t = \frac{2.6 * D * (h - 1) * G}{E * 21000} + CA$$

Donde

D = Diámetro del pasteurizador

h = altura del pasteurizador

CA = Margen de corrosión (1 – 2 mm dependiendo del ambiente circulante)

E = Eficiencia de la junta, 0.85 cuando es radiografiado por zonas; 0.7 cuando no es radiografiado.

t = Espesor mínimo requerido

Datos:

$$D = 0.61 m * \frac{1 ft}{0.3048 m} = 2.00 ft$$

$$H = 4.00 m * \frac{1 ft}{0.3048 m} = 13.12 ft$$

Densidad de la leche = 1.035 gr/ml

E = 0.7 (Junta no radiografiada)

CA = 2 mm (margen de corrosión)

$$t = \frac{2.6 * 2.00 * (13.12 - 1) * 1.235}{0.7 * 21000} + 2mm$$

$$t = 0.00529 ft * \frac{0.3048 m}{1 ft} * \frac{1000 mm}{1 m} + 2mm$$

$$t = 1.6139mm + 2 mm$$

$$t = 3.6138 mm$$

Medidas de un agitador de turbina según (Rushtum)

Nomenclatura

Dt = diámetro del tanque (m)

H = altura del líquido en el tanque (m)

Da = diámetro de las hélices (m)

W = altura del agitador (m)

E = altura de la base del agitador (m)

J = alto del deflector (m)

Cálculo del diámetro de las hélices

$$\frac{Da}{Dt} = \frac{1}{3}$$

$$Da = \frac{0.8960 \text{ m} * 1}{3}$$

$$Da = 0.2987 \text{ m}$$

Cálculo de la altura de la base del agitador

$$\frac{E}{Da} = 1$$

$$E = Da * 1$$

$$E = 0.2987 \text{ m} * 1$$

$$E = 0.2987 \text{ m}$$

Cálculo del líquido dentro del tanque

$$\frac{H_1}{Dt} = 1$$

$$H_1 = 1 * Dt$$

$$H_1 = 0.8960 \text{ m}$$

Cálculo de la altura del agitador en el tanque

$$\frac{W}{D_a} = \frac{1}{5}$$

$$W = \frac{D_a * 1}{5}$$

$$W = \frac{0.2987 \text{ m} * 1}{5}$$

$$W = 0.0597 \text{ m}$$

Cálculo de alto del deflector.

$$\frac{J}{Dt} = \frac{1}{12}$$

$$J = \frac{Dt * 1}{12}$$

$$J = \frac{0.8960 \text{ m} * 1}{12}$$

$$J = 0.0747 \text{ m}$$

Cálculo del ancho de las hélices

$$\frac{L}{D_a} = \frac{1}{4}$$

$$L = \frac{D_a * 1}{4}$$

$$L = \frac{0.2987 \text{ m} * 1}{4}$$

$$L = 0.0747 \text{ m}$$

Anexo 10

Cálculo de la potencia requerida en el agitador del pasteurizador

Datos:

$$\begin{aligned} \mathbf{Da} &= \text{Diámetro} &&= 0.2987 \text{ m} \\ \mathbf{N} &= \text{Velocidad angular} &&= 12.56 \frac{\text{rad}}{\text{seg}} \rightarrow (100 \text{ rpm}) \\ \mathbf{\rho} &= \text{Densidad} &&= 1028 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \\ \mathbf{\mu} &= \text{Viscosidad} &&= 2.12 \frac{\text{gramos}}{\text{m} \cdot \text{Segundo}} \\ \mathbf{gc} &&&= \frac{\text{Kg} \cdot \text{masa}}{\text{N} \cdot \text{segundo}^2} \end{aligned}$$

Tomado de: fundamentos de la ingeniería. Clair Batty

Cálculo de la potencia requerida del motor para girar la hélice.

Datos:

$$\begin{aligned} \mathbf{P} &= \text{Potencia} \\ \mathbf{K} &= \text{Factor de potencia} \\ \mathbf{\rho} &= \text{Densidad} \\ \mathbf{N} &= \text{Velocidad angular} \end{aligned}$$

Tomado de: fundamentos de la ingeniería. Clair Batty

Fórmula destina a usarse

$$P = \frac{K}{gc} (\rho \times N^3 \times D^5)$$

$$P = \frac{1.15}{9.78 \frac{\text{Kg} \cdot \text{masa}}{\text{N} \cdot \text{segundo}^2}} (1028 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}) (12.56 \frac{\text{rad}}{\text{seg}})^3 (0.2987 \text{m})^5$$

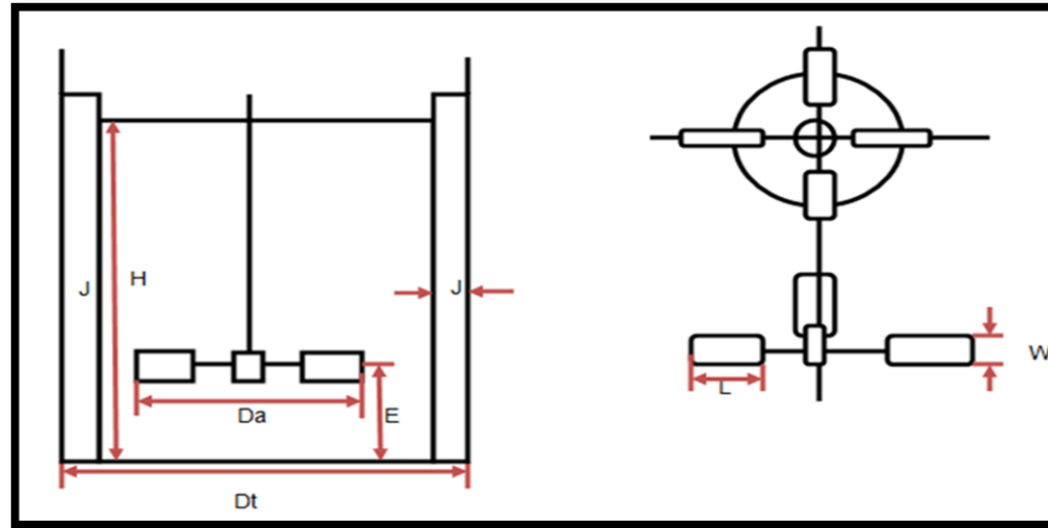
$$P = 569.50 \text{ Watts}$$

$$\text{Potencia} = 0.56950 \text{ Kwatt} * \frac{1.34 \text{ HP}}{\text{Kwatt}}$$

$$\text{Potencia} = 0.7631 \rightarrow 1 \text{HP}$$

Anexo 11

Vista interna del pasteurizador de leche



DATOS

Dt = 0.8960 mts.

Da = 0.2789 mts.

H = 0.8960 mts.

W = 0.0597 mts.

L = 0.0747 mts.

J = 0.0747 mts.

E = 0.2987 mts.

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EOUINOCIAL

Diseño: Tatiana Sampedro

Fecha: 03/03/2015

Dibujo: Tatiana Sampedro

VISTA INTERNA DEL
PASTEURIZADOR DE LECHE

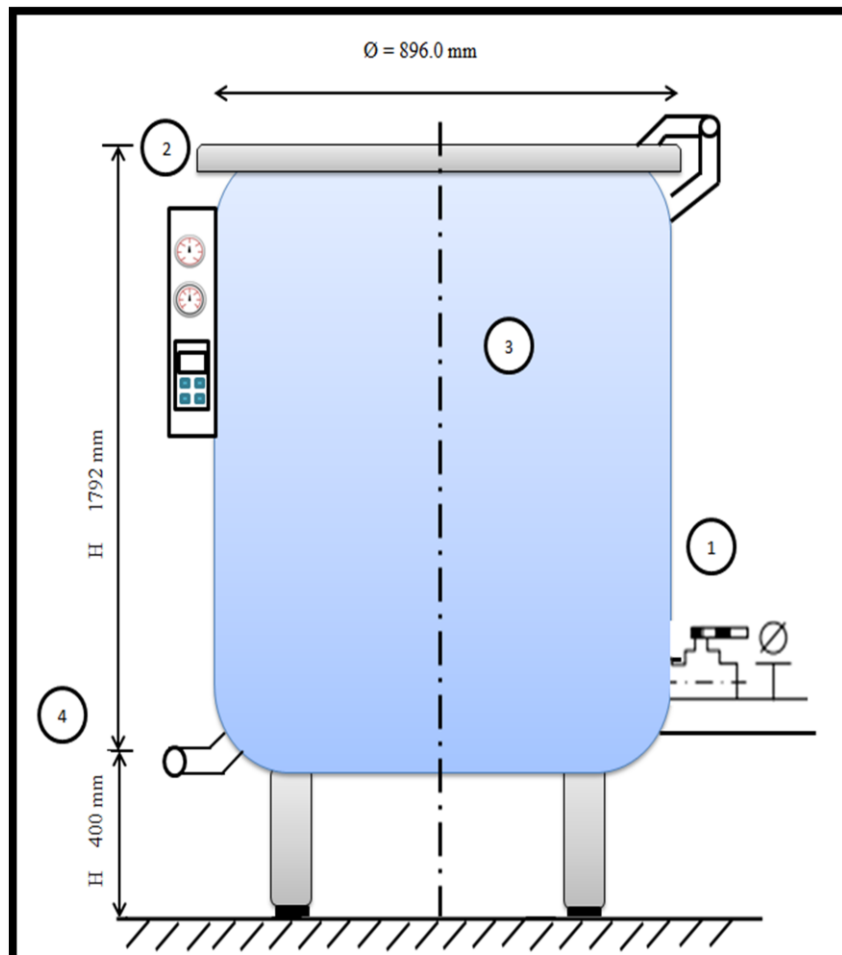
Escala: 1:100

Aprobó: Ing. Juan Crespín

Plano: N° 1

Anexo 12

Vista frontal del equipo



SIMBOLOGÍAS

1	Válvula de purga del vapor
2	Panel de control de temperaturas y tiempos.
3	Cilindro de cocción.
4	Entrada de vapor.

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL

Dibujo: Tatiana Sampedro	VISTA FRONTAL DEL EQUIPO	Fecha: 03/03/2015
Dibujo: Tatiana Sampedro		Escala: 1:100
Aprobó: Ing. Juan Crespín		Plano N° 2

Anexo 13

Características del equipo

Para el proceso de cocción de los granos de soya para la elaboración del aderezo se requerida de una marmita que tenga las siguientes características:

Diámetro: 860 mm

Altura del tanque: 1792 mm

Soporte de: 400 mm

Aislante térmico lana de vidrio: 34.2 mm

Volumen de la marmita: 1.069 m³

Masa de vapor total requerida = 84.75 kg

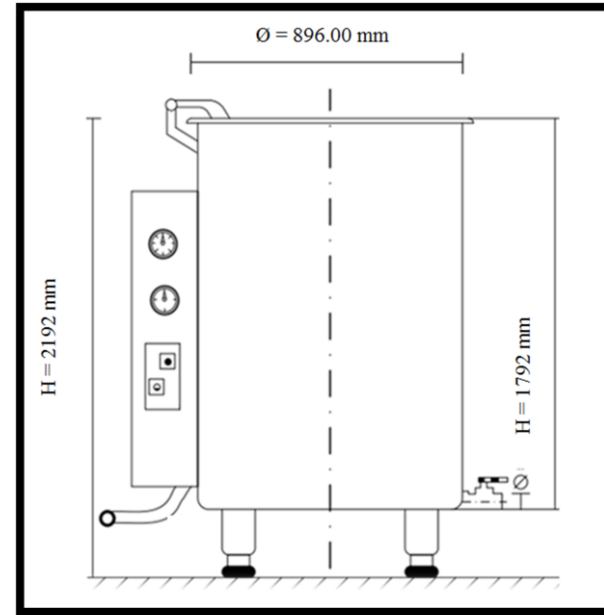
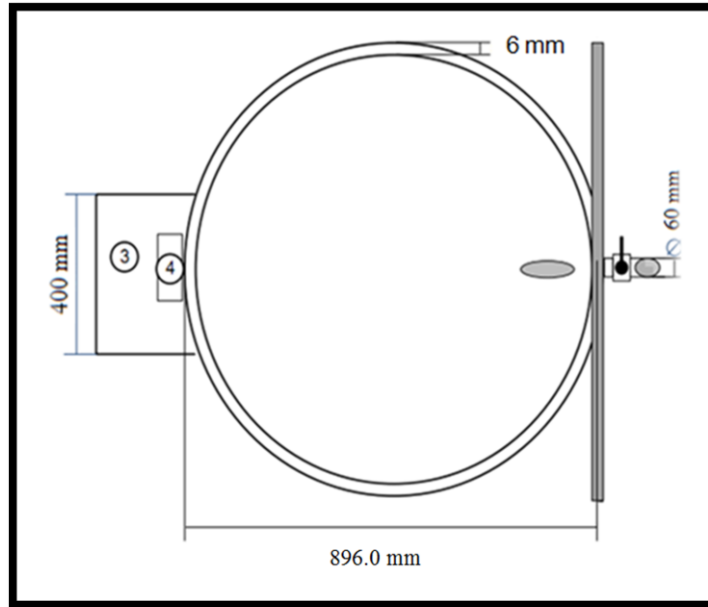
Tiempo de proceso: 30 minutos → 1800 segundos.

Calor requerido_{Total} = 110.12 Kwatt.

Material: Acero Inoxidable ASIS 330

Anexo 14

Vista frontal y superior del equipo



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL

Dibujo: Tatiana Sampedro

Dibujo: Tatiana Sampedro

Aprobó: Ing. Juan Crespín

**VISTA FRONTAL Y
SUPERIOR DEL
EQUIPO**

Fecha: 03/03/2015

Escala: 1:100

Plano: N° 3