



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE CIENCIAS

ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA

TESIS DE GRADO

Previa la obtención del Título de:

Ingeniero Químico

“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA PARA LA PRODUCCIÓN DE
QUESO RICOTA A PARTIR LACTO SUERO DE LA PLANTA DE LÁCTEOS
ESPOCH “

María José Oviedo Carrillo

Verónica Patricia Rodríguez Mejía

Riobamba –Ecuador

2013

AGRADECIMIENTO

Agradezco en primer lugar a Dios, por haberme guiado en el transcurso de toda mi vida, a mis padres y abuelito por apoyarme en todos los momentos, a mis hermanas por estar siempre a mi lado y mis amigos que han sido una segunda familia.

Un agradecimiento en especial al Ing. Mario Villacrés, al Ing. Marco Chuiza y al Ing. Marco Manzano quienes han prestado su ayuda incondicional durante el desarrollo de este proyecto.

Por último, agradezco a todas y cada una de las personas que me apoyaron durante este proceso.

Verónica

En primer lugar agradezco a Dios por ser el ejecutor de toda mi vida, a mi mamá por ser el ángel que ha guiado e iluminado mi camino; a ella todo sin ella nada, a Ñaño Alfonsito por brindarme su apoyo en todos los momentos cuando lo necesitaba, a Marcelo por el amor, por el consejo, y la palabra adecuada en los momentos difíciles, a Pepito por ser un ejemplo a seguir.

Agradezco al Ing. Mario Villacrés, al Ing. Marco Chuiza y al Ing. Marco Manzano por ser guías en la elaboración de este proyecto por sus consejos y por el tiempo dedicado a la conclusión del mismo.

Finalmente mi agradecimiento a todas las personas que a lo largo de este camino me brindaron su ayuda, su amistad y cariño.

María José

DEDICATORIA

A mi familia que siempre ha estado a mi lado bríndame su apoyo y amor en todos los momentos de mi vida.

A mis amigos que me acompañaron y ayudaron, de quienes guardo hermosos recuerdos.

Verónica

La culminación de esta gran etapa de mi vida se la dedico a mi mamá sin su amor, cariño, consejo, confianza y apoyo nada hubiera sido posible.

A Ñaño Alfonsito por su cariño. A Pepito mi hermano del corazón, a Marcelo my love por caminar junto a mí en las buenas y en las malas.

María José

HOJA DE FIRMAS

NOMBRE	FIRMA	FECHA
Dr. Silvio Álvarez DECANO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS
Ing. Mario Villacrés DIRECTOR DE LA ESC. ING. QUÍMICA
Ing. Mario Villacrés DIRECTOR DE TESIS
Ing. Marco Chuiza ASESOR DE TESIS
Lic. Carlos Rodríguez DIRECTOR CENTRO DE DOCUMENTACIÓN

Nosotras, María José Oviedo Carrillo y Verónica Patricia Rodríguez Mejía, somos responsables de todas las ideas, doctrinas y resultados expuestos en estas Tesis de Grado y el patrimonio intelectual de la Tesis de Grado pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo

RESUMEN

Se diseñó y construyó un sistema para la producción de queso ricota a partir del lacto suero de la Planta Lácteos Tunshi, perteneciente a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Se denomina sistema, al conjunto formado por una marmita y un tamiz.

El equipo de la Planta Lácteos Tunshi, tuvo la necesidad de optimizar su principal contaminante; el suero lácteo, apoyando así la realización de esta tesis. El sistema terminado y en funcionamiento será donado a la Planta Lácteos ESPOCH ubicada en Tunshi.

El diseño está basado en cálculos de ingeniería, balances de masa y energía, este último se apoya en fundamentos termodinámicos. La construcción del sistema, se realizó en láminas de acero inoxidable AISI 304 de 1.5 mm de espesor, siguiendo las especificaciones técnicas de planos diseñados por las autoras.

El lacto suero utilizado para el funcionamiento del sistema fue caracterizado mediante ensayos de laboratorio obteniéndose parámetros de humedad (93%), materia orgánica (99.5 %), grasa (0,41%), proteína (0.94%) identificándolo como suero lácteo tipo dulce, óptimo para la elaboración de queso ricota.

El sistema con una eficiencia del 80%, puede ser de gran utilidad en Industrias Queseras; transformando en producto elaborado el lacto suero, considerado un desperdicio. Obteniendo como resultado 3,26 Kg de queso ricota utilizando 48 L de suero lácteo (dulce), mediante evaporación.

El queso ricota obtenido del sistema cumple con las normas NTE INEN 86 vigente en el país para este alimento. En resultados obtenidos de encuestas realizadas (calidad producto) se obtuvo una aceptación del 90% del público en general.

El sistema es recomendable para prácticas estudiantiles en áreas como: Operaciones Unitarias, Agroindustrial, Química de Alimentos. Al utilizar el sistema es importante tener una alta calidad de vapor para un mayor rendimiento.

SUMMARY

It was designed and built a system for the production of ricotta cheese from the lacto serum of the Tunshi dairy plant, belonging to the Polytechnic School of Chimborazo, the system consists of the complex with a kettle and sieve.

Tunshi dairy plant equipment had the need to optimize its main contaminant; whey, thus supporting this thesis. The system completed and in operation will be donated to the Tunshi dairy plant, belonging to the Polytechnic School of Chimborazo.

The system design was based on engineering calculations, mass and energy balances, the latter relies on Thermodynamic fundamentals; the system construction was carried out in sheets of AISI 304 stainless steel of 1.5 mm thickness, according to the technical specifications.

The lacto serum used for system operation was characterized by laboratory tests obtaining parameters of humidity (93%), organic matter (99.5%), fat (0.41%) and protein (0.94%) identifying the sweet type whey as optimal for ricotta cheese production.

The system functioned with an efficiency of 80%, and can be very useful in industries cheese transforming into a processed product the lacto serum, which is regarded as a waste, obtaining as a result 3.26Kg of ricotta cheese using 48 liters of whey (sweet), by evaporation.

The ricotta cheese obtained by this system meets NTE INEN 86 existing our country for this food. A survey was applied to determine the acceptance and product quality, and the result were an acceptance of 90%.

The system is recommended for student practices in areas such as: Unit Operations, agroindustry, food chemistry, to use the system is important to have a high quality of steam for increased performance.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad la industria alimentaria se encuentra en constante evolución debido al avance de la ciencia y tecnología, encaminándose principalmente a la obtención de nuevos productos, u optimización de los ya existentes en el mercado brindando una mayor rentabilidad al productor y nuevas opciones al consumidor.

En nuestro país la producción de lácteos en especial de quesos es una de las principales industrias en el sector agrario, este proceso genera una gran cantidad de subproductos considerados como desperdicio, el principal de ellos es el suero lácteo, el mismo al contener una elevada cantidad de materia orgánica representa uno de los mayores contaminantes en la obtención de productos derivados de la leche.

El lacto suero posee características alimenticias excepcionales que por mucho tiempo han sido despreciadas debido a la falta de conocimientos de quienes lo obtenían, en análisis realizados para caracterizarlo se demostró que sus componentes nutricionales son adecuados para la elaboración de queso ricota y otros productos alimenticios.

La evaporación en la industria de alimentos es muy utilizada para concentrar diferentes productos mejorando sus características nutricionales y alargando su vida útil. El tamizado es la operación unitaria que tiene como finalidad separar la sustancia deseada de otras no deseadas.

Para la producción de ricota utilizando únicamente suero lácteo de manera no artesanal se diseñó y construyó un sistema de evaporación y tamizado que funcionan conjuntamente para la obtención del producto; además de evitar contaminaciones externas debido a que realizándolo de manera tradicional la misma era mayor. Un agregado que posee el sistema es que tiene la capacidad de evaporar casi a totalidad el suero evitando que este residuo produzca contaminación al ser descargado como efluente; transformando el desecho en ganancia.

ANTECEDENTES

El lacto suero en épocas pasadas era considerado únicamente como un producto contaminante derivado de la producción de lácteos, lo cual generaba pérdidas económicas, además de innumerables problemas de contaminación en dichas empresas. Posteriormente se lo utilizó como alimento para engorde de ganados debido a su alto valor nutricional.

En la actualidad y después de numerosos estudios, se lo utiliza para la elaboración de productos alimenticios como: dulces, bebidas energéticas y quesos (ricota).

En la planta de Lácteos Tunshi se generan alrededor de un 80% de lacto suero por cada litro de leche utilizado en la producción de queso fresco, este suero al no tener un uso determinado es descargado como efluente, causando graves problemas de contaminación debido a su alto contenido biológico.

El queso ricota tiene como principal y fundamental materia prima el lacto suero, debido a su alto contenido nutricional. Este queso se lo ha venido elaborando de manera artesanal a través del tiempo, por lo cual no se conoce de un equipo específico para producirlo de manera automática e industrializada.

Hasta la actualidad se ha utilizado equipos y herramientas por separado para su obtención como cubas, escurridores, tamices, cucharas de palo, así como fuentes externas de calor.

JUSTIFICACIÓN

La industria láctea es uno de los sectores más importantes de la economía de países industrializados y en desarrollo. Aproximadamente 90% del total de la leche utilizada en la industria quesera es eliminada como lacto suero, el cual retiene cerca de 55% del total de ingredientes de la leche como: lactosa, proteínas solubles, lípidos y sales minerales.

Algunas posibilidades de la utilización de este residuo han sido propuestas, pero las estadísticas indican que una importante porción de este residuo es descartada como efluente, causando serios problemas de contaminación en dichos afluentes acuíferos, al poseer una alta demanda biológica de oxígeno (DBO) y un alto contenido de sólidos totales. En otros casos el suero es utilizado como complemento en la dieta de algunos animales, debido a que posee alto contenido de nutrientes.

El suero de la leche en vez de ser considerado como un desperdicio, debe ser considerado como fuente rica en materias primas y cada uno de sus componentes debe ser aprovechado de alguna forma, ya sea para la elaboración de nuevos productos alimenticios como para su uso en áreas totalmente distintas.

Una alternativa para manejar el lacto suero de una manera más sostenible es la elaboración de queso ricota. Este es un proceso que utiliza una gran parte de la proteína soluble presente en el suero, convirtiéndola en queso que es un producto nutritivo y de valor agregado. Como subproducto del proceso de producción de queso ricota se obtiene otro suero con una cantidad considerablemente menor de sólidos y DBO, así disminuyendo los problemas de contaminación, si fuera desechado como aguas residuales.

Por todo lo antes descrito el sistema es totalmente innovador, proporcionando una alternativa para la eliminación de los riesgos de contaminación presentes en los métodos antes utilizados de producción y además con miras a una reducción del tiempo de elaboración. Al ser un sistema automático no necesita de supervisión constante y al utilizar vapor generado del caldero evita el uso de fuentes externas de calor, reduciendo costos. Por el tamiz incorporado no es necesario utilizar jarros ni otro tipo de instrumento de cocina para retirarlo y proceder a su filtrado, garantizando asepsia e higiene en el producto.

Además al no verter el suero lácteo a los efluentes se contribuye a la disminución de la contaminación, brindando una utilidad y coste de ganancia a algo que antes era un desperdicio y una pérdida.

El sistema también puede ser utilizado para las prácticas en la enseñanza de diferentes cátedras como en ingeniería agroindustrial, química de alimentos, operaciones unitarias, transferencia de calor.

Por todo lo expuesto la Estación Experimental Tunshi ha visto la necesidad de la implementación de un equipo de elaboración de queso ricota para la optimización del lacto suero generado durante la producción de quesos, y así evitando pérdidas económicas y contaminación ambiental.

OBJETIVOS

GENERAL

- Realizar el diseño y construcción de un sistema para la producción de queso ricota a partir del lacto suero de la planta de lácteos ESPOCH

ESPECÍFICOS

- Caracterizar la materia prima a utilizar
- Efectuar los cálculos de Ingeniería para el diseño del sistema y su dimensionamiento.
- Realizar la construcción del sistema a partir del diseño elaborado.
- Validar el funcionamiento del sistema construido para la elaboración del queso ricota.
- Efectuar un análisis proximal y microbiológico del producto obtenido.

CONTENIDO

AGRADECIMIENTO	i
DEDICATORIA	ii
HOJA DE FIRMAS.....	iii
RESUMEN.....	v
SUMMARY	vi
INTRODUCCIÓN.....	vii
ANTECEDENTES.....	viii
JUSTIFICACIÓN	ix
OBJETIVOS	xi
GENERAL	xi
ESPECÍFICOS.....	xi
CONTENIDO	xii
1.MARCO TEORICO	- 1 -
1.1.Lacto suero	- 1 -
1.1.1.Generlidades	- 1 -
1.1.2.Historia	- 1 -
1.1.3.Obtención	- 2 -
1.1.4.Tipos.....	- 3 -
1.1.5.Propiedades nutricionales.....	- 4 -
1.1.6.Proteínas	- 5 -
1.1.7.Costo del lacto suero	- 7 -
1.1.8.Usos del lacto suero	- 7 -
1.2.Queso ricota	- 10 -
1.2.1.Definición	- 10 -
1.2.2.Origen.....	- 11 -
1.2.3.Tipos o variedades.....	- 12 -
1.2.4.Proceso tradicional de elaboración queso ricota	- 16 -

1.3.Sistema.....	- 21 -
1.3.1.Evaporador	- 21 -
1.3.2.Marmita.....	- 22 -
1.3.2. Tamiz.....	- 23 -
1.4. Operaciones	- 24 -
1.4.1. Evaporación.....	- 24 -
1.4.1.Tamizado	- 27 -
1.5.Sensores	- 28 -
1.5.1.Sensores de temperatura.....	- 29 -
1.5.2.Sensor de nivel	- 30 -
1.6.Diseño	- 31 -
1.6.1.Información requerida	- 32 -
1.6.2.Diseño de la marmita	- 32 -
1.6.3.Volumen y altura de la marmita.....	- 33 -
1.6.4.Diseño del tamiz.....	- 34 -
1.6.5.Diseño de la estructura de soporte del equipo	- 34 -
1.7.Cálculo.....	- 34 -
1.7.1.Masa de la materia prima.....	- 34 -
1.7.2.Masa de alimentación	- 35 -
1.7.3.Masa del residuo.....	- 35 -
1.7.4.Corriente de alimentación	- 35 -
1.7.5.Corriente de concentrado.....	- 36 -
1.7.6.Corriente del residuo.....	- 36 -
1.7.7.Balance de masa	- 36 -
1.7.8.Balance de energía.....	- 37 -
1.7.9.Gradientes de temperatura	- 38 -
1.7.11.Calor latente de vaporización.....	- 38 -
1.7.12.Flujo del vapor	- 39 -

1.7.13.Flujo del calor.....	- 40 -
1.7.14.Coeficiente global de transferencia de calor.....	- 40 -
1.7.15.Rendimiento del sistema.....	- 40 -
1.8.Análisis estadístico del producto.....	- 41 -
1.8.1.Histogramas.....	- 41 -
1.8.2.Ventajas de los histogramas.....	- 42 -
1.8.3.Construcción de un histograma.....	- 42 -
2.PARTE EXPERIMENTAL.....	- 45 -
2.1.Muestreo.....	- 45 -
2.1.1.Muestreo del seuro para la alimentación.....	- 45 -
2.1.2.Requisitos generales del queso ricota.....	- 45 -
2.2.Metodología.....	- 46 -
2.2.1.Métodos y Técnicas.....	- 46 -
2.3.Datos experiemntales.....	- 52 -
2.4.Datos estadísticos.....	- 54 -
2.5.Datos adicionales.....	- 55 -
3.DISEÑO y CONSTRUCCIÓN.....	- 57 -
3.1.Diseño.....	- 57 -
3.1.1.Diseño del sistema.....	- 57 -
3.1.2.Balances de masa y energía.....	- 59 -
3.1.3.Cálculo del rendimiento del equipo.....	- 63 -
3.1.4.Cálculo del análisis estadístico del producto.....	- 63 -
3.2.Construcciones.....	- 64 -
3.2.1.Construcción de la marmita.....	- 64 -
3.2.2.Contrucción del tamiz.....	- 65 -
3.3.Manejo y operación del sistema.....	- 65 -
3.4.Mantenimiento.....	- 66 -
3.5.Resultados.....	- 67 -

3.5.1.Resultados de la caracterización del lacto suero.....	- 67 -
3.5.2.Resultados del diseño.....	- 67 -
3.5.3.Resultados del dimensionamiento del equipo.....	- 68 -
3.5.4.Resultados de las pruebas de validacion del equipo.....	- 69 -
3.5.5.Resultados de la construccion de los histogramas.....	- 70 -
3.5.6.Resultados del análisis estadístico del producto.....	- 78 -
3.5.7.Resultados del examen físico químico del producto.....	- 84 -
3.5.8.Resultados de los costos.....	- 85 -
3.6.Análisis y Discusion de los resultados.....	- 86 -
4.CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	- 87 -
4.1.Conclusiones.....	- 87 -
4.2.Recomendaciones.....	- 87 -
BIBLIOGRAFÍA.....	- 88 -
ANEXOS	- 94 -
anexo I.....	- 95 -
anexo ii.....	- 96 -
anexo iii.....	- 97 -
anexo IV.....	- 98 -
anexo v.....	- 99 -
anexo vi.....	- 100 -
anexo vii.....	- 101 -
anexo viii.....	- 102 -
anexo ix.....	- 103 -
anexo x.....	- 104 -
anexo xi.....	- 105 -
anexo xii.....	- 106 -
anexo xiii.....	- 107 -

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

h_{CC} = Altura de la cámara de calefacción

h_{CE} = Altura de la cámara de ebullición

h_{patas} = Altura de las patas del sistema

H_T = Altura de los brazos del tamiz

A_m = Amplitud para la construcción del histograma

A = Área de transferencia de calor

λ_W = Calor latente de vaporización

U = Coeficiente global de transferencia de calor

K = Constante en función del número de clases

U_K = Constante para números enteros

F = Corriente de alimentación

E = Corriente de evaporado

P = Corriente de producto

R = Corriente de residuo

W = Corriente de vapor

ρ_{suero} = Densidad de suero

D_{CC} = Diámetro de la cámara de calefacción

D_{CE} = Diámetro de la cámara de ebullición

D_T = Diámetro del tamiz

h_F = Entalpía de la alimentación

h_C = Entalpía del condensado

H_E = Entalpía del evaporado

h_P = Entalpía del producto

h_R = Entalpía del residuo

H_W = Entalpía del vapor en la cámara de calefacción

fs = Factor de seguridad

FI = Frontera inferior

FS = Frontera superior

ΔT = Gradiente de temperatura

m_{AC} = Masa de ácido cítrico

m_F = masa de alimentación

m = Masa de queso ricota

m_R = Masa de residuo

m_{suero} = Masa de suero

N_{patas} = Número de patas del sistema

Y = Producto del factor de seguridad por el volumen del suero

PM = Punto medio de las fronteras

r_{CC} = Radio de la cámara de calefacción

r_{CE} = Radio de la cámara de ebullición

R_a = Rango de grupo de datos

R_e = Rendimiento del sistema

T_{CC} = Temperatura de la cámara de calefacción

T_{CE} = Temperatura de la cámara de ebullición

T_E = Temperatura del evaporado

T_P = Temperatura del producto

T_R = Temperatura del residuo

T_F = Temperatura del suero de alimentación

T_W = Temperatura del vapor de la cámara de calefacción

t = Tiempo de operación

x = Título de vapor del caldero

V_{max} = Valor máximo de un conjunto de datos

V_{min} = Valor mínimo de un conjunto de datos

V_{CC} = Volumen de la cámara de calefacción

V_{CE} = Volumen de la cámara de ebullición

V_R = Volumen de residuo

V = Volumen de suero

ÍNDICE DE FIGURAS

		Pág.
Figura 1 – 1	Queso Ricota.....	11
Figura 1 – 2	Ricota di Pecora.....	12
Figura 1 – 3	Ricota di Vacca.....	13
Figura 1 – 4	Ricota Placentina.....	13
Figura 1 – 5	Ricota Salata.....	14
Figura 1 – 6	La Ricota Salata.....	14
Figura 1 – 7	Ricota Zieger.....	15
Figura 1 – 8	Ricota Salata al forno.....	15
Figura 1 – 9	Recolección ricota.....	17
Figura 1 – 10	Tamizado ricota.....	18
Figura 1 – 11	Sal.....	20
Figura 1 – 12	Ácido cítrico.....	21
Figura 1 – 13	Marmita de vapor.....	23
Figura 3 – 1	Histograma color del producto (M).....	71
Figura 3 – 2	Histograma olor del producto (M).....	72

Figura 3 – 3	Histograma sabor del producto (M).....	73
Figura 3 – 4	Histograma consistencia del producto (M).....	74
Figura 3 – 5	Histograma color del producto (H).....	75
Figura 3 – 6	Histograma olor del producto (H).....	76
Figura 3 – 7	Histograma sabor del producto (H).....	77
Figura 3 – 8	Histograma consistencia del producto (H).....	78
Figura 3 – 9	Color – porcentajes de aceptación del producto (M).....	78
Figura 3 – 10	Color – porcentajes de aceptación del producto (H).....	79
Figura 3 – 11	Olor - porcentajes de aceptación del producto (M).....	80
Figura 3 – 12	Olor - porcentajes de aceptación del producto (H).....	80
Figura 3 – 13	Sabor – porcentajes de aceptación del producto (M).....	81
Figura 3 – 14	Sabor – porcentajes de aceptación del producto (H).....	82
Figura 3 – 15	Consistencia – porcentajes de aceptación del producto (M).....	83
Figura 3 – 16	Consistencia – porcentajes de aceptación del producto (H).....	83

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1 – 1 Composición lacto suero dulce y ácido.....	4
Tabla 1 – 2 Propiedades nutricionales de lacto suero.....	5
Tabla 1 – 3 Parámetros de calificación.....	41
Tabla 2 – 1 Requisitos físico-químicos del queso ricota.....	46
Tabla 2 – 2 NORMA INEN 004 – Leche y productos lácteos muestreo.....	48
Tabla 2 – 3 NORMA INEN 63 – Quesos y determinación del contenido de humedad.....	49
Tabla 2 – 4 NORMA INEN 64 – Quesos y determinación del contenido graso.....	50
Tabla 2 – 5 NORMA INEN 65 – Quesos ensayo de la fosfatasa.....	51
Tabla 2 – 6 Datos experimentales de simulación en yogurtera (A).....	52
Tabla 2 – 7 Datos experimentales de simulación en yogurtera (B).....	52
Tabla 2 – 8 Datos de las pruebas de validación del sistema.....	52
Tabla 2 – 9 Datos experimentales para las pruebas de validación del sistema.	54
Tabla 2 – 10 Datos obtenidos de las encuestas realizadas (Degustación)....	55
Tabla 2 – 11 Datos necesarios para la obtención del histogramas.....	55

Tabla 2 – 12	Datos adicionales.....	56
Tabla 3 – 1	Resultados de la caracterización del lacto suero.....	67
Tabla 3 – 2	Hola técnica de diseño	67
Tabla 3 – 3	Resultados del dimensionamiento del equipo.....	68
Tabla 3 – 4	Resultados de la pruebas de validación del equipo.....	69
Tabla 3 – 5	Resultados de la pruebas de validación del equipo II.....	69
Tabla 3 – 6	Frecuencias del color del producto (M).....	70
Tabla 3 – 7	Frecuencia del olor del producto (M).....	71
Tabla 3 – 8	Frecuencia del sabor del producto (M).....	72
Tabla 3 – 9	Frecuencia de la consistencia del producto (M).....	73
Tabla 3 – 10	Frecuencia del color del producto (H).....	74
Tabla 3 – 11	Frecuencia del olor del producto (H).....	75
Tabla 3 – 12	Frecuencia del sabor del producto (H).....	76
Tabla 3 – 13	Frecuencia de la consistencia del producto (H).....	77
Tabla 3 – 14	Porcentajes de aceptación del producto (color).....	79
Tabla 3 – 15	Porcentajes de aceptación del producto (olor).....	81
Tabla 3 – 16	Porcentajes de aceptación del producto (sabor).....	82

Tabla 3 – 17	Porcentajes de aceptación del producto (consistencia).....	84
Tabla 3 – 18	Resultados del examen físico-químico del queso ricota.....	84
Tabla 3 – 19	Costo del sistema.....	85
Tabla 3 – 20	Costo de las pruebas de laboratorio.....	85
Tabla 3 – 21	Costo total.....	86

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexos I	Informe del Resultado del Análisis Físico – Químico del Lacto Suero
Anexos II	Informe del Resultado del Análisis Microbiológico del Lacto Suero
Anexos III	Diseño del Tanque Interno de la Marmita
Anexos IV	Diseño del Tanque Externo de la Marmita
Anexos V	Diseño de las patas del Sistema
Anexos VI	Diseño de la Marmita
Anexos VII	Tamiz del Sistema
Anexos VIII	Propiedades del Agua Saturada-Tabla de temperaturas
Anexos IX	Marmita
Anexos X	Panel de Control
Anexos XI	Sistema para la Producción de Queso Ricota a partir de Lacto suero
Anexos XII	Informe del Resultado del Análisis Físico-Químico del Queso Ricota
Anexos XIII	Informe del Resultado del Análisis Microbiológico del Queso Ricota

CAPÍTULO I

1. MARCO TEÓRICO.

1.1. LACTO SUERO

1.1.1. GENERALIDADES

El lacto suero de quesería es un subproducto líquido obtenido después de la precipitación de la caseína durante la elaboración del queso. El lacto suero es de color amarillo verdoso y tiene un sabor ligeramente ácido. Contiene principalmente lactosa, proteínas de importante valor nutritivo, minerales, vitaminas y grasa. La composición y tipo de lacto suero varía considerablemente dependiendo del tipo de leche, tipo de queso elaborado y el proceso de tecnología empleado.

Por mucho tiempo se ha considerado al lacto suero como uno de los materiales más contaminantes que existen en la industria alimenticia. Cada 1000 litros de lacto suero generan cerca de 35 kg de demanda biológica de oxígeno (DBO) y cerca de 68 kg de demanda química de oxígeno (DQO).

Las proteínas y la lactosa se transforman en contaminantes cuando el líquido es arrojado al medioambiente sin ningún tipo de tratamiento, porque la carga de materia orgánica que contiene permite la reproducción de microorganismos.

Los mismos 1000 litros de lacto suero a los que nos referimos anteriormente contienen más de 9 kg de proteína de alto valor biológico, 50 kg de lactosa y 3 kg de grasa de leche. Todo esto equivale a los requerimientos diarios de proteína de cerca de 130 personas y a los requerimientos diarios de energía de más de 100 personas.

No todos los lacto sueros son iguales una de sus principales diferencias es su composición que depende no solamente de la leche para quesería y del contenido de humedad del queso sino, de manera muy significativa, del pH al que el lacto suero se separa de la cuajada.

1.1.2. HISTORIA

Históricamente fue utilizado por médicos de gran renombre como Hipócrates, Galeno, Avicena que recomendaban tomar regularmente el suero de leche por sus efectos depurativos y desintoxicantes del organismo. Incluso en el Siglo XVIII, se abrieron

sanatorios especializados en las Curas de Suero de leche. El lacto suero ha sido y es consumido por la población del Cáucaso de forma habitual como alimento natural y saludable.

El lacto suero se usaba anteriormente como ingrediente para enriquecer productos de la industria alimenticia o incluso se tiraba. Pero era solo suero de leche deshidratado, con una proporción de proteína de entre el 20 y 30%, porcentaje demasiado bajo para ser considerado por los estándares de hoy día como una proteína de calidad para una dieta baja en grasa y azúcares.

A finales de la década de los 80 cuando el suero de leche se comenzó a estudiar por expertos en nutrición clínica en Europa, se observó que el balance de aminoácidos que lo conformaban era superior incluso a los encontrados en el proteína del huevo (ovoalbúmina), el huevo es el estándar para medir la calidad de las proteínas por su alto valor biológico. Con el paso del tiempo se comenzaron a diseñar métodos para obtener sueros con una mínima cantidad de lactosa y sin grasa hasta obtener un producto que consistiera en 80% de proteína, sin embargo, antes de adentrarnos más en los distintos tipos de suero de leche, debemos conocer más las proteínas que el mismo posee.

1.1.3. OBTENCIÓN

El suero de leche se obtiene en el proceso de elaboración del queso cuando a la leche líquida, previamente pasteurizada, se le añade el cuajo. Fermento natural contenido en el estómago de los rumiantes que posee una enzima que hace coagular la leche. Se trata de un proceso que se realiza en tanques especiales a unos 30°C de temperatura y cuyo resultado es una masa semisólida rica en caseína y grasa que, tras su maduración y secado, se convertirá en queso. Pues bien, cuando esa masa semisólida se retira de las cubas, lo que queda en ellas es el suero de leche: un líquido de color amarillo verdoso y de sabor ácido pero agradable. Se trata, por tanto, de la parte que no se coagula por la adición del cuajo y pertenece en estado líquido.

Si el suero va a ser almacenado antes de su procesamiento, es enfriado debajo de los 10°C. El suero está así libre de partículas pero contiene remanentes de grasa en forma globular, para remover la grasa, el suero es calentado alrededor de 50 -55 °C para derretir toda la grasa que puede ser separada por centrifuga, dejando solamente alrededor de 0.05% de grasa en el suero. La temperatura de almacenamiento del

suero debe ser menor de 10°C si éste se pretende usar después de unas horas, pero si se quiere almacenar por más tiempo su temperatura será de 4°C.

1.1.4. TIPOS

1.1.4.1. LACTO SUERO DULCE

Procedente de fabricaciones de coagulación enzimática por uso de enzima coagulante. La precipitación de las proteínas se produce por hidrólisis específica de la caseína. Por lo tanto el pH es próximo al de la leche inicial (6.5 – 6.7) y no hay variación de la composición mineral. El suero dulce es el más empleado en la industria y tiene una composición química más estable, lo que permite estimar los valores medios de composición.

1.1.4.2. LACTO SUERO ÁCIDO

Obtenida de una coagulación ácida o láctica de la caseína, presentando un pH próximo a 4,5. Se puede alcanzar el punto isoelectrico de la caseína con anulación de las cargas eléctricas que las mantienen separadas por las fuerzas de repulsión que generan, impidiendo la floculación.

Conlleva una total desmineralización de la micela y la destrucción de la estructura micelar. Es un suero muy mineralizado pues contiene más del 80% de los minerales de la leche de partida. En éste el ácido láctico secuestra el calcio del complejo de paracaseinato cálcico, produciendo lactato cálcico.

TABLA 1 – 1

Composición de lacto suero dulce y ácido

Componente	Lactosuero dulce (g/L)	Lactosuero ácido (g/L)
Sólidos totales	63,0- 70,0	63,0- 70,0
Lactosa	46,0- 52,0	44,0- 46,0
Proteína	6,0- 10,0	6,0- 8,0
Calcio	0,4- 0,6	1,2- 1,6
Fosfatos	1,0- 3,0	2,0- 4,5
Lactato	2,0	6,4
Cloruros	1,1	1,1

FUENTE: <http://www.scielo.org.co/scielo.php>

1.1.5. PROPIEDADES NUTRICIONALES

El lacto suero posee una de las dos principales proteínas que se encuentra en la leche de vaca, la otra proteína que conforma el total de la leche es la caseína, aproximadamente el 20 % de la proteína de la leche se encuentra en el suero. Este subproducto que generalmente era desechado contiene un poco más del 25% de las proteínas de la leche, cerca del 8% de la materia grasa y aproximadamente el 95 % de la lactosa (el azúcar de leche), por lo que resulta un inmenso desperdicio de nutrientes no usar el lacto suero como alimento.

La composición de aminoácidos de las proteínas del suero les confiere funcionalidad fisiológica muy especial, las proteínas del lacto suero contienen una muy alta proporción de aminoácidos azufrados, esto contribuye a la gran calidad nutricional de estas proteínas. Esto es fundamental ya que los aminoácidos azufrados parecen aumentar la función inmune del organismo probablemente guía la regulación del tripéptido azufrado glutatión, el cual interactúa con las membranas celulares de los microorganismos provocándoles la muerte.

La composición nutritiva de un lacto suero típico es:

TABLA 1 – 2**Propiedades Nutricionales de lacto suero**

Nutrientes	Contenido (%)
Proteínas:	0.90
• caseínas	0.13
• Proteínas lactocéricas	0.77
Grasas	0.30
Lactosa	5.10
Sales minerales	0.50
Sólidos totales	6.80
Contenido energético	270kcal/litro

FUENTE: <http://www.scielo.org.co/scielo.php>

1.1.6. PROTEÍNAS

Las proteínas bioactivas más importantes del suero son la lacto albúmina y lacto globulina.

Beta- Lacto globulina: es la principal proteína del lacto suero de la mayoría de los mamíferos, pero está completamente ausente en la leche humana; entre las funciones que se le reconocen está la fijación de minerales esta proteína posee regiones con gran cantidad de aminoácidos cargados, lo que permite fijar los minerales y acarrearlos durante su paso a través de la pared intestinal. Además del acarreo de minerales, posee un dominio hidrofóbico, por lo que facilita la absorción de vitaminas liposolubles como el retinol. Además por su alto contenido de ácidos azufrados participa en el sistema inmune activo favoreciendo la acción de glutación.

Alfa-lacto albúmina: esta proteína también tiene aminoácidos cargados, por lo que facilita la absorción del calcio, aunque tiene una gran afinidad por iones como el zinc, manganeso, cadmio, cobre y aluminio, que son esenciales para el organismo. Debido a su alto contenido de aminoácidos ramificados se utiliza para disminuir el daño al tejido muscular provocado por el ejercicio. Algunos estudios sugieren que esta proteína podría tener aplicaciones en la prevención, del cáncer, pues puede inducir a la apoptosis celular, función que se pierde en las células tumorales.

Lacto ferrina: posee características muy especiales, entre las cuales tenemos las antibacterianas y antioxidantes. Esta solubiliza el hierro del suero sanguíneo, disminuyendo la cantidad de este disponible para el desarrollo bacteriano, y por otro lado haciéndolo disponible para su absorción a nivel intestinal. Se ha demostrado

también que puede favorecer la respuesta inmune del organismo promoviendo la proliferación de linfocitos, y que puede promover la diferenciación celular, ayudando a la reparación de tejidos dañados.

1.1.6.1. ACTIVIDAD BIOLÓGICA

Manifiesta que las características fisicoquímicas de las proteínas del suero son muy diferentes a las de las caseínas. Desde el punto de vista digestivo, las proteínas del suero permanecen solubles al pH ácido del estómago, a diferencia de las caseínas que precipitan formando coágulos. Esto provoca que su paso por el estómago sea muy rápido y que lleguen al intestino prácticamente intactas permitiendo que su absorción sea a través de un sector más largo del intestino. Su largo paso por el intestino facilita una gran variedad de funciones, por ejemplo, interacciones con la flora gastrointestinal o con los minerales presentes en el bolo alimenticio mejorando su absorción.

1.1.6.2. VENTAJAS DEL CONSUMO DE LACTO SUERO

Una de las principales ventajas del consumo de suero de leche es que la lactosa, su principal componente, no se disocia por completo en la parte superior del tracto gastrointestinal, sino que mantiene sus cualidades nutricionales hasta llegar al intestino delgado y al colon. Una vez en el intestino, las bacterias de la flora intestinal transforman la lactosa en ácido láctico, de propiedades beneficiosas para el metabolismo. Por ejemplo, estimula el peristaltismo intestinal, proceso que permite la contracción de los músculos intestinales para transportar el alimento y asegurar una correcta eliminación de la materia fecal. Además favorece el crecimiento de la propia flora, lo que implica una mejora del funcionamiento hepático. Por su acción depurativa, activa la función renal y favorece la secreción de líquidos y toxinas, ayuda a prevenir la artrosis, la artritis y el reumatismo, consecuencia de una excesiva retención de líquidos en los tejidos y de la acumulación de toxinas en las articulaciones. Contribuye a curar eczemas, acné y otras enfermedades dermatológicas. Asimismo, al eliminar toxinas del organismo purifica la sangre y permite que fluya mejor.

Actúa igualmente como suave laxante natural por lo que está indicado en los casos de atonía intestinal y estreñimiento. Pero, además, el ácido láctico producido a partir de la lactosa aumenta la solubilidad del calcio, fósforo, potasio y magnesio, lo que facilita la asimilación de estos minerales por el intestino. Todo ello hace que se potencie el sistema inmune y que mejore el estado general.

1.1.7. COSTO DEL LACTO SUERO

El costo del lacto suero es un juicio de valor. Algunas personas piensan que su costo debe ser muy cercano a cero, puesto que la fabricación del queso tradicionalmente absorbe al 100% el costo de la leche y los demás ingredientes. Sin embargo, se ha adoptado el criterio de que el lacto suero tiene valor monetario distinto de cero, tanto por el valor intrínseco de sus componentes, como por la funcionalidad del mismo y sus derivados.

1.1.8. USOS DEL LACTO SUERO

El lacto suero es una excelente materia prima para obtener diferentes productos a nivel tecnológico o como medio de formulación en procesos fermentativos. A pesar del problema de contaminación que se genera, existen una infinidad de productos que se pueden obtener.

Dentro de estos productos están ácidos orgánicos, productos de panadería, bebidas para deportistas, alcoholes, bebidas fermentadas, gomas, empaques biodegradables sustancias inhibitoras de crecimiento, proteína unicelular, concentrados proteicos, además, las proteínas del lacto suero tienen propiedades funcionales que permiten ser muy útiles en el área de los alimentos.

1.1.8.1. CONCENTRADOS

Los concentrados de proteína de lacto suero son elaborados por la ultrafiltración que consiste de una membrana semipermeable, la cual selectivamente permite pasar materiales de bajo peso molecular como agua, iones y lactosa, mientras retiene materiales de peso molecular alto como la proteína.

1.1.8.2. HIDROLIZADOS

Estas preparaciones han sido usadas en varios países como suplementación dietética o necesidades fisiológicas, para personas de la tercera edad, bebés prematuros, atletas que controlan el peso a través de dietas y niños con diarrea. Son muy utilizadas las proteínas hidrolizadas debido a que los aminoácidos proporcionados por los hidrolizados de proteína son rápida y completamente absorbidos a nivel digestivo en comparación con la proteína intacta sin hidrolizar.

1.1.8.3. AISLADOS

Los aislados de proteína de lacto suero tienen como característica importante un 90% de proteína y entre 4-5,5% de agua. Por su alta pureza, los aislados son usados extensivamente en suplementación nutricional, bebidas deportivas y medicinales.

Han sido empleados como proteínas funcionales en formulaciones de alimentos, por sus propiedades de hidratación, gelificación y emulsificación.

1.1.8.4. FÓRMULAS INFANTILES

La elaboración está principalmente basada en leche de bovinos y sus derivados como un sustituto de la leche humana.

Cuando en los años 70 aparecieron fórmulas infantiles basadas en lacto suero simulando la leche humana, la atención giró al desarrollo de estos productos.

Este fue el inicio de las fórmulas infantiles mezclando igual cantidades de leche descremada, lacto suero desmineralizado y otros componentes como vitaminas, minerales, taurina, nucleótidos entre otros.

Varios productos comerciales destinados a alimentos infantiles están basados en la caseína e el lacto suero y la mayoría de ellos tienen importantes cantidades de β -lacto globulina.

1.1.8.5. PRODUCCIÓN DE ETANOL

La producción de una bebida alcohólica por conversión del lacto suero es una alternativa de gran interés para la utilización de este subproducto industrial.

Este proceso fermentativo origina un rendimiento de etanol en un rango de 75- 85% del valor teórico, partiendo que por cada 0,538 kg de etanol se necesita de 1 kg de lactosa metabolizada, esto refleja la importancia en la producción de etanol que tiene el lacto suero.

1.1.8.6. BIOMASA

La biomasa de levadura ha sido producida comercialmente desde 1940. Actualmente la producción de proteína es insuficiente para la alimentación y una alternativa a este problema es desde hace varios años la producción de proteína de levadura a través de procesos de fermentación.

Estos procesos pueden usar fuentes de carbono económicos como lacto suero, en el cual se puede utilizar *Kluyveromyces lacti* un excelente microorganismo para producir biomasa y por lo tanto proteína de levadura.

1.1.8.7. LEVADURA (PANIFICACIÓN)

El lacto suero en polvo es bien conocido como ingrediente en la industria de la panificación por resaltar su sabor y cualidades de calidad. Volumen, textura, corteza y retención de frescura en el pan de trigo, estas características son proporcionadas por la incorporación de una combinación de emulsificantes y lacto suero en polvo.

1.1.8.8. ÁCIDO PROPIÓNICO

El ácido propiónico ha sido muy utilizado en industrias químicas, de alimentos y farmacéuticas, en la industria alimenticia es añadido como un agente fungistático a productos de panadería.

Normalmente, casi todo el ácido propiónico es elaborado por síntesis química, sin embargo se puede obtener a través de fermentación de la lactosa del lacto suero.

1.1.8.9. ÁCIDO ACÉTICO

Durante la fermentación del lacto suero, el etanol puede ser además metabolizado a ácido acético por *Acetobacter*. Este proceso ha sido seguido y comercializado por Alimentos Kraf, resultando en vinagre de lacto suero.

1.1.8.10. ÁCIDO LÁCTICO

El lacto suero ha sido un medio de cultivo para la producción de ácido láctico por vía biotecnológica, la fermentación láctica ha sido típicamente conducida en modo batch utilizando cepas homo fermentativas de *Lactobacilos bulgaricus*, y *Lactobacillus casei* donde fuentes de complejos nutricionales como licor de maíz, malta o extracto de levadura pueden ser suplementados al medio

1.1.8.11. ÁCIDOS ORGÁNICOS

Diferentes ácidos orgánicos pueden ser obtenidos a través de la fermentación de lacto suero, entre estos se tienen, butírico, propiónico y acético los cuales representan una posibilidad para la utilización de lacto suero como sustrato.

1.1.8.12. QUESILLO

El proceso más antiguo para la utilización del lacto suero es el calentamiento para recuperar la proteína del mismo con un concentrado proteico insoluble. La proteína láctea obtenida tiene muy variadas aplicaciones entre las cuales se citan la elaboración de sopas, condimentos para ensaladas, pastas enriquecidas con proteína, helados, productos dietéticos y productos cárnicos.

El aprovechamiento del lacto suero ácido de queso doble crema para la elaboración de quesillo, es una alternativa de aplicación de este subproducto.

1.1.8.13. BEBIDAS FERMENTADAS

El lacto suero desproteinizado o completo puede ser fermentado para producir una gama de bebidas. La principal ventaja ofrecida por el lacto suero como sustrato para la producción es que tienen un gran valor nutritivo, rehidrata y son menos ácidas que los jugos de frutas. La comercialización de estos productos generalmente enfatiza en la salud y beneficios nutricionales, especialmente si ellas aun contienen las proteínas de lacto suero. Una variedad de bebidas de este subproducto están disponibles en algunos países, aunque son más populares en Europa.

1.1.8.14. BEBIDAS REFRESCANTES

El sabor del lacto suero, especialmente el ácido, es más compatible con las bebidas de frutas cítricas. Sin embargo, su utilización como bebida refrescante es obstaculizada por la presencia de proteínas de lacto suero y componentes grasos. Después de la segunda guerra mundial, este problema se solucionó al utilizar lacto suero desproteinizado y sin grasa.

1.1.8.15. OTROS PRODUCTOS

Durante la elaboración de queso casi toda la lactosa de la leche es transferida al lacto suero, es un importante producto de la industria láctea y su demanda global ha crecido apreciablemente en los últimos 10 años a una cantidad aproximadamente de 500000 toneladas por año.

Debido al bajo valor comercial de la lactosa e intolerancia presentada por algunas personas, nuevos aprovechamientos han sido propuestos para la derivación de lactosa y nuevos usos para estos derivados, dentro de estos están galletas, bizcochos, chocolate, azúcar para confites, sopas, salsas y alimentos para bebés, por su poder endulzante.

1.2. QUESO RICOTA

1.2.1. DEFINICIÓN

El ricota es un queso granuloso, blando, blanco de sabor ligeramente ácido que contiene aproximadamente 30% de grasa y 18% de proteína, pero ahora que se ha convertido en un producto de primera calidad, algunas veces se le añade leche entera para aumentar su contenido de grasa. Como cualquier alimento fresco, el Ricota se

debe consumir pronto después de ser producido. La variedad salada se conserva hasta dos meses.

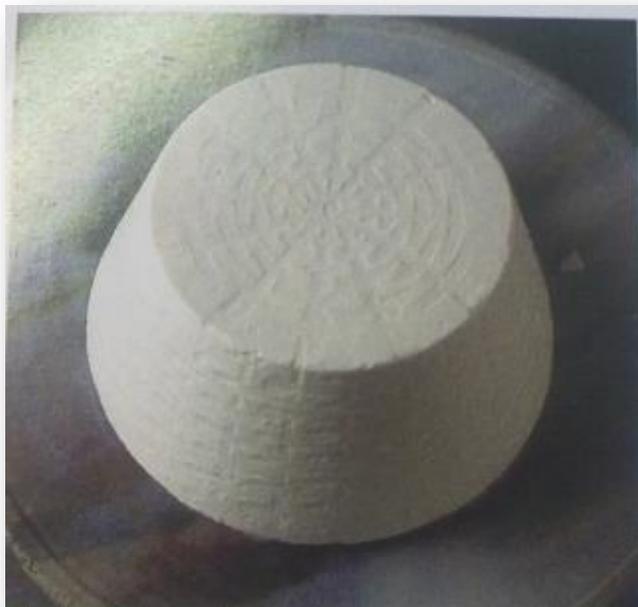


Fig. 1 – 1.- Queso Ricota

Fuente: NANTET B; Quesos del Mundo. Editorial Noriega 1994. Pág. 207

1.2.2. ORIGEN

La Historia de la Ricota, tiene sus orígenes en Italia desde la civilización Greco-Romana, pero su difusión se debe a San Francisco de Asís, el cual, enseñó a los pastores italianos el arte de producirla.

Italia produce un gran número de quesos blancos blandos, que incluyen al Ricota.

El ricota cuando menos data de los tiempos clásicos; no es en realidad un queso en el estricto sentido del término pero se ha ganado su nombre como si lo fuera. Se elabora con la materia coagulada del suero de la leche de vaca o de oveja, la cual se cuece de nuevo ya que Ricota significa cocido de nuevo.¹

El ricota Val d'Aoste y el ricota Piamonte se hacen con el suero sobrante de la producción del queso denominado Fontina y Provolone.

¹ **TEUBNER C.**, El Gran Libro del Queso., Madrid – España., Editorial Everest S.A., 2009.

El ricota más popular en el centro y sur de Italia es el que se lo conoce como Ricota Romana, elaborado con leche de oveja. Al noreste de Italia, en la región de Friuli, se acostumbra ahumar al Ricota. Este método de conservación también se practica en las montañas de Europa Central. Las recetas para el Apulian Ricotta, queso condimentado y sazonado con hierbas y el Calabrian Ricota, para el cual se usa la savia de la higuera como cuajo vegetal, son tan antiguas como la civilización en estas regiones.

1.2.3. TIPOS O VARIEDADES

En Italia generalmente se los clasifica según las regiones donde se los produce; entre los tipos de Ricota mas conocidos tenemos:

1.2.3.1. LA RICOTA DI PECORA

Se obtiene del suero que se destila en la producción del queso de oveja. La Ricota tiene una pasta de color blanquecino, fina y blanda.²



Fig.1 – 2.- Ricota di pecora

Fuente: NANTET B; Quesos del Mundo. Editorial Noriega 1994. Pág. 208

1.2.3.2. LA RICOTA DI VACCA

Es un queso de proteína de suero, queso de vaca y moldeado en una cesta. Este tipo es muy conocido en las provincias del norte de Italia.

² NANTET B; Quesos del Mundo. Editorial Noriega 1994.



Fig.1 – 3.- Ricota di vacca

Fuente: NANTET B; Quesos del Mundo. Editorial Noriega 1994. Pág. 208

1.2.3.3. LA RICOTA PLACENTINA

Procede de la llanura del Po. Se vende en la misma tela en se dejo escurrir. Tiene una textura cremosa y un poco quebadiza.³



Fig.1 – 4.- Ricota placentina

Fuente: NANTET B; Quesos del Mundo. Editorial Noriega 1994. Pág. 208

³ NANTET B; Quesos del Mundo. Editorial Noriega 1994.

1.2.3.4. LA RICOTA SALATA

Ricota salata o ricota salado, obtenida del suero de queso de oveja.



Fig.1 – 5.- Ricota salata

Fuente: NANTET B; Quesos del Mundo. Editorial Noriega 1994. Pág. 208

1.2.3.5. LA RICOTA SALATA

Es elaborada con suero de queso de vaca, su pasta es compacta y tierna. Al fondo de la foto se observa el Ricota salata affumicata, ahumada con corteza marrón.⁴



Fig. 1– 6.- La Ricota salata

Fuente: NANTET B; Quesos del Mundo. Editorial Noriega 1994. Pág. 208

⁴ NANTET B; Quesos del Mundo. Editorial Noriega 1994.

1.2.3.6. EL ZIEGER

Queso suizo de leche de cabra tiene una pasta fina suavemente aromática. Se obtiene al separar la proteína de la leche muy caliente mediante ácido.⁵



Fig.1 – 7.- Ricota zieger

Fuente: NANTET B; Quesos del Mundo. Editorial Noriega 1994. Pág. 208

1.2.3.7. LA RICOTA SALATA AL FORNO

Es una Ricota salada que adquiere un sabor especial al gratinarla en el horno.



Fig.1 – 8.- Ricota salata al forno

Fuente: NANTET B; Quesos del Mundo. Editorial Noriega 1994. Pág. 208

⁵ NANTET B; Quesos del Mundo. Editorial Noriega 1994.

1.2.4. PROCESO TRADICIONAL DE ELABORACIÓN QUESO RICOTA

Cuando se realiza la elaboración de queso queda como excedente un líquido amarillo denominado suero de quesería, que tiene aún gran cantidad de nutrientes (proteínas solubles, un poco de materia grasa, lactosa, minerales, vitaminas).

Para aprovechar la leche de un modo más completo, a partir de ese suero de quesería se puede elaborar ricota. Es importante tener en cuenta que debe elaborarse inmediatamente después de moldeados los quesos. Si se demora en comenzar la elaboración, la acidez del suero impedirá que se obtengan buenos resultados.

- 1) Inmediatamente después de la elaboración de los quesos, verter el suero de quesería en el sistema adecuado.
- 2) Calentar el suero hasta una temperatura de 78°C aproximadamente y a medida que se calienta añadir la sal.
- 3) Añadir el ingrediente ácido hasta que se observe que comienzan a aparecer pequeños óculos (grumitos).
 - **Ácido Cítrico:** Medio vaso de agua fría se agrega una cucharadita de Ácido Cítrico y se mueve hasta disolver. Por cada 10 litro de suero se le agregan 5g de Ácido Cítrico.
 - **Vinagre y Limón:** Por cada 10 litros de suero se le agrega una cucharada de vinagre. Por cada 10 litros de suero se le agrega 1 limón.
- 4) Parar el movimiento del suero y dejar en reposo por media hora para que se produzca el afloramiento de los gránulos.
- 5) Se observará la formación de gránulos más grandes, que flotan en la superficie del suero. A esto se denomina ricota.
- 6) Recolectar la ricota.
- 7) Juntar todos los granos de ricota que se encuentran en la superficie del suero. Se verá que el suero ha quedado mucho más claro debido a que se elaboró la ricota con la proteína y materia grasa que contenía.
- 8) Al recolectar se puede poner en una fuente o bandeja. De este modo se obtendrá una ricota más húmeda (con mayor contenido de agua) que podrá usarse para untar. En este caso deberá conservarse en la heladera y consumirse dentro de las 24 h.
- 9) También se puede recolectar la ricota en un molde para queso y prensar suavemente. La ricota obtenida será más sólida (con menor cantidad de agua),

colocarla en la heladera permitirá conservarla y consumir dentro de los 3 días de elaborada.

1.2.4.1. PROCESO INDUSTRIAL

La elaboración del queso ricota industrialmente se divide en las siguientes fases:

- **Transferencia del suero graso** proveniente de un depósito de almacenamiento en el primer floculador; en esta fase podemos prever la neutralización y estabilización del suero.
- **Calentamiento del suero** mediante inyección de vapor; en esta fase, una vez alcanzadas las temperaturas tecnológicas deseadas, podrá inyectarse el suero leche.
- **Afloramiento del requesón** previa inyección de una solución acidificante.
- **Llenado del segundo floculador** con suero ya precalentado; recuperación de calor mediante el intercambiador de placas.
- **Transferencia por gravedad** del requesón en el carro de drenaje o escurrimiento.
- **Transferencia del queso ricota** a la envasadora.



Fig.1 – 9.- Recoleccion de Ricotta

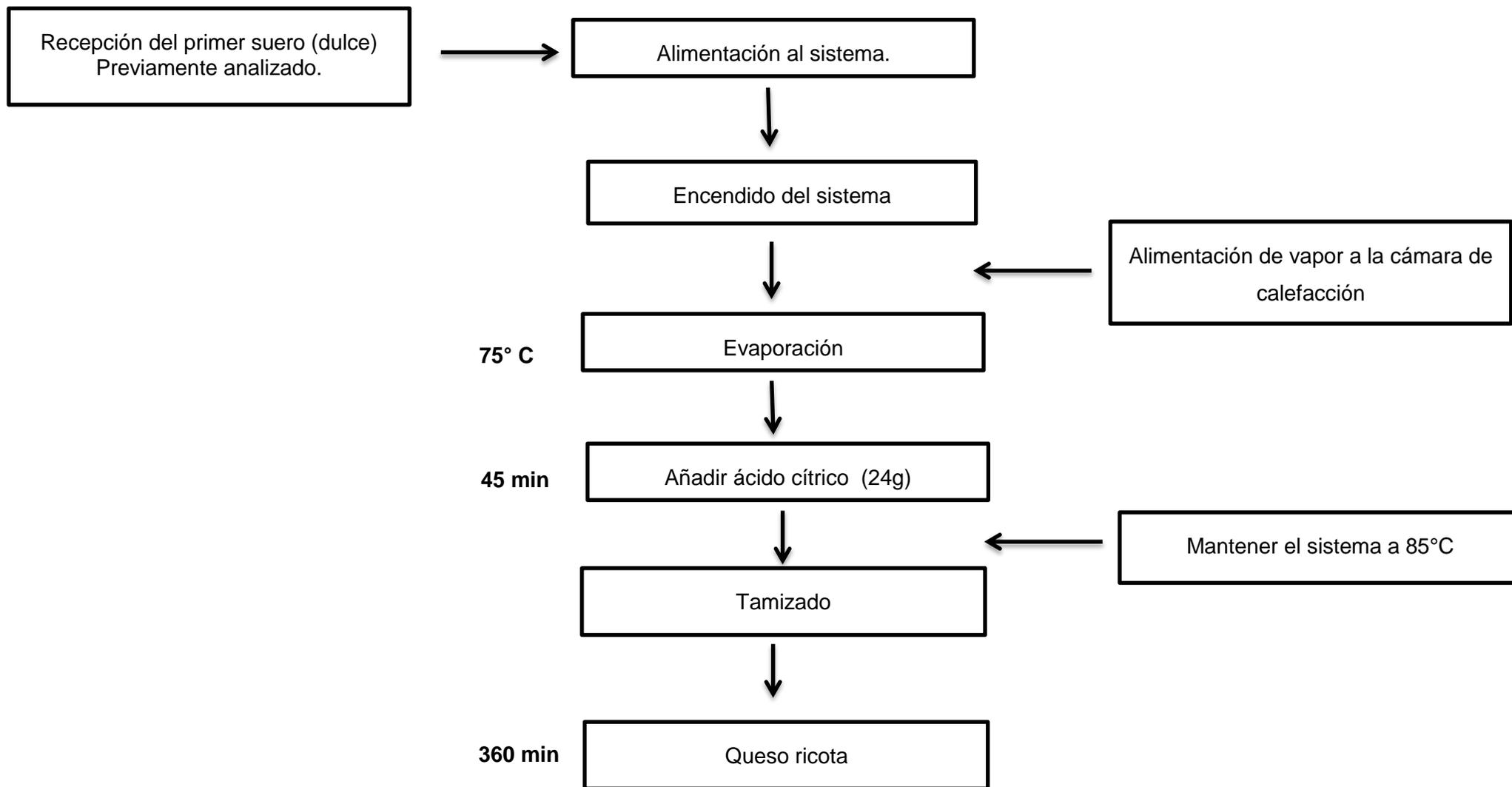
Fuente: <http://milkinnovation.it/es/impianto.php>



Fig.1 – 10.- Tamizado de Ricotta

Fuente: <http://milkinnovation.it/es/impianto.php>

1.2.4.2. ESQUEMA DE ELABORACIÓN



1.2.4.3. ADITIVOS

Se entiende por aditivo alimentario cualquier sustancia que no se consume normalmente como alimento, ni tampoco se usa como ingrediente básico en alimentos, tenga o no valor nutritivo, y cuya adición intencionada al alimento con fines tecnológicos (incluidos los organolépticos) en sus fases de fabricación, elaboración, preparación, tratamiento, envasado, empaquetado, transporte o almacenamiento. Esta definición no incluye “contaminantes” o sustancias añadidas al alimento para mantener o mejorar las cualidades nutricionales.

Pueden ser añadidas intencionadamente a los alimentos y bebidas con el fin de modificar sus caracteres, sus técnicas de elaboración o conservación o para mejorar su adaptación al uso al que son destinados.

Los aditivos alimentarios se diferencian de otros componentes de los alimentos en que se añaden voluntariamente. Uno de los aditivos más utilizados es la sal.

- **SAL**

La sal se adiciona con el objetivo principal de darle sabor al queso, aunque además sirve para alargar la vida útil de los mismos al frenar el crecimiento microbiano.



Fig.1 – 11.- Sal

Fuente: <http://nautilus-salazon.blogspot.com/2013/03/funciones-de-la-sal.html>

- **ACIDO CÍTRICO**

El ácido cítrico es uno de los aditivos más utilizados por la industria alimentaria.

Es un buen conservante y antioxidante natural que se añade industrialmente en el envasado de muchos alimentos como las conservas vegetales enlatadas. Sus funciones son como agente secuestrante, agente dispersante y acidificante.



Fig.1– 12.- Ácido cítrico

Fuente: <http://www.granvelada.com/es/639-comprar-acido-citrico.html>

1.3. SISTEMA

1.3.1. EVAPORADOR

Es considerado como uno de los equipos industriales más importantes ya que al trabajar con transferencia de calor concentra soluciones diluidas. La transferencia de calor se da desde la cámara de calefacción hacia la cámara de ebullición mediante el mecanismo de conducción. Los evaporadores industriales producen condensación en la cámara de calefacción y el fenómeno de la evaporación en la cámara de ebullición.

1.3.2. MARMITA

La creación de esta olla a presión se le adjudica al francés Denis Papín quien tuvo la oportunidad de ser el asistente de grandes inventores europeos durante el siglo XVII e inicios del XVIII del aprendiendo las propiedades del vapor.

Una marmita es una olla de metal cubierta con una tapa que queda totalmente ajustada se utiliza generalmente a nivel industrial para procesar alimentos nutritivos tales como: mermelada, jalea, chocolate, dulces, salsas carne, bocadillo etc. y además sirve en las industrias farmacéutica.

1.3.2.1. MARMITA DE VAPOR

Esta marmita utiliza un sistema de calentamiento muy común en la industria alimentaria, en especial para el procesamiento de frutas y hortalizas. Consiste básicamente en una cámara de calentamiento conocida como camisa o chaqueta de vapor, que rodea el recipiente donde se coloca el material que se desea calentar. El calentamiento se realiza haciendo circular el vapor a cierta presión por la cámara de calefacción, en cuyo caso el vapor es suministrado por la caldera.

Usualmente la marmita tiene forma semiesférica y puede estar provista de agitador mecánico y un sistema de volteo para facilitar la salida del producto. Se pueden encontrar dos tipos de marmitas según sea abierta o cerrada. En la abierta el producto es calentado a presión atmosférica, mientras que en la cerrada se emplea vacío. El uso de vacío facilita la extracción de aire del producto por procesar y permite hervirlo a temperaturas menores que las requeridas a presión atmosférica, lo que evita o reduce la degradación de aquellos componentes del alimento que son sensibles al calor, favoreciendo la conservación de las características organolépticas y el valor nutritivo de la materia prima, con lo que se obtienen productos de mejor calidad.



Fig.1 – 13.- Marmita de Vapor

Fuente: http://termocald.com/marmitas-fijas-gas-vapor-volcables-gas-y-vapor_TERMOCALD.html

1.3.2. TAMIZ

Un tamiz es una malla metálica constituida por barras tejidas y que dejan un espacio entre sí por donde se hace pasar el alimento previamente triturado. Las aberturas que deja el tejido y, que en conjunto constituyen la superficie de tamizado, pueden ser de forma distinta, según la clase de tejido. Es importante que los cuadrados tengan todos la misma dimensión a estos orificios se los conoce como luz de malla.

Si se parte del concepto de tamiz como filtro, podemos describir una amplísima cantidad de utilidades para este elemento. Por inicio, partimos de los tamices llamados analíticos, son especiales para las demandas de la granulometría, o sea, de la aplicación de tamices a mediciones milimétricas de tipo industrial. Existe una gran variedad de tamices para distintas finalidades. En la mayoría de los tamices las partículas pasan a través de las aberturas por gravedad, pero en algunos casos las partículas son forzadas a través del tamiz por medio de un cepillo o mediante fuerza centrífuga. Existen partículas que pasan fácilmente a través de aberturas grandes en una superficie estacionaria, pero otras precisan de alguna forma de agitación, tal como sacudidas, giro o vibración mecánica o eléctrica.

Los tamices industriales se construyen con tela metálica, telas de seda o plástico, barras metálicas, placas metálicas perforadas, o alambres de sección transversal triangular. Se utilizan diferentes metales, siendo el acero al carbono y el acero inoxidable los más frecuentes. Los tamaños de los tamices normalizados están comprendidos entre 4 pulgadas y 400 mallas, y se dispone de tamices comerciales de tela metálica con aberturas tan pequeñas como 1 μm . Los tamices más finos, aproximadamente de 150 mallas, no se utilizan habitualmente debido a que con partículas muy finas generalmente resultan más económicos otros métodos de separación.

En la industria láctea a pequeña escala sea preferido utilizar telas de diferentes grosores para realizar el proceso de tamizado ya que esto a través del tiempo ha brindado mayor rendimiento en la obtención de diferentes productos lácteos que pasan por esta operación unitaria; en este caso en particular la producción de queso ricota.

1.4. OPERACIONES

1.4.1. EVAPORACIÓN

La evaporación es un proceso industrial que tiene por objeto concentrar una solución “evaporando” parte del líquido en recipientes calentados frecuentemente con vapor de agua; este proceso se da mediante una secuencia de transformaciones físicas con transporte de energía y de masa simultáneamente para la obtención del producto final con las características requeridas por el mismo.

A diferencia de la ebullición la evaporación se puede producir a cualquier temperatura, siendo más rápida cuanto más elevada aquella. No es necesario que toda la masa alcance el punto de ebullición.

La eliminación del agua de los productos alimenticios para mejorar su sabor o su estabilidad por almacenamiento se ha practicado desde tiempos antiguos y usualmente se acompaña de requerimientos muy altos de energía.

En la evaporación se elimina el vapor formado por ebullición de una solución líquida de la que se obtiene una solución más concentrada. En la gran mayoría de los casos, evaporación se refiere a la eliminación de agua en una solución acuosa.

Entre los ejemplos típicos de procesos de evaporación específicamente en la industria láctea tenemos la obtención de leche y diversos tipos de quesos, en estos casos la

solución concentrada es el producto deseado y el suero lácteo en diferentes concentraciones suele desecharse.

Aunado a esto la evaporación es considerada como un método de preservación de alimentos debido a que reduce el contenido de agua de los mismos.

Debemos tener en cuenta que los productos a evaporar se comportan de diferentes formas de acuerdo a sus características físico-químicas, las cuales pueden definir un comportamiento de termo sensibilidad, producir reacciones de precipitación, aglomeración o polimerización, y un tratamiento inadecuado puede producir un deterioro parcial o total de distintos componentes químicos involucrados en el líquido y de esta forma modificar irremediablemente las propiedades del mismo. Por esta razón se deben realizar ensayos previos y poder así determinar el equipo adecuado para cada una de las necesidades. Estos ensayos son realizados por ingenieros calificados en cada empresa, los cuales permiten determinar variables termodinámicas, coeficientes térmicos, comportamientos en ebullición, grados de ensuciamiento, concentraciones límites y todo lo necesario para asegurar la vida útil del evaporador

1.4.1.1. APLICACIONES DE LA EVAPORACIÓN

Una de sus numerosas aplicaciones es la de transformar agua de mar en agua potable, se usa también en el secado espray que consiste en pulverizar una sustancia (usualmente líquida o semilíquida) en un recinto metálico que atraviesa durante un instante muy corto y por el que circula gas caliente a alta temperatura. Esto evita la degradación (porque el secado es casi instantáneo) y permite la evaporación de agua o líquidos.

Entre otros ejemplos típicos de procesos de evaporación están la concentración de soluciones acuosas de azúcar, cloruro de sodio, hidróxido de sodio, glicerina, gomas, leche y jugo de naranja. Algunas aplicaciones de evaporación alimenticia, láctea y de bebidas.

PRODUCTOS LÁCTEOS

- Leche entera y descremada,
- Leche condensada,
- Crema,
- Mantequilla de leche (Suero),

- Permeado de leche,
- Proteínas de leche,
- Productos mezclados de leche,
- Suero dulce y suero amargo.
- Permeado de suero,
- Proteína de suero,
- Soluciones de lactosa

JUGOS DE ALTA PROTEÍNA

- Suero de soya
- Extracto de levadura,
- Levadura del forraje.

JUGOS DE FRUTAS

- Jugo de naranja y otros cítricos,
- Jugo de manzana y néctares de otros frutos,
- Jugos mezclados,
- Jugos de frutas tropicales,
- Leche de coco

EXTRACTOS

- Extracto de hueso y carne,
- Extracto de café y Té,
- Extracto del salto
- Extracto de malta
- Extracto de levadura
- Pectina

HIDROLIZADOS

- Hidrolizado de suero,
- Hidrolizado de leche,
- Condimentos de sopa,

- Proteína hidrolizada

OTRAS APLICACIONES

- Alimentos para bebés,
- Clara de Huevo,
- Licores de fermentación.

JUGOS VEGETALES

- Jugo de Tomate,
- Jugo de zanahoria,
- Jugo de hierba,
- Jugo de remolacha.

CARBOHIDRATOS

- Azúcar (De caña y remolacha)
- Almidón (amylum) (del arroz, trigo, maíz, patatas y mandioca, avena, sagú, zahína, patata dulce, ñames, etc.)
- Edulcorantes derivados del almidón (jarabe de maíz, fructosa, malto dextrina, dextrosa (glucosa), sorbitol, etc.)

1.4.1. TAMIZADO

El tamizado es un método de separación de partículas basado exclusivamente en el tamaño de las mismas. En el tamizado industrial los sólidos se sitúan sobre la superficie del tamiz. Los de menor tamaño, o finos, pasan a través del tamiz, mientras que los de mayor tamaño, o colas, no pasan. Un solo tamiz puede realizar una separación en dos fracciones. Dichas fracciones se dice que no están dimensionadas, ya que si bien se conocen los límites superior o inferior de los tamaños de partícula de cada una de las fracciones, no se conocen los demás límites de tamaños. El material que se hace pasar a través de una serie de tamices de diferentes tamaños se separa en fracciones clasificadas por tamaños, es decir, fracciones en las que se conocen los tamaños máximo y mínimo de las partículas. Ocasionalmente el tamizado se realiza en húmedo, si bien, lo más frecuente es operar en seco.

La separación en el intervalo de tamaños entre 4 y 48 mallas recibe el nombre de «tamizado fino» y para tamaños inferiores a 48 mallas el tamizado se considera «ultrafino»

1.4.1.1. APLICACIONES DEL TAMIZADO

El tamizado en la industria alimenticia se utiliza en diferentes ámbitos como: para la recuperación de arroz de las cascarillas, granos de café de las cascarillas, y té de las bolsitas.

Se utiliza en la industria láctea para la separación de leche, separadores de cuajada/suero y el tamizado de lactosa.

En la panadería para ayudar a cumplir con una legislación estricta, gestionar el paso de materia prima a producto no contaminado, eliminar contaminación y realizar tamizados de seguridad de ingredientes y materias primas.

En la confitería para reutilizar aceites para cocinar, clasificar frutos secos, uvas pasas y rellenos, tamizar especias y potenciadores de sabor y filtrar azúcar, siropes y chocolate.

En la industria cervecera para la separación de licores, sidra, bebidas fermentadas y otras bebidas.

En la industria del chocolate para el filtrado de chocolate virgen y reciclado, tamizado o clasificación de chocolate, tamizado de masa de cacao y mucho más.

En la industria conservera de pescado, industria azucarera, Industria vinícola, industria conserva de vegetales, entre otras.

1.5. SENSORES

Un sensor es un dispositivo capaz de detectar magnitudes físicas o químicas, llamadas variables de instrumentación y transformarlas en variables eléctricas. Las variables de instrumentación puede ser por ejemplo: temperatura, intensidad lumínica, distancia, aceleración, inclinación, desplazamiento, presión, fuerza, torsión, humedad, pH, etc.

1.5.1. SENSORES DE TEMPERATURA

Cada proceso en la industria debe ser controlado de alguna manera, y esta necesidad muchas veces también incluye la medición de la temperatura. Se dispone de una gran variedad de sensores de temperatura para realizar las mediciones correspondientes. Los sensores de temperatura son dispositivos que transforman los cambios de temperatura a señales eléctricas que son procesados por un equipo eléctrico o electrónico.

La temperatura es una medida del promedio de energía cinética de las partículas en una unidad de masa, expresada en unidades de grados en una escala estándar. Puede medir temperatura de diferentes maneras que varían de acuerdo al costo del equipo y la precisión. Los tipos de sensores más comunes son los termopares, RTDs y termistores.

El sensor de temperatura, típicamente suele estar formado por el elemento sensor y la vaina que lo envuelve rellena de un material muy conductor de temperatura y del cable al que se conectarán el equipo electrónico.

1.5.1.1. TIPOS DE SENSORES DE TEMPERATURA

- **Termistor**

El termistor está basado en que el comportamiento de la resistencia de los semiconductores es variable en función de la temperatura. Existen los termistores tipo NTC y los termistores tipo PTC. En los primeros, al aumentar la temperatura, disminuye la resistencia. En los PTC, al aumentar la temperatura, aumenta la resistencia.

El principal problema de los termistores es que no son lineales según la temperatura por lo que es necesario aplicar fórmulas complejas para determinar la temperatura según la corriente que circula y son complicados de calibrar.

- **RTD (Resistance Temperature Detector)**

Un RTD es un sensor de temperatura basado en la variación de la resistencia de un conductor con la temperatura. Los metales empleados normalmente como RTD son platino, cobre, níquel y molibdeno. De entre los anteriores, los sensores de platino son los más comunes por tener mejor linealidad, más rapidez y mayor margen de temperatura

- **Termopar**

El termopar, también llamado termocupla son los sensores de temperatura eléctricos más utilizados en la industria. Una termocupla se hace con dos alambres de distinto material unidos en un extremo, al aplicar temperatura en la unión de los metales se genera un voltaje muy pequeño, del orden de los milivolts el cual aumenta con la temperatura. Un material termoeléctrico permite transformar directamente el calor en electricidad, o bien generar frío cuando se le aplica una corriente eléctrica. El termopar genera una tensión que está en función de la temperatura que se está aplicando al sensor.

Midiendo con un voltímetro la tensión generada, conoceremos la temperatura. Los termopares tienen un amplio rango de medida, son económicos y están muy extendidos en la industria. El principal inconveniente estriba en su precisión, que es pequeña en comparación con sensores de temperatura RTD o termistores.

1.5.2. SENSOR DE NIVEL

Es un dispositivo electrónico que mide la altura del material, se utilizan para conocer el estado de llenado de depósitos de líquidos o sólidos en forma de polvo o granulados. La medición de nivel puede ser dividida en dos categorías:

- Medida Discreta
- Medida Continua

Los sensores de nivel puntuales son usados para marcar una sola altura discreta o una condición de nivel prefijada. Generalmente estos sensores son usados como alarmas en alto para indicar una situación de sobrellenado o como marcador de una condición de bajo nivel, además de tomar una u otra acción con respecto al llenado o evacuación del fluido contenido.

Con los sensores continuos de nivel se puede determinar la magnitud exacta y son generalmente utilizados en procesos que requieren esta característica. En la industria hay procesos que requieren poca precisión al momento de conocer el nivel del líquido a medir y solo interesa detectar cuando existe algún problema; por ejemplo, el daño de la bomba de llenado o la obstrucción de los conductos de salida, lo cual impediría un normal desarrollo del proceso

1.5.2.1. TIPOS DE SENSORES DE NIVEL

- **Sensores todo-nada:**

Para líquidos conductores es frecuente emplear flotadores con un contacto entre dos electrodos sumergidos. Para sólidos o líquidos no conductores suelen emplearse métodos fotoeléctricos o detectores de proximidad capacitivos.

- **Sensores por presión**

La diferencia de presiones entre el fondo y la superficie es directamente proporcional al nivel y al peso específico del líquido.

- **Sensores ultrasónicos**

Se basan en la medición del tiempo total de ida y vuelta de un impulso de presión (ultrasonido) que es reflejado por la superficie del material y recogido por un receptor colocado al lado del emisor. Este tiempo es proporcional a la distancia y a la densidad del medio

Cuando se va a trabajar con productos líquidos, lo que se usan son sensores de nivel de agua, los cuales son muy precisos. Estos sensores trabajan según el volumen y el peso.

1.6. DISEÑO

El diseño de ingeniería puede definirse como el proceso de aplicar diversas técnicas y principios con el objeto de definir el equipo, un proceso o un sistema con suficiente detalle para permitir su realización. Es importante destacar el hecho de que es un proceso que debe ir encaminado a cubrir cierta necesidad.

A pesar de esto, se cree que el diseño es un medio efectivo para proporcionar resultados organizados y útiles. El diseño, por lo tanto, es un ejercicio de creatividad e innovación aplicadas; en el que se integra numerosas disciplinas. Además, el proceso de diseño y sus posibles implicaciones no se acaban en la fabricación y el montaje sino que se extienden a lo largo del ciclo de vida del producto.

1.6.1. INFORMACIÓN REQUERIDA

1.5.1.2. PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS DE LAS SUSTANCIAS DILUIDAS Y ESPESAS

- Punto de ebullición
- Densidad

1.5.1.3. CONDICIONES DE OPERACIÓN

- Cantidad de suero por unidad de tiempo
- Horas de operación
- Temperatura del suero para obtención del producto
- Temperatura del suero para evaporación.
- Cantidad de solidos (producto) obtenidos al final del proceso

1.5.1.4. MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN

En el proceso de evaporación es muy importante tener en cuenta el material utilizado para la construcción del sistema debido a que algunos metales pueden contaminar el producto a obtener; por lo cual en la industria de alimentos específicamente la industria láctea utiliza acero inoxidable tipo mate AISI 304 con un espesor de 1.5 mm; debido a que no se corroe y no produce contaminación en el producto obtenido de la concentración.

1.6.2. DISEÑO DE LA MARMITA

La marmita es el tanque que sirve como almacenamiento de la alimentación, dentro de la misma se genera el proceso de evaporación y obtención del producto; esta ha sido diseñada para una alimentación de 48 litros. La marmita está conformada por dos partes: el tanque de ebullición y el tanque de calefacción cada uno con diferentes dimensiones evitando así el gasto innecesario de vapor en el proceso.

Es importante conocer que la producción del queso se lo realiza generalmente con un promedio de 200 litros de leche de los cuales obtenemos un 80 % de suero del cual el 30% es del primer suero, base para la producción de queso ricota; este 30% significan 48 litros que determino el volumen de la marmita.

1.6.3. VOLUMEN Y ALTURA DE LA MARMITA

1.6.3.1. VOLUMEN DE LA CÁMARA DE EBULLICIÓN

Para calcular el volumen de la cámara de ebullición se utilizó:

$$V_{CE} = V * fs \quad Ec: 1 - 1$$

Dónde:

V_{CE} = Volumen de la cámara de ebullición (L)

V = Volumen del suero (L)

fs = Factor de seguridad

1.6.3.2. ALTURA DE LA CÁMARA DE EBULLICIÓN

Para calcular la altura de la cámara de ebullición se utilizó la ecuación a continuación descrita.

Ec: 1 - 2

$$h_{CE} = \frac{V_{CE}}{\pi * r_{CE}^2}$$

Dónde:

V_{CE} = Volumen de la cámara de ebullición (m³)

r_{CE} = Radio de la cámara de ebullición (m)

h_{CE} = Altura de la cámara de ebullición (m)

1.6.3.3. VOLUMEN DE LA CÁMARA DE CALEFACCIÓN

Para calcular el volumen de la cámara de calefacción se utilizó la siguiente ecuación.

$$V_{CC} = \pi * r_{CC}^2 * h_{CC} \quad Ec: 1 - 3$$

Dónde:

V_{CC} = Volumen de la cámara de calefacción (m^3)

r_{CC} = Radio de la cámara de calefacción (m)

h_{CC} = Altura de la cámara de calefacción (m)

1.6.4. DISEÑO DEL TAMIZ

Para el diseño del tamiz se ha considerado los tamices utilizados con mayor frecuencia en la industria de los lácteos, estos difieren de los que conocemos porque la malla metálica es sustituida por un tipo de tela específica para los procesos requeridos en la industria láctea por lo cual el tamiz que forma parte del sistema está constituido por una tela sujeta al cuerpo del tamiz. Las dimensiones del mismo son 38 centímetros de diámetro, posee dos brazos de 40 centímetros de alto con una curvatura interna de 5 centímetros en el extremo; posee tres patas de 2.5 centímetros de alto.

Al utilizar este tipo de tamices se logra un mejor rendimiento en la obtención de nuestro producto.

1.6.5. DISEÑO DE LA ESTRUCTURA DE SOPORTE DEL EQUIPO

La estructura externa de soporte del equipo ha sido diseñada en acero inoxidable; consta de tres patas las mismas que lo mantiene estable sobre la superficie. Las dimensiones del diseño corresponden a una altura de 30 cm, cada pata con un espesor de 0.3 cm y ancho de 4 cm.

1.7. CÁLCULO

Los cálculos correspondientes del sistema se fundamentan en el balance de masa, balance de energía y en los principios de transferencia de calor.

1.7.1. MASA DE LA MATERIA PRIMA

La obtención de la masa de materia prima es fundamental para la realización de los balances.

$$\rho = m/V$$

Ec: 1 - 4

Dónde:

ρ = Densidad de la sustancia (Kg / L)

m = Masa de la sustancia (Kg)

V = Volumen de la sustancia (L)

1.7.2. MASA DE ALIMENTACIÓN

Al obtener la masa de alimentación se debe ser lo más exacto posible debido a que es primordial en el balance de masa.

$$m_F = \sum(m_{suero} + m_{AC}) \quad \text{Ec: 1 - 5}$$

Dónde:

m_F = Masa de alimentación (Kg)

m_{suero} = Masa del suero (kg)

m_{AC} = Masa del ácido cítrico (Kg)

1.7.3. MASA DEL RESIDUO

La masa del residuo se calcula por medio de la ecuación siguiente:

$$m_R = \rho_{suero} * V \quad \text{Ec: 1 - 6}$$

Dónde:

m_R = Masa del residuo (Kg)

ρ_{suero} = Densidad de la sustancia (Kg/ L)

1.7.4. CORRIENTE DE ALIMENTACIÓN

Su cálculo se deduce de la ecuación:

$$F = \frac{m_F}{t} \quad \text{Ec: 1 - 7}$$

Dónde:

F = Corriente de alimentación (Kg/h)

m_F = Masa de alimentación (Kg)

t = Tiempo de operación (h)

1.7.5. CORRIENTE DE CONCENTRADO

Su cálculo se deduce de la ecuación.

$$P = \frac{m_P}{t} \qquad \text{Ec: 1 - 8}$$

Dónde:

P = Corriente del concentrado (Kg/h)

m_p = Masa del concentrado (Kg)

t = Tiempo de operación (h)

1.7.6. CORRIENTE DEL RESIDUO

Su cálculo se deduce de la siguiente ecuación:

$$R = \frac{m_R}{t} \qquad \text{Ec: 1- 9}$$

Dónde:

R = Corriente de residuo (Kg/h)

m_R = Masa de residuo (Kg)

t = Tiempo de operación (h)

1.7.7. BALANCE DE MASA

Con el balance de masa se calculan todos los flujos y las concentraciones de entrada y salida del sistema.

$$F = P + R + E$$

Dónde:

F = Corriente de alimentación (Kg/h)

P = Corriente del concentrado (Kg/h)

R = Corriente de residuo (Kg/h)

E = Corriente del evaporado (Kg/h)

1.7.8. BALANCE DE ENERGÍA

El balance de energía sirve para el cálculo de la cantidad de calor que pasa de una cámara a otra.

$$F + W = P + R + E + Q_p \quad \text{Ec: 1- 11}$$

$$Fh_F + WH_W = Ph_P + Rh_R + EH_E + Ch_C \quad \text{Ec: 1 - 12}$$

Dónde:

F = Corriente de alimentación (Kg/h)

P = Corriente del concentrado (Kg/h)

R = Corriente de residuo (Kg/h)

E = Corriente del evaporado (Kg/h)

C = Corriente de condensado (Kg/h)

Q_p = Pérdidas de calor (Kcal/h)

h_F = Entalpía de alimentación (Kcal/kg)

H_W = Entalpía de vapor en la cámara de calefacción

h_P = Entalpía del producto (Kcal/kg)

h_R = Entalpía del residuo (Kcal/kg)

h_C = Entalpía de condensado (Kcal/kg)

H_E = Entalpía del evaporado (Kcal/kg)

1.7.9. GRADIENTE DE TEMPERATURA

Es la diferencia de temperatura entre la cámara de calefacción y la de ebullición.

$$\Delta T = T_{CC} - T_{CE} \quad \text{Ec: 1- 13}$$

Dónde:

ΔT = Gradiente de temperatura (°K)

T_{CC} = Temperatura cámara de calefacción (°K)

T_{CE} = Temperatura cámara de ebullición (°K)

1.7.10. ÁREA DE TRANSFERENCIA

Su cálculo se deduce de la siguiente ecuación:

$$A = 2\pi r_{CE} h_{CE} + \pi r_{CE}^2 \quad \text{Ec: 1- 14}$$

Dónde:

A = Área de transferencia de calor (m²)

r_{CE} = Radio de la cámara de ebullición (m)

1.7.11. CALOR LATENTE DE VAPORIZACIÓN

Se deduce a partir de la diferencia de entalpías entre el vapor y el líquido.

$$\lambda_W = H_W - h_C \quad \text{Ec: 1- 15}$$

Dónde:

λ_W = Calor latente de vaporización (Kcal / Kg)

H_W = Entalpía de vapor en la cámara de calefacción (Kcal / Kg)

h_C = Entalpía del condensado (Kcal / Kg)

1.7.12. FLUJO DEL VAPOR

El flujo del vapor es determinado por:

$$Fh_F + WH_W = EH_E + Ph_P + Rh_R + Ch_C$$

Ec: 1- 16

$$W = C$$

$$W(H_W - h_C) = EH_E + Ph_P + Rh_R - Fh_F$$

$$W = \frac{EH_E + Ph_P + Rh_R - Fh_F}{\lambda_W}$$

Dónde:

W = Flujo del vapor (Kg/h)

F = Corriente de alimentación (Kg/h)

P = Corriente del concentrado (Kg/h)

E = Corriente del evaporado (Kg/h)

R = Corriente del residuo (Kg/h)

λ_W = Calor latente de vaporización (Kcal / Kg)

H_E = Entalpía del evaporado (Kcal / Kg)

h_F = Entalpía de alimentación (Kcal / Kg)

h_P = Entalpía del producto (Kcal / Kg)

h_R = Entalpía del residuo (Kcal / Kg)

1.7.13. FLUJO DEL CALOR

$$Q = W * \lambda_W \quad \text{Ec: 1- 17}$$

Dónde:

Q = Flujo del calor (Kcal / h)

λ_W = Calor latente de vaporización (Kcal / Kg)

W = Flujo del vapor (Kg / h)

1.7.14. COEFICIENTE GLOBAL DE TRANSFERENCIA DE CALOR

$$Q = A * U * \Delta T \quad \text{Ec: 1- 18}$$

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

Dónde:

U = Coeficiente global de transferencia de calor (Kcal / hm²K)

ΔT = Gradiente de temperatura (°K)

Q = Flujo del calor (Kcal / h)

A = Área de transferencia de calor (m²)

1.7.15. RENDIMIENTO DEL SISTEMA

Se lo denomina también economía del evaporador.

$$Re = \frac{E}{W} * 100 \quad \text{Ec: 1 - 19}$$

Dónde:

Re = Rendimiento del sistema (%)

E = Evaporado (Kg / h)

W = Flujo de vapor (Kg / h)

1.8. ANÁLISIS ESTADÍSTICO DEL PRODUCTO

Después que se ha elaborado el producto (queso ricota) siempre teniendo muy en cuenta el factor de calidad desde la recepción de la materia prima (suero lácteo), durante el proceso (evaporación) y con los resultados de los análisis físico químicos y microbiológicos del producto obtenido realizados en los laboratorios de la ESPOCH se ha procedido a realizar las pruebas de degustación siendo utilizados para el muestreo lugares como la ESPOCH y el centro de la ciudad; subdivididas por géneros.

Los factores del producto que serán juzgados son: color, olor, sabor y consistencia dentro de un rango de 0 a 20 siendo las denominaciones las siguientes:

TABLA 1 – 3

Parámetros de calificación

0 – 11	Insuficiente
12 – 13	Regular
14 – 15	Bueno
16 – 18	Muy bueno
19 – 20	Sobresaliente

Fuente: Oviedo María José; Rodríguez Verónica

Para poder desarrollar el análisis estadístico del producto la herramienta estadística que se va a utilizar son los histogramas.

1.8.1. HISTOGRAMAS

Un histograma es una representación gráfica de una variable en forma de barras, donde la superficie de cada barra es proporcional a la frecuencia de los valores

representados. En el eje vertical se representan las frecuencias, y en el eje horizontal los valores de las variables, normalmente señalando las marcas de clase, es decir, la mitad del intervalo en el que están agrupados los datos

1.8.2. VENTAJAS DE LOS HISTOGRAMAS

- Es fundamental al determinar la calidad del producto
- Ayuda a determinar la calidad del proceso de obtención
- Facilita el mejoramiento del producto final si así lo requiere.

1.8.3. CONSTRUCCIÓN DE UN HISTOGRAMA

Los pasos para construir un histograma son los siguientes:

1.8.3.1. PREPARACIÓN DE LOS DATOS

Como en todas las herramientas de análisis de datos, el primer paso consiste en recoger los datos de forma correcta o asegurarse de los ya existentes; los cuales deben ser objetivos (basados en hechos), exactos, completos y representativos.

1.8.3.2. DETERMINAR LOS VALORES EXTREMOS Y EL RECORRIDO

Es decir la diferencia (recorrido) entre el valor máximo y mínimo del conjunto de datos.

1.8.3.3. DEFINIR LAS CLASES QUE CONTENDRÁ EL HISTOGRAMA

Se define como clases a los intervalos en que se divide la característica sobre la que se han tomado los datos. El número de clases es igual al de barras del histograma.

1.8.3.4. DEDUCIR EL VALOR DE LA CONSTANTE U Y LA CONSTANTE K

El valor de la constante U_k para números enteros es 1, el valor de la constante K se calcula en función del número de datos. Para un grupo de 50 datos K será igual a 7.

1.8.3.5. CALCULAR EL RECORRIDO

Recorrido es el cálculo de la diferencia entre el valor máximo y mínimo del grupo de datos obtenidos en las encuestas.

$$Rec = V_{max} - V_{min}$$

Ec: 1 - 20

Dónde:

Rec = Recorrido

V_{max} = Valor máximo del conjunto de datos

V_{min} = Valor mínimo del conjunto de datos

1.8.3.6. CALCULAR LA AMPLITUD

La amplitud es la división entre el recorrido y el número de clases

$$Am = (Ra + U_K)/K$$

Ec: 1 - 21

Dónde:

Am = Amplitud

Rec = Recorrido (Diferencia entre valor máximo y mínimo)

U_K = Constante establecida para grupo de datos de números enteros

K = Constante definida por el número de datos obtenidos

1.8.3.7. CALCULAR LA FRONTERA INFERIOR Y SUPERIOR

$$FI = V_{min} - U_K/2$$

Ec: 1 - 22

$$FS = FI + Am$$

Ec: 1 - 23

Dónde:

FI = Frontera inferior

V_{min} = Valor mínimo del conjunto de datos

U_K = Constante establecida para grupo de datos de números enteros

FS = Frontera superior

Am = Amplitud

1.8.3.8. CALCULAR EL PUNTO MEDIO DE LAS FRONTERAS

$$PM = (FI + FS)/2 \qquad Ec: 1 - 24$$

PM = Punto Medio

FI = Frontera inferior

FS = Frontera superior

1.8.3.9. CALCULAR LA FRECUENCIA

Determinar el número de datos que están incluidos en cada una de las clases. Se comprueba que el número de total datos es igual a la suma de las frecuencias de cada clase. Se debe ubicar la frecuencia de datos respecto a los intervalos. Se obtiene el 1% de frecuencia relativa.

1.8.3.10. DIBUJAR Y ROTULAR LOS EJES

El eje vertical representa las frecuencias, por tanto en él se rotulan números naturales, dependiendo su valor y escala del número de datos que se han utilizado.

El eje horizontal representa la magnitud de la característica medida. Este eje se divide en igual cantidad de segmentos como clases se hayan establecido.

CAPITULO II

2. PARTE EXPERIMENTAL

2.1. MUESTREO

2.1.1. MUESTREO DEL SUERO PARA LA ALIMENTACIÓN

El suero lácteo que utilizamos para nuestro sistema es el obtenido de la Estación Experimental Planta de Lácteos Tunshi, del total de suero obtenido de la producción de queso fresco tomamos una muestra utilizando el muestreo simple al azar para poder caracterizarlo.

2.1.2. REQUISITOS GENERALES DEL QUESO RICOTA

El queso ricota, conocido también con los nombres de “ricota” o “requesón”, es el queso de pasta fresca, no madurado y sin corteza, que se obtiene principalmente al coagular las proteínas del suero de leche, derivado de la elaboración de quesos de pasta blanda.

Dentro de los requisitos permitidos según la norma INEN 86, constan los siguientes:

Para la elaboración del queso ricota, se puede utilizar las siguientes materias primas e ingredientes autorizados, los cuales deben cumplir con las demás normas relacionadas o, en su ausencia, con las normas del Codex Alimentarius:

1. Suero de leche líquida (dulce) pasteurizado, leche entera, crema de leche, mantequilla y otros productos obtenidos de la leche.
2. Ingredientes autorizados, tales como:
 - Cultivos indicadores de bacterias inoñas del ácido láctico o productoras de sabor y cultivos de otros microorganismos inoños;
 - Cloruro de sodio y/o cloruro de potasio como sucedáneo de la sal.
3. El queso ricota, ensayado de acuerdo con las normas ecuatorianas correspondientes, debe cumplir con lo establecido en la tabla:

TABLA 2 – 1

Requisitos físico- químicos del queso ricota

REQUISITOS	Min.	Máx.	MÉTODO DE ENSAYO
Grasa láctea en extracto seco % (m/m)	11,0	-	NTE INEN 64
Humedad %	-	80	NTE INEN 63
Prueba de fosfatasa	negativa	-	NTE INEN 65

FUENTE: Norma INEN 86: Queso ricota. Requisitos

2.2. METODOLOGÍA

2.2.1. MÉTODOS Y TÉCNICAS

2.2.1.1. MÉTODOS

En este trabajo se hará uso del método Deductivo e Inductivo, ya que son de gran utilidad para el análisis de datos y toma de decisiones.

- **MÉTODO INDUCTIVO**

El Método Inductivo es un proceso analítico sintético en el cual se analiza con cuidado todos los elementos que conforman el sistema.

Por lo cual en este método se tomará como base las características del suero, que será utilizado para la alimentación y el estudio de todos los fragmentos del sistema.

Identificadas todas las unidades y una vez realizados los cálculos de ingeniería para el dimensionamiento, se procederá al armado y ensamblaje de las partes del mismo; teniendo en consideración todos los aspectos económicos y técnicos detallados en este proyecto de tesis.

- **MÉTODO DEDUCTIVO**

El método deductivo es un método científico que considera que la conclusión está implícita en las premisas. Por lo tanto, supone que las conclusiones sigue necesariamente a las premisas: si el razonamiento deductivo es válido y las premisas son verdaderas, la conclusión sólo puede ser verdadera.

En este método se estudia todo el fenómeno de la evaporación, para determinar si el objetivo trazado es alcanzado, y si fuera pertinente realizar los ajustes necesarios al sistema.

Para poder obtener los resultados esperados se aplica los conocimientos para el correcto funcionamiento del sistema, para la caracterización del suero y la obtención del queso ricota; uno de los aspectos más importantes es la comprensión del proceso y finalmente la demostración de los resultados obtenidos.

2.2.1.2. TÉCNICAS

Son indispensables en el proceso de la investigación científica, ya que integran la estructura por medio de la cual se organiza el diseño, a través de formas generales lo cual permitirá la recopilación de información para enunciar las teorías que se basan en el estudio de los fenómenos y procesos.

- **Muestreo**

TABLA 2 – 2

NORMA INEN 004.- LECHE Y PRODUCTOS LÁCTEOS. MUESTREO

Esta norma establece los procedimientos para la extracción de muestras de leche y productos lácteos

PROCEDIMIENTO

Para productos envasados en recipientes o unidades pequeñas, cada muestra deberá formarse extrayendo al azar el número de unidades o recipientes indicados , cada unidad o envase constituirá una unidad de muestreo

Fuente: Norma INEN 004: Leche y productos lácteos. Muestreo

- DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

TABLA 2 – 3

NORMA INEN 63.- QUESOS. DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

Esta norma tiene por objeto establecer un método para determinar el contenido de humedad en el queso.		
INSTRUMENTAL	PROCEDIMIENTO	CÁLCULOS
<ul style="list-style-type: none"> • Balanza analítica • Cápsula de porcelana • Varilla de vidrio • Estufa • Desecador 	<ul style="list-style-type: none"> • Colocar la muestra en la cápsula e introducir en la estufa durante unas 3h • Enfriar en el desecador y pesar • Repetir el proceso por periodos de 30 min, hasta que la diferencia entre dos pesadas no sea mayor a 2mg 	$H = \frac{m_1 - m_2}{m_1 - m} \times 100$ <p>H = contenido de humedad, en porcentaje en masa</p> <p>m = masa de la cápsula</p> <p>m₁ = masa de la cápsula y muestra</p> <p>m₂ = masa de la cápsula y residuo seco</p>

- **DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE GRASAS**

TABLA 2 – 4

NORMA INEN 64.- QUESOS. DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE GRASAS

Esta norma tiene por objeto establecer un método para determinar el contenido de grasa en el queso.			
INSTRUMENTAL	REACTIVOS	PROCEDIMIENTO	CÁLCULOS
<ul style="list-style-type: none"> • Pipeta • Pipeta volumétrica de 1 cm³ • Butirómetros de Gerber-van Gulik • Centrífuga • Baño de agua • Balanza analítica 	<ul style="list-style-type: none"> • Ácido sulfúrico • Alcohol amílico • Agua destilada 	<ul style="list-style-type: none"> • Pesar 3g de muestra, en el vaso del butirómetro • Verter ácido sulfúrico hasta las 2/3 partes del butirómetro • Colocar en el baño de agua, por una hora, mantener agitado • Añadir el alcohol (1cm³) y agitar • Colocar en el baño de agua de 3-10 min • Llevar a la centrífuga, durante 5 min • Colocar en el baño de agua de 3-10 min • Leer en la escala del butirómetro el contenido de grasa 	$G' = \frac{G}{100 - H} \times 100$ <p>G' = contenido de grasa en el extracto seco, en porcentaje en masa.</p> <p>G = contenido de grasa, en porcentaje de masa.</p> <p>H = contenido de humedad, en porcentaje en masa.</p>

Fuente: NORMA INEN 64.- QUESOS. DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE GRASAS

- **ENSAYO DE LA FOSFATASA**

TABLA 2 – 5

NORMA INEN 65.- QUESOS. ENSAYO DE LA FOSFATASA

<p>Esta norma tiene por objeto el método rápido de Scharer para el ensayo de la fosfatasa, usado para verificar el uso de leche pasteurizada en la fabricación de queso</p>		
INSTRUMENTAL	REACTIVOS	PROCEDIMIENTO
<ul style="list-style-type: none"> • Tubos de ensayo • Pipetas • Baño de agua • Frasco gotero • Termómetro • Centrífuga • Espátula • Papel de estaño 	<ul style="list-style-type: none"> • Alcohol n-butílico neutralizado • Fenol anhidro • Solución tampón • Reactivo CQC • Catalizador 	<ul style="list-style-type: none"> • Debe efectuarse el ensayo en el extracto seco • Agregar a la muestra 5 cm³ de sustrato tampón , ajustar el pH de 9,5-10 • Colocarlo en baño maría durante 15 min • Retirar y añadir el catalizador y el reactivo CQC. Colocarlos de nuevo a baño maría • Añadir Alcohol n-butílico neutralizado, y agitar • La capa de alcohol no debe presentar ningún color para un resultado negativo.

Fuente: NORMA INEN 65.- QUESOS. ENSAYO DE LA FOSFATASA

2.3. DATOS EXPERIMENTALES

Los datos de las dos tablas descrita a continuación fueron obtenidos mediante prácticas realizadas en la yogurtera de la planta de lácteos Thunshi los mismos que ayudaron al diseño del nuevo sistema; brindando datos para determinar su diámetro, altura y volumen.

TABLA 2 – 6
DATOS EXPERIMENTALES DE SIMULACIÓN EN YOGURTERA (A)

V(L)	m _{AC} (g)	t(h)	m(g)	
25	12.5	4	700	
T _F (°C)	T _P (°C)	T _E (°C)	T _W (°C)	T _R (°C)
23	70	76	80	78

Fuente: Oviedo María José; Rodríguez Verónica

TABLA 2 – 7
DATOS EXPERIMENTALES DE SIMULACIÓN EN YOGURTERA (B)

V(L)	m _{AC} (g)	t(h)	m(g)	
25	12.5	3.15	1700	
T _F (°C)	T _P (°C)	T _E (°C)	T _W (°C)	T _R (°C)
23	80	82	87	85

Fuente: Oviedo María José; Rodríguez Verónica

TABLA 2 – 8
DATOS DE LAS PRUEBAS DE VALIDACIÓN DEL SISTEMA

V(L)	m _{AC} (g)	t(h)	m(g)	
48	24	6	3260	
T _F (°C)	T _P (°C)	T _E (°C)	T _W (°C)	T _R (°C)
23	80	82	87	85

Fuente: Oviedo María José; Rodríguez Verónica

Dónde:

V = Volumen de suero

m_{AC} = masa de ácido cítrico

t = Tiempo de operación

m = Masa de queso ricota

T_F = Temperatura del suero de alimentación

T_P = Temperatura del producto

T_E = Temperatura de evaporado

T_W = Temperatura del vapor de la cámara de calefacción

T_R = Temperatura del residuo

2.4. DATOS ESTADÍSTICOS

TABLA 2 – 9

DATOS OBTENIDOS DELAS ENCUESTAS REALIZADAS (DEGUSTACIÓN)

Parámetro	Mujeres										Hombres									
Color	19	18	20	20	20	19	18	18	19	19	19	18	19	17	19	19	18	16	20	19
	18	18	20	20	20	19	15	19	18	19	19	17	19	17	19	19	18	18	19	18
	20	19	20	19	17	18	18	17	18	20	19	17	19	18	19	19	18	20	19	19
	19	19	19	19	18	19	16	18	17	19	19	18	16	18	19	15	16	19	16	20
	19	19	20	19	18	18	18	19	19	19	20	19	19	19	20	20	20	19	20	20
Olor	20	19	20	20	20	17	18	18	19	20	19	20	20	20	19	18	19	20	20	20
	18	20	20	19	18	20	20	18	18	20	19	18	20	19	20	19	20	17	20	19
	20	20	17	19	20	19	20	20	17	19	17	20	20	18	20	20	18	18	20	19
	20	20	19	16	17	20	20	20	18	19	19	19	17	19	17	19	19	20	18	20
	20	20	19	18	19	19	19	20	18	19	18	19	20	20	20	20	17	20	18	20
Sabor	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	19	20	20	20	20	20	19	19	20	19
	17	19	20	20	17	20	19	18	20	18	20	19	18	20	20	19	18	19	20	19
	19	19	20	18	19	19	20	19	19	19	20	19	20	19	19	19	20	19	18	20
	19	17	19	20	19	18	20	19	18	20	18	20	19	20	17	19	20	20	20	20
	18	19	19	19	20	20	20	20	20	20	19	20	18	19	20	18	19	20	20	18
Consistencia	19	18	20	20	20	20	20	19	19	19	19	20	20	19	20	19	19	20	20	20
	19	19	19	18	19	15	17	19	20	17	20	20	17	19	20	18	20	15	17	20
	20	18	15	19	19	16	18	15	20	19	20	20	18	20	16	15	19	19	20	19
	17	20	19	17	18	20	18	18	20	17	18	19	19	20	15	19	18	19	15	19
	19	17	19	19	20	18	19	19	19	20	20	16	18	20	19	19	19	20	17	20

Fuente: Oviedo María José; Rodríguez Verónica

TABLA 2 – 10

DATOS NECESARIOS PARA LA OBTENCIÓN DEL HISTOGRAMA

V. min	V.max	Rec	Am	K	U _k	FI	FS
15	20	5	0,85	7	1	14,5	15,35

Fuente: Oviedo María José; Rodríguez Verónica

Dónde:

V_{min} = mínimo valor del grupo de datos

V_{max} = máximo valor del grupo de datos

Rec = recorrido del grupo de datos

Am = amplitud para la construcción del histograma

U_k = constante para números enteros

K = constante en función del número de clases

FI = valor correspondiente al límite inferior

FS = valor correspondiente al límite superior

2.5. DATOS ADICIONALES

TABLA 2 – 11

DATOS ADICIONALES

T _w (°C)	h _f (Kcal/Kg)	h _p (Kcal/Kg)	H _E (Kcal/Kg)	H _w (Kcal/Kg)	h _c (Kcal/Kg)	h _R (Kcal/Kg)	x
87	23.06	80.03	456.35	459.29	87.05	85.04	0.6 8

Fuente: Oviedo María José; Rodríguez Verónica

Dónde:

T_w = Temperatura del vapor de la cámara de calefacción

h_f = Entalpía de alimentación a la temperatura T_f

h_p = Entalpía del producto a la temperatura T_p

H_E = Entalpía del evaporado a la temperatura T_E

H_W = Entalpía del vapor en la cámara de calefacción a la temperatura T_W

h_C = Entalpía del condensado a la temperatura T_W

h_R = Entalpía del residuo a la temperatura T_R

x = Título de vapor del caldero

CAPITULO III

3. DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN

3.1. DISEÑO

3.1.1. DISEÑO DEL SISTEMA

Las ecuaciones que se utilizaran para el diseño del equipo propuesto son las siguientes:

3.1.1.1. CÁLCULO DEL VOLUMEN DE LA CÁMARA DE EBULLICIÓN

La producción del queso se lo realiza generalmente con un promedio de 200 litros de leche de los cuales obtenemos un 80 % de suero del cual el 30% es del primer suero base para la producción de queso ricota

$$V = 200 * 0.8 * 0.3 \quad \text{Ec: 1 - 1}$$

$$V = 48 L$$

Reemplazando el volumen del suero obtenemos:

$$V_{CE} = 48 * 1.15$$

$$V_{CE} = 55.2 L$$

$$V_{CE} = 55.2 L \left(\frac{1m^3}{1000 L} \right)$$

$$V_{CE} = 0.055 m^3$$

3.1.1.2. CÁLCULO DE LA ALTURA DE LA CÁMARA DE EBULLICIÓN

Asumimos un diámetro de 40 cm para el cálculo actual

$$h_{CE} = \frac{55.2 L}{\pi * (20 cm)^2} * \frac{1000 cm^3}{1L} \quad \text{Ec: 1 - 2}$$

$$h_{CE} = 43.93 \text{ cm}$$

$$h_{CE} = 43.93 \text{ cm} \left(\frac{1 \text{ m}}{100 \text{ cm}} \right)$$

$$h_{CE} = 0.439 \text{ m}$$

3.1.1.3. CALCULO DEL VOLUMEN DE LA CÁMARA DE CALEFACCIÓN

Por condiciones del diseño, el diámetro del tanque del medio de calefacción se aumenta en 10 cm con respecto al del tanque de alimentación; es decir 5 cm a cada lado. Por ahorro de energía calorífica la altura de la cámara de calefacción será de 27 cm. Por lo tanto obtenemos lo siguiente:

$$D_{CC} = (40 + 10) \text{ cm}$$

$$D_{CC} = 50 \text{ cm}$$

Utilizando la fórmula

$$V_{CC} = \pi * r_{CC}^2 * h_{CC} \quad \text{Ec: 1 - 3}$$

$$V_{CC} = [\pi * (25 \text{ cm})^2 * 27 \text{ cm}] * \frac{1 \text{ L}}{1000 \text{ cm}^3}$$

$$V_{CC} = 53.01 \text{ L}$$

$$V_{CC} = 53.01 \text{ L} \left(\frac{1 \text{ m}^3}{1000 \text{ L}} \right)$$

$$V_{CC} = 0.053 \text{ m}^3$$

3.1.2. BALANCES DE MASA Y ENERGÍA

3.1.2.1. BALANCE DE MASA

a. Cálculo de la masa de materia prima (suero lácteo)

$$\rho_{suero} = \frac{m_{suero}}{v} \quad Ec: 1 - 4$$

$$m_{suero} = \rho_{suero} * v$$

$$m_{suero} = 1.022(48L)$$

$$m_{suero} = 49.06Kg$$

b. Cálculo de la masa de ácido cítrico

$$m_{AC} = 48L \left(\frac{5g}{10L} \right) = 24g$$

$$m_{AC} = 24g$$

$$m_{AC} = 24g \left(\frac{1Kg}{1000g} \right)$$

$$m_{AC} = 0.024Kg$$

c. Cálculo de la masa de alimentación

$$m_F = \sum(m_{suero} + m_{acido}) \quad Ec: 1 - 5$$

$$m_F = 49.06 + 0.024$$

$$m_F = 49.08Kg$$

d. Cálculo de la masa de residuo

$$D_{CE} = 40cm$$

$$r_{CE} = 0.2m$$

$$H_{PT} = 0.025m$$

$$V_R = \pi r_{CE}^2 H_{PT}$$

$$V_R = \pi(0.2)^2(0.025)$$

$$V_R = 3.14 \times 10^{-3} m^3$$

$$V_R = 3.14 \times 10^{-3} m^3 \left(\frac{1000L}{1m^3} \right)$$

$$V_R = 3.14L$$

Ec: 1 - 6

$$m_R = \rho_{suero} * v$$

$$m_R = 1.022 (3.14)$$

$$m_R = 3.21Kg$$

e. Cálculo de la corriente de alimentación

$$F = \frac{m_F}{t}$$

Ec: 1 - 7

$$F = \frac{49.08Kg}{6h}$$

$$F = 8.18 \text{ Kg/h}$$

f. Cálculo de la corriente de concentrado

$$P = \frac{m_P}{t}$$

Ec: 1 - 8

$$P = \frac{3.26Kg}{6h}$$

$$P = 0.54 \text{ Kg/h}$$

g. Cálculo de la corriente de residuo

$$R = \frac{m_R}{t} \quad \text{Ec: 1 - 9}$$

$$R = \frac{3.21Kg}{6h}$$

$$R = 0.54 \text{ Kg/h}$$

h. Cálculo del balance de masa total

$$F = P + R + E \quad \text{Ec: 1- 10}$$

$$E = F - P - R$$

$$E = 8.18 - 0.54 - 0.54$$

$$E = 7.1 \text{ Kg/h}$$

3.1.2.2. BALANCE DE ENERGÍA

a. Cálculo del área de transferencia de calor

$$D_{CE} = 40cm$$

$$r_{CE} = 0.2m$$

$$h_{CE} = 0.22m$$

$$A = 2\pi r_{CE} h_{CE} + \pi r_{CE}^2 \quad \text{Ec: 1- 14}$$

$$A = 2\pi (0.2)(0.22) + \pi(0.2)^2$$

$$A = 0.4m^2$$

b. Cálculo del calor latente

$$\lambda_W = H_W - h_C \quad \text{Ec: 1- 15}$$

$$\lambda_W = 459.29 - 87.05$$

$$\lambda_W = 372.24 \text{ Kcal/Kg}$$

c. Cálculo del flujo de vapor

$$Fh_F + WH_W = EH_E + Ph_P + Rh_R + Ch_C$$

Ec: 1- 16

$$W = C$$

$$W(H_W - h_C) = EH_E + Ph_P + Rh_R - Fh_F$$

$$W = \frac{EH_E + Ph_P + Rh_R - Fh_F}{\lambda_W}$$

$$W = \frac{7.1 (456.35) + 0.54 (80.03) + 0.54 (85.04) - 8.18 (23.06)}{372.24}$$

$$W = 8.44 \text{ Kg/h}$$

d. Cálculo del flujo de calor

$$Q = W * \lambda_W \quad \text{Ec: 1- 17}$$

$$Q = 8.44 (372.24)$$

$$Q = 3141.71 \text{ Kcal/h}$$

e. **Cálculo del gradiente de temperatura**

$$\Delta T = T_{CC} - T_{CE} \quad \text{Ec: 1-13}$$

$$\Delta T = 360 - 296$$

$$\Delta T = 64 \text{ } ^\circ\text{K}$$

f. **Cálculo del coeficiente global de transferencia de calor**

$$Q = A * U * \Delta T \quad \text{Ec: 1-18}$$

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

$$U = \frac{3141.71}{0.4 (64)}$$

$$U = 122.72 \text{ Kcal/h m}^2\text{K}$$

3.1.3. CÁLCULO DEL RENDIMIENTO DEL EQUIPO

$$Re = \frac{E}{W} * 100 \quad \text{Ec: 1-19}$$

$$Re = \frac{7.1}{8.44} * 100$$

$$Re = 84.12 \%$$

3.1.4. CÁLCULO DEL ANÁLISIS ESTADÍSTICO DEL PRODUCTO

3.1.4.1. CÁLCULO DEL RECORRIDO PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL HISTOGRAMA

$$Rec = V_{max} - V_{min} \quad \text{Ec: 1-20}$$

$$Rec = 20 - 15$$

$$Rec = 5$$

3.1.4.2. CÁLCULO DE LA AMPLITUD PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL HISTOGRAMA

$$Am = (Rec + U_K)/K \quad Ec: 1 - 21$$

$$Am = (5 + 1)/7$$

$$Am = 0,85$$

3.1.4.3. CÁLCULO DE LAS FRONTERAS INFERIOR Y SUPERIOR

$$FI = V_{min} - U_K/2 \quad Ec: 1- 22$$

$$FI = 15 - 1/2$$

$$FI = 14,5$$

$$FS = FI + Am$$

Ec: 1 - 23

$$FS = 14,5 + 0,85$$

$$FS = 15,35$$

3.1.4.4. CALCULO DEL PUNTO MEDIO DE LAS FRONTERAS

El punto medio y los datos antes descritos son calculados específicamente para cada una de las clases de los diferentes parámetros analizados.

3.2. CONSTRUCCIONES

3.2.1. CONSTRUCCIÓN DE LA MARMITA

La construcción de la marmita se la realizo con planchas de acero inoxidable AISI 304 con un espesor de 1.5mm; cada pieza fue ensamblada con soldadura autógena garantizando su durabilidad, tanto el tanque interno como externo fueron ensamblados con precisión proporcionando la no existencia de fugas durante el proceso. La marmita posee una capacidad máxima de 55.2 litros. Para evitar la deformación se ha dispuesto una varilla en forma de espiral rodeando toda la parte exterior del tanque interno desde la base hasta la mitad del mismo. Para el soporte del mismo se utilizó

acero inoxidable dispuesto en dos canales ensamblados entre si formando una estructura rectangular, a la misma se le realizó tres cortes cada uno de una altura de 30 centímetros soldados de manera específica a la base, lo que brinda estabilidad durante el proceso.

3.2.2. CONSTRUCCIÓN DEL TAMIZ

El tamiz se construyó tomando en cuenta el proceso para el cual va a ser utilizado, en la industria láctea es muy importante el tamizado para el rendimiento del producto a obtener, por lo cual el tamiz posee una estructura circular en forma de anillo de 38 centímetros de diámetro en acero inoxidable ; posee dos bazos de 40 centímetros de alto facilitando su retiro al momento de extraerlo de la marmita; las mismas poseen una curvatura interna de 5 centímetros en el extremo brindando el soporte para las manos. Se ha utilizado a manera de malla, un tipo de tela específico para la obtención de quesos, que es colocada rodeando toda la estructura circular la cual queda tensada en su totalidad sobre la estructura. El tamiz posee tres patas de 2,5 centímetro de alto lo que evita que durante la parte final del proceso la tela del tamiz entre en contacto con el fondo de la cámara evitando su deterioro.

3.3. MANEJO Y OPERACIÓN DEL SISTEMA

Como primer paso se realiza la limpieza del sistema debido a que cualquier impureza podría perjudicar la calidad del producto final; posteriormente acondicionar el mismo; es decir ubicar el tamiz en el fondo de la marmita. Observar que todas las conexiones eléctricas estén correctas.

A continuación proceder a la recepción del suero lácteo (dulce) que ha sido caracterizado y se encuentra dentro de los rangos establecidos además cumple con las normas microbiológicas correspondientes; el suero se obtiene de la producción de queso fresco de la Planta de lácteos Thunshi. Enseguida alimentar al sistema con el suero.

Encender el sistema el mismo que se lo realiza siguiendo los pasos a continuación descritos:

Se enciende el equipo mediante la palanca pequeña que se encuentra en el panel de control.

- A. Inmediatamente se observa en la pantalla
- B. Aceptar con la tecla numeral (#)
- C. Ingresar la temperatura para la obtención del producto (75°C)
- D. Aceptar con la tecla numeral (#)
- E. Fijar tiempos de encendido (20 min), apagado (5 min) y operación (45 min).
- F. Aceptar con la tecla numeral (#)

Acabado el tiempo de operación añadir el ácido cítrico.

Para el ciclo de evaporación se debe ingresar nuevos parámetros dependiendo del volumen del suero siguiendo los pasos descritos anteriormente.

El sistema se apagará automáticamente después de finalizado el ciclo.

Retirar el producto del sistema por medio de la extracción del tamiz.

Separar las conexiones eléctricas del cuerpo del sistema por medio de los conectores ubicados en la mitad de las mismas.

Proceder al lavado del sistema

Es importante recordar que los valores dados en los literales C y E son fijos para un volumen de 48 litros los cuales fueron obtenidos mediante ensayos realizados.

3.4. MANTENIMIENTO

Es de fundamental importancia, que luego de cada operación de trabajo el equipo sea limpiado y acondicionado adecuadamente para una nueva operación, por esta razón, se hace necesario lavar el equipo con agua o vapor. Ya que ésta es una de las formas más factibles en las que pueden ser removidos residuos que hayan quedado en el sistema

El uso del equipo debe ser con regularidad, ya que algunos elementos pueden resultar susceptibles al daño por obsolescencia

Siempre es importante chequear los acoples y la válvula, antes de una nueva operación, para verificar su perfecto funcionamiento.

3.5. RESULTADOS

3.5.1. RESULTADOS DE LA CARACTERIZACIÓN DEL LACTO SUERO

TABLA 3- 1

Resultados de la Caracterización del Lacto Suero

PARÁMETRO	RESULTADO	METODO
HUMEDAD (%)	92.89	AOAC/Gravimétrico
MATERIA SECA (%)	7.11	AOAC/ Gravimétrico
PROTEÍNA (%)	0.94	AOAC/kjeldahl
FIBRA (%)	ND	AOAC/ Gravimétrico
GRASA (%)	0.41	AOAC/Goldfish
CENIZA (%)	0.52	AOAC/ Gravimétrico
MATERIA ORGÁNICA (%)	99.48	AOAC/ Gravimétrico

Fuente: Oviedo María José; Rodríguez Verónica

3.5.2. RESULTADOS DEL DISEÑO

TABLA 3 – 2

Hoja Técnica del Diseño

INFORMACIÓN	DESCRIPCIÓN	INDICADOR	UNIDAD
Requerimiento del Servicio	Energía eléctrica	110	voltios
	Vapor de agua	8.44	Kg/h
Sistema	Marmita	55.2	L
	Tamiz	38	cm
	Patas	30	cm
	Operación Discontinua		
Propiedades Físico-Químicas	Punto de Ebullición	83	°C
	Densidad	1.022	Kg/L
Condiciones de Operación	Alimentación	Batch	
	Temperatura de Alimentación	23	°C
	Temperatura de la Cámara de Ebullición	85	°C
	Temperatura de la Cámara de Calefacción	87	°C
Material	Acero Inoxidable	304	AISI

Fuente: Oviedo María José; Rodríguez Verónica

3.5.3. RESULTADOS DEL DIMENSIONAMIENTO DEL EQUIPO

TABLA 3 – 3

Resultados del dimensionamiento del equipo

$V_{CE}(m^3)$	$h_{CE}(m)$	$D_{CE}(m)$	N_{patas}
0.055	0.439	0.40	3
$V_{CC}(m^3)$	$h_{CC}(m)$	$D_{CC}(cm)$	$h_{patas}(cm)$
0.053	0.27	0.50	0.30
$D_T(m)$	$H_T(m)$	$H_{PT}(m)$	
0.38	0.40	0.025	

Fuente: Oviedo María José; Rodríguez Verónica

Dónde:

V_{CE} = Volumen de la cámara de ebullición

V_{CC} = Volumen de la cámara de calefacción

h_{CE} = Altura de la cámara de ebullición

h_{CC} = Altura de la cámara de calefacción

D_{CE} = Diámetro de la cámara de ebullición

D_{CC} = Diámetro de la cámara de calefacción

N_{patas} = Número de patas del sistema

h_{patas} = Altura de las patas del sistema

D_T = Diámetro del tamiz

H_T = Altura de los brazos del tamiz

H_{PT} = Altura de las patas del tamiz

3.5.4. RESULTADOS DE LAS PRUEBAS DE VALIDACIÓN DEL EQUIPO

TABLA 3 – 4

Resultados de las pruebas de validación del equipo

V(L)	m(Kg)	t(h)	F(Kg/h)	P(Kg/h)	E(Kg/h)	R(Kg/h)
48	3.26	6	8.18	0.54	7.1	0.54

Fuente: Oviedo María José; Rodríguez Verónica

Dónde:

V = Volumen de suero

m = Masa de requesón

t = Tiempo de operación

F = Corriente de alimentación

P = Corriente de producto

E = Corriente de evaporado

R = Corriente del residuo

TABLA 3 – 5

Resultados de las pruebas de validación del equipo II

W(Kg/h)	λ_w (Kcal/Kg)	Q(Kcal/H)	A(m ²)	$\Delta T(^{\circ}K)$	U(Kcal/hm ² K)	Re(%)
8.31	372.24	3093.31	0.4	337	23.31	85.44

Fuente: Oviedo María José; Rodríguez Verónica

Dónde:

W = Corriente de vapor

λ_w = Calor latente de vaporización

Q = Flujo de calor

A = Área de transferencia de calor

ΔT = Gradiente de temperatura

U = Coeficiente global de transferencia de calor

Re = Rendimiento del sistema

3.5.5. RESULTADOS DE LA CONSTRUCCIÓN DE LOS HISTOGRAMAS

3.5.5.1. COLOR DEL PRODUCTO (MUJERES)

a. Tabla de Frecuencias

TABLA 3 – 6

Frecuencias de color del producto (M)

Clase	Intervalo		Punto Medio	Frecuencia	% Frecuencia Relativa
	FI	FS			
1	14,5	15,35	14,93	1	2
2	15,35	16,2	15,77	1	2
3	16,2	17,05	16,63	3	6
4	17,05	17,9	17,47		
5	17,9	18,75	18,33	16	32
6	18,75	19,6	19,17	19	38
7	19,6	20,45	20,03	10	20

Fuente: Oviedo María José; Rodríguez Verónica

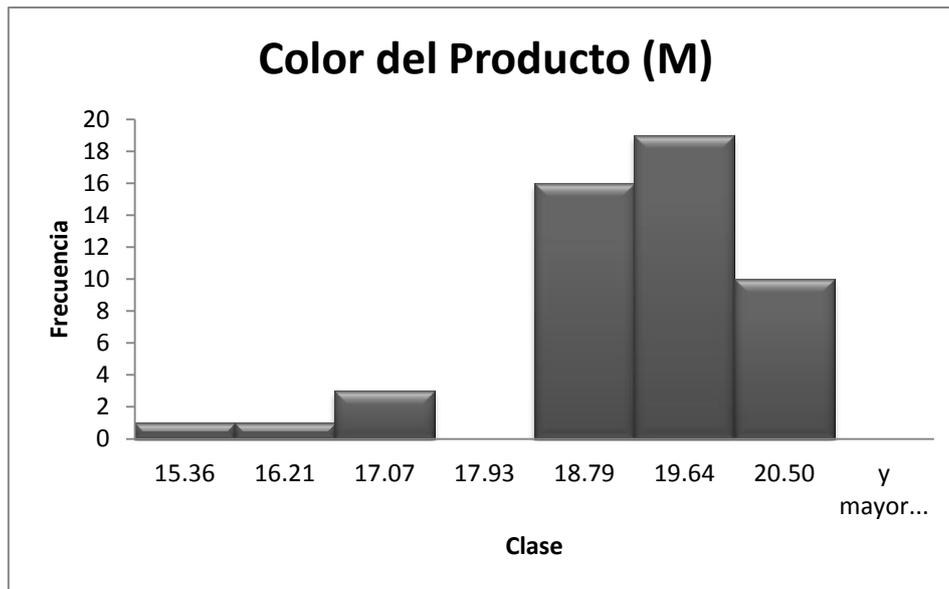


Fig.3- 1.- Histograma color del producto (M)

Fuente: Oviedo María José; Rodríguez Verónica

3.5.5.2. OLOR DEL PRODUCTO (MUJERES)

a. **Tabla de Frecuencias**

TABLA 3 – 7

Frecuencias del olor del producto (M)

Clase	Intervalo		Punto Medio	Frecuencia	% Frecuencia Relativa
	FI	FS			
1	14,5	15,35	14,93		
2	15,35	16,2	15,77	1	2
3	16,2	17,05	16,63	4	8
4	17,05	17,9	17,47		
5	17,9	18,75	18,33	9	18
6	18,75	19,6	19,17	13	26
7	19,6	20,45	20,03	23	46

Fuente: Oviedo María José; Rodríguez Verónica

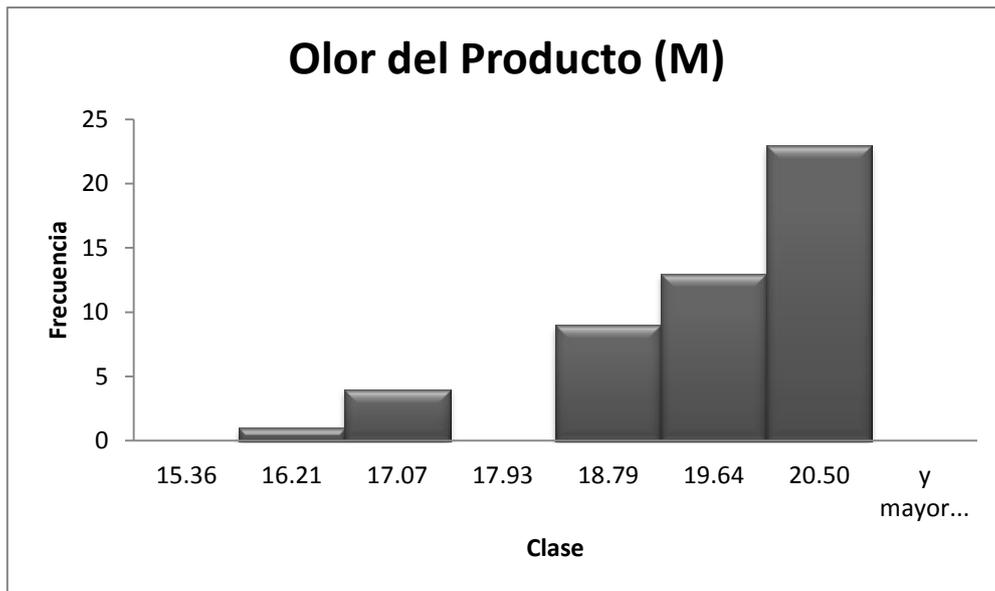


Fig.3- 2.- Histograma olor del producto (M)

Fuente: Oviedo María José; Rodríguez Verónica

3.5.5.3. SABOR DEL PRODUCTO (MUJERES)

a. **Tabla de Frecuencias**

TABLA 3 – 8

Frecuencias del sabor del producto (M)

Clase	Intervalo		Punto Medio	Frecuencia	% Frecuencia Relativa
	FI	FS			
1	14,5	15,35	14,93		
2	15,35	16,2	15,77		
3	16,2	17,05	16,63	3	6
4	17,05	17,9	17,47		
5	17,9	18,75	18,33	6	12
6	18,75	19,6	19,17	16	32
7	19,6	20,45	20,03	25	50

Fuente: Oviedo María José; Rodríguez Verónica

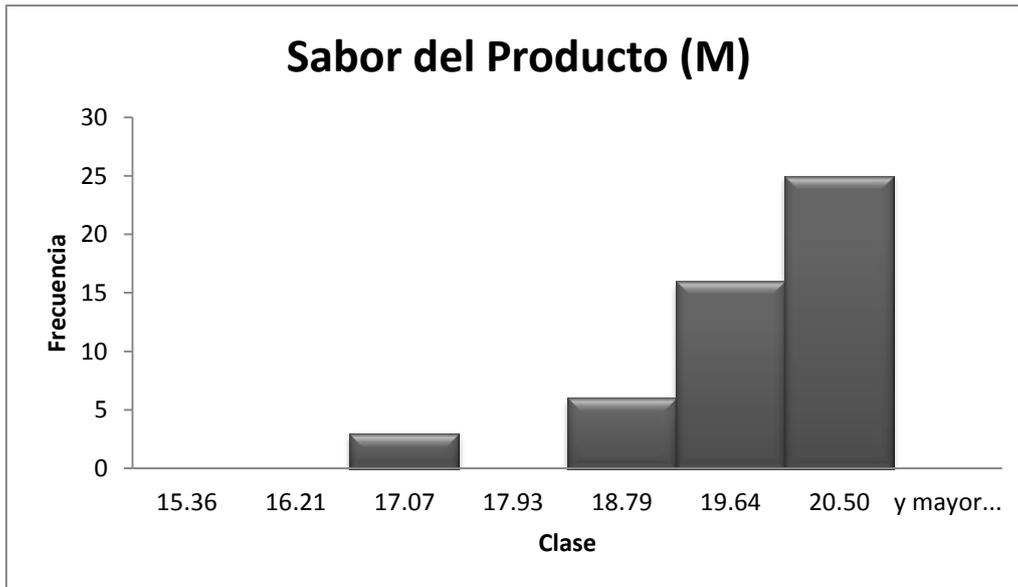


Fig.3- 3.- Histograma sabor del producto (M)

Fuente: Oviedo María José; Rodríguez Verónica

3.5.5.4. CONSISTENCIA DEL PRODUCTO (MUJERES)

a. Tabla de Frecuencias

TABLA 3 – 9

Frecuencias de la consistencia del producto (M)

Clase	Intervalo		Punto Medio	Frecuencia	% Frecuencia Relativa
	FI	FS			
1	14,5	15,35	14,93	3	6
2	15,35	16,2	15,77	1	2
3	16,2	17,05	16,63	6	12
4	17,05	17,9	17,47		
5	17,9	18,75	18,33	8	16
6	18,75	19,6	19,17	19	38
7	19,6	20,45	20,03	13	26

Fuente: Oviedo María José; Rodríguez Verónica

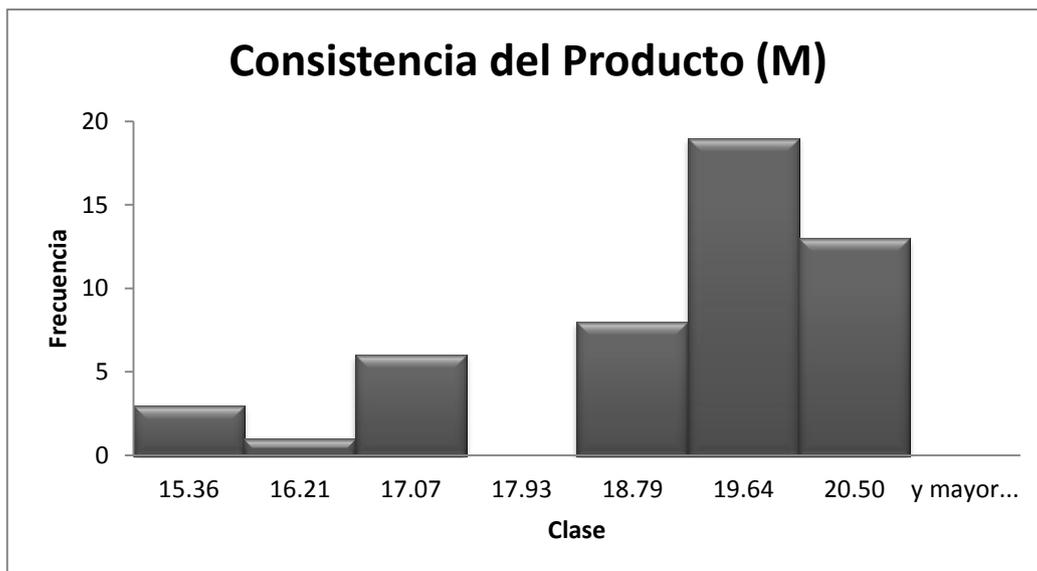


Fig.3– 4.- Histograma consistencia del producto (M)

Fuente: Oviedo María José; Rodríguez Verónica

3.5.5.5. COLOR DEL PRODUCTO (HOMBRES)

a. **Tabla de Frecuencias**

TABLA 3 – 10

Frecuencias del color del producto (H)

Clase	Intervalo		Punto Medio	Frecuencia	% Frecuencia Relativa
	FI	FS			
1	14,5	15,35	14,93	1	2
2	15,35	16,2	15,77	4	8
3	16,2	17,05	16,63	4	8
4	17,05	17,9	17,47		
5	17,9	18,75	18,33	9	18
6	18,75	19,6	19,17	23	46
7	19,6	20,45	20,03	9	18

Fuente: Oviedo María José; Rodríguez Verónica

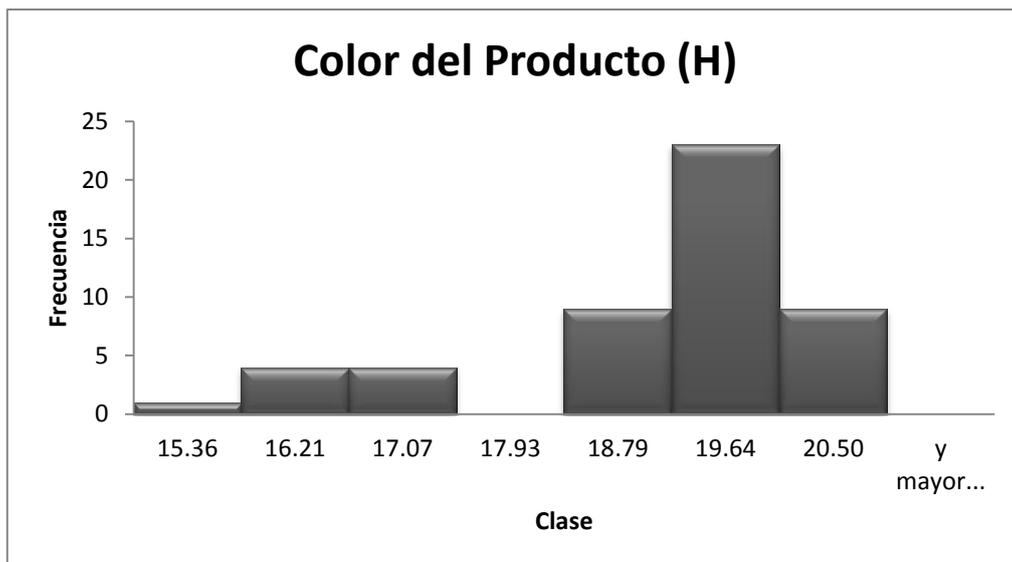


Fig.3- 5.- Histograma color del producto (H)

Fuente: Oviedo María José; Rodríguez Verónica

3.5.5.6. OLOR DEL PRODUCTO (HOMBRES)

a. **Tabla de Frecuencias**

TABLA 3 – 11

Frecuencias del olor del producto (H)

Clase	Intervalo		Punto Medio	Frecuencia	% Frecuencia Relativa
	FI	FS			
1	14,5	15,35	14,93		
2	15,35	16,2	15,77		
3	16,2	17,05	16,63	5	10
4	17,05	17,9	17,47		
5	17,9	18,75	18,33	8	16
6	18,75	19,6	19,17	14	28
7	19,6	20,45	20,03	23	46

Fuente: Oviedo María José; Rodríguez Verónica

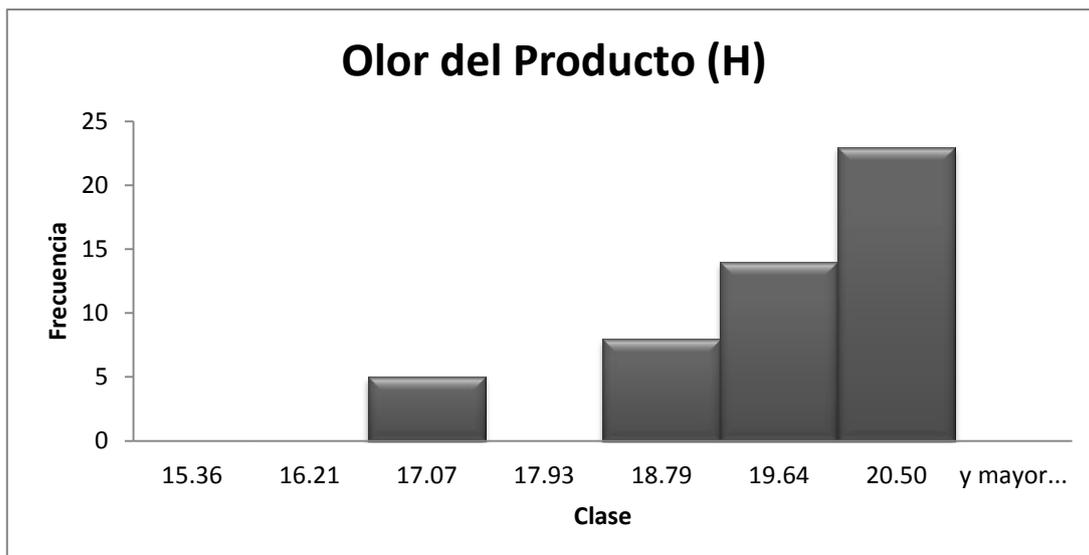


Fig.3- 6.- Histograma olor del producto (H)

Fuente: Oviedo María José; Rodríguez Verónica

3.5.5.7. SABOR DEL PRODUCTO (HOMBRES)

a. **Tabla de Frecuencias**

TABLA 3 – 12

Frecuencias del sabor del producto (H)

Clase	Intervalo		Punto Medio	Frecuencia	% Frecuencia Relativa
	FI	FS			
1	14,5	15,35	14,93		
2	15,35	16,2	15,77		
3	16,2	17,05	16,63	1	2
4	17,05	17,9	17,47		
5	17,9	18,75	18,33	8	6
6	18,75	19,6	19,17	17	36
7	19,6	20,45	20,03	24	56

Fuente: Oviedo María José; Rodríguez Verónica

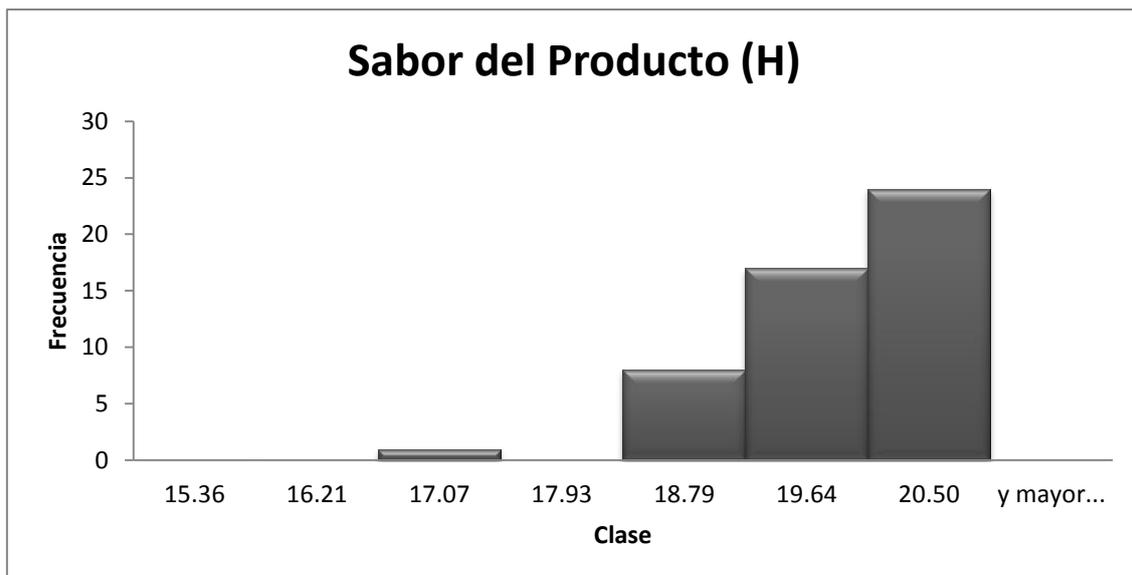


Fig.3- 7.- Histograma sabor del producto (H)

Fuente: Oviedo María José; Rodríguez Verónica

3.5.5.8. CONSISTENCIA DEL PRODUCTO (HOMBRES)

a. **Tabla de Frecuencias**

TABLA 3 – 13

Frecuencias de la consistencia del producto (H)

Clase	Intervalo		Punto Medio	Frecuencia	% Frecuencia Relativa
	FI	FS			
1	14,5	15,35	14,93	4	8
2	15,35	16,2	15,77	2	4
3	16,2	17,05	16,63	3	6
4	17,05	17,9	17,47		
5	17,9	18,75	18,33	5	10
6	18,75	19,6	19,17	16	32
7	19,6	20,45	20,03	20	40

Fuente: Oviedo María José; Rodríguez Verónica

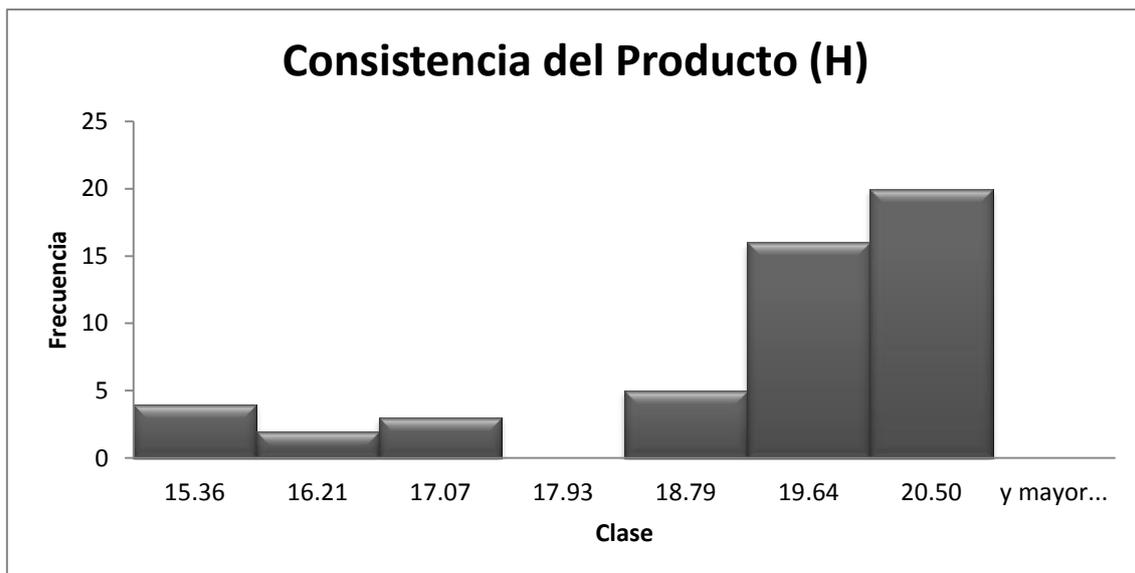


Fig.3– 8.- Histograma consistencia del producto (H)

Fuente: Oviedo María José; Rodríguez Verónica

3.5.6. RESULTADOS DEL ANÁLISIS ESTADÍSTICO DEL PRODUCTO

Para conocer los resultados totales de la degustación del producto se han tomado como referentes los tres últimos parámetros de calificación obteniendo los siguientes resultados.

3.5.6.1. COLOR

Color del Producto (M)

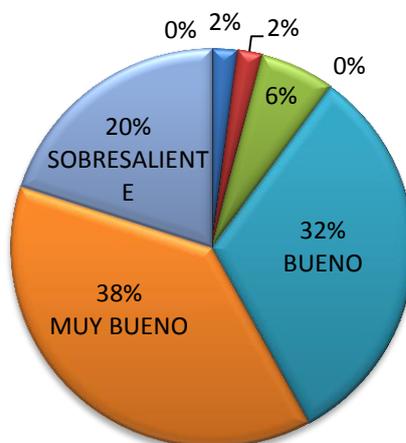


Fig.3– 9.- Porcentaje de aceptación del producto (M)

Fuente: Oviedo María José; Rodríguez Verónica

Color del Producto (H)

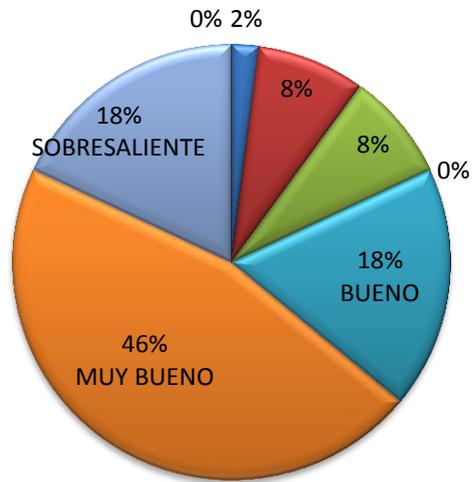


Fig.3– 10.- Porcentaje de aceptación del producto (H)

Fuente: Oviedo María José; Rodríguez Verónica

a. **Porcentajes de Aceptación**

TABLA 3 – 14

Porcentajes de aceptación del producto (color)

Calificación	Mujeres	Hombres
Bueno	32	18
Muy Bueno	38	46
Sobresaliente	20	18

Fuente: Oviedo María José; Rodríguez Verónica

3.5.6.2. OLOR

Olor del Producto (M)

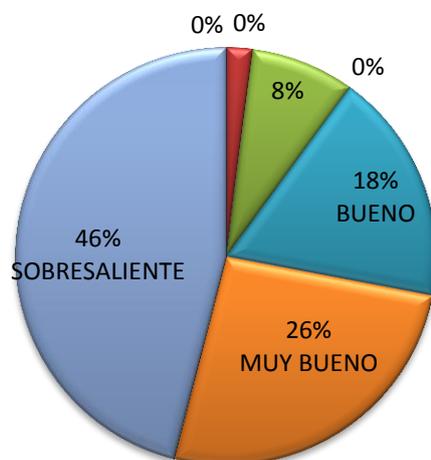


Fig.3– 11.- Porcentaje de aceptación del producto (M)

Fuente: Oviedo María José; Rodríguez Verónica

Olor del Producto (H)

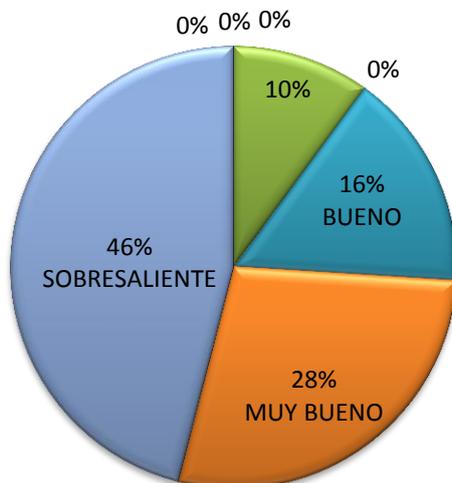


Fig.3– 12.- Porcentaje de aceptación del producto (H)

Fuente: Oviedo María José; Rodríguez Verónica

a. **Porcentajes de Aceptación**

TABLA 3 – 15

Porcentajes de aceptación del producto (olor)

Calificación	Mujeres	Hombres
Bueno	18	16
Muy Bueno	26	28
Sobresaliente	46	46

Fuente: Oviedo María José; Rodríguez Verónica

3.5.6.3. SABOR

Sabor del Producto (M)

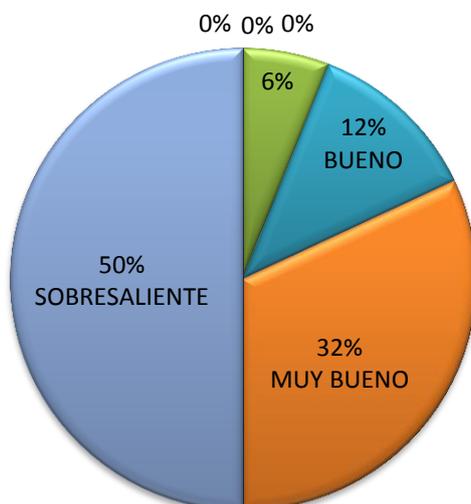


Fig.3– 13.- Porcentaje de aceptación del producto (M)

Fuente: Oviedo María José; Rodríguez Verónica

Sabor del Producto (H)

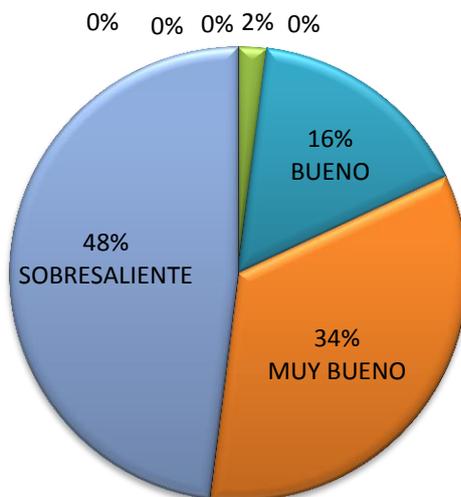


Fig.3 – 14.- Porcentaje de aceptación del producto (H)

Fuente: Oviedo María José; Rodríguez Verónica

a. Porcentaje de Aceptación

TABLA 3– 16

Porcentajes de aceptación del producto (sabor)

Calificación	Mujeres	Hombres
Bueno	12	16
Muy Bueno	32	34
Sobresaliente	50	48

Fuente: Oviedo María José; Rodríguez Verónica

3.5.6.4. CONSISTENCIA

Consistencia del Producto (M)

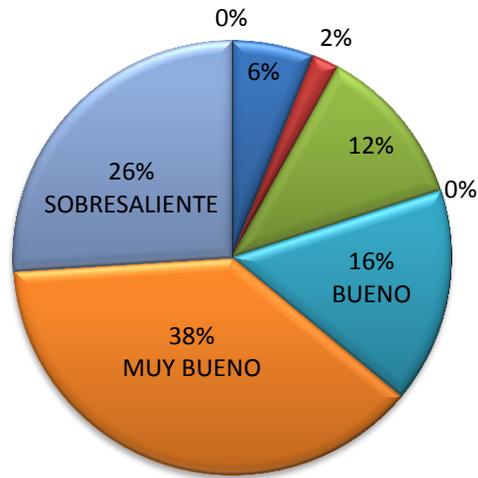


Fig.3– 15.- Porcentaje de aceptación del producto (M)

Fuente: Oviedo María José; Rodríguez Verónica

Consistencia del Producto (H)

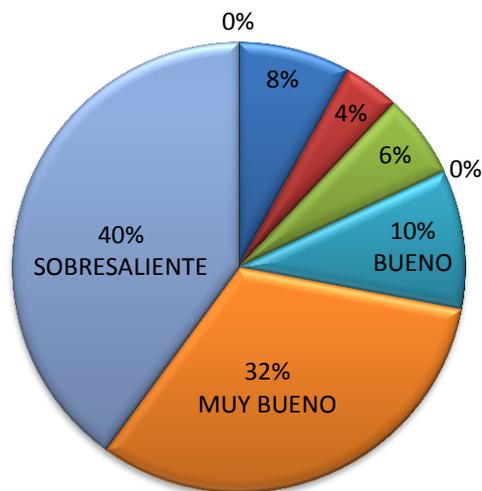


Fig.3– 16.- Porcentaje de aceptación del producto (H)

Fuente: Oviedo María José; Rodríguez Verónica

a. **Porcentaje de Aceptación**

TABLA 3 – 17

Porcentajes de aceptación del producto (consistencia)

Calificación	Mujeres	Hombres
Bueno	16	10
Muy Bueno	38	32
Sobresaliente	26	40

Fuente: Oviedo María José; Rodríguez Verónica

En base a los resultados descritos anteriormente el producto obtenido tiene una clara aceptación ya que los parámetros de sobresaliente, muy bueno y bueno obtienen los mayores porcentajes; demostrando aceptabilidad del producto en el mercado.

3.5.7. RESULTADOS DEL EXAMEN FÍSICO QUÍMICO DEL PRODUCTO

TABLA 3 – 18

Resultados del examen físico químico del queso ricota

PARÁMETRO	UNIDAD	RESULTADOS	MÍN.	MÁX.
Humedad Total	%	67.98	-	80
Materia seca	%	32.02	-	-
Grasa en base seca	%	24.53	11	-
Prueba de fosfatasa	-	Negativo	Negativa	-

Fuente: Oviedo María José; Rodríguez Verónica

Se puede observar, que el producto cumple con todos los requisitos obligatorios, registrados en la Norma INEN 86

3.5.8. RESULTADOS DE LOS COSTOS

3.5.8.1. INVERSIÓN

a. Sistema

TABLA 3 – 19

Costo del Sistema

Descripción	Unidad	Cantidad	Costo unitario	Costo Total
Plancha de acero inoxidable AISI 304	u	1 1/2	200	300
Válvulas	u	2	15	30
Reducción	u	2	3.50	7
Varilla de acero inoxidable	u	2	150	300
Tela del tamiz	m ²	2	4	8
Electroválvula	u	1	400	400
Panel de control	u	1	350	350
Soporte del panel	u	1	15	15
Construcción del sistema			200	200
Construcción del panel de control			450	450
			TOTAL	2060

Fuente: Oviedo María José; Rodríguez Verónica

b. Pruebas de laboratorio

TABLA 3 – 20

Costo de las Pruebas de Laboratorio

Descripción	Unidad	Cantidad	Costo unitario	Costo Total
Análisis proximal del suero	u	1	60.00	60.00
Análisis microbiológico del suero	u	1	40.00	40.00
Análisis proximal del queso ricota	u	1	60.00	60.00
Análisis microbiológico del queso ricota	u	1	40.00	40.00
			TOTAL	200

Fuente: Oviedo María José; Rodríguez Verónica

c. Costo total

TABLA 3 – 21

Costo Total

Descripción	Costo Total
Costo del sistema	2060
Costo de las pruebas de laboratorio	200
TOTAL	2260

Fuente: Oviedo María José; Rodríguez Verónica

3.6. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

El suero obtenido de la producción del queso en la Estación Experimental Planta de Lácteos Tunshi, es adecuado para la elaboración del queso ricota, ya que posee las condiciones necesarias para este fin.

En cuanto al rendimiento del producto, al utilizar 48L de suero se obtuvo 3.26 Kg de requesón, obteniendo una cantidad mayor que al elaborarlo en una forma tradicional, y por experiencia del encargado de la planta en la misma cantidad de suero solo obtenía 1,5 Kg aproximadamente.

La eficiencia del sistema es de 84.12% un valor muy aceptable, para el objetivo que fue construido.

En los análisis Físico - Químicos del requesón podemos constatar que cumple con todas las especificaciones de la Norma INEN 86.- Queso Ricota. Requisitos. En cuanto a los análisis microbiológicos igual está dentro de los parámetros impuestos por la misma Norma INEN no registrando coliformes totales, ni fecales.

Delas pruebas de degustación, el producto elaborado tiene una buena aceptabilidad, porque las calificaciones impuestas al mismo son altas, estando la mayoría entre muy bueno y sobresaliente.

CAPITULO IV

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. CONCLUSIONES

- Se diseñó y construyó un sistema para la obtención de queso ricota a partir del lacto suero de la Planta de Lácteos ESPOCH ubicada en Tunshi,
- El lacto suero obtenido de la elaboración de queso fresco, posee características que lo hacen óptimo para la producción de queso ricota.
- El sistema diseñado y construido tiene una eficiencia del 84.12%, comprobado mediante pruebas de validación realizadas en la Planta de Lácteos ESPOCH.
- Efectuado el análisis proximal del requesón se demostró, que cumple con los requisitos expuestos en la Norma INEN 86.- Queso Ricota. Requisitos
- En los resultados de los análisis microbiológicos del queso ricota no se evidenció la presencia de coliformes (totales y fecales), siendo apto para el consumo humano.
- Se concluyó que el sistema es efectivo para la evaporación del lacto suero, evitando así su descarga como efluente, disminuyendo la contaminación al medio ambiente, por la excesiva carga orgánica que posee.

4.2. RECOMENDACIONES

- Al tratarse de un producto apto para el consumo humano, se debe cuidar la higiene en toda su elaboración.
- Inspeccionar todos los elementos que conforman el sistema, para evitar fallas en la operación del mismo.
- El volumen de suero utilizado debe ser mayor a los 3.14 litros, que es el volumen de residuo del proceso, valor necesario para el funcionamiento del sensor de nivel.
- Realizar la limpieza del sistema luego de cada operación.

CAPITULO V

BIBLIOGRAFÍA

1.BRAUN G., Operaciones Básicas de Ingeniería Química., Barcelona - España., Editorial Marín S.A., 1965., Pp. 500-508.

2.HIMMELBLAU D., Principios Básicos y Cálculos en Ingeniería Química., 6ª.ed., Naucalpan de Juárez – México., Hispanoamericana., 1997., Pp. 142-157, 388-406.

3.MEYER E., Elaboración de Productos Lácteos., 1.a.ed., México D.F.- México., Editorial Trillas., 2007., Pp. 42-43.

4.NANTET B., Quesos del Mundo., México D.F.-México., Editorial Noriega., 1994., Pp. 207-210.

5.OCON P, TOJO J., Problemas de Ingeniería Química., México D.F. – México., Editorial Aguilar., 1980., Pp. 161-169.

- 6.PERRY J.**, Manual del Ingeniero Químico., 3.a.ed., México D.F – México., Editorial Hispanoamericana., Pp. 771-773.
- 7.TEUBNER C.**, El Gran Libro del Queso., Madrid – España., Editorial Everest S.A., 2009., Pp. 90-95.
- 8.TREYBAL R.**, Operaciones de Transferencia de Masa., 2.a.ed., México D.F. – México., Editorial McGraw-Hill., Pp. 130-141.
- 9.VIAN A, OCON P.**, Elementos de Ingeniería Química., 5.a.ed., Madrid – España., Editorial Aguilar., 1976., Pp. 258-271, 318-320.
- 10.ECUADOR, INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN (INEN).**, Leche y Productos Lácteos. Muestreo., N^o.NT. 04., Quito – Ecuador., (INEN)., 1983., Pp. 1-2.
- 11.ECUADOR, INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN (INEN).**, Quesos. Determinación del Contenido de Humedad., N^o.NT. 63., Quito – Ecuador., (INEN)., 1973., Pp. 1-2, 4.
- 12.ECUADOR, INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN (INEN).**, Quesos. Determinación del Contenido de Grasas., N^o.NT. 64., Quito – Ecuador., (INEN)., 1973., Pp. 1-3, 11.

13.ECUADOR, INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN (INEN)., Quesos. Ensayo de la Fosfatasa., No.NT. 65., Quito – Ecuador., (INEN)., 1973., Pp. 1-3, 5-6.

14.ECUADOR, INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN (INEN)., Queso Ricota. Requisitos., No.NT. 86., Quito – Ecuador., (INEN)., 2013., Pp. 1-3.

15. ECUADOR, INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN (INEN)., Suero de Leche Líquido. Requisitos., No.NT. 2594., Quito – Ecuador., (INEN)., 2011., Pp. 1-2.

16.ESCOBAR S, SANTILLA O., Diseño y Construcción de un Evaporador de Simple Efecto con Serpentin Horizontal para la obtención de Arequipe., Facultad de Ciencias., Escuela de Ingeniería Química., Escuela Superior Politécnica de Chimborazo., Riobamba – Ecuador., **TESIS.**, 2011., Pp. 52-58.

17.ROMERO A., Utilización del Agave como Edulcorante Natural en la Elaboración de una Bebida Hidratante a partir del Suero., Facultad de Ciencias Pecuarias., Escuela de Ingeniería en Industrias Pecuarias., Escuela Superior Politécnica de Chimborazo., Riobamba- Ecuador., **TESIS.**, 2010., Pp. 18-25.

18.DISEÑO

<http://www.cesfelipesecondo.com/titulaciones/bellasartes/ts/o.pdf> 2013-08-

16

19.EVAPORADOR

- <http://es.scribd.com/doc/1008572/EL-EVAPORADOR>
[2013-10-17](#)
- <http://industriales.utu.edu.uy/archivos/mecanicageneral/Apuntes.pdf>
2013-10-19
- <http://es.scribd.com/doc/1008572/EL-EVAPORADOR>
[2013-10-18](#)
- <http://www.ehowenespanol.com/funciones-evaporador-.pdf>
2013-10-19

20.MARMITA

- <http://www.banrepcultural.org/blaavirtual/ayudadetareas/objetos/objetos>
2013-09-27
- <http://maquinariamimsa.mx/Productos/ProcesoAlimentos/Marmitas/MarmitaVapor.pdf>
[2013-09-25](#)

21.SUERO DE LA LECHE Y SUS PRPIEDADES

- <http://es.scribd.com/doc/47261459/Suero-de-leche-propiedades-y-usos>
[2013-09-24](#)

- <http://noticias.universia.com.ar/en-portada/noticia/reciclando-desechos-leche.html>
2013-09-24
- http://www.fundacionfedna.org/ingredientes_para_piensos/lactosueroacido
2013-09-25
- <http://milksci.unizar.es/bioquimica/temas/proteins/lactosuero.html>
2013-09-25

22.PROCESO DE ELABORACIÓN DEL QUESO RICOTA

- <http://www.autosuficiencia.com.ar/shop/detallenot.asp?notid=182>2013-09-03

23.PROCESO INDUSTRIAL

- <http://milkinnovation.it/es/impianto.php>
2013-08-31

24.QUESO RICOTA

- <http://www.euroresidentes.com/Alimentos/definiciones/ricota.htm> 2013-08-25

25.SENSORES DE NIVEL

- <http://ciecfie.epn.edu.ec/Automatizacion/Laboratorios.pdf>
2013-10-15
- <http://isa.uniovi.es/docencia/autom3m/Temas/Tema7.pdf>
2013-10-15

26.SENSORES DE TEMPERATURA

http://www.efn.unc.edu.ar/departamentos/electro/cat/eye_archivos/apuntes.p

[df](#)

2013-10-17

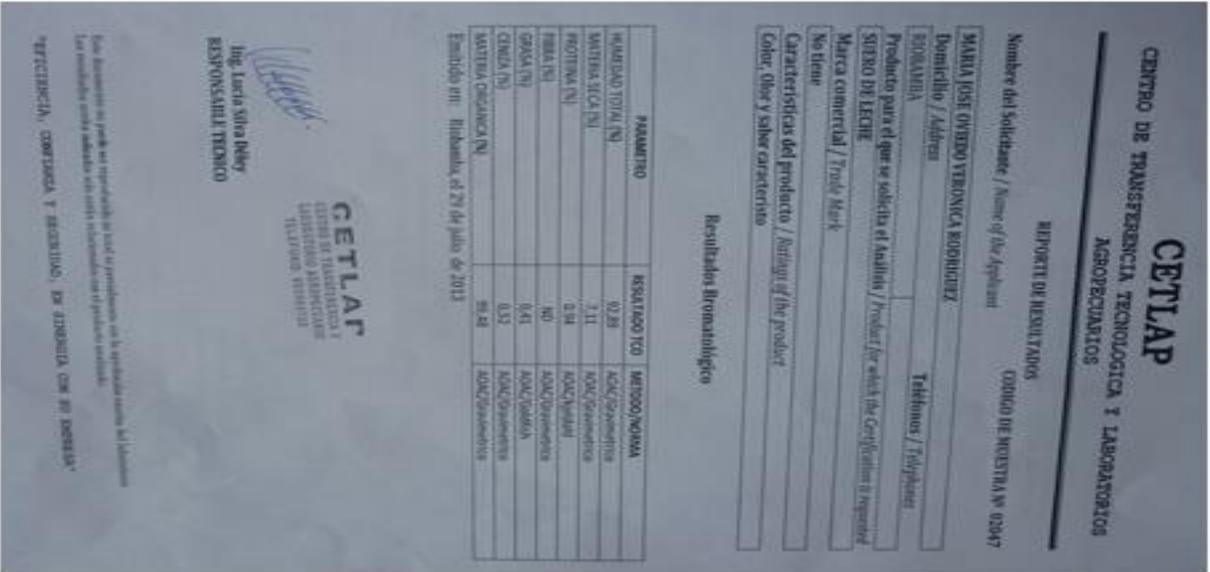
27.TAMIZ

<http://www.maquinariapro.com/maquinarias/tamices.html>

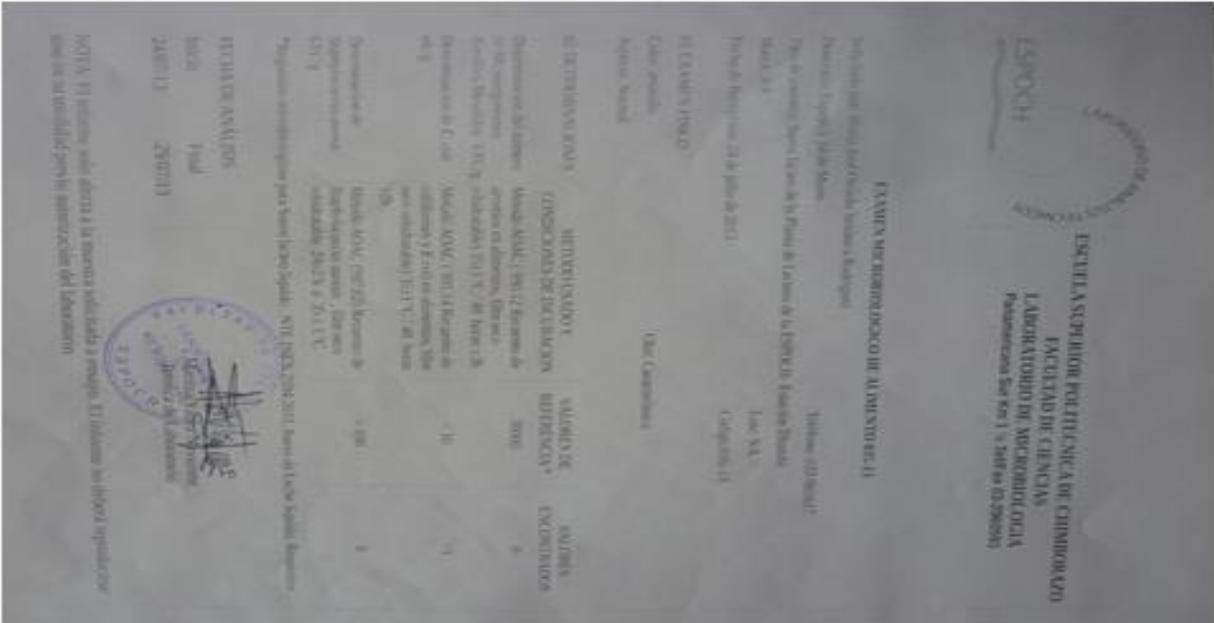
2013-09-25

ANEXOS

ANEXO I

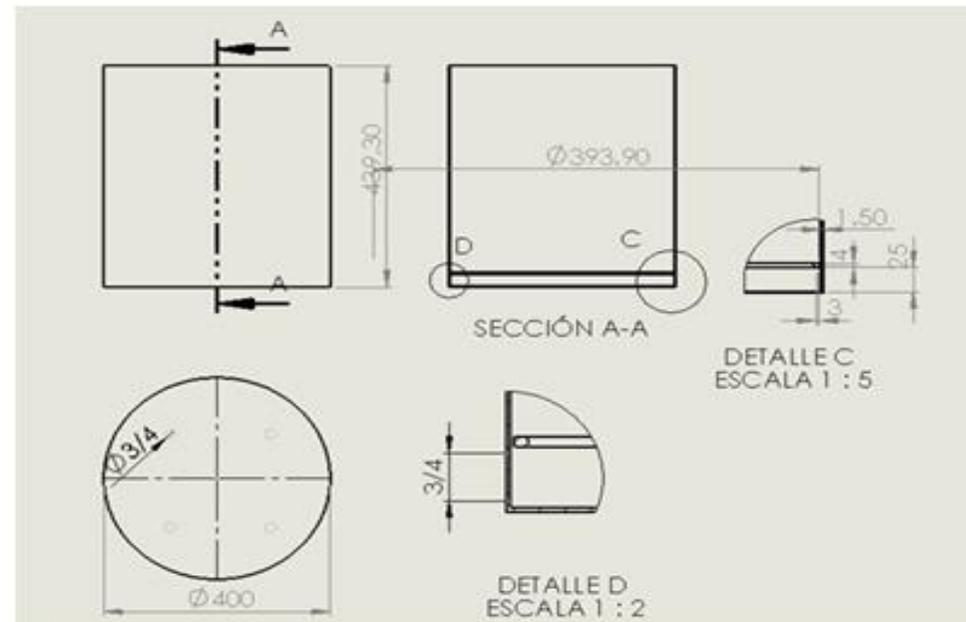
Informe del Resultado del Análisis Físico – Químico del Lacto Suero									
									
<p>Notas:</p> <p>Informe del Resultado de los Análisis Físico – Químico del Lacto Suero</p>	<p>CATEGORIAS DEL DIAGRAMA</p> <ul style="list-style-type: none"> o CERTIFICADO o POR APROBAR o APROBADO o PARA INFORMACIÓN o POR CALIFICAR 	<p>ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO</p> <p>FACULTAD DE CIENCIAS</p> <p>ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA</p> <p>María José Oviado Camillo Verónica Patricia Rodríguez Mejía</p>	<p style="text-align: center;">Sistema para la producción de queso ricota a partir de lacto suero</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 33%;">Lámina</td> <td style="width: 33%;">Escala:</td> <td style="width: 33%;">Fecha:</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">1A</td> <td style="text-align: center;">x: y:</td> <td style="text-align: center;">2013-11-5</td> </tr> </table>	Lámina	Escala:	Fecha:	1A	x: y:	2013-11-5
Lámina	Escala:	Fecha:							
1A	x: y:	2013-11-5							

ANEXO II

Informe del Resultado del Análisis Microbiológico del Lacto Suero									
									
<p>Notas:</p> <p>Informe del Resultado del Análisis Microbiológico del Lacto Suero</p>	<p>CATEGORÍAS DEL DIAGRAMA</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ CERTIFICADO ○ POR APROBAR ○ APROBADO ○ PARA INFORMACIÓN ○ POR CALIFICAR 	<p>ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO</p> <p>FACULTAD DE CIENCIAS</p> <p>ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA</p> <p>María José Oviado Carrillo Verónica Patricia Rodríguez Mejía</p>	<p>Sistema para la producción de queso ricota a partir de lacto suero</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 33%;">Lámina</td> <td style="width: 33%;">Escala:</td> <td style="width: 33%;">Fecha:</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">2A</td> <td style="text-align: center;">x: y:</td> <td style="text-align: center;">2013-11-5</td> </tr> </table>	Lámina	Escala:	Fecha:	2A	x: y:	2013-11-5
Lámina	Escala:	Fecha:							
2A	x: y:	2013-11-5							

ANEXO III

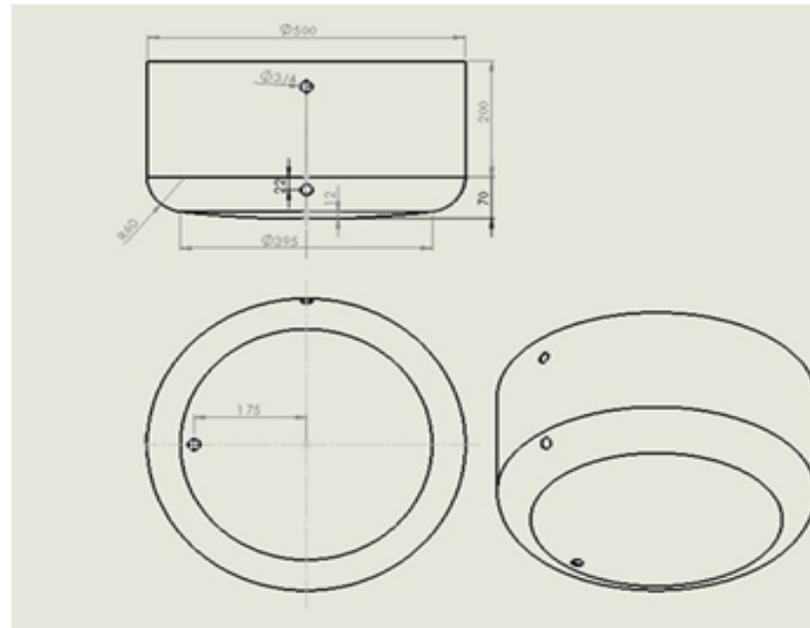
Diseño del Tanque Interno de la Marmita



<p>Notas:</p> <p>Diseño del Tanque Interno de la Marmita</p>	<p>CATEGORÍAS DEL DIAGRAMA</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ CERTIFICADO ○ POR APROBAR ○ APROBADO ○ PARA INFORMACIÓN ○ POR CALIFICAR 	<p>ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO</p> <p>FACULTAD DE CIENCIAS</p> <p>ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA</p> <p>María José Oviedo Carrillo Verónica Patricia Rodríguez Mejía</p>	<p>Sistema para la producción de queso ricota a partir de lacto suero</p>		
			Lámina	Escala:	Fecha:
			3A	x: y:	2013-11-5

ANEXO IV

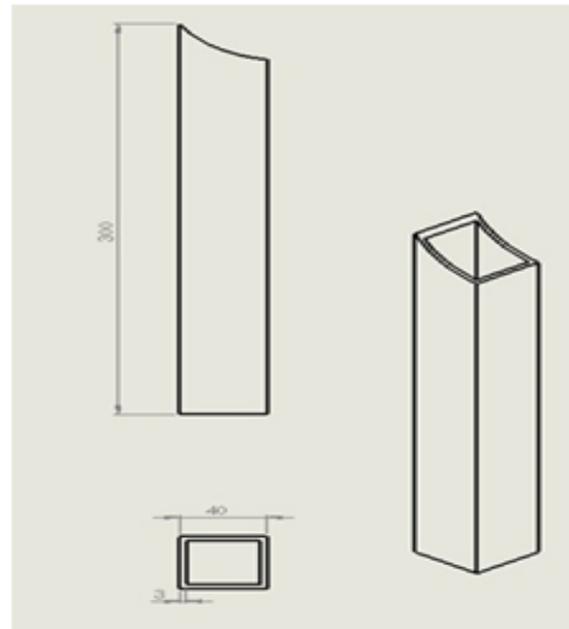
Diseño del Tanque Externo de la Marmita



<p style="text-align: center;">Notas:</p> <p>Diseño del Tanque Externo de la Marmita</p>	<p>CATEGORIAS DEL DIAGRAMA</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ CERTIFICADO ○ POR APROBAR ○ APROBADO ○ PARA INFORMACIÓN ○ POR CALIFICAR 	<p>ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO</p> <p>FACULTAD DE CIENCIAS</p> <p>ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA</p> <p>María José Oviedo Carrillo Verónica Patricia Rodríguez Mejía</p>	<p>Sistema para la producción de queso ricota a partir de lacto suero</p>		
			Lámina	Escala:	Fecha:
			4A	x: y:	2013-11-5

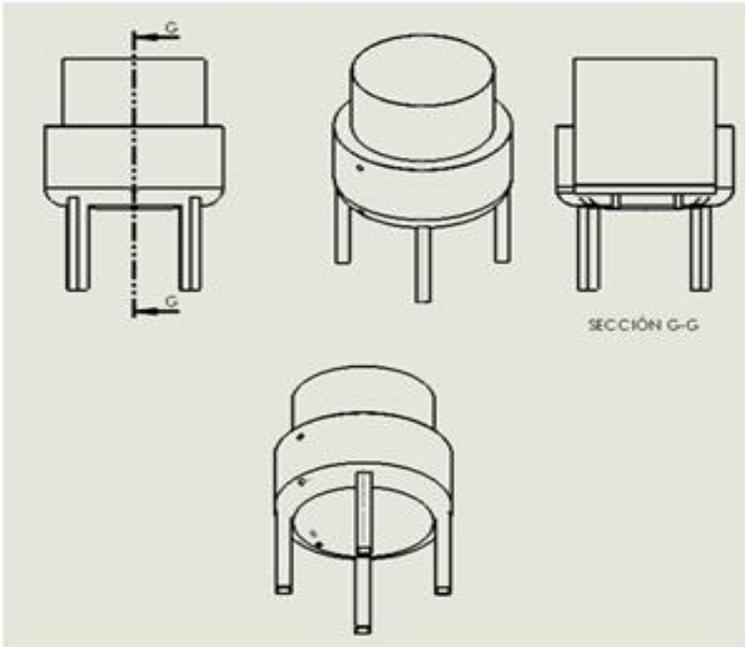
ANEXO V

Diseño de las patas del sistema



<p style="text-align: center;">Notas:</p> <p>Diseño de las patas del sistema</p>	<p>CATEGORÍAS DEL DIAGRAMA</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ CERTIFICADO ○ POR APROBAR ○ APROBADO ○ PARA INFORMACIÓN ○ POR CALIFICAR 	<p>ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO</p> <p>FACULTAD DE CIENCIAS</p> <p>ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA</p> <p>María José Oviedo Carrillo Verónica Patricia Rodríguez Mejía</p>	<p>Sistema para la producción de queso ricota a partir de lacto suero</p>		
			Lámina	Escala:	Fecha:
			5A	x: y:	2013-11-5

ANEXO VI

Diseño de la marmita									
									
<p>Notas:</p> <p>Diseño de la marmita</p>	<p>CATEGORÍAS DEL DIAGRAMA</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ CERTIFICADO ○ POR APROBAR ○ APROBADO ○ PARA INFORMACIÓN ○ POR CALIFICAR 	<p>ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO</p> <p>FACULTAD DE CIENCIAS</p> <p>ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA</p> <p>María José Oviedo Carrillo Verónica Patricia Rodríguez Mejía</p>	<p>Sistema para la producción de queso ricota a partir de lacto suero</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 25%;">Lámina</td> <td style="width: 25%;">Escala:</td> <td style="width: 50%;">Fecha:</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">6A</td> <td style="text-align: center;">x: y:</td> <td style="text-align: center;">2013-11-5</td> </tr> </table>	Lámina	Escala:	Fecha:	6A	x: y:	2013-11-5
Lámina	Escala:	Fecha:							
6A	x: y:	2013-11-5							

ANEXO VII

Tamiz del Sistema



Notas: Tamiz del Sistema	CATEGORÍAS DEL DIAGRAMA <ul style="list-style-type: none"> ○ CERTIFICADO ○ POR APROBAR ○ APROBADO ○ PARA INFORMACIÓN ○ POR CALIFICAR 	ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA María José Oviedo Carrillo Verónica Patricia Rodríguez Mejía	Sistema para la producción de queso ricota a partir de lacto suero		
			Lámina	Escala:	Fecha:
			7A	x: y:	2013-11-5

ANEXO VIII

Propiedades del agua saturada (líquido - vapor): Tabla de Temperatura

Agua saturada—tabla de temperaturas									
Temp. °C <i>T</i>	Pres. sat. kPa <i>P_{sat}</i>	Volumen específico m ³ /kg		Energía interna kJ/kg			Entalpía kJ/kg		
		Líquido sat. <i>v_f</i>	Vapor sat. <i>v_g</i>	Líquido sat. <i>u_f</i>	Evap. <i>u_{fg}</i>	Vapor sat. <i>u_g</i>	Líquido sat. <i>h_f</i>	Evap. <i>h_{fg}</i>	Vapor sat. <i>h_g</i>
0.01	0.6113	0.001 000	206.14	0.0	2375.3	2375.3	0.01	2501.3	2501.4
5	0.8721	0.001 000	147.12	20.97	2361.3	2382.3	20.98	2489.6	2510.6
10	1.2276	0.001 000	106.38	42.00	2347.2	2389.2	42.01	2477.7	2519.8
15	1.7051	0.001 001	77.93	62.99	2333.1	2396.1	62.99	2465.9	2528.9
20	2.339	0.001 002	57.79	83.95	2319.0	2402.9	83.96	2454.1	2538.1
25	3.169	0.001 003	43.36	104.88	2304.9	2409.8	104.89	2442.3	2547.2
30	4.246	0.001 004	32.89	125.78	2290.8	2416.6	125.79	2430.5	2556.3
35	5.628	0.001 006	25.22	146.67	2276.7	2423.4	146.68	2418.6	2565.3
40	7.384	0.001 008	19.52	167.56	2262.6	2430.1	167.57	2406.7	2574.3
45	9.593	0.001 010	15.26	188.44	2248.4	2436.8	188.45	2394.8	2583.2
50	12.349	0.001 012	12.03	209.32	2234.2	2443.5	209.33	2382.7	2592.1
55	15.758	0.001 015	9.568	230.21	2219.9	2450.1	230.23	2370.7	2600.9
60	19.940	0.001 017	7.671	251.11	2205.5	2456.6	251.13	2358.5	2609.6
65	25.03	0.001 020	6.197	272.02	2191.1	2463.1	272.06	2346.2	2618.3
70	31.19	0.001 023	5.042	292.95	2176.6	2469.6	292.98	2333.8	2626.8
75	38.58	0.001 026	4.131	313.90	2162.0	2475.9	313.93	2321.4	2635.3
80	47.39	0.001 029	3.407	334.86	2147.4	2482.2	334.91	2308.8	2643.7
85	57.83	0.001 033	2.828	355.84	2132.6	2488.4	355.90	2296.0	2651.9
90	70.14	0.001 036	2.361	376.85	2117.7	2494.5	376.92	2283.2	2660.1
95	84.55	0.001 040	1.982	397.88	2102.7	2500.6	397.96	2270.2	2668.1

<p style="text-align: center;">Notas:</p> <p>Propiedades del agua saturada (líquido - vapor): Tabla de Temperatura</p>	<p style="text-align: center;">CATEGORÍAS DEL DIAGRAMA</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ CERTIFICADO ○ POR APROBAR ○ APROBADO ○ PARA INFORMACIÓN ○ POR CALIFICAR 	<p>ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO</p> <p>FACULTAD DE CIENCIAS</p> <p>ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA</p> <p>María José Oviedo Carrillo Verónica Patricia Rodríguez Mejía</p>	<p>Sistema para la producción de queso ricota a partir de lacto suero</p>		
			Lámina	Escala:	Fecha:
			8A	x: y:	2013-11-5

ANEXO IX

Marmita

a)



b)



<p>Notas:</p> <p>a) Vista Frontal b) Vista Posterior</p>	<p>CATEGORÍAS DEL DIAGRAMA</p> <ul style="list-style-type: none"> o CERTIFICADO o POR APROBAR o APROBADO o PARA INFORMACIÓN o POR CALIFICAR 	<p>ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO</p> <p>FACULTAD DE CIENCIAS</p> <p>ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA</p> <p>María José Oviedo Carrillo Verónica Patricia Rodríguez Mejía</p>	<p>Sistema para la producción de queso ricota a partir de lacto suero</p>		
			Lámina	Escala:	Fecha:
			9A	x: y:	2013-11-5

ANEXO X

Panel de Control

a)



b)



<p>Notas:</p> <p>a) Panel de control apagado</p> <p>b) Panel de control encendido</p>	<p>CATEGORÍAS DEL DIAGRAMA</p> <ul style="list-style-type: none"> o CERTIFICADO o POR APROBAR o APROBADO o PARA INFORMACIÓN o POR CALIFICAR 	<p>ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO</p> <p>FACULTAD DE CIENCIAS</p> <p>ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA</p> <p>María José Oviedo Carrillo Verónica Patricia Rodríguez Mejía</p>	<p>Sistema para la producción de queso ricota a partir de lacto suero</p>		
			Lámina	Escala:	Fecha:
			10A	x: y:	2013-11-5

ANEXO XI

Sistema para la Producción de Queso Ricota a Partir de Lacto Suero



<p style="text-align: center;">Notas:</p> <p>Sistema para la Producción de Queso Ricota a Partir de Lacto Suero</p>	<p style="text-align: center;">CATEGORIAS DEL DIAGRAMA</p> <ul style="list-style-type: none"> o CERTIFICADO o POR APROBAR o APROBADO o PARA INFORMACIÓN o POR CALIFICAR 	<p>ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO</p> <p>FACULTAD DE CIENCIAS</p> <p>ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA</p> <p>Maria José Oviedo Carrillo Verónica Patricia Rodríguez Mejía</p>	<p>Sistema para la producción de queso ricota a partir de lacto suero</p>		
			Lámina	Escala:	Fecha:
			11A	x: y:	2013-11-5

ANEXO XII

Informe del Resultado del Análisis Físico – Químico del Queso Ricota

SETLAB
SERVICIOS DE TRANSPARENCIA TECNOLÓGICA Y
LABORATORIOS AGROPECUARIOS

REPORTE DE RESULTADOS
CODIGO DE MUESTRA W 0215

Nombre del solicitante / Name of the Applicant
SRTA. MARIA JOSE OVIEDO

Domicilio / Address
BUGAVALA Teléfono / Telephone

Producto para el que se solicita el análisis / Product for which the Certification is requested
QUESO RICOTA

Marcas comercial / Trade Mark
No tiene

Características del producto / Features of the product
Color, olor y sabor característicos

Resultados Bromatológicos

PARAMETRO	RESULTADO	METODO/ Norma
HUMEDAD TOTAL (%)	67.98	AOAC/Oficina
MATERIA SECA (%)	32.02	AOAC/Oficina
GRASA (%) EN BASE SECA	24.51	AOAC/Grasa en Grasa
PROTEINA (%) EN BASE SECA	Mejoría	Aplicativa y Visual

Empleado en: Buga, el 15 de Octubre de 2013

SETLAB
Servicio de Transparencia Tecnológica
y Laboratorios Agropecuarios
Calle Plaza 28 - 55 y Av. 9 de Octubre
032066-244

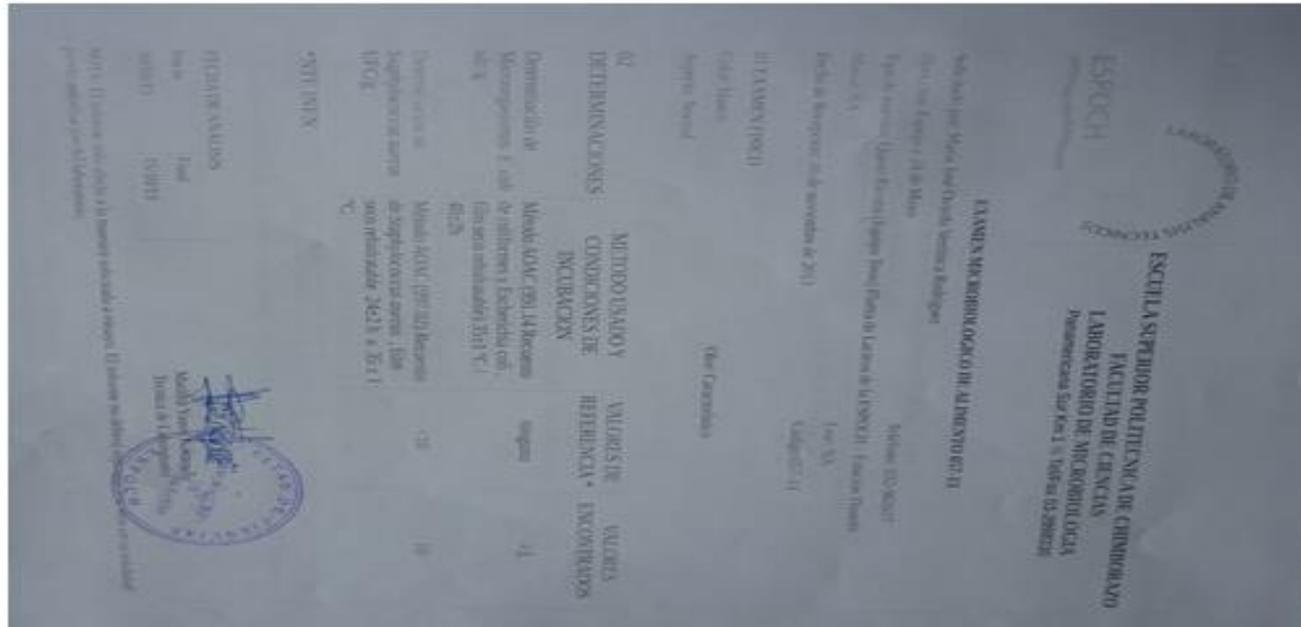
Ing. Lucía Silva Delley
RESPONSABLE TÉCNICO

Este documento no puede ser reproducido ni total ni parcialmente sin la aprobación escrita del laboratorio. Las medidas están basadas en los métodos reconocidos en el presente protocolo.
VERIFICACIÓN, CONFIRMACIÓN Y SEGUIMIENTO, SE EFECTÚAN CON EL DOMINIO

<p>Notas:</p> <p>Informe del Resultado del Análisis Físico – Químico del Queso Ricota</p>	<p>CATEGORÍAS DEL DIAGRAMA</p> <ul style="list-style-type: none"> o CERTIFICADO o POR APROBAR o APROBADO PARA INFORMACIÓN o POR CALIFICAR 	<p>ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO</p> <p>FACULTAD DE CIENCIAS</p> <p>ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA</p> <p>María José Oviedo Carrillo Verónica Patricia Rodríguez Mejía</p>	<p>Sistema para la producción de queso ricota a partir de lacto suero</p>				
			Lámina	Escala:	Fecha:		
			12A	x: y:	2013-11-5		

ANEXO XIII

Informe del Resultado del Análisis Microbiológico del Queso Ricota



<p>Notas:</p> <p>Informe del Resultado del Análisis Microbiológico del Queso Ricota</p>	<p>CATEGORÍAS DEL DIAGRAMA</p> <ul style="list-style-type: none"> o CERTIFICADO o POR APROBAR o APROBADO o PARA INFORMACIÓN o POR CALIFICAR 	<p>ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO</p> <p>FACULTAD DE CIENCIAS</p> <p>ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA</p> <p>María José Oviado Carrillo Verónica Patricia Rodríguez Mejía</p>	<p>Sistema para la producción de queso ricota a partir de lacto suero</p>				
			Lámina	Escala:	Fecha:		
			13A	x: y:	2013-11-5		