

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL
Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la
Producción

"Mejoramiento del proceso utilizado para la elaboración de leche de soya
en los proyectos Vaca Mecánica."

PROYECTO INTEGRADOR

Previo la obtención del Título de:

INGENIERO DE ALIMENTOS

Presentado por:

Carla María Alvarez Jarrín

Alvaro Darío Palma Moscoso

GUAYAQUIL - ECUADOR

Año: 2016

AGRADECIMIENTOS

A Dios por sus infinitas bendiciones, a mi querida Mater por todas las gracias recibidas, a mis amados padres Juan Carlos y María, por ser mi más grande ejemplo de superación y que se han sacrificado por mí para que salga siempre adelante. A mis abuelos, tíos y primos por todo su cariño y apoyo a lo largo de mi vida. A mis amigas Diana y Katherine, por estar siempre junto a mí cuando más las he necesitado, y a mi querido amigo Alvaro, por hacer de este proyecto una gran experiencia.

Finalmente agradecer a nuestro tutor Ph.D. César Moreira por su apoyo incondicional y por guiarnos en la realización de este proyecto.

Carla Alvarez

AGRADECIMIENTOS

Estoy muy agradecido con Dios por todas las bendiciones que me ha puesto a lo largo de mi vida, agradezco de manera especial a mis padres Henri y Laura por ser incondicionales, en todo momento creer en mí, me han ayudado a crecer como persona y esforzarme por lo que quiero, a mis hermanos Denisse, Erika, Víctor y Jefferson que juntos hemos salido adelante y hoy me siento orgulloso de cada uno. A mis mejores amigas Tatiana, Carla y Diana por mostrarme el verdadero valor de la amistad y pasar los mejores momentos junto a ellas, y de manera especial agradecer a Carla porque juntos empezamos y juntos terminamos ha sido un honor trabajar contigo y a tu familia gracias por abrirme siempre las puertas de tu casa.

Alvaro Palma

DECLARACIÓN EXPRESA

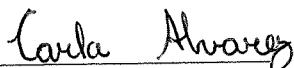
“La responsabilidad del contenido desarrollado en la presente propuesta de la materia integradora corresponde exclusivamente al equipo conformado por:

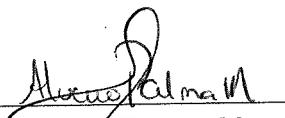
Carla María Alvarez Jarrín

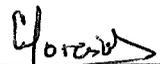
Alvaro Darío Palma Moscoso

Ph.D. César Miguel Moreira Valenzuela

y el patrimonio intelectual del mismo a la Facultad de Ingeniería Mecánica y Ciencias de la Producción (FIMCP) de la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL”.


Carla Alvarez J.


Alvaro Palma M.


Ph.D. César Moreira
V.

RESUMEN

En la lucha contra la desnutrición infantil la fundación Hogar de Cristo inició el proyecto Vaca Mecánica, que consiste en la instalación de una planta procesadora de leche de soya gestionada por el club Rotario de Guayaquil y con apoyo técnico de la Escuela Superior Politécnica del Litoral. Este proyecto tiene como finalidad brindar desayunos escolares gratis a aproximadamente 1000 niños de 5 diferentes escuelas de barrios marginales de la ciudad de Guayaquil para así mejorar su nutrición y por ende su desarrollo físico e intelectual.

El objetivo de este proyecto es mejorar el diseño del proceso de elaboración de leche soya puesto que actualmente se maneja de manera artesanal, considerando las limitaciones en la inversión y las capacidades de los equipos que poseen, además de hacer recomendaciones en temas de seguridad alimentaria relacionadas con la correcta aplicación de las Buenas Prácticas de Manufactura.

Para esto se tomó como base las normativas existentes tanto nacionales como extranjeras para alimentos procesados de soya, y la aplicación de criterios estándares para el cálculo y selección de equipos.

El diseño incluye un tanque filtro de 50 litros de capacidad, un tanque con agitación, un tanque enchaquetado de 200 litros para el enfriamiento y un sistema de bombeo para enviar el producto de este último punto hacia la llenadora de botellas, esta propuesta tiene un costo de inversión estimado de \$5832 y su implementación generaría un incremento al precio de producción por unidad de 1 centavo correspondiente a la inversión en equipos y al incremento del consumo energético.

Palabras clave: Vaca mecánica, leche de soya, diseño de proceso.

ABSTRACT

In the fight against child malnutrition the Hogar de Cristo Foundation initiated the Mechanical Cow project, which involves the installation of a soy milk processing plant managed by the Rotary Club of Guayaquil and with technical support from the Escuela Superior Politécnica del Litoral. This project aims to provide free school meals to about 1000 children from 5 different schools of Guayaquil city slums in order to improve their nutrition and thus their physical and intellectual development.

The objective of this project is to improve the design of the soy milk process that is currently managed using traditional methods, considering the limitations on investment and capabilities of the equipment, as well as make recommendations on food security issues related with the correct application of Good Manufacturing Practices.

This was based on both domestic and foreign regulations for processed soy foods, and the application of standard criteria for the calculation and selection of equipment.

The design includes a 50 liter filter tank, a stirrer tank, a 200 liter jacketed tank for cooling and a pumping system to ship the product from the latter point to the bottles filling machine, this proposal has an estimated investment cost of \$ 5832 and its implementation would generate an increase in the production price per unit of 1 cent corresponding to equipment investment and increased energy consumption.

Keywords: *Mechanical cow, soy milk, process design.*

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN.....	I
ABSTRACT	II
ÍNDICE GENERAL	III
ABREVIATURAS.....	V
SIMBOLOGÍA.....	VI
ÍNDICE DE FIGURAS	VII
ÍNDICE DE TABLAS.....	VIII
CAPÍTULO 1.....	1
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Descripción del problema	1
1.2 Objetivos	1
1.3 Marco teórico.....	2
1.3.1 Soya	2
1.3.1.1 Morfología del grano	2
1.3.1.2 Composición nutricional	3
1.3.2 Leche de Soya	5
1.3.2.1 Características generales.....	6
1.3.2.2 Características sensoriales.	6
1.3.2.3 Criterios microbiológicos.	6
1.3.3 Proceso de elaboración de la leche de soya	7
CAPÍTULO 2.....	10
2. METODOLOGÍA DE DISEÑO.....	10
2.1 Recepción	10
2.2 Almacenamiento de insumos	10
2.3 Limpieza y selección	10
2.4 Remojo y lavado.....	11
2.5 Cocción y molienda	11
2.6 Filtración.....	11
2.6.1 Diseño del tanque de filtración	12
2.7 Mezclado	13
2.7.1 Diseño del Tanque de Mezclado	13
2.7.2 Cálculo de Potencia para el motor del agitador	15
2.8 Enfriamiento del producto.....	17
2.8.1 Balance de energía	18
2.9 Envasado.	19

2.9.1 Cálculos para selección de bomba.....	20
2.10 Etiquetado.	23
2.11 Almacenamiento refrigerado	23
2.11.1 Cálculos de carga frigorífica para la cámara	23
2.12 Diagrama de flujo y Lay Out del proceso.....	29
2.13 Manual de Buenas Prácticas de Manufactura	29
2.14 Análisis de Costos	30
CAPÍTULO 3.....	33
3. DISCUSIÓN DE RESULTADOS	33
3.1 Recepción y Almacenamiento	33
3.2 Limpieza y selección	33
3.3 Remojo y lavado.....	33
3.4 Cocción y molienda	34
3.5 Filtración.....	36
3.6 Mezclado	37
3.7 Enfriamiento	37
3.8 Envasado	38
3.9 Almacenamiento refrigerado	38
3.10 Diagrama de flujo final.....	39
3.11 Análisis de costos.....	40
CAPÍTULO 4.....	42
4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	42
BIBLIOGRAFÍA.....	44
Apéndices.....	45
Anexos	65

ABREVIATURAS

ESPOL	Escuela Superior Politécnica del Litoral
BPM	Buenas Prácticas de Manufactura
POES	Procedimientos Operativos Estandarizados de Sanitización
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura
INEN	Instituto Ecuatoriano de Normalización
ASTM	American Society for Testing and Materials
NTE	Norma Técnica Ecuatoriana
NTC	Norma Técnica Colombiana
FIFO	First In, First Out
FDA	Food and Drug Administration

SIMBOLOGÍA

Pulg	Pulgada
mg	Miligramo
Kg	Kilogramo
S	Segundo
g	Gravedad
Re	Número de Reynolds
P	Potencia
pH	Potencial de Hidrógeno
m	Metro
W	Watt
KW	Kilo Watt
Cp	Calor específico
L	Litro
U	Coeficiente Global de Transferencia de Calor
ρ	Densidad
μ	Viscosidad
f	Factor de fricción
°C	Grados Centígrados
ΔT	Diferencial de temperatura
Fo	Tiempo para reducción de las células vegetativas o esporas
D	Tiempo a una temperatura determinada para reducir un 90% la carga
microbiana	
Z	Incremento de temperatura para reducir 10 veces el tiempo destrucción
térmica	
No	Carga inicial de microorganismos
Nf	Carga final de microorganismos
VS	Valor de esterilización
UFC	Unidades Formadoras de Colonias
PPM	Partes por millón

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1 Expeller (Torta) de soya.	2
Figura 1-2 Soya Glycine max L	3
Figura 1-3 Morfología del grano de soya	3
Figura 2-1 Proporciones típicas para el diseño de tanques con agitación.	13
Figura 2-2 Vista superior de cámara de refrigeración	23
Figura 3-1 Prototipo del tanque de filtración.	36

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Composición química proximal de la carne y de algunas leguminosas.	4
Tabla 2 Necesidades básicas de aminoácidos esenciales para el organismo humano.	4
Tabla 3 Clasificación de los productos de leche de soya	5
Tabla 4 Criterios microbiológicos para leche de soya natural fluida tindalizada o pasteurizada.	6
Tabla 5 Dimensiones nominales de abertura para selección de tamices.	11
Tabla 6 Dimensiones determinadas para el tanque de mezclado	15
Tabla 7 Propiedades Físicas de la Leche de Soya a 80°C	15
Tabla 8 Parámetros para determinar las características del flujo	20
Tabla 9 Parámetros para calcular pérdidas totales	21
Tabla 10 Parámetros para cálculo de calor de Paredes 1	24
Tabla 11 Parámetros para el cálculo de calor de paredes + cemento.	25
Tabla 12 Parámetros para el cálculo de calor del suelo	26
Tabla 13 Parámetros para el cálculo de calor del suelo	26
Tabla 14 Parámetros para el cálculo del calor del producto	28
Tabla 15 Costos de materia prima y materiales directos	30
Tabla 16 Costos de materiales indirectos	30
Tabla 17 Costos de mano de obra directa	30
Tabla 18 Costos de mano de obra indirecta	31
Tabla 19 Costos por servicios	31
Tabla 20 Costos por depreciación	31
Tabla 21 Costo de fabricación	32
Tabla 22 Resultados de la evaluación del proceso térmico actual	34
Tabla 23 Valores de termorresistencia para Bacillus Cereus	35
Tabla 24 Dimensiones del tanque filtro	37
Tabla 25 Costos por suministros Actual	40
Tabla 26 Costos por Maquinarias y Edificios Actual	40
Tabla 27 Costos de Fabricación Actual	41

CAPÍTULO 1

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Descripción del problema

El proyecto vaca mecánica tiene como objetivo la instalación de equipos que permitan la obtención de leche de soya, la cual se ofrecerá a los niños de escuelas fiscales cercanas al sector donde se instalan los equipos de tal forma que se mejore su estado nutricional.

Sin embargo, a pesar de contar con estos equipos específicos para la producción de leche de soya, muchas etapas del proceso son realizadas de forma artesanal por lo que es necesario mejorar el proceso de manufactura y establecer los controles necesarios para garantizar la inocuidad del producto.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo general

- Mejorar el diseño del proceso para la elaboración de leche de soya de forma que se garantice la calidad e inocuidad del producto y que a su vez sirva como estándar para su implementación en futuras plantas pertenecientes al proyecto vaca mecánica.

1.2.2 Objetivos específicos

- Seleccionar y diseñar equipos para el mejoramiento del proceso actual.
- Definir el flujo del proceso y elaborar el Lay out de la línea de producción, considerando las características de los equipos ya existentes y de los recomendados.
- Realizar un análisis comparativo del costo de producción actual de la leche de soya versus el costo de producción aplicando el nuevo diseño.
- Elaborar programas pre requisitos para el cumplimiento de las Buenas Prácticas de Manufactura y demás documentación necesaria para asuntos regulatorios.

1.3 Marco teórico

1.3.1 Soya

La Soya (*Glycine max L*) es una leguminosa de origen asiático de alto valor nutritivo, la cual es utilizada tanto para el consumo humano como animal. En el país, la mayor demanda de soya proviene del sector avícola puesto que la torta de soya, producto intermedio de la extracción del aceite, corresponde del 15 al 20% de la composición total de sus alimentos balanceados. (“Soya: *Glycine max L*-Merril,” s.f.)

En términos generales el 98% de la soya del país se destina al consumo animal y un mínimo porcentaje se destina a la elaboración de productos de consumo humano, dentro de los cuales se encuentra la leche de soya.(Pérez et al., 2012)



Figura 1-1 Expeller (Torta) de soya.

1.3.2 Morfología del grano

Las variedades comerciales de soya tienen generalmente forma oval y el pericarpio es de color amarillo, poseen una cicatriz sobre la cara externa denominada hílum o hilo cuya coloración varía entre negro y diferentes tonalidades de marrón. El peso de las semillas varía entre 15 a 25 g por cada 100 semillas. (Guamán, 1996)



Figura 1-2 Soya *Glycine max L*

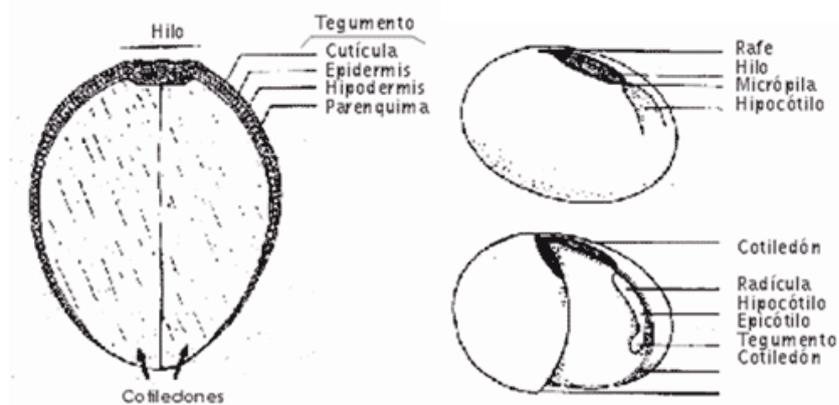


Figura 1-3 Morfología del grano de soya

1.3.2.1 Composición nutricional

El aporte nutricional de las leguminosas es siempre comparado con el de la carne de res y, en términos del contenido proteico, la soya resalta al contar con una cantidad superior a las demás leguminosas e incluso mayor que la carne. (Rulfo & Miranda, 1972)

Tabla 1
Composición química proximal de la carne y de algunas leguminosas.

	Carne fresca	Leguminosas			
		Frijol	Cowpeas	Gandul	Soya
Humedad	62,1	12,0	10,6	12,2	9,2
Proteína	18,7	22,0	24,1	19,2	33,4
Grasa	18,2	1,6	1,2	1,5	16,4
Fibra cruda	..	4,3	4,9	8,1	5,7
Ceniza	1,0	3,6	3,4	3,8	5,5
Carbohidratos	..	60,8	60,7	63,3	35,5
Valor energético, calorías (por 100g)	244	337	341	337	348

Fuente: (Rulfo & Miranda, 1972)

• Proteínas en la soya

La proteína en la soya no destaca únicamente por la cantidad sino también por su calidad biológica, pues posee proporciones casi óptimas de los aminoácidos esenciales. La metionina es el único aminoácido limitante en la soya, sin embargo esta suele ser añadida posteriormente a los concentrados proteicos. Además actualmente se ha logrado un progreso importante en el desarrollo de nuevas variedades de soya con mejoras en el perfil de aminoácidos. (Brito, 1992)

Tabla 2
Necesidades básicas de aminoácidos esenciales para el organismo humano.

Aminoácidos Esenciales	Necesidad diaria (g)	Aporte de 100 g de Soya (g)
Arginina	1,8	7,2
Fenilalanina	1,4	4,9
Histidina	0,5	2,0
Isoleucina	1,3	4,5
Leucina	3,6	7,8
Lisina	1,4	6,4
Metionina	1,4	1,3
Treonina	1,2	3,9
Triptófano	0,4	1,3
Valina	1,3	4,8

Fuente: (Brito, 1992)

Otros investigadores han establecido que la proteína de soya reduce las concentraciones de colesterol en sangre y es fuente de isoflavonas, las cuales tienen un papel importante en la prevención de enfermedades del corazón. La Administración de drogas y alimentos (FDA) admite que los productos que

contengan como mínimo 6.25 g de proteína de soya por ración, indiquen en su etiqueta su efecto en la reducción del colesterol sanguíneo. (Jiménez, 2006)

• Lípidos

El aceite que se extrae de la soya tiene un contenido de grasas saturadas bajo en comparación con las grasas de origen animal. También se destaca por su gran contenido de ácido linoléico, necesario para el desarrollo y mantenimiento del sistema inmunitario y nervioso e incluso para el crecimiento normal de la piel. (De Luna, 2007)

Entre el 1.5% a 2.5% de la grasa presente en el grano de soya se encuentra en forma de lecitina. La lecitina es un fosfolípido que se vende como un excelente emulsificante y posee un gran valor comercial. Esta es separada del aceite mediante un proceso de desgomado. (De Luna, 2007)

1.3.3 Leche de Soya

La leche de soya es un alimento líquido de color blanco que se obtiene de la emulsión acuosa resultante de la hidratación de granos del frejol de soya, seguido de un procesamiento tecnológico adecuado. (Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, 2005)

La leche de soya puede ser clasificada en tres tipos, en base a su composición como se observa en la siguiente tabla.

Tabla 3
Clasificación de los productos de leche de soya

Tipo	Proteína (%)	Grasa (%) (1)	Sólidos totales (%) (2)
Leche de soya	≥3,0	≥1,0	≥7,0
Bebida de soya	1,5-2,9	≥0,5	≥3,9
Polvo de leche de soya	≥38,0	≥13,0	≥90,0
Leche de soya concentrada	≥6,0	≥2,0	≥14,0

(1) La grasa puede ser eliminada o reducida si el producto final está etiquetado de acuerdo con las regulaciones de la FDA para "reducido en grasa", "bajo en grasa", u otros productos modificados en grasa como se indica en 21 CFR §§ 101.13, 101.62.

(2) Puede incluir sólidos distintos de la proteína y el aceite de soya.

Fuente: (The Soy Food Association of America, 1996)

1.3.3.1 Características generales.

La leche de soya fluida es sometida a tratamientos térmicos como la tindalización, pasteurización y esterilización. Esta debe estar libre de contaminación química, materiales extraños o cualquier alteración que pueda afectar su consumo para así asegurar su inocuidad y su adecuada conservación. (Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, 2005)

1.3.3.2 Características sensoriales.

La apariencia, el color, olor y sabor de la leche de soya fluida deberán ser los característicos del producto de acuerdo a la formulación establecida. (Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, 2005)

1.3.3.3 Criterios microbiológicos.

La leche de soya fluida que pasa por cualquier Tratamiento térmico deberá estar libre de microorganismos patógenos. El contenido de microorganismos no patógenos, para el caso de leche de soya pasteurizada o tindalizada, debe cumplir lo que se describe en la siguiente tabla.

Tabla 4
Criterios microbiológicos para leche de soya natural fluida tindalizada o pasteurizada.

Microorganismos	n(1)	c(2)	m(3)	M(4)
Recuento total de bacterias no patógenas por mililitro, máximo (UFC/ml)	5	2	1000	5000
Coliformes totales por mililitro, máximo (UFC/ml)	5	2	<10	<10
Contenido de mohos y levaduras por mililitro, máximo (UFC/ml)	5	2	100	1000
Bacillus cereus, máximo (UFC/ml)	5	2	100	1000

(1) n= Número de muestras que deben analizarse

(2) c= Número de muestras que se permite que tengan un recuento mayor que m, pero no mayor M.

(3) m= recuento aceptable

(4) M= Recuento máximo permitido.

Fuente: Reglamento Técnico de Soya Natural Fluida, 2005.

1.3.4 Proceso de elaboración de la leche de soya

• Descripción del proceso actualmente utilizado en la planta de Hogar de Cristo

Recepción de materia prima

La soya es receptada en sacos de 1 quintal (100 libras), estos se almacenan y apilan sobre pallets de madera y junto a las paredes de la bodega, la demás materia prima también es apilada sobre pallets de madera. No se utiliza el sistema FIFO para la utilización de los ingredientes.

Remojo de los granos de soya.

En esta etapa la soya que se va a utilizar se coloca en agua de 6 a 8 horas para que los granos al momento de molienda estén blandos y poder aprovechar rendimientos, la cantidad que entra a remojo es únicamente lo que se va a usar en la producción del día.

Lavado

Luego del remojo los granos se lavan manualmente con abundante agua este proceso se repite 4 veces, en este punto se realiza una inspección visual y se retiran los granos dañados.

Cocción y Triturado

Soya remojada (4 Kg) y agua (15 L) ingresan por la tolva de la vaca mecánica, equipo que realiza la cocción y triturado del grano, el proceso tiene una duración de 30 minutos aproximadamente.

Filtración

La leche con okara pasa a través de un lienzo de tela que cubre toda la olla de filtración, una vez que la mayor parte del líquido se filtra, se ubica la tapa prensa y se la ajusta en forma de cruz, se empieza a prensar girando la palanca de forma manual de tal forma que la fuerza aplicada no rasgue el lienzo. La leche de soya es recogida en una olla de 15 litros de capacidad aproximadamente. Este proceso se realiza en cada vaca, una a la vez, removiendo el bagazo del lienzo entre cada filtración y colocándolo en una bolsa. Actualmente el bagazo se regala para la alimentación de porcinos.

Enfriamiento de la leche

Las ollas recolectoras se enfrían por inmersión en agua, actividad que realizan para facilitar el envasado y evitar el deterioro de las botellas pese a ser un acto donde las probabilidades de contaminación del producto son muy altas. Utilizan hieleras

de poliestireno expandido y las ollas son colocadas dentro de ellas hasta que la leche se enfríe a una temperatura aproximada de 55°C.

Envasado

La leche de soya se mezcla con los demás ingredientes y se coloca en una olla que cumple la función de una llenadora pues tiene una llave de paso en la parte inferior. Previo al llenado de las botellas estas son lavadas en agua clorada (5PPM) y luego enjuagadas. (Lafuente, 2012)

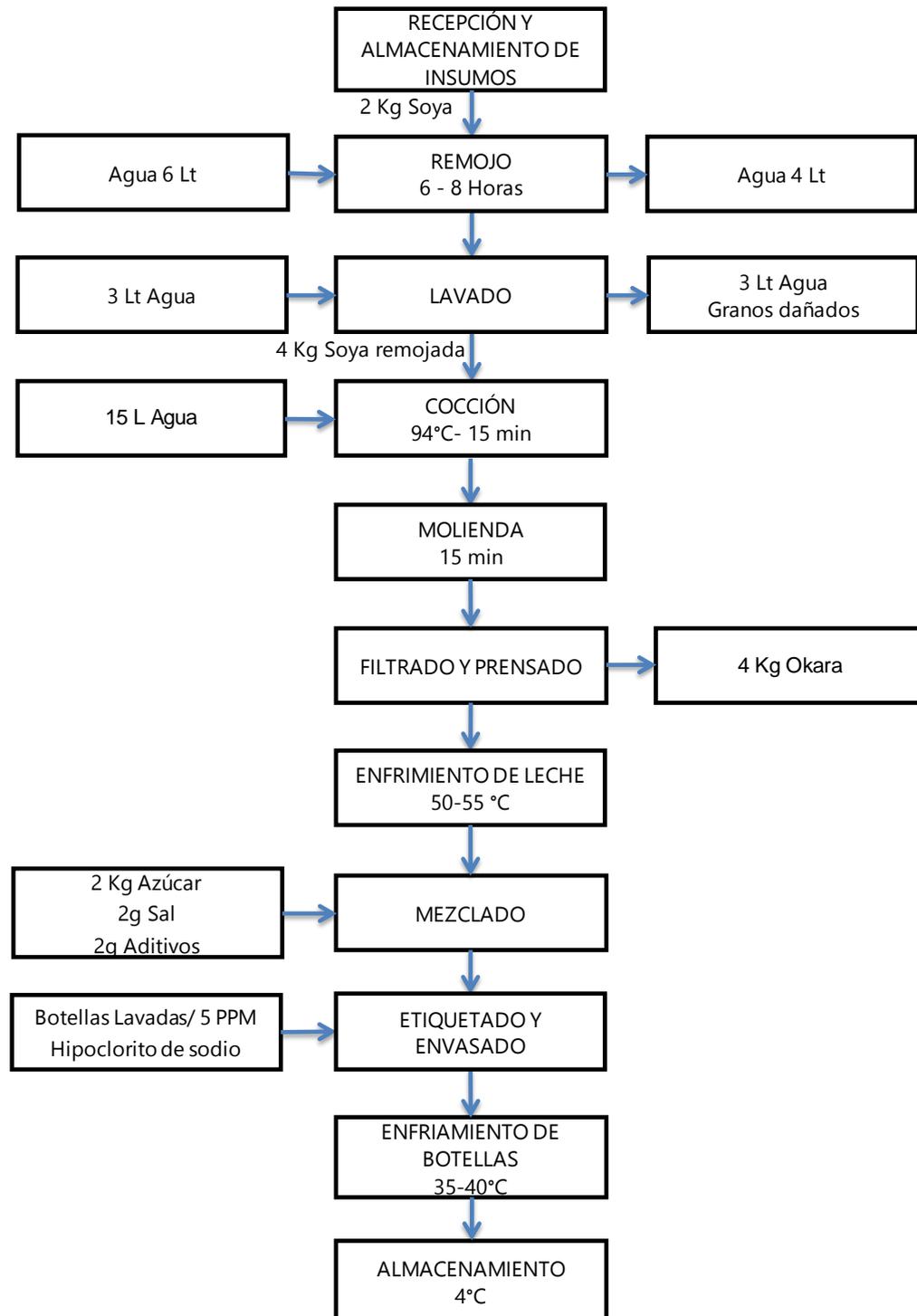
Pre- Enfriamiento de botellas

Se realiza un pre-enfriamiento al producto terminado para que ingrese a la cámara de frío a una temperatura entre 35 a 40°C, este proceso también es realizado por inmersión en agua.

Almacenamiento

El producto es almacenado en una cámara de frío configurada a una temperatura 4°C, toda la producción de la jornada se despacha al siguiente día.

• Diagrama de flujo del proceso actual



CAPÍTULO 2

2. METODOLOGÍA DE DISEÑO

Como se definió anteriormente, el mejoramiento del diseño del proceso para elaboración de leche de soya fue realizado en base a la infraestructura y capacidad de producción actual de la planta, por lo tanto a continuación se detallarán los lineamientos que se deben cumplir en cada etapa del proceso y los cálculos realizados para la selección de los nuevos equipos.

2.1 Recepción

Para establecer el procedimiento de recepción y aceptación de materia prima se consideraron los criterios dispuestos en las normas nacionales INEN 1233 (**anexo 1**) para la elaboración del procedimiento de muestreo de lotes e INEN 452 (**anexo 2**) para el establecimiento de los requisitos mínimos del grano de soya. Las materias primas que ingresen deberán contar con certificados de calidad los cuales deben solicitarse al proveedor.

2.2 Almacenamiento de insumos

Luego de la aceptación de los productos estos deberán ser almacenados para su posterior uso. En esta etapa se decidió implementar el sistema FIFO (First In, First Out) para la disposición de la materia prima en la bodega, además de la aplicación de medidas que garanticen la inocuidad de las mismas.

2.3 Limpieza y selección

Se estableció una etapa previa al remojo que consiste en realizar una limpieza de los granos por el método de tamizado. Debido al bajo presupuesto con que se cuenta para invertir en la compra de equipos, se propuso que esta etapa se realice manualmente y en un área específica fuera del área de procesamiento; el tamaño de abertura seleccionado para el juego de tamices se estableció en base a recomendaciones de la FAO para la limpieza de granos de soya como se muestra en la tabla 5. Según el tamaño de abertura, los tamices se utilizarán de mayor a menor de tal forma que el primero permita el paso del grano pero no de las impurezas de mayor tamaño y el segundo retenga el grano pero permita el paso de impurezas menores. (D'Antonio, Martín, Marques, Ribeiro, & Pereira, 1993)

Tabla 5
Dimensiones nominales de abertura para selección de tamices.

	Seleccionado	Recomendado
	INEN (ASTM)	FAO
1era Zaranda	9,5 mm (3/8 pulg)	9 mm
2da Zaranda	3,35 mm (No. 6)	3,165 mm

Elaborado por: Carla Alvarez y Alvaro Palma

2.4 Remojo y lavado

El agua utilizada en esta etapa debe cumplir con los requisitos de la norma NTE INEN 1108:2011 (**anexo 3**), las directrices para garantizar el cumplimiento de dicha normativa se establecieron en el POES 1 (**apéndice 2**), documento que forma parte del Manual de Buenas Prácticas de Manufactura. Además se consideraron otras técnicas que permitan mantener la inocuidad, como remojar por 6 horas (máximo 8 horas) únicamente los granos que vayan a ser utilizados en la producción del día.

2.5 Cocción y molienda

Mediante un estudio de penetración de calor se evaluó si el proceso térmico al que actualmente se somete la leche es el adecuado para garantizar su inocuidad, para ello se utilizó el Método de Patashnik que consiste en registrar la temperatura del producto durante su procesamiento en un intervalo de tiempo establecido, para este proyecto se decidió registrar los valores cada 3 minutos utilizando el termómetro incorporado en el equipo conocido como Vaca, se asume la homogeneidad de temperatura en el producto debido a las dimensiones reducidas del equipo y al proceso de molienda al que se somete, lo que permite una mejor distribución de calor.

2.6 Filtración

La planta cuenta únicamente con un tanque filtro y su capacidad es de 15 litros, este es utilizado para las 3 vacas (45 L) por lo que la etapa involucra mucho tiempo y mano de obra. Debido al escaso presupuesto para la inversión en equipos se diseñó un tanque con el mismo principio de funcionamiento del tanque de filtración actual pero de mayor capacidad. Se consideró que un batch equivale a 45 litros aproximadamente. La leche con okara llegará al filtro a través de mangueras sanitarias y se utilizará un lienzo filtrante de malla N°250 (0,04mm) como se

recomienda en el Método Illinois para elaboración de leche de soya.(Crespo & Landines, 2011)

Se estableció una técnica para la limpieza y sanitización de lienzo, siguiendo los criterios utilizados en la elaboración de quesos. Esta técnica consiste en lavar los lienzo de forma manual utilizando una solución caliente de detergente sin olor acorde a la Norma Técnica Colombiana NTC 5245 (**anexo 4**), finalmente realizar el enjuague con agua caliente y luego con agua fría, se dejan secar previo a la desinfección la cual puede ser realizada al inicio de la producción y consiste en hervir los lienzo durante al menos 5 minutos. Con la implementación de las BPM se deberá garantizar que no exista una contaminación cruzada en esta etapa, siguiendo los lineamientos establecidos en el POES 3 (**apéndice 3**).

2.6.1 Diseño del tanque de filtración

Se consideró un volumen de 50 litros para el diseño del tanque, de tal forma que el mismo pueda ser utilizado para filtrar el producto resultante de las tres vacas de forma simultánea. Los cálculos para el dimensionamiento se muestran a continuación:

$$V = \frac{\pi}{4} d^2 H \quad (\text{Ec. 2-1})$$

Dónde:

V =Volumen del tanque
 d = Diámetro del tanque
 H = Altura del tanque

Se estableció que la altura del tanque es igual al diámetro del mismo ($H=d$) y que el volumen de leche con okara es de 50 litros, por lo que despejando d se obtiene:

$$d = \sqrt[3]{\frac{4V}{\pi}}$$

$$d = \sqrt[3]{\frac{4 * (50000 \text{ cm}^3)}{\pi}}$$

$$d = 39.93 \text{ cm} \cong 40 \text{ cm}$$

Es importante considerar la dimensión de la canastilla interna del tanque para el prensado de la torta, para esto se tomó en cuenta que el diámetro de la canastilla interna será el 80% diámetro del tanque.

2.7 Mezclado

Puesto que se desea minimizar la manipulación de la leche por parte de los operadores, para esta etapa se diseñó un tanque con agitación tomando en cuenta la cantidad de leche filtrada producida por batch.

2.7.1 Diseño del Tanque de Mezclado

Para establecer las dimensiones del tanque de mezclado utilizamos el modelo estándar de tanques con agitador de turbina, por lo cual se deben cumplir las proporciones que se muestran a continuación:

$\frac{D_a}{D_t} = \frac{1}{3}$	$\frac{H}{D_t} = 1$	$\frac{J}{D_t} = \frac{1}{12}$
$\frac{E}{D_a} = 1$	$\frac{W}{D_a} = \frac{1}{5}$	$\frac{L}{D_a} = \frac{1}{4}$

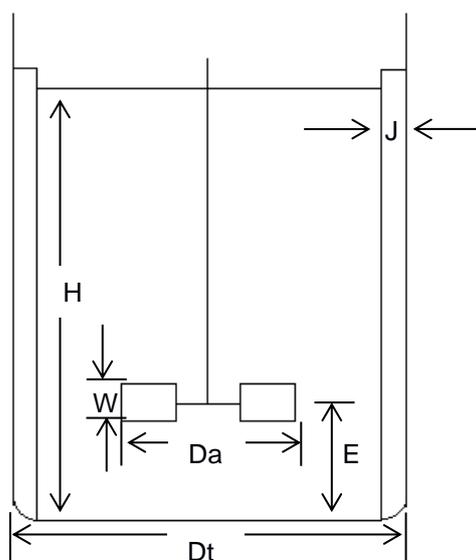


Figura 2-1 Proporciones típicas para el diseño de tanques con agitación. (McCabe, Smith, & Harriott, 2007)

Se consideró un volumen de 45 L, correspondientes a un batch de leche de soya filtrada, para el dimensionamiento del tanque. Utilizando los criterios mostrados se obtuvieron los siguientes resultados:

$$V = \frac{\pi}{4} Dt^2 H$$

(Ec. 2-1)

$$H = Dt$$

$$Dt = \sqrt[3]{\frac{4V}{\pi}}$$

$$Dt = \sqrt[3]{\frac{4 * (45000 \text{ cm}^3)}{\pi}}$$

$$Dt = H = 38.55 \text{ cm}$$

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

$$Da = \frac{1}{3} (38.55 \text{ cm})$$

$$Da = 12.85 \text{ cm}$$

$$E = Da$$

$$E = 12.85 \text{ cm}$$

$$W = \frac{1}{5} Da$$

$$W = \frac{1}{5} (12.85 \text{ cm})$$

$$W = 2.57 \text{ cm}$$

$$J = \frac{1}{12} Dt$$

$$J = \frac{1}{12} (38.55 \text{ cm})$$

$$J = 3.21 \text{ cm}$$

Tabla 6
Dimensiones determinadas para el tanque de mezclado.

Dt	0,385 m
H	0,385 m
Da	0,128 m
E	0,128 m
W	0,026 m
J	0,032 m

2.7.2 Cálculo de Potencia para el motor del agitador

Para determinar la potencia del motor del sistema de agitación se necesita definir las características del fluido, las cuales se muestra a continuación.

Tabla 7
Propiedades Físicas de la Leche de Soya a 80°C.

Densidad	984	Kg/m ³
Viscosidad	0,00844	Pa . S

Fuente: (Crespo & Landines, 2011)

Se definió una velocidad de agitación de 4 revoluciones por segundo, a continuación se muestran los cálculos para definir si el flujo es laminar o turbulento utilizando el número de Reynolds.

$$Re = \frac{Da^2 \times N \times \rho}{\mu} \quad (\text{Ec. 2-2})$$

Dónde:

Da = Longitud de las paletas del agitador.

N = Velocidad del agitador ($\frac{Rev}{s}$).

ρ = Densidad de la leche a 80°C.

μ = Viscosidad de la leche a 80°C.

$$Re = \frac{(0.13 \text{ m})^2 \times (4 \text{ RPS}) \times (984 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3})}{0.00844 \text{ Pa} \cdot \text{s}}$$

$$Re = 7881,31 \sim \text{Turbulento}$$

Con el número de Reynolds se obtuvo el número de potencia observando la intersección con la curva 3 (Turbina de 6 aspas inclinadas 45° y 4 deflectores) en el diagrama de correlaciones de potencia (anexo 5), para determinar la potencia del motor.

$$N_p = \frac{P}{\rho N^3 D a^5} \quad (\text{Ec. 2-3})$$

Dónde:

N_p = Número de potencia.

P = Potencia del motor.

ρ = Densidad.

N = Velocidad del agitador (rps).

Da = Longitud de las paletas del agitador.

$$P = (1,1) * \left(984 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3}\right) * (4 \text{ rps})^3 * (0,13 \text{ m})^5$$

$$P = 2,57 \text{ W}$$

El valor del consumo potencia que se debe usar para la selección de un motor es el de la potencia de instalación, es por esto que se tomaron en cuenta otros factores como se muestra a continuación:

La potencia de arranque que se consume es entre 2 y 3 veces la del agitador en su trabajo normal (Brennan, Butters, & Cowel, 1998), por lo que:

$$P_{\text{arranque}} = 2.5 * P \quad (\text{Ec. 2-4})$$

$$P_{\text{arranque}} = 6,43 \text{ W}$$

Se consideró también la eficiencia del motor, cuyos valores están entre un 90% y 95%, y un tomando un factor de reserva de un 20% considerando que existan imprevistos se obtuvo lo siguiente:

$$P \text{ consumida} = \frac{1.20 * P \text{ arranque}}{\text{eficiencia}} \quad (\text{Ec. 2-5})$$

$$P \text{ consumida} = 1.20 * \frac{6,43 \text{ W}}{0,95}$$

$$P \text{ consumida} = 8,12 \text{ W}$$

Finalmente la potencia para seleccionar el motor es 8,12 W.

2.8 Enfriamiento del producto.

Se diseñó un tanque pulmón enchaquetado para realizar el enfriamiento del producto de 80°C a 5°C. Se estableció una capacidad de 200 litros, de forma que se puedan acumular 4 batchs (180 L). El producto proveniente del tanque de mezclado llegará al tanque pulmón por acción de la gravedad utilizando una manguera sanitaria de 1 ½ pulgadas por lo cual se calculó la velocidad de salida del fluido utilizando el teorema de Torricelli.

$$v = S_1 \sqrt{\frac{2gH}{S_1^2 - S_2^2}} \quad (\text{Ec. 2-6})$$

Dónde:

v = Velocidad del flujo en el orificio de salida.

g = Gravedad.

H = Altura del liquido en el tanque de mezclado.

S_1 = Área transversal del tanque de mezclado.

S_2 = Área de salida del líquido.

$$v = (0.116) \sqrt{\frac{2 \left(9.8 \frac{m}{s}\right) (0.385)}{(0.116)^2 - (1.31 * 10^{-3})^2}}$$

$$v = 2.75 \frac{m}{s}$$

Una vez definida la velocidad de salida del fluido en el mezclador y el área transversal, se determinó el caudal con que la leche de soya saborizada llega al tanque pulmón.

$$\dot{Q}_{leche} = A * v \quad (\text{Ec. 2-7})$$

Dónde:

$$\dot{Q} = \text{Caudal} \left(\frac{m^3}{s} \right).$$

$A = \text{Área de tranversal} .$

$$\dot{Q}_{leche} = \frac{\pi}{4} d^2 * v$$

$$\dot{Q}_{leche} = \frac{\pi}{4} * (40.89 \times 10^{-3} \text{ m})^2 * (2.75 \frac{m}{s})$$

$$\dot{Q}_{leche} = 3,61 \times 10^{-3} \frac{m^3}{s}$$

2.8.1 Balance de energía

El calor que pierde la leche de soya es igual al calor que gana el líquido refrigerante, para lo cual se seleccionó salmuera que se encontrará a una temperatura de -5°C .

Para determinar el flujo másico requerido de salmuera fue necesario definir el flujo másico de leche que deseamos enfriar con la ecuación 2-8, la densidad de la leche de soya fue determinada utilizando las expresiones de Choi&Okos, útiles para estimar las propiedades termofísicas de los alimentos a diferentes temperaturas según su composición.

$$\dot{m}_{leche} = \rho \dot{Q}_{enf} \quad (\text{Ec. 2-8})$$

Dónde:

\dot{m} = Flujo másico

ρ = Densidad de la leche de soya saborizada (85°C) (Choi&Okos)

$$\dot{m}_{leche} = 993,48 \frac{kg}{m^3} * (5 * 10^{-5}) \frac{m^3}{s}$$

$$\dot{m} \text{ leche} = 0,05 \frac{\text{Kg}}{\text{s}}$$

Al hacer el balance de energía en el tanque se obtuvo lo siguiente:

$$\text{Calor Pierde} = \text{Calor Gana}$$

$$Q_{\text{leche}} = Q_{\text{salmuera}}$$

$$\dot{m} \text{ leche} * C_{p l} * \Delta T1 = \dot{m} \text{ salmuera} * C_{p s} * \Delta T2 \quad (\text{Ec. 2-9})$$

Dónde:

$\Delta T1$ = Diferencia de temperatura de la leche saborizada

$\Delta T2$ = Diferencia de temperatura de la salmuera

$C_{p l}$ = Calor Especifico de la leche saborizada (Choi&Okos)

$C_{p s}$ = Calor Especifico de la salmuera (Hopp, 2005)

$$Q_{\text{leche}} = \dot{m} \text{ leche} * C_{p l} * \Delta T1$$

$$Q_{\text{leche}} = 0,05 \frac{\text{Kg}}{\text{s}} * 3,75 \frac{\text{KJ}}{\text{KgC}} * (80 - 5)^{\circ}\text{C}$$

$$Q_{\text{leche}} = 13,97 \text{ KW}$$

$$\dot{m} \text{ salmuera} = \frac{13,97 \text{ KW}}{3,31 \frac{\text{kJ}}{\text{KgK}} * (15 - (-5))^{\circ}\text{C}}$$

$$\dot{m} \text{ salmuera} = 0,21 \frac{\text{Kg}}{\text{s}}$$

2.9 Envasado.

Para esa etapa se diseñó un sistema de bombeo desde el tanque pulmón hacia la tolva de la llenadora que la empresa actualmente posee pero que no está siendo

utilizada, la tolva tiene 60 litros de capacidad y la velocidad de llenado aproximada es de 5 a 6 L/min la cual sirvió para definir la velocidad de bombeo del tanque pulmón.

2.9.1 Cálculos para selección de bomba

Tabla 8
Parámetros para determinar las características del flujo.

Caudal Leche de Soya Saborizada	5 L/min
Diámetro Nominal Tubería	1 Pulg
Diámetro Interno Tubería	26,64 mm
Área transversal	$5,56 * 10^{-4} \text{ m}^2$
Velocidad	0,15 m/s
Viscosidad Leche Saborizada a 5°C	$3,51 * 10^{-3} \text{ Pa. s}$
Densidad Leche Saborizada a 5°C (Choi&Okos)	1021,64 Kg/m ³

Elaborado por: Álvaro Palma y Carla Alvarez

Se determinó el número de Reynolds para considerar las características del flujo en el cálculo de las pérdidas por fricción de las tuberías:

$$Re = \frac{\rho D \bar{V}}{\mu}$$

(Ec. 2-10)

$$Re = \frac{1021,64 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3} * 26,64 \times 10^{-3} \text{m} * 0,15 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{3,51 \times 10^{-3} \text{Pa. s}}$$

$$Re = 1163,09 \sim \text{Laminar}$$

Con los parámetros mostrados en la tabla 8 se calcularon las pérdidas totales del sistema (Hf), las cuales incluyen: pérdidas por la fricción que existe entre el fluido y las paredes internas del tubo conocidas como pérdidas mayores y pérdidas menores las cuales vienen dadas por los accesorios, que en este caso corresponde únicamente a un codo de 90°, y las pérdidas por reducciones o ensanchamientos.

Tabla 9
Parámetros para calcular pérdidas totales

Longitud Tubería (L)	2,40 mm
Diámetro Nominal Tubería	1 Pulg
Diámetro Interno Tubería	26,64 mm
Pérdida por reducción a la salida del tanque (Ks)*	0,55
Pérdida por expansión a la entrada al nuevo tanque (Ke)*	1
Pérdida por codos 90° (Kc)*	0,85
Velocidad del fluido	0,15 m/s
Rugosidad del acero	0,2 mm

*Fuente: (Geankoplis, 1998)

Elaborado por: Álvaro Palma y Carla Alvarez

Se calculó el factor de fricción utilizando la siguiente ecuación correspondiente a flujo laminar, para reemplazarlo en la ecuación 2-12 y determinar las pérdidas totales del sistema.

$$f = \frac{64}{Re}$$

(Ec. 2-11)

$$f = \frac{64}{1163,09}$$

$$f = 0.055$$

$$Hf = \left[f \frac{L}{D} + Kc + Ke + Ks \right] \frac{V^2}{2g}$$

(Ec. 2-12)

$$Hf = \left[(0.055) \frac{2,40 \text{ m}}{26,64 * 10^{-3}} + (0,85) + 1 + 0,55 \right] \frac{(0,15 \frac{m}{s})^2}{2(9,8 \frac{m}{s^2})}$$

$$Hf = 8,44 * 10^{-3} m$$

Una vez conocidas las pérdidas se realizó el balance de energía mecánica, el cual corresponde a la sumatoria de la energía cinética que está dada por la acción de la velocidad del fluido, la energía potencial debido a la diferencia de alturas del

sistema, las pérdidas por fricción, la diferencia de presiones y el trabajo que realiza la bomba.

$$\frac{1}{2\alpha g} (V_2^2 - V_1^2) + (Z_2 - Z_1) + \frac{P_2 - P_1}{\rho} + H_f = H_b \quad (\text{Ec. 2-13})$$

Dónde:

V_1 = Velocidad de la leche a la entrada.

V_2 = Velocidad final de la leche.

Z_1 = Altura de succión.

Z_2 = Altura de descarga.

ΔP = Diferencial de Presiones.

H_b = Cabezal de pérdidas expresado en metros.

$$H_b = \frac{1}{2(0,5)(9,8 \frac{m}{s^2})} \left((0,15 \frac{m}{s})^2 - 0^2 \right) + (1,40 m - 0,63m) + 8,44 * 10^{-3}$$

$$\mathbf{H_b = 0,78 m}$$

Con la ecuación 2-14 y el valor obtenido del cabezal de pérdidas se determinó la potencia requerida de la bomba.

$$P = \frac{\dot{m} * H_b * g}{n} \quad (\text{Ec. 2-14})$$

Dónde:

P = Potencia de la bomba

H_b = Cabezal de pérdidas (m)

\dot{m} = flujo másico de la leche de soya

$$P = \frac{\left(8,33 \times 10^{-5} \frac{m^3}{s} * 1021,64 \frac{Kg}{m^3} \right) * 0,78 m * 9,8 \frac{m}{s^2}}{0,9}$$

$$\mathbf{P = 0,65 W}$$

2.10 Etiquetado.

Las etiquetas adhesivas para el producto son donadas por empresas externas, en este proyecto se verificó que la información que se muestra en la etiqueta sea adecuada conforme al Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 022 “Rotulado de productos alimenticios procesados, envasados y empaquetados”.

Dentro de los requisitos obligatorios del reglamento se encuentra la identificación del lote que facilite la trazabilidad del producto, actualmente esta identificación no se lleva de forma correcta por lo cual se propuso un nuevo sistema de codificación.

2.11 Almacenamiento refrigerado

Se observó que la cámara de almacenamiento se encontraba regulada a una temperatura adecuada, para tener conocimiento del consumo de energía en esta etapa se calculó la carga frigorífica como se muestra en los siguientes puntos.

2.11.1 Cálculos de carga frigorífica para la cámara

La cámara está diseñada de tal forma que 2 de sus paredes se encuentran en el interior de la planta y las otras 2 tienen contacto con las paredes del edificio como se observa en la figura.

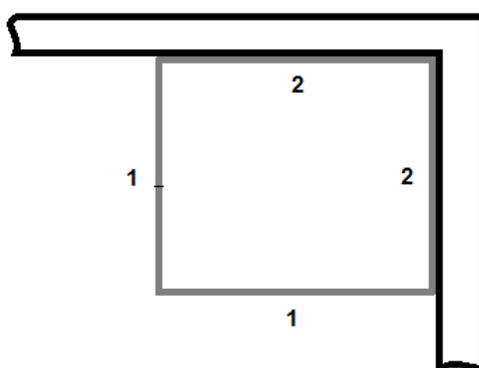


Figura 2-2
Vista superior de cámara de refrigeración

Se procedió a calcular los calores proporcionados por cada una de las partes que conforman la cámara de refrigeración, considerando que el material de las paredes es espuma de poliestireno revestida tipo sándwich y las dimensiones de la cámara son profundidad 1.5 m, alto 2 m y ancho 2 m.

•Paredes 1

El valor del coeficiente de transferencia de calor (U_p) fue dado directamente por el proveedor.

$$Q_{p1} = U_p * A * \Delta T1$$

(Ec. 2-15)

Dónde:

Q_{p1} = Calor de la pared 1

U_p = Coeficiente global de transmisión de calor de pared 1

A = Área de transferencia

$\Delta T1$ = Diferencia de temperatura entre pared 1 e interior de la planta

Tabla 10
Parámetros para cálculo de calor de Paredes 1

U paredes	$0,27 \frac{W}{m^2 \text{ } ^\circ C}$
Área de transferencia	$2 \times 2 + 2 \times 1,5 = 6 \text{ m}^2$
$\Delta T1$	$(27 - 4) \text{ } ^\circ C$

Elaborado por Álvaro Palma y Carla Álvarez

$$Q_p = 43,47 \text{ W}$$

•Paredes 2

En este caso se consideró el espesor del cemento para el cálculo del coeficiente de transferencia de calor (U_{p+c}).

$$U_{p+c} = U_p + U_c$$

$$U_{p+c} = U_p + \left(\frac{1}{\sum \text{Resistencias}} \right)$$

(Ec. 2-16)

$$U_{p+c} = U_p + \left(\frac{1}{R \text{ ladrillo} + R \text{ repello}} \right)$$

$$U_{p+c} = 0,27 + \left(\frac{1}{\frac{\text{espesor ladrillo}}{K \text{ ladrillo}}} + \frac{1}{\frac{\text{espesor repello}}{k \text{ repello}}} \right)$$

$$U_{p+c} = 0,27 + \left(\frac{1}{\frac{10 \times 10^{-2}}{0,8}} + \frac{1}{\frac{1,5 \times 10^{-2}}{0,7}} \right)$$

$$U_{p+c} = 7,09 \frac{W}{m^2 \cdot ^\circ C}$$

El valor de U_{p+c} fue reemplazado en la ecuación 2-15 para obtener el calor.

$$Q_{p+c} = U_{p+c} * A * \Delta T_2$$

Dónde:

Q_{p+c} = Calor de la paredes + construcción hacia el ambiente

U_{p+c} = coeficiente global de transmisión de pared hacia el ambiente

A = Área de transferencia

ΔT_2 = Dif. de temperatura entre paredes/cemento y ambiente externo

Tabla 11
Parámetros para el cálculo de calor de paredes + cemento.

U paredes+cemento	$7,09 \frac{W}{m^2 \cdot ^\circ C}$
Área de transferencia	$2 \times 2 + 2 \times 1,5 = 7 m^2$
ΔT_2	$(33 - 4) ^\circ C$

Elaborado por Álvaro Palma y Carla Álvarez

$$Q_{p+c} = 1439,27 W$$

El calor de todas las paredes de la cámara de refrigeración es de 1482,74 W.

• Suelo

El calor del suelo también se consideró porque existe un intercambio de calor por efecto de las diferencias de temperaturas.

$$Q_{suelo} = U_{suelo} * A * \Delta T$$

(Ec. 2-17)

Tabla 12
Parámetros para el cálculo de calor del suelo

U suelo	$0,41 \frac{W}{m^2 \text{ } ^\circ C}$
Área de transferencia	$2 \times 1,5 = 3m^2$
ΔT	$(15 - 4)^\circ C$

Elaborado por Álvaro Palma Y Carla Álvarez

$$Q_{suelo} = 13,53 W$$

• **Techo (Claro y Plano)**

Tabla 13
Parámetros para el cálculo de calor del suelo

U techo	$0,26 \frac{W}{m^2 \text{ } ^\circ C}$
Área de transferencia	$2 \times 1,5 = 3m^2$
ΔT	$(15 - 4)^\circ C$

$$Q_{techo} = U_{techo} * A * \Delta T$$

$$Q_{techo} = 26,52 W$$

• **Personas**

$$Q_{personas} = q_p * N_p * \frac{T}{24}$$

(Ec. 2-18)

Dónde:

q_p = Calor de las personas

N_p = Número de personas

T = Tiempo que las personas permanecen dentro de la cámara

$$Q_{personas} = 240W * 1 * \frac{4 h}{24 h}$$

$$Q_{personas} = 40 W$$

• **Iluminación**

$$Q_{iluminación} = \frac{P * n * t}{24} * 1.25$$

Dónde:

P = Potencia de iluminación artificial

n = Número de lámparas

t = N° de horas de iluminación

$$Q_{iluminación} = 10 W * 1 * \frac{8}{24} * 1.25$$

(Ec. 2-19)

$$Q_{iluminación} = 3,33 W$$

• **Ventiladores**

$$Q_{ventiladores} = \frac{P * nv * t}{24}$$

(Ec. 2-20)

Dónde:

P = Potencia del ventilador

nv = Número de ventiladores

t = Tiempo que se encuentren encendidos (45 min Defrost, cada 4 horas)

$$Q_{ventiladores} = \frac{250W * 1 * 19,5}{24}$$

$$Q_{ventiladores} = 203,12 W$$

• **Producto**

$$Q_{producto} = mt * \overline{Cp} * \Delta T * 2348 \text{ botellas}$$

Dónde:

\overline{Cp} = Calor específico ponderado

mt = masa total (leche + botella)

ΔT = diferencia de temperaturas

Tabla 14
Parámetros para el cálculo del calor del producto

m leche	0,225 Kg
Cp leche	3,73 KJ/Kg°C
m botella	0,005 Kg
Cp botella (PET)	1,03 KJ/Kg°C
ΔT	(5 - 4)°C
m total	0,23 Kg

Elaborado por Álvaro Palma y Carla Álvarez

$$\overline{Cp} = \frac{m_{leche} * C_{pleche} + m_{botella} * C_{pbotella}}{m_{total}} \quad (\text{Ec. 2-21})$$

$$\overline{Cp} = 3,67 \frac{KJ}{Kg^{\circ}C}$$

$$Q_{producto} = 0,23Kg * 3,67 \frac{KJ}{Kg^{\circ}C} * 1^{\circ}C * 2348$$

$$Q_{producto} = \frac{1981,94 KJ}{86400 s}$$

$$Q_{producto} = 23 W$$

• **Cajas plásticas**

$$Q_{caja} = \frac{m_{caja} * C_{pcaja} * \Delta T}{24 h} * 98 \text{ cajas}$$

$$Q_{caja} = \frac{1,9Kg * 1,8 \frac{KJ}{Kg^{\circ}C} * (25 - 4)^{\circ}C}{24 h} * 98$$

$$Q_{caja} = \frac{7038 KJ}{86400 s}$$

$$Q_{caja} = 81 W$$

• **Carga Total**

$$Q_{TOTAL} = Q_{parades} + Q(p + c) + Q_{suelo} + Q_{personas} + Q_{techo} + Q_{iluminación} + Q_{ventiladores} + Q_{producto} + Q_{cajas}$$

$$Q_{total} = 1873,24W$$

$$Q_{total} = 1873,24 * 1.10$$

$$Q_{total} = 2,06 KW$$

2.12 Diagrama de flujo y Lay Out del proceso.

Una vez establecidas las condiciones y parámetros de adecuados de proceso, se elaboró el nuevo diagrama de flujo del proceso. El cual forma parte de la documentación mínima necesaria dentro del sistema de gestión de calidad y se muestra en el capítulo 3.

2.13 Manual de Buenas Prácticas de Manufactura

Se elaboró un manual de Buenas Prácticas de Manufactura estableciendo las normas y lineamientos que deben seguirse para asegurar las condiciones de limpieza e higiene necesarias en la elaboración de productos inocuos y aptos para el consumo humano.

Dentro de este documento se hizo referencia a los Procedimientos Estándares de Sanitización, los cuales son 8 propuestos por la FDA:

1. Seguridad del agua.
2. Limpieza de las superficies de contacto con el alimento.
3. Prevención contra la contaminación cruzada.
4. Higiene de los trabajadores.
5. Protección del alimento y superficies.
6. Rotulado, almacenamiento y uso de compuestos tóxicos.
7. Salud de los empleados.
8. Control de plagas y vectores.

Para cada uno de estos puntos se elaboró un procedimiento específico donde, a más de detallar las actividades, frecuencias y responsabilidades, se señaló la documentación necesaria que será el sustento del cumplimiento de cada procedimiento.

2.14 Análisis de Costos

Se realizó un estudio de costos con el objetivo de comparar el precio de producción utilizando los equipos diseñados con el precio de producción actual.

Tabla 15
Costos de materia prima y materiales directos

Planta procesadora de leche de soya				
Producción 116640 Lt (1 año) de Leche de soya sabor a coco				
MATERIA PRIMA y MATERIALES DIRECTOS				
Ingrediente	Cantidad	Unidad	Precio unitario (\$)	Total (\$)
Soya	15552	Kg	0,67	10368
Azúcar	11664	Kg	0,64	7464,96
Agua	106920	Lt	8,00E-04	85,536
Saborizante Coco	155,52	Kg	15,12	2351,4624
Vainilla Cristalizada	48,75	Kg	31,92	1556,1
Sal	15,55	Kg	0,35	5,4425
Botellas	507130	Unidad	0,06	30427,8
Etiquetas	507130	Unidad	0	0
Total (\$)				52259,30

Tabla 16
Costos de materiales indirectos

Planta procesadora de leche de soya				
Producción 116640 Lt (1 año) de Leche de soya sabor a coco				
COSTO DE MATERIALES INDIRECTOS				
Ingrediente	Cantidad	Unidad	Precio unitario (\$)	Total (\$)
Jabas	100	Unidad	4,8	480
Desinfectante	12	Bidón	15	180
Jabón neutro	12	Bidón	19	228
Total (\$)				888,00

Tabla 17
Costos de mano de obra directa

Planta procesadora de leche de soya					
Producción 116640 Lt (1 año) de Leche de soya sabor a coco					
COSTO DE MANO DE OBRA DIRECTA					
Cargo/Puesto	Cantidad	Salario mensual (\$)	Cargas Sociales	Salario total empleados (\$)	Salario Anual incluido décimos (\$)
Cocción y molienda	1	366	25,00%	457,5	6405
Embotellado	1	366	25,00%	457,5	6405
TOTAL(\$)					12810

Tabla 18
Costos de mano de obra indirecta

Planta procesadora de leche de soya					
Producción 116640 Lt (1 año) de Leche de soya sabor a coco					
COSTO DE MANO DE OBRA INDIRECTA					
Cargo/Puesto	Cantidad	Salario mensual (\$)	Cargas Sociales	Salario total empleados (\$)	Salario Anual incluido décimos (\$)
Supervisor	1	650	25,00%	812,5	11375
TOTAL(\$)					11375

Tabla 19
Costos por servicios

Planta procesadora de leche de soya				
Producción 116640 Lt (1 año) de Leche de soya sabor a coco				
SERVICIOS				
	Cantidad	Unidad	Precio unitario (\$)	Total (\$)
Agua	47000	Litro	8,00E-04	37,6
Energía eléctrica	67000	kwh	0,09	6030
Teléfono	12000	min	0,03	360
Total (\$)				6427,60

Tabla 20
Costos por depreciación

Planta procesadora de leche de soya						
Producción 116640 Lt (1 año) de Leche de soya sabor a coco						
DEPRECIACION						
Máquina/Equipo	Cantidad	Precio (\$)	Total (\$)	Valor Residual (\$)	Tiempo de vida útil (años)	Depreciación anual (\$)
Vaca Mecánica	3	1000	3000	100	10	290
Caldero eléctrico	3	1500	4500	150	10	435
Tanque con agitación	1	1535,99	1535,99	130	10	140,599
Tanque enchaquetado	1	1366,4	1366,4	250	10	111,64
Banco de hielo	1	1500	1500	150	10	135
Llenadora	1	8122,24	8122,24	350	10	777,224
Tanque filtro	1	1400	1400	150	10	125
Total						1724,463

Tabla 21
Costo de fabricación

COSTOS DE FABRICACIÓN	
PRODUCCION (Lt)	116640
PRODUCCION (UNIDADES)	507130
EXPRESADO EN \$	AÑO 1
COSTO DIRECTO	
Materia Primas y materiales directos	\$ 52.259,30
Mano de Obra Directa	\$ 12.810,00
COSTO INDIRECTO	
Materiales Indirectos	\$ 888,00
Mano de Obra Indirecta	\$ 11.375,00
Suministros	\$ 6.427,60
Depreciación	\$ 2.574,46
Reparación y mantenimiento	\$ 1.860,15
Seguros	\$ 1.860,15
Imprevistos	\$ 1.000,00
COSTOS DE FABRICACIÓN	\$ 91.054,66
+ Inventario inicial de producto en proceso	-
- Inventario final de producto en proceso	-
COSTO DE PRODUCCIÓN	\$ 91.054,66
Costo unitario de producción por Litro	\$ 0,78
Costo unitario de producción unidad (230 mL)	\$ 0,18

CAPÍTULO 3

3. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Los resultados obtenidos con el diseño propuesto se analizarán por etapas al igual que en el capítulo anterior.

3.1 Recepción y Almacenamiento

En las visitas realizadas a la planta se observó que la materia prima no se almacenada de manera apropiada; lo más evidente fue el mal estibado de los sacos de soya, pues estos simplemente se apilan sobre pallets de madera sin ningún orden específico y en contacto con las paredes de la bodega, lo que significa que no se brindan las condiciones para el mantenimiento del grano en buen estado ni se lleva un control de plagas y que el orden de utilización de los productos no se respeta en cuanto a sus fechas de llegada. Es por esta razón que se elaboraron procedimientos donde se establecieron criterios para llevar estas etapas de mejor manera.

3.2 Limpieza y selección

La limpieza del grano de soya actualmente es realizada de manera visual durante el lavado de los granos; se decidió implementar una etapa de limpieza previa utilizando el método de tamizado para así evitar el remojo de granos en mal estado y de otras impurezas que, de no eliminarse, puedan comprometer la inocuidad del producto.

3.3 Remojo y lavado

El personal está consciente que los tiempos de remojo no deben exceder a lo que han establecido en base a su experiencia, sin embargo este procedimiento fue documentado para garantizar siempre su cumplimiento y para facilitar las capacitaciones en caso de una renovación del personal. Dicho procedimiento a más de hacer énfasis en el tiempo máximo de duración de la etapa, también señala el monitoreo de la calidad de agua utilizada.

3.4 Cocción y molienda

A continuación se muestran los resultados de la evaluación del proceso térmico que se realizó siguiendo la metodología detallada en el capítulo 2. El microorganismo más termorresistente seleccionado para el estudio fue el *Bacillus Cereus* tomando en cuenta los criterios establecidos en la norma guatemalteca para leche de soya pasteurizada (Tabla 4).

Si bien el microorganismo no produce toxinas a temperaturas de refrigeración, éste fue aun así considerado puesto que durante la distribución del producto no se garantiza el mantenimiento de la cadena de frío debido a que se realiza de forma artesanal.

Método de Patashnik

$$Ft_{Proceso} = \sum L * \Delta\theta \quad (\text{Ec. 3-1})$$

$$L = 10^{\frac{T-T_0}{z}} \quad (\text{Ec. 3-2})$$

Dónde:

Ft = Tiempo a la temperatura de proceso.

L = Letalidad.

$\Delta\theta$ = Intervalo de tiempo entre lecturas (3 min).

Z = Valor z para *Bacillus Cereus* (6,4°C).

Tabla 22
Resultados de la evaluación del proceso térmico actual

TIEMPO (min)	TEMPERATURA (°C)	L	LBARRA	LBARRA*DTETA	
0	60	5,62E-07			
3	65	3,40E-06	1,98E-06	5,94E-06	
6	66	4,87E-06	4,13E-06	1,24E-05	
9	77	2,55E-04	1,30E-04	3,90E-04	
12	86,5	7,77E-03	4,01E-03	1,20E-02	
15	93	8,06E-02	4,42E-02	1,33E-01	
18	93	8,06E-02	8,06E-02	2,42E-01	
21	92	5,62E-02	6,84E-02	2,05E-01	
24	90	2,74E-02	4,18E-02	1,25E-01	
27	90	2,74E-02	2,74E-02	8,22E-02	
30	89	1,91E-02	2,32E-02	6,97E-02	
33	90	2,74E-02	2,32E-02	6,97E-02	
				0,94	min
F100°C Proceso				56,34	seg
				8,13	min
F94°C Proceso				487,90	seg

Elaborada por: Carla Alvarez y Alvaro Palma

En la tabla 22 se puede observar que a partir del minuto 15 la temperatura del producto empezó a disminuir, esto se debe a que el proceso actual establece que la llave de vapor debe mantenerse abierta durante los 15 primeros minutos, luego de este tiempo la llave se cierra y se enciende el molino que funciona los minutos restantes.

El valor $F_{100^{\circ}\text{C}}$ obtenido muestra que el proceso actual es equivalente a mantener el producto por 0,94 minutos a 100°C . Sin embargo para poder afirmar si el producto está subprocesado o sobreprocesado fue necesario determinar el valor F_t objetivo.

Tabla 23
Valores de termorresistencia para Bacillus Cereus

Z($^{\circ}\text{C}$)	6,4
D $_{100^{\circ}}$	2,85 min

Se consideró el recuento máximo permitido por la norma guatemalteca como N_0 y el recuento aceptable como N_f para obtener el valor de esterilización VS .

$$VS = \log \frac{N_0}{N_f} \quad (\text{Ec. 3-3})$$

$$VS = 1$$

Considerando una temperatura de proceso de 94°C se calculó el valor D para definir el tiempo objetivo del proceso.

$$D_t = D_0 * 10^{\frac{T_0 - T}{Z}} \quad (\text{Ec. 3-4})$$

$$D_{94^{\circ}\text{C}} = D_{100} * 10^{\frac{100 - 94}{Z}}$$

$$D_{94^{\circ}\text{C}} = (2,85 \text{ min}) * 10^{\frac{100 - 94}{6,4}}$$

$$D_{94^{\circ}\text{C}} = 24,68 \text{ min}$$

$$F_{94^{\circ}C} = VS * D_{94^{\circ}C} \quad (\text{Ec. 3-5})$$

$$F_{94^{\circ}C} = 24,68 \text{ min}$$

El resultado obtenido muestra que el producto está subprocesado debido a que el tiempo actual de proceso son 8,13 min y el mínimo requerido para disminuir la carga del microorganismo seleccionado en 1 log es 24,68 min.

3.5 Filtración

Por las características del fluido, el filtro recomendado en diseños anteriormente realizados para este proceso es el de placas y marcos, sin embargo la capacidad de inversión de la planta es muy limitada debido a que su trabajo es sin fines de lucro y este tipo de filtro requeriría una inversión muy elevada pues, a más del equipo, se necesitaría también instalar un sistema de bombeo, incrementando así los costos totales.

El filtro diseñado en este proyecto se basó tanto en la capacidad de inversión como en los volúmenes actuales de producción. Se determinó que la llegada del fluido al equipo sea por efecto de la gravedad utilizando mangueras sanitarias para evitar el uso de bombas permitiendo reducir los costos, además se disminuye la manipulación del producto y se eliminan los tiempos muertos que se generaban al filtrar la leche de cada vaca por separado.

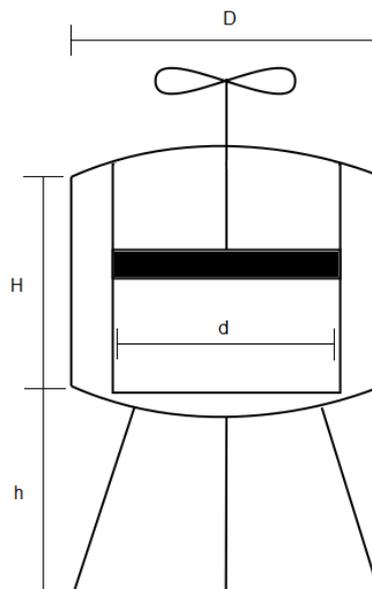


Figura 3-1
Prototipo del tanque de filtración.

Tabla 24
Dimensiones del tanque filtro

D	0,40 m
H	0,40 m
d	0,32 m
h	0,50 m

3.6 Mezclado

El proceso actual de mezclado de ingredientes involucra una etapa previa de enfriamiento, esta medida fue adoptada por el personal de la planta ya que consideran que la manipulación de la leche caliente es peligrosa para ellos, sin embargo no se toma en cuenta que de esta manera puede verse afectada la inocuidad del producto pues en el rango de temperaturas que están trabajando se puede promover el crecimiento microbiano. Es por esto que se diseñó un tanque con agitación que permita realizar la adición de ingredientes en caliente de forma segura para el producto y sin poner en riesgo la integridad del operador, además de disminuir el tiempo que se emplea haciendo esta actividad puesto que el equipo lo realiza automáticamente.

Para el dimensionamiento del tanque se utilizaron las proporciones geométricas del agitador de turbina puesto que son las más comúnmente utilizadas al momento de definir un diseño inicial, además se propuso el uso de aspas inclinadas debido a que estas brindan un flujo tanto radial como axial, permitiendo que la corriente fluya hacia abajo levantando los sólidos depositados en el fondo del tanque.

Se determinó que la potencia necesaria para el agitador es de 8,12 W.

3.7 Enfriamiento

Como se mencionó anteriormente, las operadoras manejan el producto en rangos peligrosos de temperatura. El embotellado lo realizan a una temperatura de 50°C aproximadamente pues es realizado de forma manual y sin ninguna protección, además las botellas que utilizan (PET) no soportan el envasado en caliente pues sufren deformaciones. Es por esto que se adicionó la etapa de enfriamiento, para lo cual se diseñó un tanque enchaquetado que permita bajar la temperatura de la leche a 5°C utilizando salmuera como medio refrigerante, la salmuera a su vez será enfriada por un banco de hielo que se ubicará en el exterior de la planta.

El flujo másico de salmuera calculado es de 15,25 Kg/s para enfriar 45 litros de leche que corresponden a un batch, a pesar de que el tanque almacenará 200 L el cálculo fue realizado para 45 L puesto que la leche entrante se mezclará con la leche ya fría correspondiente al batch anterior.

El enfriamiento también permitirá una reducción de la carga frigorífica pues el producto ya no entrará caliente a la cámara.

3.8 Envasado

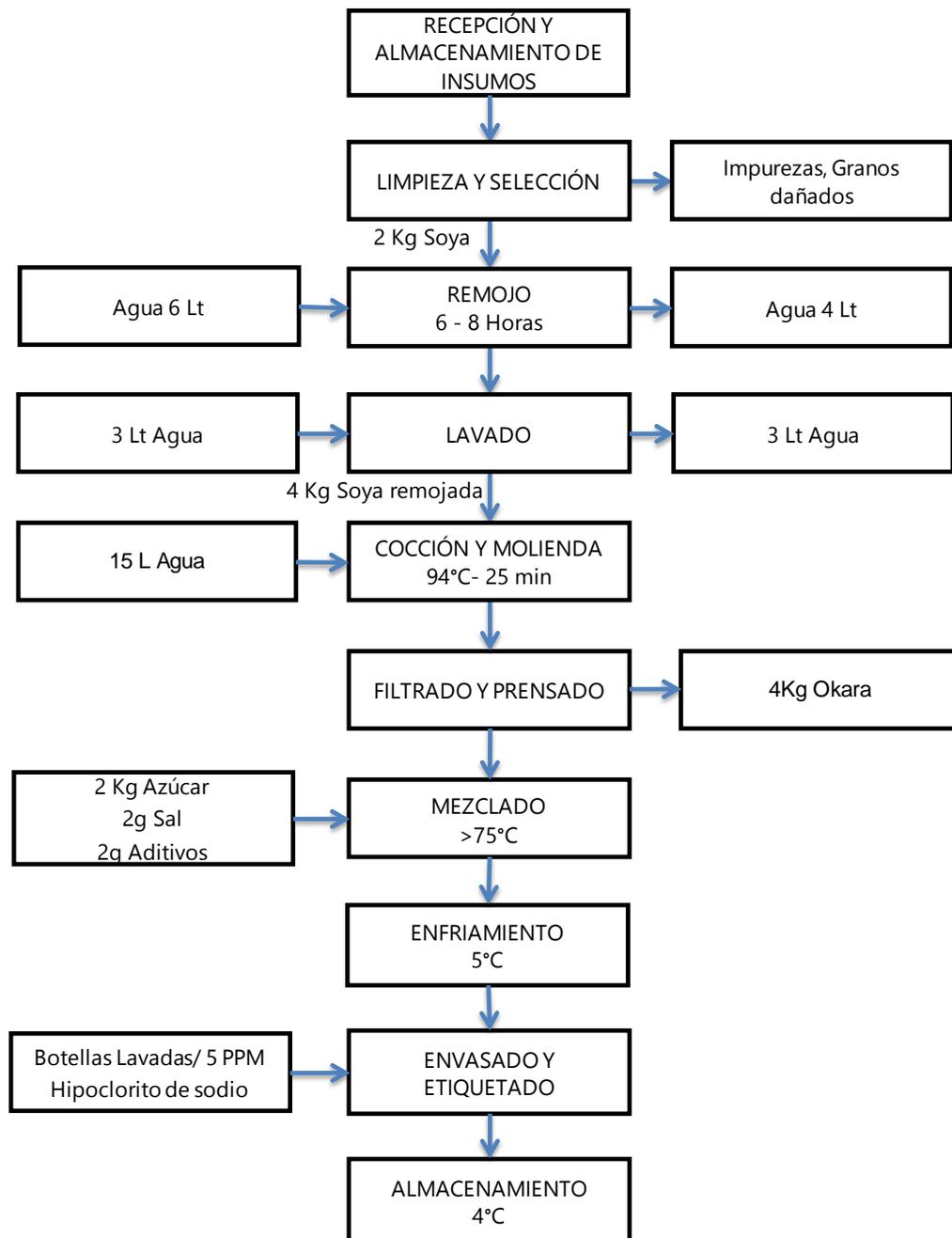
Actualmente la llenadora no está siendo utilizada porque las operadoras aseguran que la velocidad de llenado es muy lenta, por lo que utilizan un tanque con una llave de paso simple que cumple la función de la llenadora, sin embargo esto genera muchos desperdicios pues la llave se mantiene siempre abierta mientras ellas pasan de una botella a otra.

Se diseñó un sistema de bombeo de tal modo que el producto sea transferido a la llenadora de manera aséptica, eliminando los actuales trasvasados. La potencia de la bomba es de 0,65 W puesto que se consideró que la potencia real debe ser mayor a la potencia teórica calculada considerando la eficiencia del motor, esto debe tomarse en consideración para que no existan imprevistos al momento de impulsar el fluido a la llenadora y así poder impulsar el flujo hacia la altura prevista sin ningún inconveniente.

3.9 Almacenamiento refrigerado

La carga total calculada fue de 2,03 KW considerando que el producto debe mantenerse a 4°C, tomando en cuenta todas las estructuras que generen transferencias térmicas, incluidas las cajas plásticas que aunque actualmente no son utilizadas, son recomendadas para mejorar el almacenamiento del producto. Además se asumió el tipo de material de recubrimiento de la cámara debido a que esta fue donada y no se tenía información técnica.

3.10 Diagrama de flujo del proceso mejorado



3.11 Análisis de costos

A continuación se muestran los costos actuales de fabricación del producto, los cuales difieren de los costos anteriormente calculados únicamente en la parte de Suministros, Maquinarias y terrenos, pues se consideró solamente el consumo de potencia y depreciación de las vacas, calderos y cámara, que son los equipos actualmente utilizados.

Tabla 25
Costos por suministros Actual

Planta procesadora de leche de soya				
Producción 116640 Lt (1 año) de Leche de soya sabor a coco				
SERVICIOS				
	Cantidad	Unidad	Precio unitario (\$)	Total (\$)
Agua	35000	Litro	8,00E-04	28
Energía eléctrica	5250	kwh	0,09	472,5
Teléfono	12000	min	0,03	360
Total (\$)				860,50

Tabla 26
Costos por Maquinarias y Edificios Actual

SEGUROS, REPARACIÓN Y MANTENIMIENTO, DEPRECIACIÓN					
		DEPRECIACIÓN		REPARACIÓN Y MANTENIMIENTO	SEGUROS
EXPRESADO EN US\$	VALOR	VIDA ÚTIL	CARGO ANUAL	CARGO ANUAL	CARGO ANUAL
EDIFICIOS	\$ 17.000,00	20	\$ 850,00	\$ 170,00	\$ 170,00
MAQUINARIAS Y EQUIPOS	\$ 11.372,24	10	\$ 1.272,22	\$ 113,72	\$ 113,72
TOTAL ANUAL POR ITEM			\$ 2.122,22	\$ 1.860,15	\$ 1.860,15

Tabla 27
Costos de Fabricación Actual

COSTOS DE FABRICACIÓN	
PRODUCCION (Lt)	116640
PRODUCCION (UNIDADES)	507130
EXPRESADO EN \$	AÑO 1
COSTO DIRECTO	
Materia Primas y materiales directos	\$ 52.259,30
Mano de Obra Directa	\$ 12.810,00
COSTO INDIRECTO	
Materiales Indirectos	\$ 888,00
Mano de Obra Indirecta	\$ 11.375,00
Suministros	\$ 860,50
Depreciación	\$ 2.122,22
Reparación y mantenimiento	\$ 1.860,15
Seguros	\$ 1.860,15
Imprevistos	\$ 1.000,00
COSTOS DE FABRICACIÓN	\$ 85.035,32
+ Inventario inicial de producto en proceso	-
- Inventario final de producto en proceso	-
COSTO DE PRODUCCIÓN	\$ 85.035,32
Costo unitario de producción por Litro	\$ 0,73
Costo unitario de producción unidad (230 mL)	\$ 0,17

El costo de producción por unidad actual es de aproximadamente \$0.17, se puede observar que con la implementación del nuevo diseño los costos aumentaron en 1 centavo por unidad (tabla 21), equivalente a \$4151.84 anuales, sin embargo este incremento es justificable debido a que el diseño actual del proceso implica mucha manipulación del producto y da lugar a que se generen pérdidas, con el diseño recomendado se disminuyen las probabilidades de contaminación cruzada y por lo tanto las pérdidas.

CAPÍTULO 4

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

- Se logró mejorar el proceso actual principalmente en términos de la inocuidad del producto pues el diseño propuesto evita la manipulación de la leche, elimina los tiempos muertos y garantiza la seguridad del producto en todas sus etapas.
- Debido a que la planta cuenta con las Vacas Mecánicas, equipo principal para la producción de la leche, los demás equipos recomendados para las posteriores etapas del proceso fueron diseñados en base a la capacidad de trabajo de este equipo principal.
- El microorganismo para el cual fue realizado el estudio de penetración de calor fue el *Bacillus Cereus* en base a normas internacionales. Se conoce que este microorganismo no produce toxinas en temperaturas de refrigeración, sin embargo en la distribución del producto no se logra garantizar el mantenimiento de la cadena de frío, por lo cual este criterio también fue determinante en la selección del microorganismo más termorresistente.
- Por los resultados del estudio de penetración se decidió hacer un análisis microbiológico sobre el microorganismo definido, obteniéndose un resultado de <10 UFC/ml que según la norma guatemalteca es considerado aceptable. Esto nos puede indicar que la carga inicial es baja comparada con la que fue definida para calcular el F_0 objetivo, sin embargo se puede decir que de esta manera se considera un tiempo adicional de seguridad.
- Los nuevos equipos generan un mayor consumo de energía eléctrica y también incrementan los gastos en reparaciones y mantenimiento, esto se vio reflejado en el costo final de producción que incrementó de 1 centavo por unidad sin embargo se considera mínimo en comparación con las pérdidas de producto que existen como consecuencia de las falencias del diseño actual.
- Se elaboró el Manual de Buenas Prácticas de Manufactura para el proceso llevado actualmente, con la finalidad de garantizar la inocuidad del producto hasta que la empresa analice la factibilidad de la aplicación del diseño propuesto.

4.2 Recomendaciones

- El estudio de penetración de calor dio como resultado que el producto actualmente se está subprocesando, por lo que se recomienda aumentar el tiempo de cocción a 25 min y realizar un nuevo estudio que confirme con experimentación real si el tiempo objetivo fue alcanzado.
- Se recomienda realizar estudios que permitan verificar si el proceso térmico también es efectivo en la inhibición de factores anti nutricionales propios de la soya, como lo son los inhibidores de tripsina.
- A pesar de que el tiempo de cocción debe ser mayor, el proceso se diseñó considerando batchs de 30 minutos, por lo que se recomienda que la cocción continúe a pesar de haber iniciado la molienda.
- Se recomienda elaborar un cronograma de calibración de instrumentos principalmente en el equipo de cocción para asegurar que las mediciones de temperatura son adecuadas, además de adquirir nuevos termómetros.
- La llenadora cuenta actualmente con 2 boquillas de llenado simultáneo por lo cual se propone incrementar la cantidad a 4 boquillas para poder aumentar la velocidad de llenado.
- En caso de querer aumentar la producción actual se recomienda invertir en la compra del equipo principal para la extracción de leche de soya, pues en el mercado existen modelos más eficientes en cuanto a consumo energético que el que actualmente poseen.
- Se recomienda mantener una capacitación continua del personal en temas como las buenas prácticas de manufactura de modo que se garantice su cumplimiento en cada etapa del proceso.

BIBLIOGRAFÍA

- Brennan, J., Butters, J., & Cowel, N. (1998). *Las operaciones de la ingeniería de los alimentos* (Tercera ed). Editorial Acribia, S.A.
- Brito, F. (1992). LA SOYA, FUENTE BARATA DE PROTEINAS Y SU UTILIZACION. *INIAP*, 6–7. Retrieved from <http://www.iniap.gob.ec>
- Crespo, C., & Landines, E. (2011). *Diseño de una Planta de Procesamiento de Leche de Soya para la Fundación Hogar de Cristo. Escuela Superior Politécnica del Litoral*. Retrieved from <http://dspace.espol.edu.ec>
- D'Antonio, L., Martín, M., Marques, J., Ribeiro, L., & Pereira, F. (1993). Manual de manejo poscosecha de granos a nivel rural. Retrieved December 10, 2015, from <http://www.fao.org>
- De Luna, A. (2007). Composición y Procesamiento de la Soya para Consumo Humano. *Investigacion Y Ciencia*, 37, 38–39. Retrieved from <http://www.uaa.mx>
- Geankoplis, C. (1998). *Procesos de Transporte y Operaciones Unitarias. The effects of brief mindfulness* (Tercera ed). Compañía Editorial Continenta S.A. <http://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Guamán, J. (1996). Sistemática y morfología de la soya. *Manual Del Cultivo de Soya, Manual N°3*, 7. Retrieved from <https://books.google.com.ec>
- Hopp, V. (2005). *Fundamentos de Tecnología Química*. Editorial Reberté S.A. Retrieved from <https://books.google.com.ec>
- Jiménez, A. D. L. (2006). Valor nutritivo de la Proteína de Soya. *Investigacion Y Ciencia de La Universidad Autonoma de Aguascalientes*, 36, 30.
- Lafuente, M. (2012). *Implementación de Programas Preliminares: Buenas Prácticas de Manufactura y Operaciones de Saneamiento en una Planta Elaboradora de Leche de Soya Saborizada Instalada en el Sur Oeste de Guayaquil*. Escuela Superior Politécnica del Litoral.
- McCabe, W., Smith, J., & Harriott, P. (2007). *Operaciones Unitarias en Ingeniería Química* (7ma Edición). Mc Graw Hill.
- Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social. REGLAMENTO TÉCNICO DE SOYA NATURAL FLUÍDA (2005). Guatemala.
- Pérez, B., Guerrero, M., Negrete, N., Sotomayor, M., Pullas, S., Pazmiño, J., & Alcívar, M. (2012). Soya: Costos y escaso rendimiento local encarecen producción. *Revista Técnica Maíz Soya*, 14–16. Retrieved from <http://maizysoya.com>
- Rulfo, F., & Miranda, H. (1972). Leguminosas de grano XVIII REUNION ANUAL. *Programa Cooperativo Centroamericano Para El Mejoramiento de Cultivos Alimenticios*. Retrieved from <https://books.google.com.ec>
- Solagro. (n.d.). Soya: Glycine max L-Merril. Retrieved November 20, 2015, from <http://www.solagro.com.ec>
- The Soy Food Association of America. Voluntary Standards for the Composition and Labeling of Soymilk in the United States (1996). Estados Unidos.

Apéndices

Apéndice 1

Manual de Buenas Prácticas de Manufactura



PROCEDIMIENTO DE BUENAS PRACTICAS DE MANUFACTURA

1. OBJETIVO

El propósito de este manual, es de establecer las normas y lineamientos de buenas prácticas de manufactura que deben seguirse para asegurar las condiciones de limpieza e higiene necesarias en la elaboración de leche de soya saborizada de tal manera que el producto sea inocuo y apto para el consumo humano.

2. ALCANCE

Aplica a toda planta de leche de soya de la fundación hogar de Cristo

3. DISPOSICIONES GENERALES

Para la implementación de las buenas prácticas de manufactura se han tomado las siguientes referencias normativas:

- Codex Alimentarius. Vol. 1B-1995 – Sección 1: “Código internacional recomendado de prácticas y principios generales de higiene de los alimentos” - CAC/RCP 1-1969, Rev.4 (2003)
- Resolución ARCSA 042 - Reglamento de Buenas Prácticas de Manufactura para alimentos procesados (Ecuador)

4. DEFINICIONES

Alérgeno.- Un alimento alérgeno se define como “un producto o ingrediente que contiene ciertas proteínas que potencialmente pueden causar reacciones severas (ocasionalmente fatales) en una persona alérgica a los alimentos”

Buenas Prácticas de Manufactura.- Conjunto de medidas preventivas y prácticas generales de higiene en la manipulación, preparación, elaboración, envasado y almacenamiento de alimentos para consumo humano, con el objeto de garantizar que los alimentos se fabriquen en condiciones sanitarias adecuadas y se disminuyan así los riesgos potenciales o peligros para su inocuidad

Compuesto de limpieza.- Sustancia de naturaleza química que es capaz de la remoción de suciedad y manchas.

Contaminante.- Cualquier agente químico o biológico, materia extraña u otras sustancias agregadas no intencionalmente al alimento, las cuales pueden comprometer la seguridad e inocuidad del alimento.

Contaminación cruzada.- Es la introducción involuntaria de un agente físico, biológico, químico por corrientes de aire, traslados de materiales, alimentos o circulación del colaborador, que pueda comprometer la higiene o inocuidad del alimento.

Desinfección.- Es el tratamiento físico o químico, aplicado a las superficies limpias en contacto con el alimento con el fin de eliminar los microorganismos indeseables a niveles aceptables, sin que dicho tratamiento afecte adversamente la calidad e inocuidad de alimento.



PROCEDIMIENTO DE BUENAS PRACTICAS DE MANUFACTURA

Desinfectante o Sanitizante.- Cualquier agente, por lo regular químico, capaz de matar células vegetativas microbianas, pero no necesariamente las esporas resistentes de microorganismos patógenos.

Higiene de los alimentos.- Todas las condiciones y medidas necesarias para asegurar la inocuidad y la aptitud de los alimentos en todas las fases de la cadena alimentaria.

Inocuidad.- Condición de un alimento que no hace daño a la salud del consumidor cuando es ingerido de acuerdo a las instrucciones del fabricante.

Insumo.- Comprende los ingredientes, envases y empaques de los alimentos

Limpieza.- Es el proceso o la operación de eliminación de residuos de alimentos u otras materias extrañas o indeseables.

Lote.- Cantidad de producto elaborado en un mismo lapso de tiempo con una clave específica.

Manipulación.- Acción o modo de regular y dirigir materiales, productos, equipos y máquinas durante el proceso con operaciones manuales.

Microorganismos.- Organismos biológicos microscópicos tales como bacterias, levaduras, mohos, parásitos, virus que incluyen pero no están limitados a, especies que tiene un significado para la salud pública.

POES.- Procedimiento operativo estandarizado de sanitización.

Superficies de contacto con el alimento.- Son todas aquellas superficies que entran en contacto con el alimento y de las cuales el alimento puede salpicar sobre esta, o superficies que entran normalmente en contacto con el alimento durante el transcurso normal de operación. "Superficies de Contacto con el Alimento" incluyen utensilios y la superficie de contacto de equipos.

Tóxico.- Venenoso; capaz de causar lesión o muerte, especialmente por medios químicos.

Trazabilidad.- Identificación de cualquier ingrediente o producto terminado sospechoso y su punto de embarque inicial. Si bien está relacionada con el retiro del mercado, la trazabilidad es un programa separado.

5. RESPONSABILIDADES

Es responsabilidad de todos los colaboradores cumplir con las normas de higiene al ingresar a planta y de mantenerla limpia.

Supervisor de Manufactura: verificar el cumplimiento de las normas de higiene del colaborador y la limpieza de planta.

6. PROCEDIMIENTO

Las buenas prácticas de manufactura en planta comprenden:

- Personal
- Edificios, áreas exteriores e instalaciones
- Medios y controles sanitarios
- Operaciones sanitarias
- Equipos y utensilios
- Procesos y sus controles
- Almacenamiento y distribución



PROCEDIMIENTO DE BUENAS PRACTICAS DE MANUFACTURA

PERSONAL

La contaminación permite el incremento de microorganismos patógenos, los mismos que se convierten en un riesgo para la seguridad de los alimentos. El ser humano de por sí es una de las principales fuentes de contaminación, por lo que todas las personas que estén trabajando en contacto directo con el alimento, superficies de contacto con los alimentos y materiales de empaque, deben tomar las medidas higiénicas sanitarias necesarias para proteger a estos de la contaminación.

Buenas Prácticas de Manufactura para el personal

a) Todo colaborador nuevo que ingrese a la planta debe presentar su certificado de salud. Ver POES 7: Control de las Condiciones de Salud de los Empleados.

b) Ninguna persona que esté afectada por alguna enfermedad contagiosa o que presente heridas, inflamaciones, llagas o infecciones en la piel u otras anomalías que puedan originar una contaminación, no puede ser admitida para trabajar en el proceso del alimento, ya que puede transmitir dicha contaminación al producto o contagiar al resto del personal. Esta persona es excluida de cualquier operación en la que se puede dar lugar a una contaminación, hasta que la condición esté corregida. El colaborador es instruido en reportar las condiciones de su salud a su supervisor. Ver POES 7: Control de las Condiciones de Salud de los Empleados.

c) Colaborador con alguna afección que no ponga en riesgo al personal o al proceso es ubicado en alguna etapa o en alguna labor que no involucre manipulación directa con el alimento. Ver POES 7: Control de las Condiciones de Salud de los Empleados.

d) Todo colaborador que manipule el alimento debe ingresar a la planta con el uniforme establecido por la empresa, el cual debe estar en condiciones adecuadas; esto es, pantalón, camiseta, botas impermeables y malla para el cabello. En áreas que lo requieran utilizar cinturón anti lumbago y guantes térmicos. Toda persona ajena al área de proceso debe usar malla para el cabello al ingresar a la planta procesadora. Ver POES 4: Higiene Colaborador y Mantenimiento de Instalaciones Sanitarias.

e) La ropa exterior o mandiles deben estar limpios y en perfectas condiciones de integridad.

f) Las manos deben mantenerse siempre limpias, para ello todo el colaborador manipulador de alimentos debe lavarse las manos antes de iniciar los procesos productivos, después de ausentarse del área de trabajo, especialmente cuando se use el baño, antes y después de comer, aplicando cada vez el instructivo de la operación de lavado y sanitación para las manos que se encuentran ubicados en cada unidad de lavado de manos.

g) El colaborador debe mantener el cabello cubierto, sus uñas cortas, limpias y libres de cualquier tipo de barniz y/o pintura, tampoco está permitido el uso de ningún tipo de joya, elemento decorativo, maquillaje o perfume.

h) Si se usan guantes para manejar alimentos, productos detergentes, insecticidas o cualquier otro químico, éstos deben mantenerse en buenas condiciones y limpios. Los guantes deben ser de un material impermeable y destinado para un uso específico. Ver POES 3: Prevención de Contaminación Cruzada.

i) No se permite introducir alimentos o bebidas a la planta.

PROCEDIMIENTO DE BUENAS PRACTICAS DE MANUFACTURA

j) No se permite comer, mascar chicle, fumar, mascar tabaco, ni mantener en la boca palillos de dientes, fósforos, dulces u otros objetos similares, ni escupir en las áreas de producción o almacenamiento de productos. El colaborador que realice la calificación de producto es el único autorizado para degustar el producto que se está elaborando

k) Está terminantemente prohibido mantener detrás de las orejas lápices, plumas, pinzas u otros objetos que pueden caer al producto.

l) Los zapatos utilizados como uniforme, deben mantenerse limpios y en buenas condiciones de integridad.

m) El cabello debe cubrirse completamente hasta las orejas, haciendo uso de una malla para el cabello, no se permite el cabello fuera de la malla, ni el uso de gorras, ni binchas u otros objetos para sujetar el cabello que estén expuestos.

n) No se permite colocar ropa o pertenencias personales de los colaboradores dentro de planta, para ello cuentan con una zona específica.

o) Para evitar una contaminación cruzada se debe:

- Seguir el flujo apropiado del proceso.
- Limitar las responsabilidades de cada trabajador dentro del flujo del proceso.
- Comunicar cualquier anomalía/contaminación que se produzca y que afecte a la inocuidad del producto final
- No usar toallas de tela ni jabones sólidos (en barra) para el lavado de manos.

p) Cada área de trabajo debe mantenerse limpia, aplicando los procedimientos de limpieza y sanitización específicos para cada uso.

q) Si el visitante tiene alguna herida expuesta, ésta debe ser cubierta con algún material impermeable para evitar contaminación, tampoco está permitido el uso de ningún tipo de joya o implemento que pueda caerse en el transcurso de su visita a la planta.

r) El colaborador que opera en la planta debe realizar todos los esfuerzos hacia la limpieza de las áreas de procesamiento por ejemplo: si existiese algún derrame o salpicadura, no espere la finalización del proceso para corregir la anomalía.

s) La responsabilidad de asegurar el cumplimiento de parte de los colaboradores, con todos los requisitos de esta parte, está asignada al supervisor de manufactura.

EDIFICIOS, ÁREAS EXTERNAS E INSTALACIONES

- a) Se debe prevenir las condiciones favorables para el crecimiento de insectos y cualquier otra plaga dentro y fuera de la planta.
- b) Las paredes, pisos, techos y todas las superficies que estén en contacto con los productos, deben ser construidos de materiales no tóxicos, que no sean perjudiciales para la salud de los empleados o para los alimentos, y deben ser fáciles de limpiar.
- c) En general todas las instalaciones, incluyendo, drenajes, tuberías, etc., deben ser mantenidos en perfectas condiciones y limpias .Ver POES 8: Limpieza de la Infraestructura Física.

PROCEDIMIENTO DE BUENAS PRACTICAS DE MANUFACTURA

d) Las instalaciones físicas deben estar diseñadas y construidas de tal manera que faciliten la aplicación de los programas de sanitización y evitar la acumulación de polvo y agua.

Planta y sus alrededores

- e) Los terrenos, patios y las instalaciones externas en general deben ser mantenidas en tales condiciones que impidan la proliferación de plagas, es decir no constituyan una fuente de contaminación.
- f) Se elimina la basura ubicada en cada depósito destinado a este propósito, la cual debe trasladarse al contenedor principal.
- g) La limpieza de la maleza y de hierbas del perímetro exterior es coordinado por el supervisor de manufactura.
- h) Se debe evitar el almacenamiento de equipos en desuso, chatarra u otros materiales diversos, sin embargo equipos que no pueden ser retirados por ser pertenecientes a la fundación serán colocadas en áreas específicas de tal forma que no dé lugar a contaminación.

Diseño y Construcción de la Planta

La estructura de la planta debe cumplir con los siguientes ítems:

- i) Proveer espacio suficiente para la instalación de los equipos y almacenamiento de los materiales necesarios para el mantenimiento de las operaciones de forma sanitaria.
- j) Tomar las precauciones necesarias para reducir contaminación cruzada, con el alimento o empaques del alimento, sustancias químicas o cualquier otra sustancia extraña. La contaminación, puede ser disminuida al existir un adecuado diseño de la planta.
- k) Está terminantemente prohibido el uso de madera para construir salas de proceso, servicios higiénicos, casilleros, mesas para el proceso, pisos, paredes, techos y puertas de entrada al área de proceso, debido a que la madera es una posible fuente o medio para la contaminación cruzada.

Pisos

- l) Los pisos deben ser construidos de materiales impermeables, homogéneos y que facilite su limpieza, como es nuestro caso, los pisos de la planta son de baldosas, estas están íntimamente unidas a través de concreto para evitar depósitos de cualquier índole, para así prevenir la contaminación.
- m) Los pisos están construidos con pendientes hacia los drenajes de tal manera que permitan la evacuación del agua e impida la formación de charcos que se conviertan fuente de contaminación y a la vez ser peligrosos como causantes de caídas de quienes operan en la planta.
- n) No se permite resquebrajamientos en los pisos puesto que se convierten en recursos de contaminación. En el momento que haya grietas en el piso, éste debe ser saneado rápidamente.
- o) Los canales de desagüe están cubiertos con rejillas y canastillas, de tal manera, que impidan la entrada de plagas a la planta.
- p) Las uniones entre los pisos y las paredes en lo posible deben tener una curvatura final para facilitar la limpieza y evitar la acumulación de agua y desechos.
- q) Los pisos son limpiados siguiendo el programa de higiene y sanitización específico para este uso. Ver POES 8: Limpieza de la Infraestructura Física.

Paredes

PROCEDIMIENTO DE BUENAS PRACTICAS DE MANUFACTURA

- r) Las paredes están construidas de material impermeable, lisas, planas, pintadas con pinturas libre de plomo, lavables, de color claro y durable.
- s) Está terminantemente prohibido el uso de paredes de madera en las áreas de elaboración, preparación, fabricación y en cualquier área donde se manipule alimentos y en donde los programas de limpieza deben ser continuos.
- t) Las paredes deben ser limpiadas de acuerdo a lo dispuesto en el procedimiento de higiene y sanitización específico para este uso. Ver POES 8: Limpieza de la Infraestructura Física.
- u) Los pasillos, paredes y espacios entre cada equipo no deben ser obstruidos, deben tener espacio suficiente por el cual se permita que los colaboradores realicen sus trabajos y mantengan la protección necesaria, sin que se dé lugar a la contaminación de alimentos, de superficies de contacto con el alimento y de la ropa de los colaboradores.

Techos

- v) Deben ser de fácil limpieza, que no presenten grietas o que tengan uniones abiertas.
- w) El material del techo de la planta es de concreto. Cualquier fisura o grieta en el techo debe ser reparada inmediatamente.
- x) Los techos tienen canales para la evacuación de aguas lluvias, adecuadamente instalados, para prevenir la acumulación de agua en los techos y desalojar con un flujo adecuado.

Puertas

- y) Las puertas deben estar provistas de las protecciones adecuadas y en buen estado para reducir la entrada de plagas y polvo. Deben ser de material apropiado. No se permite puertas de madera.
- z) Las puertas de la cámara de refrigeración de productos deben tener cortinas plásticas para reducir la entrada de plagas y además reducir fluctuaciones de temperatura.
- aa) La limpieza de cada una de las puertas que dan directamente al área del proceso se sujetan a los procedimientos de limpieza y sanitización específicos para este uso. Ver POES 8: Limpieza de la Infraestructura Física.

Ventilación

- bb) La planta tiene una ventilación adecuada para evitar la acumulación de calor, gases, concentración de vapores y concentración de olores y cualquier otra emanación.
- cc) Tanto los extractores como las mallas de protección de los mismos deben ser limpiados de acuerdo a los lineamientos de los procedimientos de limpieza específicos para este uso. Ver POES 8: Limpieza de la Infraestructura Física.

Iluminación

- dd) En la planta la iluminación proviene de fuente natural y artificial. La iluminación natural proviene de claros de luz ubicados en las paredes de la planta. La iluminación artificial de la planta proviene de lámparas ubicadas en los techos a una altura de 3 metros aproximadamente.
- ee) Las lámparas artificiales poseen las protecciones necesarias para evitar que caiga algún material proveniente de las mismas, incluyendo vidrios de un foco o tubo roto.
- ff) Cada vez que una lámpara artificial o su protección se haya quemado o dañado, debe ser reemplazado inmediatamente. Ver procedimiento vidrio plástico quebradizo.



PROCEDIMIENTO DE BUENAS PRACTICAS DE MANUFACTURA

gg) Las lámparas así como sus protecciones deben ser limpiadas siguiendo los lineamientos de los procedimientos de limpieza específicos para este uso. Ver POES 8: Limpieza de la Infraestructura Física.

MEDIOS Y CONTROLES SANITARIOS

Suministro y Almacenamiento de Agua

a) El agua potable es suministrada por la red municipal, la cloración del agua para ciertas etapas del proceso es realizada de forma manual y se utiliza hipoclorito de sodio (10%).

b) Los controles y cloración realizados al agua se encuentran detallados en el POES 1: Control de Inocuidad de Agua.

c) La planta tiene las facilidades adecuadas para el almacenamiento de agua en cisterna, de acuerdo a la máxima capacidad de procesamiento de la planta.

d) El material de construcción de la cisterna es impermeable, con superficies lisas y un acabado de cemento de buena calidad.

e) La cisterna está protegida contra la entrada de insectos, animales y polvo. Los alrededores de la cisterna de almacenamiento de agua potable se mantienen limpios y libres de acumulaciones de desperdicios, polvo, agua y de otros materiales que podrían contaminar el agua.

Sistemas de drenaje

f) El Sistema de drenajes en la planta está provisto de trampas para evitar la entrada de plagas y cualquier entrada de material grande que atore la tubería.

g) El sistema de drenaje no tiene vinculación alguna con el servicio de agua potable, es decir, no existen interconexiones o retroflujo en el sistema de drenaje.

Instalaciones de servicios sanitarios

h) Se provee al colaborador de instalaciones sanitarias adecuadas y accesibles para su uso.

i) Las instalaciones se mantienen en condiciones adecuadas de limpieza. Ver POES 4: Higiene Colaborador y Mantenimiento de Instalaciones Sanitarias.

j) Ninguna instalación de servicios sanitarios tiene acceso directo a la planta de producción, o al área donde se manejan materiales en contacto directo con alimentos.

k) Los servicios sanitarios están disponibles para todo el colaborador que labora en la empresa y cuentan con baños, servicios higiénicos, área de lavado de manos y área de vestidores.

l) Los servicios higiénicos cuentan con las siguientes facilidades:

-Dispensadores de papel higiénico.

-Secador de mano eléctrico o toallas de papel desechables

-Tacho de basura con tapa y funda plástica interior para facilitar la recolección.

m) Los servicios sanitarios se conservarán limpios, secos y sonetizados. Para este fin, se ajustan al programa de limpieza y sanitización para esta aplicación específica. Ver POES 4: Higiene Colaborador y Mantenimiento de Instalaciones Sanitarias

PROCEDIMIENTO DE BUENAS PRACTICAS DE MANUFACTURA

Instalaciones de Lavamanos en Planta

- n) En la planta existe un lavamanos en buen estado y limpio para uso del colaborador de planta, para asegurar una correcta higiene de las manos.
- o) Dicho punto de lavado de manos posee:
 - Dispensador para jabón líquido.
 - Dispensador de sanitizante.
 - Instructivo de lavado de manos.

OPERACIONES SANITARIAS

Mantenimiento en General

- a) Las instalaciones de la planta se mantienen en buen estado y en condiciones sanitarias adecuadas, para prevenir que los alimentos se contaminen.
- b) Los utensilios, equipos y superficies en contacto directo se lavan y desinfectan de manera que se protejan contra la contaminación del alimento y el material para su empaque. Ver POES 2: Procedimientos de Condiciones y Limpieza de Superficies en Contacto con los Alimentos.
- c) Estas operaciones de limpieza se llevan a cabo, de tal manera que no sean una fuente de contaminación y se conviertan en un riesgo químico que pueda poner en peligro la salud del consumidor. Ver POES 5: Protección de Productos, Materiales de Empaque y Superficies de Adulterantes.
- d) Todos los compuestos químicos, como detergentes y sanitizantes, empleados para las operaciones de limpieza y sanitización se encuentran almacenados en lugares específicos, previamente identificados.
- e) Los materiales y equipos empleados para llevar a cabo los programas de limpieza y sanitización están almacenados en armarios predeterminados para este uso.

Control de Basura y Desechos

- f) Existen recipientes de basura ubicados convenientemente en la planta.
- g) Los recipientes de basura tienen funda de basura en su interior y poseen su respectiva tapa manteniéndose en todo momento cerrados. Los receptáculos de basura son de plástico para uso en el interior de la planta, la recolección de basura es realizada por Consorcio Puerto Limpio.

Control de Plagas

- h) Está terminantemente prohibido la entrada de animales a las instalaciones.
- i) El uso de insecticidas y rodenticidas está permitido solamente bajo las debidas precauciones y restricciones para evitar la contaminación del alimento, superficies de contacto y material de empaque del alimento. Por lo tanto, deben mantenerse en un área alejada de los insumos, equipos y utensilios empleados en el proceso. Ver POES 5: Protección de Productos, Materiales de Empaque y Superficies de Adulterantes.
- j) El control de insectos y roedores es realizado por colaborador capacitado y calificado de compañía externa, el cual utiliza productos que tienen certificado de calidad para llevar a cabo el objetivo propuesto. Ver POES 9: Control de Plagas.
- k) Adicionalmente los parámetros que se cuidan para evitar la proliferación de plagas en el área exterior de la planta son: la limpieza y retiro de maleza, eliminación de agua estancada, orden del material o equipos en desuso, limpieza de áreas de basura, rejillas adecuadas en drenajes.

EQUIPOS Y UTENSILIOS

PROCEDIMIENTO DE BUENAS PRACTICAS DE MANUFACTURA

l) Todos los equipos y utensilios están contruidos en materiales resistentes a la corrosión, no tóxicos y diseñados para resistir en los ambientes que se usan y a la acción de los alimentos.

m) El diseño y construcción de los equipos evita la contaminación del alimento con lubricantes, combustibles, fragmentos de metal, agua contaminada, residuos, y cualquier otro contaminante, y que faciliten su limpieza y sanitización.

n) Está prohibido arrastrar o colocar en el piso piezas de equipos u otro tipo de utensilios, ya que se contaminan, de preferencia se emplean gavetas y/o mesas de trabajo que eviten la contaminación de los mismos con el piso.

o) La lubricación de los equipos y sus partes movibles se lleva a cabo de tal manera que no contamine a los alimentos. Ver POES 5: Protección de Productos, Materiales de Empaque y Superficie de Adulterantes.

p) Los equipos no deben tener en lo posible tornillos, tuercas, remaches, o partes movibles que puedan caer accidentalmente al producto, y de existir verificar su buen estado.

q) Se debe llevar un cronograma de mantenimiento de los equipos en el que se incluya el mantenimiento de partes eléctricas y lubricación de equipos utilizados en el proceso.

r) Piezas de equipos y/o utensilios que se encuentran en mal estado deben ser inmediatamente reemplazados.

s) Si se llevan a cabo operaciones de mantenimiento, los desperdicios como restos de soldaduras, limaduras, residuos de grasas y empaques deben eliminarse después de cualquier reparación por parte del colaborador encargado de efectuar estas operaciones de mantenimiento.

PROCESO Y SUS CONTROLES

1. Todas las operaciones relacionadas con la recepción, inspección, transporte, preparación, elaboración, empaque y almacenaje de alimentos se realizan de acuerdo con los principios de higiene para alimentos.

2. La limpieza operativa y desinfección de equipos en contacto con el producto y los métodos empleados para la misma son inspeccionadas por el supervisor de manufactura.

3. La limpieza profunda de equipos y de la infraestructura de la planta son programadas e inspeccionadas por el supervisor de manufactura. Ver POES 8: Limpieza de la Infraestructura Física.

4. El producto terminado debe ser envasado lo más rápidamente para evitar una posible contaminación, se debe tener control de la temperatura de envasado la cual debe ser mínimo 70°C.

5. Si durante el proceso o durante el almacenamiento se detectan productos y/o materiales no conformes, estos son identificados y separados hasta que el supervisor de manufactura defina el destino de los mismos.

6.6.1 Recepción de Materiales

- a) Todo ingrediente debe de ser inspeccionado antes de su ingreso a la planta por el supervisor de manufactura.
- b) No se aceptan envases o recipientes dañados, rotos, contaminados o que demuestren un estado desagradable, descompuesto o deteriorado del producto. Los envases de materia prima deben inspeccionarse al recibirse para asegurar que sus condiciones no contribuyan a la contaminación del alimento.
- c) Ningún compuesto de limpieza se utiliza sin haber sido aprobado por el área de seguridad de alimentos.

PROCEDIMIENTO DE BUENAS PRACTICAS DE MANUFACTURA

- d) Los certificados de calidad son proporcionados por los proveedores de los diferentes insumos, como compromiso de su calidad e inocuidad siendo aptos para productos de consumo humano.
- e) Los medios de transporte de insumos, tales como camiones u otros son controlados antes de descargar la mercadería con el objeto de identificar algún riesgo que pueda poner en duda la calidad del producto.
- f) Los insumos nunca deben asentarse en el piso. Se usan estantes o pallets.
- g) El equipo utilizado para transportar los insumos no debe tener evidencia alguna de roedores, derrames, materias extrañas u olores desagradables. Debe estar en buenas condiciones.
- h) Los insumos siempre se deben mantener cerrados e identificados con nombre, fecha y lote, hasta que sean empleados.

6.6.2 Pesado y limpieza de materia prima

- i) Las piolas, pedazos de papel, de plástico o cualquier otro riesgo físico que represente un riesgo de contaminación en la adición de ingredientes es depositado inmediatamente en los tachos de basura.
- j) La cantidad de granos de soya que van a ser utilizados para el proceso deben pasar por una etapa de limpieza que consiste en la utilización de dos zarandas, la primera de 9mm y la segunda de 3,165mm.
- k) Antes de realizar dicho proceso se debe realizar una inspección de las mallas de las zarandas con el fin de verificar el correcto estado de las mismas y así evitar el paso de materiales extraños.

6.6.3 Remojo

- l) Esta etapa tiene un tiempo de duración de 6 horas, con un máximo de 8 horas para evitar el crecimiento de hongos.
- m) Se deberá remojar únicamente la cantidad de granos a utilizar para la producción del día.

6.6.4 Cocción y Molienda

- n) Durante el proceso los colaboradores deben tener un control de la temperatura y tiempo de proceso el cual es de 25 minutos.
- o) Los termómetros deben ser calibrados al menos dos veces al año.

6.6.5 Mezcla y envasado

- p) Con utensilios previamente desinfectados se adicionan y mezclan los ingredientes en la leche.
- q) Las balanzas para el pesado de ingredientes debe ser calibradas al menos una vez al año.
- r) El envasado de las botellas previamente lavadas (5 PPM hipoclorito de sodio) deberá realizarse a una temperatura no menor a 70°C.

6.6.6 Almacenamiento refrigerado

- s) Las botellas son previamente enfriadas por inmersión en agua hasta alcanzar una temperatura de 30-40°C.
- t) Las botellas serán colocadas en gavetas con compartimientos individuales y se almacenarán en la cámara de refrigeración a una temperatura de 4°C por 8 horas previo a su distribución.

Apéndice 2
POES 1

	POES 1: CONTROL DE LA INOCUIDAD DEL AGUA	Fecha de emisión:
		Ene/2016

1. Objetivo

Definir la metodología a seguir para asegurar la calidad sanitaria del agua utilizada en los procesos productivos.

2. Alcance y campo de aplicación

Aplica para el agua que se utiliza en los procesos productivos de la Planta Procesadora de leche de soya “Vaca Mecánica” Hogar de Cristo.

3. Definiciones y Notaciones

Agua potable. Es el agua cuyas características físicas, químicas microbiológicas han sido tratadas a fin de garantizar su aptitud para consumo humano.

Cloro residual: Cloro remanente en el agua luego de al menos 30 minutos de contacto.

4. Desarrollo del Procedimiento

4.1 Limpieza y sanitización de la cisterna

4.1.1 La empresa cuenta con una cisterna de 1000 Lt de capacidad, la cual se mantiene la frecuencia establecida para la limpieza de la misma es de cada 6 meses. Dicha limpieza puede ser realizada por personal externo capacitado.

4.1.2 El procedimiento de para la limpieza y sanitización de la cisterna se muestra en la siguiente tabla, así como lo posibles riesgos de cada etapa y su medida de control.

ETAPA	ACTIVIDAD	RIESGO	MEDIDA DE CONTROL
1	Cerrar válvula de ingreso de agua potable de la red pública a la cisterna, apagar bomba de alimentación de agua a la planta. Evacuar el agua con una bomba de succión tratando de dejar un nivel mínimo de agua de aproximadamente 15 cm.	Golpes, lesión en espalda.	Realizar el correcto levantamiento de cargas.

	POES 1: CONTROL DE LA INOCUIDAD DEL AGUA	Fecha de emisión:
		Ene/2016

2	Ingresar al interior del tanque y proceder a cepillar pisos, paredes, techos y escalera de acceso utilizando escobillas plásticas. Realizar un enjuague de las superficies y drenar el agua.	Resbalamiento, ingreso de partículas a ojos. Espacio confinado	Utilizar equipo de protección personal (Gafas, Botas antideslizantes). Aplicar procedimiento en espacios confinados
3	Desinfectar las superficies utilizando solución de Hipoclorito de Sodio, verificar que el desinfectante entre en contacto con todas las superficies.	Irritación de ojos, piel y/o vías respiratorias.	Utilizar equipo de protección personal (Gafas, guantes de nitrilo, mascarilla)
4	Salir de la cisterna, abrir las válvulas de ingreso de agua potable desde la red pública y encender la bomba	Irritación de ojos, piel y/o vías respiratorias.	Utilizar equipo de protección personal (Gafas, guantes de nitrilo, mascarilla)

4.2 Desinfección del agua

La desinfección del agua de la cisterna se realiza por aplicación diaria de 50 cm³ Hipoclorito de Sodio (10%) de acuerdo a las indicaciones del proveedor.

4.3 Muestreo

El Supervisor de Manufactura se encarga de la adición del desinfectante al agua y de comprobar con tirillas reactivas que el Cloro libre residual se encuentre dentro de los rangos permitidos (0.3 – 1.5 mg/L).

4.4 Validación

El Supervisor de Manufactura envía anualmente muestras de agua a un laboratorio externo acreditado para la realización de análisis físico-químicos y análisis microbiológicos.

5. Normas

	POES 1: CONTROL DE LA INOCUIDAD DEL AGUA	Fecha de emisión:
		Ene/2016

5.1 Los límites máximos permisibles de las determinaciones realizadas están basados en la siguiente norma:

- Norma INEN 1108:2014 (Ecuador)

FIN DEL DOCUMENTO

Elaboró	Revisó	Aprobó
		Jefe de Planta

Apéndice 3
POES 3

	POES 3: PREVENCIÓN DE CONTAMINACIÓN CRUZADA	Fecha de emisión:
		Ene/2016

1. Objetivo

Controlar o minimizar la incidencia de contaminación accidental con agentes biológicos, químicos o físicos durante el proceso de elaboración.

2. Alcance y campo de aplicación

Aplica a todas las etapas del proceso de elaboración de leche de soya.

3. Definiciones y Notaciones

Contaminación: Acto o proceso por el cual algo se convierte en perjudicial o inadecuado. Es la presencia de materiales extraños, especialmente infecciosos, que hacen que una sustancia o preparación se convierta en impura o perjudicial.

5. Desarrollo del Procedimiento

Para evitar la contaminación cruzada se aplican los siguientes requerimientos:

Nº	Requerimientos	Documentos de soporte
1	El agua utilizada en los procesos productivos se somete a análisis físicos-químicos y microbiológicos para garantizar su calidad sanitaria.	PET Para El Control de Inocuidad del Agua POES 1
2	El agua utilizada para la limpieza se restringe y se usa de forma tal que no contamina materias primas, productos en elaboración o equipos de producción con salpicaduras, humedad condensada o contacto directo.	
3	Los productos químicos para el tratamiento de agua o vapor que entren en contacto directo o indirecto con alimentos, son aprobados para que puedan entrar en contacto con los alimentos y se usan de acuerdo a las instrucciones recomendadas por el proveedor.	
4	La limpieza de las superficies en contacto con el producto dentro de planta se realiza con la ayuda de limpiadores de tela desechables: Color azul para áreas no críticas y color blanco para áreas críticas	PET Para Limpieza de Superficie en Contacto con Alimento POES 2

	POES 3: PREVENCIÓN DE CONTAMINACIÓN CRUZADA	Fecha de emisión:
		Ene/2016

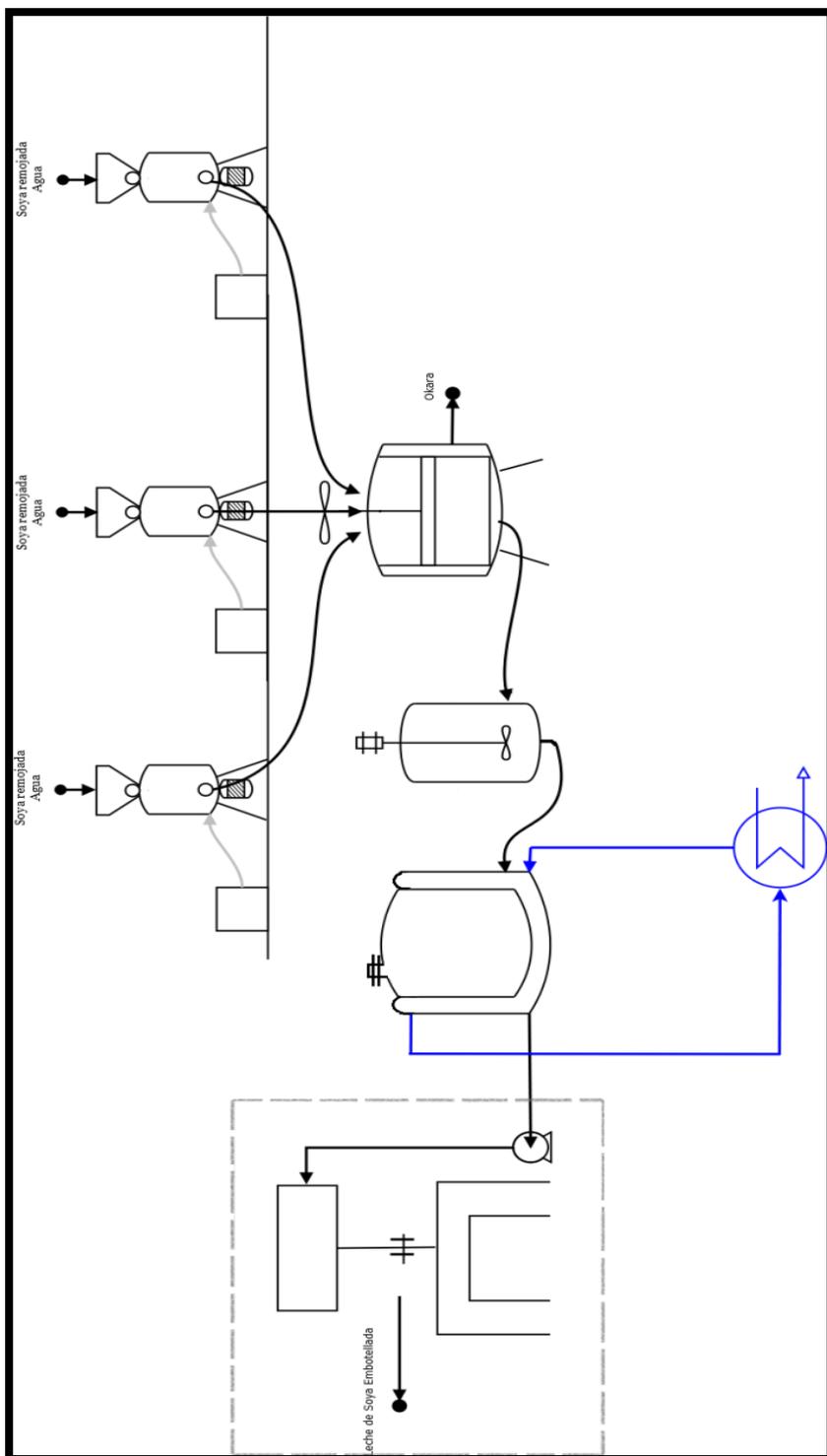
5	Operadores deben colocarse y retirarse el uniforme correspondiente, en los baños.	PET para Higiene Personal y Mantenimiento de Instalaciones Sanitarias POES 4
6	Toda persona que ingresa a planta debe cumplir los lineamientos y prácticas de higiene establecidos. Estos lineamientos deben mantenerse durante su permanencia en el proceso.	
7	Personal que laboren en áreas húmedas o en limpieza y sanitización de utensilios y equipos, deben utilizar delantales plásticos amarillos lavables, guantes de nitrilo verdes y botas plásticas blancas, de tal manera que protegen el uniforme de la humedad y contacto con alérgenos.	
8	La identificación y diferenciación de los utensilios de limpieza utilizados en la Planta se basa en el Código de colores y rotulación	Código de Colores y rotulación establecido por la empresa
10	Los vehículos que transportan materia primas e insumos se inspeccionan para detectar la presencia de contaminantes físicos, químicos y biológicos.	PET Para Protección de Productos, Materiales de empaque y superficies adulterantes POES 5
11	El material de empaque y de embalaje se lo almacena en un lugar destinado para este propósito alejado del almacén de químicos y protegidos con envolturas plásticas o cartón.	
12	No se permite el ingreso y uso de madera en almacén de insumos, proceso y almacén de producto terminado.	Manual de Buenas Prácticas de Manufactura

	POES 3: PREVENCIÓN DE CONTAMINACIÓN CRUZADA	Fecha de emisión:
		Ene/2016

17	Operadores y ayudantes, al finalizar la elaboración de productos alérgenos, realizan una limpieza de operacional de cada superficie en contacto directo, incluyendo pisos y paredes del área	PET Para Control de Alérgenos
19	Toda persona al ingresar a áreas de envasado y sobrepasar el área delimitada con líneas amarillas (nivel de riesgo alto, susceptibles a contaminación biológica) debe utilizar mascarilla que cubra nariz y boca.	
20	Los operadores deben lavar sus manos antes de iniciar el proceso de producción, cada vez que dejen su área de trabajo y/o cada vez que toquen cualquier objeto insano. Siguiendo los pasos de los instructivos publicados dentro de la planta.	
21	El uso de guantes no exime el lavado de manos, el personal que utiliza guantes debe realizar su cambio en base al cuadro de renovación de guantes.	

FIN DEL DOCUMENTO

Apéndice 4 Layout Propuesto



Anexos

Anexo 1 INEN 1233:95 GRANOS Y CEREALES. MUESTREO

4. MUESTREO

4.1 Toma de muestras.

4.1.1 Si el material que se va a muestrear se presenta en envases de distintos tamaños se deberá agrupar en lotes de acuerdo con la capacidad de los envases, es decir en cada lote deberá haber envases de una misma capacidad.

4.1.2 El número de muestras elementales extraídas completamente al azar, estarán en función de lo indicado en la tabla 1, y serán tomadas en gramos.

4.1.3 Las muestras elementales que en conjunto forman la muestra global, podrán ser de aproximadamente 70 a 1 000 gramos, las mismas que serán divididas de acuerdo a lo indicado en el numeral 4.4.1, hasta obtener una muestra reducida de 1500 gramos.

4.1.4 Las muestras en los lotes para producto envasado o empaçado se obtendrán: realizando un muestreo al azar, para lo cual: se enumerarán las unidades del lote, se utilizarán los números aleatorios, y el número de muestras según lo establecido en la tabla 1.

En los sacos la muestra se obtendrá introduciendo el calador (Ejemplo Figs.1 y 2) en un solo punto, este deberá penetrar por lo menos hasta la mitad diagonal del saco; y por lo menos en tres puntos seleccionados al azar; cuando se utilice uno de los caladores que se indican como ejemplo en las Figs. 3a6.

Cuando por condiciones del sitio de almacenamiento no sea posible movilizar el producto se podrá muestrear las caras visibles del lote. Cuando las partes interesadas consideren conveniente se hará un corte longitudinal el mismo que deberá llegar hasta el fondo del lote, con lo cual se tendrá dos caras adicionales para muestrear. Siempre se utilizará un sistema de muestreo aleatorio, para lo cual el número de muestras elementales establecidos en la tabla 1, serán divididas para el número de caras visibles del lote

4.1.5 Para muestreo de productos a granel y para obtener una muestra verdaderamente representativa, este deberá efectuarse en el lugar y momento adecuado, que será de preferencia en el momento de la carga, descarga o empaque del producto; cuando no se pueda aplicar los criterios anteriormente indicados las muestras elementales serán tomadas en forma aleatoria o completamente al azar y a diferentes profundidades, y con uno de los caladores que se indican como ejemplo en las figuras 1, 2, 7, 8. El lote de productos a granel se reducirán matemáticamente a sacos de (n) kilogramos, dependiendo del tipo de producto que se comercialice y se aplicará la tabla 1.

Anexo 2 INEN 452 ESTABLECIMIENTO DE REQUISITOS MINIMOS GRANO DE SOYA

4. REQUISITOS

4.1 Específicos. La soya engrano (tipos) deberá cumplir con los requisitos que se fijan en la tabla 1, y los que a continuación se describen.

TABLA 1. Requisitos de la soya en grano.

Requisitos \ Grado	1	2	3	4	Método de ensayo
Peso hectolítico mínimo g/l	720	695	670	630	NTE INEN 1 464
Granos quebrados* % máximo	5,0	10,0	15,0	20,0	-----
Humedad % máximo	13,0	13,0	13,0	13,0	NTE INEN 1 235
Granos dañados* % máximo total	2,0	3,0	5,0	8,0	-----
Impurezas * % máximo total	1,0	1,0	1,0	1,0	-----
* El porcentaje será determinado en masa sobre masa (m/m)					

4.1.2 La soya en grano deberá estar libre de pedazos de vidrio.

4.1.3 La soya en grano podrá tener como máximo 0,1 % de piedras (m/m).

4.1.4 La soya en grano no deberá estar infestada.

4.1.5 El número máximo de semillas, granos de otras especies por cada 100 gramos será dos.

4.1.6 La soya en grano deberá estar libre de excrementos.

4.1.7 La soya en grano deberá estar libre de: olores a moho, ácido butírico (podrido), agroquímicos, o cualquier otro que pueda considerarse objetable.

4.1.8 La soya en grano, deberá sujetarse a las normas establecidas por la FAO/OMS, en cuanto tiene que ver con los límites de recomendación de plaguicidas y metales pesados, hasta tanto se elaboren las regulaciones ecuatorianas correspondientes.

Anexo 3 INEN 1108:2011 AGUA POTABLE. REQUISITOS

5. REQUISITOS

5.1 Requisitos específicos

5.1.1 El agua potable debe cumplir con los requisitos que se establecen a continuación:

PARAMETRO	UNIDAD	Límite máximo permitido
Características físicas		
Color	Unidades de color aparente (Pt-Co)	15
Turbiedad	NTU	5
Olor	---	no objetable
Sabor	---	no objetable
Inorgánicos		
Antimonio, Sb	mg/l	0,02
Arsénico, As	mg/l	0,01
Bario, Ba	mg/l	0,7
Boro, B	mg/l	0,5
Cadmio, Cd	mg/l	0,003
Cianuros, CN ⁻	mg/l	0,07
Cloro libre residual*	mg/l	0,3 a 1,5 ¹⁾
Cobre, Cu	mg/l	2,0
Cromo, Cr (cromo total)	mg/l	0,05
Fluoruros	mg/l	1,5
Manganeso, Mn	mg/l	0,4
Mercurio, Hg	mg/l	0,006
Níquel, Ni	mg/l	0,07
Nitratos, NO ₃	mg/l	50
Nitritos, NO ₂	mg/l	0,2
Plomo, Pb	mg/l	0,01
Radiación total α *	Bq/l	0,1
Radiación total β **	Bq/l	1,0
Selenio, Se	mg/l	0,01
¹⁾ Es el rango en el que debe estar el cloro libre residual luego de un tiempo mínimo de contacto de 30 minutos * Corresponde a la radiación emitida por los siguientes radionucleidos: ²¹⁰ Po, ²²⁴ Ra, ²²⁶ Ra, ²³² Th, ²³⁴ U, ²³⁸ U, ²³⁹ Pu ** Corresponde a la radiación emitida por los siguientes radionucleidos: ⁶⁰ Co, ⁸⁹ Sr, ⁹⁰ Sr, ¹²⁹ I, ¹³¹ I, ¹³⁴ Cs, ¹³⁷ Cs, ²¹⁰ Pb, ²²⁸ Ra		

Anexo 4

NTC 5245. PRÁCTICAS DE LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN PARA PLANTAS Y EQUIPOS UTILIZADOS EN LA INDUSTRIA LÁCTEA

28. TELAS PARA FILTROS

28.1 GENERALIDADES

Cuando se utilicen telas como material de filtrado, estas deben ser limpiadas mediante el procedimiento descrito en el numeral 28.2 ó 28.3 y luego se desinfectan mediante el procedimiento descrito en el numeral 28.4. Las telas nuevas deberán lavarse antes de utilizarse, para retirar los residuos textiles, y luego desinfectarlas mediante el procedimiento descrito en el numeral 28.4.

28.2 LIMPIEZA MANUAL

Use el siguiente procedimiento.

- a) Se colocan los filtros de tela sucios sobre una superficie plana y limpia, retirada del equipo de proceso. Aplique agua a presión con una manguera, para eliminar las partículas sueltas de suciedad y/o enjuague muy bien con varios cambios de agua caliente. Las telas no se deben cepillar, ya que esto las dañaría, reduciendo así su vida útil.
- b) Se lavan las telas en una solución caliente de detergente adecuado para textiles. No se deben usar jabones con olores fuertes, como por ejemplo el carbólico. Si se requiere, unas pocas gotas de solución de hipoclorito de sodio en el agua del lavado actuarán como blanqueador y removerán las manchas de aspecto desagradable.
- c) Se remueve completamente el detergente de las telas, mediante dos enjuagues en agua caliente, seguido de dos enjuagues en agua fría.

Se retuercen las telas con cuidado y se secan antes de desinfectarlas (véase el numeral 28.4). Se inspeccionan las telas contra una buena luz, y no se reutilizan si hay evidencia de que la tela se ha adelgazado o está desgastada o dañada en cualquier parte.

28.3 LAVADO A MÁQUINA

Después de lavar con manguera los filtros de tela sucios, se pueden lavar en una máquina lavadora doméstica, usando una solución detergente adecuada para textiles, a 60 °C a 70 °C. Después de un enjuague fluido se deben secar e inspeccionar como se establece en el numeral 28.2(c), y prepararlas para desinfección (véase el numeral 28.4).

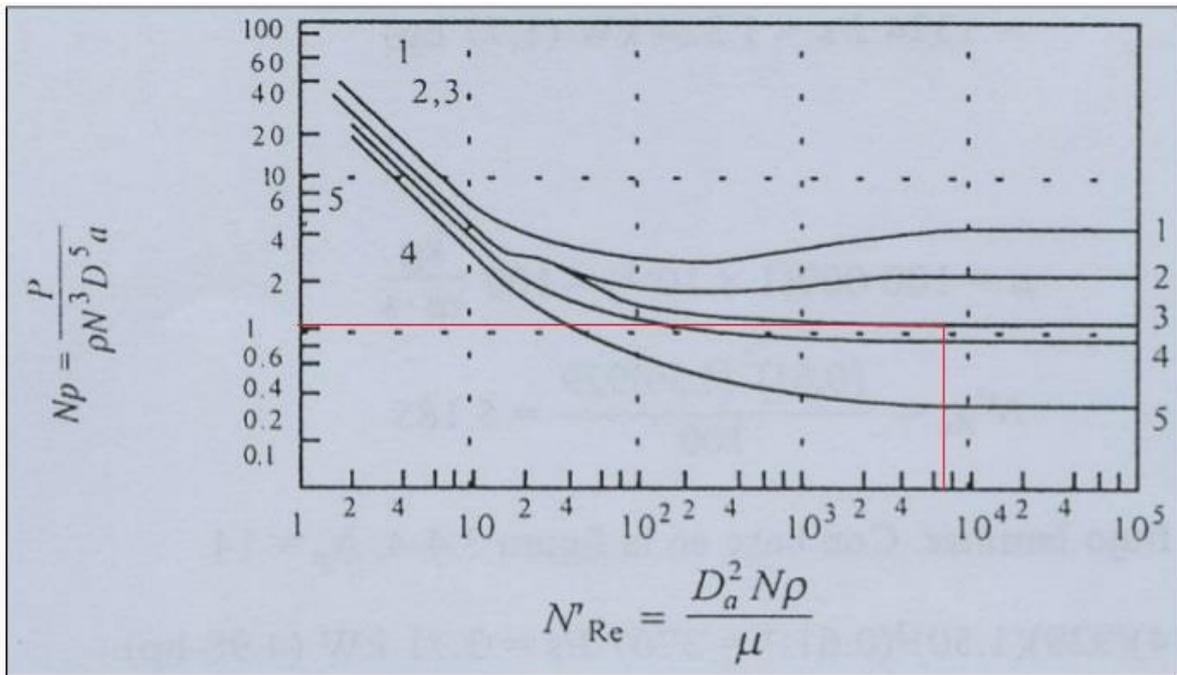
28.4 DESINFECCIÓN

Es esencial desinfectar los filtros de tela lavados antes de reutilizarlos. Se recomienda la desinfección con vapor, ya que los métodos químico o de calor seco causan el deterioro rápido de la tela.

Las telas se doblan a un tamaño conveniente y se empacan en un tambor metálico resellable, o se empacan individualmente en un papel a prueba de grasa. Desinféctelos en un autoclave o cámara de vapor. En el autoclave, las telas se deberían someter a una temperatura de 104 °C o superior, durante 20 min; en la cámara de vapor, la temperatura debería ser de 93 °C o superior, durante 30 min. Las temperaturas alcanzadas se pueden verificar colocando papel indicador sensible a altas temperaturas, dentro de la masa de las telas, antes del tratamiento.

No es conveniente desinfectar estas telas en el sitio durante la desinfección de los intercambiadores de calor de placa (véase el numeral 29.3.2 a) y b), pero se deberían colocar en los portafiltras inmediatamente antes de iniciar el procesamiento del producto.

Anexo 5 DIAGRAMA DE CORRELACIONES DE POTENCIA



Correlaciones de potencia para diversos impulsores y deflectores (véase las dimensiones D_a , D_t , J y W).

Curva 1. Turbina de seis aspas planas ; $D_a/W = 5$; cuatro deflectores cada uno con $D_t/J = 12$.

Curva 2. Turbina abierta de seis aspas planas; $D_a/W = 8$; cuatro deflectores con $D_t/J = 12$.

Curva 3. Turbina abierta de seis aspas a 45° ; $D_a/W = 8$; cuatro deflectores con $D_t/J = 12$.

Curva 4. Propulsor; inclinación $2D_a$. cuatro deflectores con $D_t/J = 10$; también es válida para el mismo propulsor en posición angular y desplazado del centro sin deflectores.

Curva 5. Propulsor; inclinación = D_a . Cuatro deflectores con $D_t/J = 10$; también es válida para un propulsor en Posición angular desplazada del centro sin deflectores.