



**UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL**  
**FACULTAD DE INGENIERIA QUIMICA**  
**MAESTRÍA EN PROCESAMIENTO Y CONSERVACION**  
**DE ALIMENTOS**

“TRABAJO DE TITULACIÓN ESPECIAL”

PARA LA OBTENCIÓN DEL GRADO DE MAGISTER EN  
PROCESAMIENTO Y CONSERVACION DE ALIMENTOS

**“ANÁLISIS DEL PROCESAMIENTO TERMICO APLICANDO EL**  
**MÉTODO DE BALL A UNA BEBIDA CON LECHE, LULO Y**  
**QUINUA”**

AUTOR: FREDDY LEONARDO PAZMIÑO BARCIA

TUTOR: CARMEN LLERENA RAMIREZ.

**GUAYAQUIL – ECUADOR**

**OCTUBRE 2016**

## **CERTIFICACIÓN DEL TUTOR**

En mi calidad de tutor del estudiante Freddy Leonardo Pazmiño Barcia , del Programa de Maestría/Especialidad Procesamiento y Conservación de Alimentos nombrado por el Decano de la Facultad de Ingeniería Química CERTIFICO: que el estudio de caso del examen complexivo titulado “Análisis del Procesamiento Térmico aplicando el Método de Ball a una Bebida con Leche , Lulo y Quinoa en opción al grado académico de Magíster (Especialista) en Procesamiento y Conservación de Alimentos , cumple con los requisitos académicos, científicos y formales que establece el Reglamento aprobado para tal efecto.

**Atentamente**

**Ing. Carmen Llerena Ramírez Msc.**

**TUTOR**

Guayaquil, 10 de Octubre de 2016

REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIAS Y TECNOLOGÍA		
FICHA DE REGISTRO DE TRABAJO DE TITULACIÓN ESPECIAL		
<b>TÍTULO “ ANALISIS DEL PROCESAMIENTO TERMICO APLICANDO EL MÉTODO DE BALL A UNA BEBIDA DE LECHE , LULO Y QUINUA ”</b>		
	<b>REVISORES:</b>	
<b>INSTITUCIÓN:</b> Universidad de Guayaquil	<b>FACULTAD:</b> Ingeniería Química	
<b>CARRERA:</b> Maestría en Procesamiento y Conservación de Alimentos		
<b>FECHA DE PUBLICACIÓN:</b>	<b>N° DE PÁGS.:</b>	
<b>ÁREA TEMÁTICA:</b> Alimentos		
<b>PALABRAS CLAVES:</b> Ball, Linealización, Esterilización.		
<p><b>RESUMEN:</b> Una bebida con leche, lulo y quinua al ser un producto que combina materias primas de nuestro país y que a la vez que presenta ciertos peligros biológicos, es de nuestro interés poder desarrollar el método de elaboración a nivel de la industria Ecuatoriana que aplique un método de procesamiento térmico al producto que asegure la inocuidad y estabilidad del producto. Se ha propuesto un proceso térmico programado en un Autoclave de tipo continuo con el fin de poder destruir microorganismos viables como <i>Clostridium Sporogenes PA 3679</i> así como las esporas del <i>Lactobacillus Sterothermophilus</i> a lo cual para su comprobación y análisis de la efectividad del tratamiento se realizó un Estudio de campo mediante la utilización de termocuplas tipo Dataloggers las cuales se colocaron en el centro geométrico de los envases con el producto de interés en varias réplicas de Ciclos de Esterilización a condiciones de 122°C , en donde luego se dio tratamiento matemático a estos datos de penetración de Calor usando como herramienta el cálculo reconocido de Método de Ball determinando así si el proceso programado propuesto es suficientemente capaz. Una vez que se determinó la suficiencia del proceso térmico se procedió a realizar simulaciones a diferentes temperaturas iniciales para poder comparar el Método de Ball aplicado con cálculos de Linealización versus cálculos obtenidos en un Software comercial y determinar si ambos tiempos de proceso obtenidos no difieren estadísticamente aplicando pruebas paramétricas de comparación de medias, finalmente documentando los factores críticos de interés relacionados con el producto, equipo de proceso y envases dando como resultado un Plan de control para este proceso de Esterilización.</p>		
<b>N° DE REGISTRO(en base de datos):</b>	<b>N°</b>	<b>DE CLASIFICACIÓN:</b> <b>N°</b>
<b>DIRECCIÓN URL (tesis en la web):</b>		
<b>ADJUNTO PDF</b>	<input type="checkbox"/> <b>SI</b>	<input type="checkbox"/> <b>NO</b>
<b>CONTACTO CON AUTOR:</b>	<b>Teléfono:</b> 0980377210	<b>E-mail:</b> fredrix_p@hotmail.com
<b>CONTACTO DE LA INSTITUCIÓN</b>	<b>Nombre:</b>	
	<b>Teléfono:</b>	

## **DEDICATORIA**

La dedicatoria es a mis padres, hermanos y aquellos compañeros que me han alentado a cada día afrontar nuevos retos.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a la Compañía Industrias Lácteas Toni, quienes a través de su Staff me han brindado las capacitaciones necesarias para poder tener el conocimiento requerido y necesario para poder desarrollar esta investigación en el campo de los procesos térmicos.

Agradezco de manera muy especial a la Ing. Carmen Llerena coordinadora del programa de maestrías por todas las facilidades brindadas para el desempeño de esta tesis.

## **DECLARACIÓN EXPRESA**

“La responsabilidad del contenido de este trabajo de titulación especial, me corresponden exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL”

---

**FIRMA**

**Ing. Freddy Leonardo Pazmiño Barcia**

## ABREVIATURAS

**FDA:** Food and Drugs Administration (Administración de Drogas y Alimentos)

**CFR:** Code Federal Rules (Código de Reglas Federales)

**INEN:** Instituto Ecuatoriano de Normalización

**D:** Es la combinación entre el tiempo y temperatura para llevar a cabo una reducción del 90% de los microorganismos de descomposición.

**F<sub>0</sub>:** tiempo en minutos para destruir un tipo de microorganismos a 121.1°C y una z de 10 ° C, el F<sub>0</sub> objetivo para productos bajo Ácidos que contienen leche es Mínimo de 6.0

**Z:** Pendiente de la curva de tiempo de muerte térmica en °C

**F<sub>i</sub>**= Numero de minutos a la temperatura del autoclave equivalente a 1 minuto a 121.1°C

**fH:** Es la pendiente de la curva de penetración de calor en la etapa de calentamiento correspondiente a un ciclo logarítmico expresada en minutos.

**jH:** factor de calentamiento adimensional que relaciona la temperatura inicial, la temperatura del cero corregido y la temperatura del autoclave en la curva de calentamiento de penetración de calor.

**Bb:** tiempo de proceso calculado por el método de Ball.

**RT:** Temperatura del autoclave

**IT:** Temperatura inicial del producto

**PCC:** Punto crítico de control.

## Tabla de contenido

Introducción.....	1
Delimitación del problema: .....	2
Formulación del problema: .....	2
Justificación:.....	2
Objeto de estudio: .....	3
Campo de acción o de investigación:.....	4
Objetivo general: .....	4
Objetivos específicos: .....	4
La novedad científica:.....	4
Capítulo 1 .....	5
MARCO TEÓRICO.....	5
1.1 Teorías generales.....	5
1.2 Teorías sustantivas.....	9
Tratamiento térmico en alimentos de baja acidez .....	9
Resistencia térmica de los microorganismos.....	10
1.3 Referentes empíricos .....	13
1.3.1 Experiencias de Procesos de Tratamiento Térmico.....	13
1.3.2 Experiencias con Optimización de Procesos Térmicos.....	14
Capítulo 2 .....	15
MARCO MÉTODOLOGICO .....	15
2.1 Metodología.....	15
2.2 Métodos .....	16
2.2.1 Métodos Teóricos .....	16
2.3 Premisas o Hipótesis.....	20
2.4 Universo y muestra.....	21
2.5 CDIU – Operacionalización de variables .....	22
2.6 Gestión de datos .....	23
2.7 Criterios éticos de la investigación.....	23
Capítulo 3.....	24
RESULTADOS .....	24
3.1 Antecedentes de la unidad de análisis o población .....	24
3.2 Diagnostico o estudio de campo:.....	24
3.2.1 Formulación del Producto.....	25



3.2.2 Método de Producción y Especificaciones Físico Químicas del producto .....	28
3.2.3 Peso Neto, Espacio de Cabeza .....	30
3.2.4 Condiciones operacionales del proceso Térmico a aplicar .....	31
3.3 Conducción de Estudio de Penetración de Calor usando el Método de Ball.....	31
3.3.1 Información del Autoclave:.....	31
3.3.2 Producto de Estudio .....	32
3.3.3 Tipo de Envase y Tipo. ....	32
3.3.4 Dataloggers de temperatura usados en el producto. ....	32
3.3.5 Localización de los Dataloggers dentro de los envases al realizar la prueba. ...	33
3.3.6 Resultados de Cálculo de Método de Ball .....	35
3.3.7 Resultados de la Colección de Datos en la termocupla 63703 que obtuvo menor Fo según los resultados de Software Qlever.....	36
3.3.8 Resultados Ajustados en base a Linealización de Datos .....	38
3.3.9 Comparación de Resultados.....	41
3.3.10 Análisis Estadístico.....	42
Capítulo 4 .....	44
Discusión.....	44
4.1 Contrastación empírica: .....	44
4.2 Limitaciones:.....	45
4.3 Líneas de investigación:.....	46
4.4 Aspectos relevantes: .....	46
Capítulo 5 .....	47
PROPUESTA .....	47
5.1 Plan de Control de Factores Críticos durante Procesos de Esterilización en Autoclaves Continuos.....	48
Conclusiones.....	49
Recomendaciones.....	51
Bibliografía.....	52
Anexos .....	55

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N°1 Valor Nutritivo de Alimentos por cada 100 gramos de porción comestible.....	7
Tabla N°2 Procesos típicos de Pasteurización.....	8
Tabla N°3 Composición Porcentual del producto “Bebida con leche, lulo y Quinua.....	26
TablaN°4 Nutrientes a declararse y su Valor Diario Recomendado.....	27
Tabla N°5 Factores de Cálculos de Energía (Macronutrientes).....	27
Tabla N° 6 Información Nutricional del Producto.....	28
Tabla N°7 Calculo Estimado de Semaforización del Producto.....	29
Tabla N°8 Especificaciones Físico Químicas y Microbiológicas del Producto.....	31
Tabla N°9 Tratamiento Programado del Producto.....	32
Tabla N° 10 Detalle de Señales de Control del Sistema.....	33
Tabla N° 11 Datos de Penetración de Calor para Construcción de Grafica en la etapa de Calentamiento.....	36
Tabla N°12 Datos linealizados para obtener 1 ciclo logarítmico en Curva de Calentamiento.....	38
Tabla N°13 Calculo de Bb a diferentes IT y TR.....	40
Tabla N°14 Resultados con Software Calsoft.....	41
Tabla N°15 Resultados de Método de Linealización.....	41
Tabla N°16 Resultados comparativos de tiempos de procesos Calculados.....	42

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Grafica de inactivación microbiana sujeta a una temperatura constante de letalidad.....	11
Figura 2: Curva de resistencia térmica donde se muestra la dependencia de la temperatura sobre el valor D.....	12
Figura 3: Perfil típico de temperatura vs Tiempo en alimentos esterilizados en autoclaves de vapor estacionarios.....	17
Figura N°4 Ubicación del Sensor dentro del Recipiente.....	33
Figura N°5 Ubicación de Dataloggers ubicados en los recipientes dentro de los tubos.....	34
Figura N°6 Resultados de Fo obtenido en Software Qlever por el Método General...	34
Figura N° 7 Grafica Obtenida a partir de Datos para Estimación de fH.....	37

## **Análisis de Procesamiento térmico aplicando el Método de Ball a una Bebida con Leche, Lulo y Quinua**

**Resumen:** Una bebida con leche lulo y quinua al ser un producto que combina materias primas de nuestro país y que a la vez que presenta ciertos peligros biológicos, es de nuestro interés poder desarrollar el método de elaboración a nivel de la industria Ecuatoriana que aplique un método de procesamiento térmico al producto que asegure la inocuidad y estabilidad del producto.

Se ha propuesto un proceso térmico programado en un Autoclave de tipo continuo con el fin de poder destruir microorganismos viables como *Clostridium Sporogenes PA 3679* así como las esporas del *Lactobacillus Sterothermophilus* a lo cual para su comprobación y análisis de la efectividad del tratamiento se realizó un Estudio de campo mediante la utilización de termocuplas tipo Dataloggers las cuales se colocaron en el centro geométrico de los envases con el producto de interés en varias réplicas de Ciclos de Esterilización a condiciones de 122°C, en donde luego se dio tratamiento matemático a estos datos de penetración de Calor usando como herramienta el cálculo reconocido de Método de Ball determinando así si el proceso programado propuesto es suficientemente capaz.

Una vez que se determinó la suficiencia del proceso térmico se procedió a realizar simulaciones a diferentes temperaturas iniciales para poder comparar el Método de Ball aplicado con cálculos de Linealización versus cálculos obtenidos en un Software comercial y determinar si ambos tiempos de proceso obtenidos no difieren estadísticamente aplicando pruebas paramétricas de comparación de medias, finalmente documentando los factores críticos de interés relacionados con el producto, equipo de proceso y envases dando como resultado un Plan de control para este proceso de Esterilización.

**Palabras Clave:** Ball, Linealización, Esterilización

## **Analysis of Thermal Processing applying Ball Method Formula in a Dairy Drink with Lulo and Quinoa**

**Summary:** A Dairy drink with quinoa and lulo is a product that combines raw materials of our country and at the same time presents certain biohazards, so is very important to develop the method of preparation for Ecuadorian industry applying a thermal processing Method of Sterelization to ensure product safety and product stability.

It has proposed a thermal process programmed in a continuous retort in order to destroy viable microorganisms such as *Clostridium Sporogenes PA 3679* as well as the spores of *Lactobacillus sterothermophilus* to which for testing and analysis of the effectiveness of treatment. A field study was conducted using thermocouples type Dataloggers which were placed at the geometric center of the packaging with the product of interest in several replicas of cycles of Sterelization in conditions of 122 ° C, where after mathematical treatment was given to these data Heat penetration using the recognized Ball method for the Calculation of Heat Penetration determining whether the process proposed scheduled capable enough.

Once the adequacy of the thermal process was determined proceeded to perform simulations at different initial temperatures to compare the method Ball applied calculations linearization versus calculations obtained in a commercial software and determine whether both processing times obtained do not differ statistically applying parametric tests for comparison of means, finally documenting the critical factors of interest related to the product, packaging and process equipment resulting in a control plan for this sterilization process.

**Keywords:** Ball, linearization, Sterelization.

## **Introducción**

La industria alimentaria utiliza métodos de procesamiento térmico dependiendo el tipo de producto y envase a comercializar, así como la vida útil en percha que requiera obtener.

En este estudio se va a analizar exclusivamente el procesamiento térmico en un autoclave de agitación continua el cual tiene un interés muy importante desde el punto de vista de asegurar la inocuidad en los productos elaborados que dependerá de la formulación del producto, así como de las esporas del microorganismo de referencia dependiendo del tipo de alimento y la letalidad térmica.

La bebida láctea con quinua y lulo debido a su composición y sus análisis físico químicos (pH de 5.4) está dentro de la categoría de (producto baja acidez) (FDA CFR 21 Parte 113, 2016) por lo que es necesario aplicar todos los criterios de control tanto en los equipos, así como en la elaboración del producto.

El método de cálculo de procesamiento térmico utilizado en este estudio se basa en el uso de las formulas del método de Ball el cual es el método más utilizado por la industria alimentaria (Teixeira, 2012) el cual consiste en el análisis matemático de los datos colectados a través de termocuplas ubicadas en el punto más frío del producto.

A lo cual se requiere de un mínimo de 10 en diferentes zonas del proceso para determinar la más difícil en alcanzar las temperaturas (Technical, 2015) y en base a estos realizar todos los cálculos necesarios para determinar el tiempo de procesamiento térmico a la temperatura del proceso seleccionada y la simulación a diferentes temperaturas iniciales de producto para definir un plan de correcciones en caso de ser necesario.

Al desarrollar este proceso en un autoclave de agitación continua (Hydrolock) es importante considerar los criterios técnicos que se aplican con el fin de poder tener cálculos confiables los cuales pueden ser comparables con un software de uso comercial, así como por métodos estadísticos reconocidos como la prueba de t Student.

**Delimitación del problema:**

El cálculo de procesamiento térmico para una bebida que contiene leche y otros ingredientes como quinua y lulo implica aplicar procesos térmicos donde los factores críticos sean debidamente controlados. Se ha demostrado que problemas en la distribución de calor de un autoclave, falta de estándares de control en la industria que involucren el mal sellado de un envase, llenado no controlado o no calibración de instrumentos de control pueden generar problemas graves de salud pública.

Es de interés científico demostrar a través de la ciencia y cálculos técnicos y métodos de control aplicados que se puede elaborar un producto comercialmente estéril y seguro que cumpla los requisitos normativos inclusive para ser exportado en diferentes países.

**Formulación del problema:**

¿Cuál es el tiempo (Bb) de procesamiento térmico programado en la zona de esterilización de un autoclave de agitación continua que asegure la esterilidad comercial del producto formulado bebida láctea con lulo y quinua?

¿Cuáles son los factores críticos que afectan en el procesamiento térmico de este producto considerando que este proceso se realizara en un sistema nuevo de retorta continúa con agitación?

**Justificación:**

Una bebida Láctea con Lulo y Quinua al tener un pH por encima de 4.6 (M.Dignan, 2007) está dentro de la categoría de productos de baja acidez, lo cual implica aplicar un método

de Conservación de Alimentos que asegure su no deterioro en el tiempo dependiendo del tipo de envase en donde se vaya a almacenar.

En este caso se ha decidido utilizar el envase de Polietileno de Alta densidad tapado con foil de aluminio termosellado y su envasamiento en una llenadora Volumétrica no aséptica, es necesario aplicar la suficiente cantidad de calor que mediante cálculos térmicos que aseguren la inocuidad del producto y se pueden destruir los microorganismos de interés tanto patógenos como los que favorecen la putrefacción.

Si bien es cierto existen diferentes métodos ampliamente utilizados en la industria para realizar cálculos de penetración de Calor, se decide utilizar el Método de Ball, ya que a diferencia de otros, este método solo considera la letalidad en la curva de calentamiento del producto, descartando el aporte de letalidad en la etapa de enfriamiento ya que esta puede tener más variabilidad dependiente de la temperatura de agua de enfriamiento.

Esta evaluación permite determinar si el proceso programado del sistema de esterilización en un autoclave continuo de agitación es capaz de soportar un  $F_0$  de 6 (Technical, 2015), sin afectar la calidad nutricional. Para lo cual el tiempo que determine la fórmula de Ball debe ser menor a este y así garantizar la calidad del alimento.

**Objeto de estudio:**

La bebida láctea con quinua y lulo al ser considerado un productos de baja acidez deben cumplir con los requisitos en base a la normativa FDA 21.CFR Parte 113 (productos de baja acidez envasados en forma hermética), por lo tanto se realizara el análisis del tratamiento térmico aplicado al producto en estudio.



**Campo de acción o de investigación:**

El campo de acción corresponde al estudio de penetración de calor utilizando el método de Ball a un producto de baja acidez en el cual se determinará su tiempo de proceso térmico a una temperatura de esterilización de 122°C.

**Objetivo general:**

Análisis del procesamiento térmico que asegure la esterilidad comercial aplicando el método de Ball a una Bebida de Leche con Lulo y Quinua.

**Objetivos específicos:**

- 1.- Determinar los factores críticos en el proceso de esterilización para asegurar la esterilidad comercial del producto en estudio.
- 2.- Determinar el tiempo de proceso óptimo para la elaboración de este producto empleando un autoclave continuo y de agitación según el cálculo de Ball.
- 3.- Comparar los resultados obtenidos por el Método de Ball con la aplicación del Software CALSOFT para determinar si existe diferencia significativa entre las metodologías de cálculo.

**La novedad científica:**

El presente trabajo aporta con información específica de colección de datos del proceso de esterilización comercial de una bebida láctea con lulo y quinua empleando termocuplas PicoVacq tipo Data Logger TMI Orión en una autoclave de agitación continua para el modelamiento del proceso térmico usando el método de Ball comparando el software CALSOFT vs el método gráfico aplicado regresión lineal.

## Capítulo 1

### MARCO TEÓRICO

El presente trabajo se concentra principalmente en establecer los valores requeridos en minutos para un eficiente tratamiento térmico de una bebida láctea de lulo y quinua en un envase herméticamente sellado empleando el método de Ball para garantizar su inocuidad, composición nutricional mediante pruebas y ensayos microbiológicos y de control de calidad del producto para su posterior salida al mercado. A continuación, se detallan las teorías generales y sustantivas en las cuales se fundamenta.

#### 1.1 Teorías generales

Los productos sellados herméticamente elaborados en la industria alimentaria son sometidos a procesos térmicos de esterilización con el propósito de eliminar cualquier sustancia, bacteria u organismo patógeno que ponga en peligro la salud del consumidor y asimismo extender su tiempo de vida útil.

#### Materia Prima

Las bebidas lácteas generalmente incluyen en su formulación ingredientes que posean un contenido nutricional significativo, en este estudio nuestros ingredientes principales son la leche de vaca, el lulo “naranjilla” (*Solanum quitoense*) y la quinua (*Chenopodium quinua*) y como ingredientes secundarios los estabilizantes, aditivos y preservantes naturales y/o artificiales.

Todos estos ingredientes deben cumplir con los requisitos exigidos en las fichas técnicas respectivas a cada alimento. (Ver anexo 1 al 9)

**Leche:**

La leche según (Badui, 2010) es el líquido segregado a través de las glándulas mamarias de las hembras de los mamíferos, es de suma importancia su valor nutritivo, siendo así un alimento balanceado, su composición típica es de 79% de agua, 10% de proteínas, 4% de grasa, 3 % de lactosa. Además la leche procesada térmicamente se debe ajustar a la normativa ecuatoriana para evitar su adulteración, bajo esta terminología de la norma de referencia nuestra materia prima es Leche Pasteurizada Entera (INEN 10, 2012).

**Lulo (*Solanum Quitoense*)**

El lulo o naranjilla es una fruta no tradicional de gran importancia económica en la cordillera y la Amazonía ecuatoriana. Muy apetecida debido a sus características físicas, químicas y organolépticas que le brindan calidad para su consumo. Según (Silva, 2016) la pulpa es aromática, de sabor agridulce y con un alto contenido de vitaminas A, C, B1, B2, proteínas y minerales. La composición física, química y calidad organoléptica de la naranjilla (alrededor de 6° Brix y acidez menor de 3%) indican que es adecuada para su consumo en fresco o procesada utilizándose en la elaboración de jugos, néctares, mermeladas, jaleas, postres y cocteles.

**Quinua (*Chenopodium Quinoa*)**

A nivel mundial es valorada como el único alimento de origen vegetal que posee todos los aminoácidos esenciales, oligoelementos, vitaminas, además no contiene gluten. Este producto es una gran fuente de calcio, hierro y vitamina B.

En el Ecuador se produce tradicionalmente en la región Sierra, tanto por las condiciones agroecológicas, como por la importancia de este grano en los sistemas de producción andina. La provincia del Carchi se caracteriza por ser la que produce mayor cantidad de quinua en el

país, seguida de la provincia de Imbabura y de Chimborazo. (Análisis Sensorial QUINUA, 2015).

**Tabla N° 1 Valor Nutritivo de Alimentos por cada 100 gramos de porción comestible**

Nombre Común	Calorías	Agua (%)	GRAMOS				MILIGRAMOS			MSGSO (U)	MILIGRAMOS			
			Proteína	Carbohidratos		Grasas	Calcio	Fósforo	Hierro	Vitamina A	Vitamina B	B 2	Niacina	Vitamina C
				Total	Fibra									
Quinua	351	11.0	14.0	67.7	4.6	6.1	112	286	7.5	0	0.36	0.42	1.4	3
Chocho	276	46.3	36.0	17.5	3.8	17.5	54	262	2.3	0	0.16	0.29	1.1	5
Trigo	330	12.5	12.3	71.7	2.3	1.8	46	354	3.4	0	0.52	0.12	4.3	0
Maiz	361	10.6	9.4	74.4	1.8	4.3	9	290	2.5	70	0.43	0.10	1.9	tr
Arroz	364	12.0	7.2	79.7	0.6	0.6	9	104	1.3	0	0.08	0.03	1.4	0
Carne de res	113	75.2	21.4	0	0	2.4	16	179	4.0	0	0.07	0.20	2.9	0
Huevo	148	75.3	11.3	2.7	0	9.8	54	204	2.5	125	0.14	0.37	0.1	0
Pescado	83	77.9	18.2	0	0	1.0	18	208	2.5	0	0.07	0.07	4.2	2

**Fuente:** (Hammerly, 1976)

### **Bebida Láctea de Lulo y Quinua**

Los productos elaborados a base de leche son de los más demandados a nivel mundial debido a su sabor y gran aporte nutricional en el organismo. Si a esto se suma que en el sector industrial la producción es masiva, puede añadirle diferentes sabores y nutrientes en su procesamiento, es de los más producidos a nivel mundial. Es por eso según (Gomez & Vicente, 1996) que todas las industrias lácteas garantizan su comercialización de manera que antes de que sean liberados para su distribución y consumo realizan los análisis y estudios de controles de calidad existentes para determinar su inocuidad en las condiciones adecuadas y en base a esos resultados verificar que el proceso a la que es sometido es eficiente.

Debido a la gran relevancia que hoy en día tiene la conservación de los alimentos se recurre al proceso de esterilización en equipos de gran capacidad como lo son los autoclaves de agitación continua debido a su gran eficiencia en la eliminación de bacterias mediante la

penetración de calor por circulación de vapor a presión en un periodo de tiempo acorde a varios criterios que se toman en cuenta tanto físicos como biológicos tales como el tipo de alimento, el volumen, la temperatura inicial del equipo y el ambiente entre otros elementos físicos y de los biológicos como son la temperatura de muerte de las bacterias y organismos patógenos y los componentes organolépticos del alimento.

Es de indicar que estos productos tienen pre tratamientos térmicos como la Pasteurización, sin embargo estos no aseguran la esterilidad comercial del producto para que sea un producto larga vida.

**Tabla N°2 Procesos Típicos de Pasteurización**

<b>Alimentos</b>	<b>Propósito</b>	<b>Proceso Típico</b>
Jugo de Fruta	Inactivación de enzimas (poligalacturonasa y pectinesterasa)	88 °C para 15 segundos
Leche	Destrucción de patógenos: <i>Brucella abortus</i> , <i>Mycobacterium tuberculosis</i> , <i>Coxiella burnetti</i>	71.5°C para 15 segundos

**Fuente:** (Taylor, 2006)

**Factores a Considerar durante el tratamiento Térmico.**

**Factores del producto:** Formulación de producto, llenado, % de sólidos, Métodos de preparación (formulación), pH, Densidad, Viscosidad.

**Factores de los envases:** Tipo de envase, dimensiones, espacio de cabeza.

**Factores del Sellado y Llenado:** Temperatura de llenado, manejo de envases para mantener la integridad de los mismos.

**Factores del Autoclave:** Tipo de medio de calentamiento (vapor), tiempo de come-up time, Velocidad de la Cadena, N° de envases x tubo, Cantidad de envases en la zona de Esterilización.

## **1.2 Teorías sustantivas**

### **Tratamiento térmico en alimentos de baja acidez**

El método Ball hace uso directo de la historia de tiempo-temperatura en el punto más frío dentro de un recipiente de alimentos sellados para obtener el valor de letalidad de un proceso térmico. En principio se tiene el hecho de que la diferencia entre la retorta y la temperatura del punto frío del decaer exponencialmente en el tiempo de proceso después de un período de retraso inicial. Por lo tanto así como indica (Teixera & Miranda, 2012) una representación semilogaritmica de esta diferencia de temperatura con el tiempo (más allá del lag inicial) aparece como una línea recta que se puede describir matemáticamente por una fórmula simple, y está relacionado con los requisitos de letalidad por un conjunto de tablas que debe utilizarse conjuntamente con la fórmula.

De los varios puntos de control existentes en una línea de proceso de enlatado de los alimentos poco ácidos, el tratamiento térmico es el más crítico, por lo cual los sistemas de calidad enfocados a la inocuidad lo consideran PCC.

Para (M.Dignan, 2007) el crecimiento y las actividades de los microorganismos anaerobios se debe principalmente al pH del medio de la rodea. Desde el punto de vista del procesamiento térmico los alimentos se dividen en tres grupos: los altamente ácidos ( $\text{pH} < 3.7$ ), los medianamente ácidos ( $3.7 < \text{pH} < 4.6$ ) y los alimentos de baja acidez ( $\text{pH} > 4.6$ ).

El mismo autor señala que la resistencia de los microorganismos disminuye con los valores extremos de pH por lo que la mayoría de los alimentos ácidos no requieren de procesos térmicos prolongados para alcanzar la estabilidad microbiológica, en los alimentos de baja acidez que son sometidos a esterilización comercial, se tiene como objetivos del envasado hermético la búsqueda de prevenir la contaminación del producto y alcanzar niveles de oxígeno bajo dentro de los envases, lo que evita la corrosión interna del mismo, cambios oxidativos en ciertos componentes pero principalmente inhibe el crecimiento de los microorganismos aerobios; las esporas de estos microorganismos son poco resistentes al calor por lo que el tratamiento térmico está dirigido primordialmente a la eliminación de anaerobios facultativos y sus esporas, además de la inactivación de enzimas que afecten la calidad del producto final.

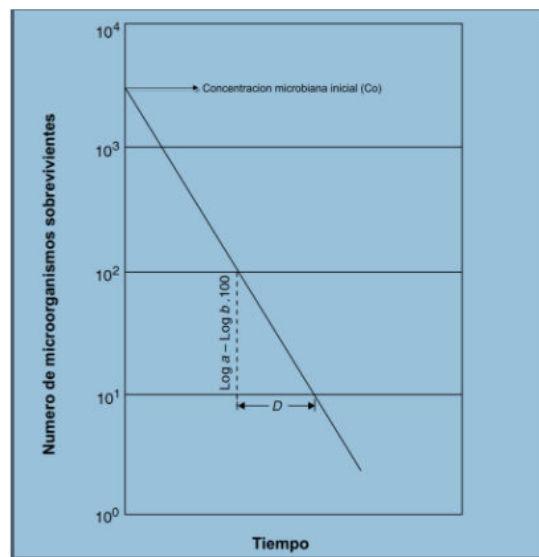
### **Resistencia térmica de los microorganismos**

La inactividad microbiana pone de manifiesto una cinética de primer orden la cual depende de la temperatura del medio y el tiempo de aplicación para destruir los microorganismos presentes en el alimento, el tratamiento térmico se ve influenciado negativamente por factores críticos que se deben tener en cuenta para establecer los procesos térmicos adecuados.

El microorganismo de estudio seleccionado es el *Clostridium sporogenes* PA 3679 el cual es muy similar que el *Clostridium Botulinun*, como lo indica (L.Brown, 2012) es un microorganismo anaerobio de la putrefacción utilizado como indicador de comprobación de

Esterilidad comercial reduciendo el riesgo de deterioro de los alimentos, el cual se desarrolla en medios con pH de 5 a 7.

Para esta evaluación se deben considerar principalmente dos factores característicos de la resistencia térmica (por tipo de microorganismo predominante) el primero es conocido como tiempo de reducción decimal o valor D y es “el tiempo necesario para erradicar el 90% de la población inicial del microorganismo definido”. Este valor se obtiene considerando el número de sobrevivientes en un conteo microbiano específico luego de la exposición a la temperatura de estudio por un tiempo predeterminado.



**Figura 1: Grafica de inactivación microbiana sujeta a una temperatura constante de letalidad**

**Fuente:** (Teixera & Miranda, 2012)

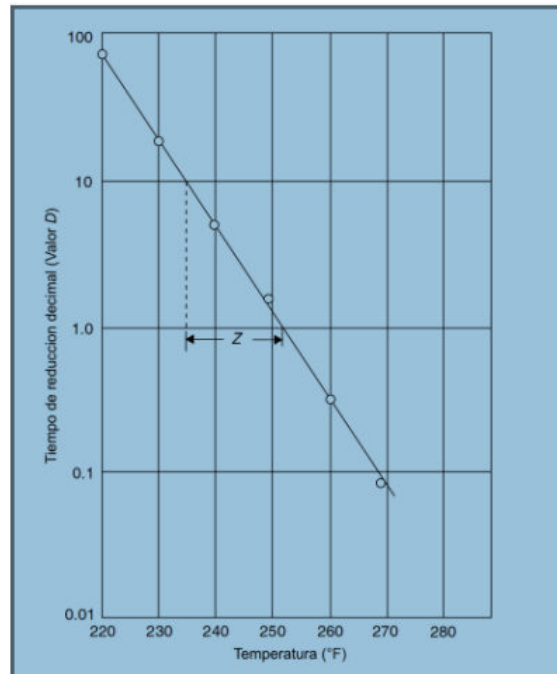
Para (Teixera & Miranda, 2012) el valor D es dependiente de la variación de la temperatura del medio, esto quiere decir que a una mayor temperatura del medio se obtendrán menores tiempos de reducción decimal, la gráfica a escala logarítmica de los distintos valores



de D sobre su correspondiente temperatura es conocida como curva de resistencia térmico o curva TDT, que se utiliza para calcular la constante de muerte térmica del microorganismo o valor Z, que es el segundo factor característico de la termo resistencia microbiana y se define como el rango de temperatura necesario para incrementar o disminuir en diez veces el valor de destrucción térmica.

Se derivan dos importantes conclusiones a partir de la relación logarítmica asociada a la inactividad microbiana, la primera se refiere a que mientras más reducida sea la carga microbiana inicial del producto se necesitara de un menor tiempo de calentamiento para alcanzar la destrucción microbiana requerida, esto es primordial ya que determina que un tratamiento térmico adecuado puede ser insuficiente si la carga microbiana inicial en el producto es muy alta por lo que se debe tener un cuidado especial en minimizar la contaminación del producto en las etapas previas al procesamiento térmico.

El segundo concepto se refiere que la población microbiana presente en el producto nunca podrá eliminarse completamente, esto se denomina “probabilidad de supervivencia” y es importante para definir la extensión del proceso térmico.



**Figura 2: Curva de resistencia térmica donde se muestra la dependencia de la temperatura sobre el valor D**

**Fuente:** (Teixera & Miranda, 2012)

### 1.3 Referentes empíricos

Dentro de la Industria Alimentaria Ecuatoriana. Los productos herméticamente sellados, son sometidos a diversos procesos de tratamiento térmico con el enfoque de esterilizar el producto de forma continua eliminando cualquier microorganismo patógeno y conservando sus aportes nutricionales.

#### 1.3.1 Experiencias de Procesos de Tratamiento Térmico

En el trabajo de (Yepez Arcentales, 2001) se realizaron “Factores que modifican la preservación del atún enlatado comercialmente” en el cual su proceso térmico diseñado para la eliminación de los microorganismos, se ha cumplido conforme fue establecido durante el

establecimiento del mismo; de acuerdo a las evaluaciones sensoriales y microbiológicas del grupo de muestras, y la confirmación por medio de la revisión de las cartillas de registro del proceso en las cuales quedan registrados el cumplimiento de los parámetros determinados para el tratamiento térmico establecido para la eliminación de microorganismos del alimento.

### **1.3.2 Experiencias con Optimización de Procesos Térmicos.**

El estudio “Diseño y optimización del tratamiento térmico para sopa de frejoles enlata en envases de formato A6” de (Tamayo Cabezas, 2008) se realizaron pruebas experimentales desarrolladas en el estudio de penetración de calor y establecieron que durante el calentamiento del producto predomina la convección como mecanismo de transferencia de calor y que en el eje axial del envase con formato A6 a 55 centímetros de altura, se ubica el punto “critico” del producto y que en una prueba de penetración de calor confirmatoria efectuada empleando una combinación de tiempo de proceso-temperatura de calentamiento obtenida aplicando el método predictivo de Tumbo y aplicando el método general para calcular el valor de la letalidad de proceso ( $F_0$ ) se alcanzó la letalidad mínima predefinida ( $F_0$  mayor o igual a 6 minutos), lo cual garantiza la esterilidad comercial del producto en estudio.

## Capítulo 2

### MARCO MÉTODOLÓGICO

#### 2.1 Metodología

La metodología que se utilizó es del tipo cuantitativo la cual tiene como objetivo establecer las variables de penetración de calor utilizando herramientas de liberalización como lo son los mínimos cuadrados y los cálculos referentes a un Estudio de Penetración de Calor usando la fórmula de Ball, a través de estos resultados asegurar una esterilización óptima para una bebida láctea de lulo y quinua en un envase de polietileno herméticamente sellado y que conserve sus valores nutricionales.

Para el cumplimiento de los objetivos establecidos se aplicaron métodos estandarizados y ampliamente aplicados en la industria de alimentos a nivel mundial, se empleó el uso del software CALSoft 5 que funciona en base al método de Ball para llevar a cabo el procesamiento térmico de nuestro producto y para determinar su eficiencia en relación al grado de letalidad de las bacterias (haciendo énfasis a la *Clostridium sporogenes* PA3679 para el cálculo de un  $F_0$  de 6 como basado en la reducción de 5 ciclos logarítmicos de este microorganismo, siendo así el Valor de D a 121°C y 10°C de z del *Clostridium sporogenes* es de 1.2 minutos (L.Brown, 2012), así tenemos:

$$F_0 = D \text{ a } 121^\circ\text{C} \times \text{Log} (N_0/N)$$

$$F_0 = 1.2 \times 5 = 6 \text{ minutos.}$$

Adicionalmente también hacemos referencia a otro microorganismo de interés como lo es el *Bacillus sterothermophilus*, debido a que es un microorganismo indicador relacionado con la descomposición de los productos lácteos, a pesar que este no es considerado como un microorganismo patógeno.

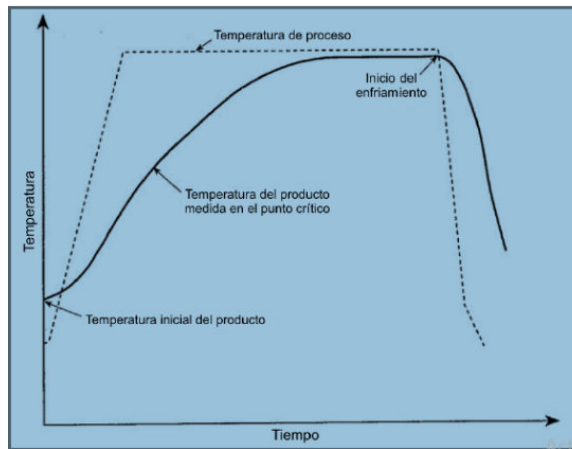
El valor de D a 121.1°C con un  $z$  de 10°C en un medio de Buffer de fosfato es 3,9 minutos (Ferraz & Fraiha, 2010) a lo cual el número de reducciones logarítmicas calculadas para condiciones de esterilización para determinar el  $F_0$  de 6 minutos es de solo de 1.53 ciclos lo cual es limitado, esto se basa en la baja probabilidad de una carga inicial alta (almacenamiento en frío de la leche pasteurizada), pero también se considera la condición de no desnaturalizar las proteínas del suero como la beta lacto globulinas así como las k-caseínas que provocan su precipitación (Badui, 2010).

## **2.2 Métodos**

### **2.2.1 Métodos Teóricos**

#### **Método de Ball para evaluación de Procesos Térmicos**

Según (Teixera & Miranda, 2012); este método hace uso de tablas del valor de procesado con respecto al índice de velocidad de calentamiento y la diferencia de temperatura entre el punto más frío y la temperatura de retorta al final del ciclo de calentamiento. El cálculo de tiempos de procesos y letalidades del mismo durante las operaciones de esterilización de alimentos enlatados es un aspecto que involucra algunos de los cálculos más tediosos dentro de la Ingeniería de Alimentos. El método en si tiene como meta ofrecer un análisis crítico del factor de corrección para el tiempo de puesta en marcha (CUT) que demuestra que el tiempo de operación ( $P_t$ ) es siempre el mismo, independientemente de la cantidad de puesta en marcha a tiempo se toma en cuenta.



**Figura 3: Perfil típico de temperatura vs Tiempo en alimentos esterilizados en autoclaves de vapor estacionarios**

**Fuente:** (Holdsworth , 1997)

A continuación se muestra la ecuación del Método de Ball

$$B_b = f_h \cdot [\log (j_h \cdot I_h) - \log (g)]$$

En donde se muestra el significado de todas las variables necesarias para desarrollarla a continuación:

**D:** Es la combinación entre el tiempo y temperatura para llevar a cabo una reducción del 90% de los microorganismos de descomposición.

**Fo:** tiempo en minutos para destruir un tipo de microorganismos a 121.1°C y una z de 10 ° C, el Fo objetivo para productos bajo Ácidos que contienen leche es Mínimo de 6.

**z:** Pendiente de la curva de tiempo de muerte térmica en °C

**Fi:** Numero de minutos a la temperatura del autoclave equivalente a 1 minuto a 121.1°C

**U:** Es el valor de Fo a la temperatura de operación del autoclave

**fH:**Es la pendiente de la curva de penetración de calor en la etapa de calentamiento correspondiente a un ciclo logarítmico expresada en minutos.

**jH:** factor de calentamiento adimensional que relaciona la temperatura inicial, la temperatura del cero corregido y la temperatura del autoclave en la curva de calentamiento de penetración de calor.

**Cero Corregido:** Es la lectura del tiempo de la curva de calentamiento medida al 40% del Comer up time, para una retorta continua este valor es 0.

**Ih:** Fuerza motriz o diferencia entre la temperatura del autoclave y la temperatura inicial del producto.

**Bb:** tiempo de proceso calculado por el método de Ball.

**RT:** Temperatura del autoclave.

**IT:** Temperatura inicial del producto.

Este método:

- Permite la extrapolación de los tiempos de proceso a **diferentes RT's e IT's** (se aplican limitaciones)
- Proceso de cálculo más ampliamente utilizado.
- Los supuestos, a menudo, sobreestiman la letalidad del proceso, (real > objetivo utilizado en el cálculo).
- Los supuestos hacen al Método de Ball flexible pero no eficiente

Puede ser utilizado para:

- Determinar un tiempo de proceso si el valor F objetivo es conocido
- Determinar el valor F estimado si el tiempo de proceso es conocido
- Extrapolar procesos basados en varias IT y RT
- Calcular procesos para el mismo producto en diferentes tamaños de lata

El método de Ball es usado en gran parte de los softwares informáticos de control dentro de la industria de alimentos debido a que es el más flexible porque puede calcular los rangos RT/IT y liberar una desviación.

### **Distribución T de Student**

El valor t es un estadístico aplicado a la prueba t que mide las diferencias entre un estadístico de muestra observado y su parámetro de población hipotético en unidades de error estándar. Siendo así la prueba t hace una comparación del valor t observado con un valor crítico en la distribución t con (n-1) grados de libertad para determinar si la diferencia entre los valores estimados e hipotéticos del parámetro de la población es estadísticamente significativa.

Para comparar las dos metodologías aplicadas para la evaluación del tratamiento térmico óptimo, (Pulido, 2004) propone aplicar herramientas estadísticas paramétrica que permitan establecer diferencias significativas con un 95% de confianza aplicando la prueba T de Student, partiendo de la premisa que los datos se encuentran dentro de la campana de Gauss, es decir son normales.

### **Autoclaves de Agitación Continua**

Los autoclaves de agitación continua proporcionan un manejo continuo de los envases y la agitación intermitente del producto. Está construido con una serie de cámaras cilíndricas llamadas armazones, típicamente de 1.5 m de diámetro. El tratamiento y el enfriamiento se realizan en cámaras separadas conectadas mediante válvulas de transferencia. Para (M.Dignan, 2007) el diseño específico de la maquinaria depende de varios factores tales como el producto, el envase y las condiciones de tratamiento térmico, así mismo la temperatura de referencia de los instrumentos de medición deben análogos e independientes.



Los parámetros de control a tener en cuenta en el funcionamiento de los autoclaves de agitación continua son:

- Temperatura Inicial
- Temperatura y Presión de Operación durante la Esterilización
- Hora de Entrada de los primeros envases al autoclave
- Hora de salida de los últimos envases
- Velocidad de la Cadena
- Funcionamiento del extractor de condensación
- Otros factores tales como la consistencia del producto, peso, llenado máximo, vacío y especificaciones del recipiente hermético.

Los factores críticos son controlados en intervalos frecuentes de 15 minutos o menos para asegurar que los valores estén dentro de los límites aceptables y asegurar el tratamiento adecuado. Es de indicar que es aceptado en la actualidad utilizar termógrafos que tienen las características de almacenar y la información y evitar que esta sea adulterada (CFRPart11, 2016), la frecuencia mínima de colección de datos que principalmente son las temperaturas de referencia de los elementos de control, la rotación, velocidad de la cadena en un tipo de autoclave se pueden capturar cada 15 segundos (FDA CFR 21 Parte 113, 2016).

### **2.3 Premisas o Hipótesis**

La calidad de la materia prima, las condiciones ambientales, los instrumentos de recopilación de datos del autoclave, la higiene y somatización de los equipos y el entorno donde se lleva a cabo el tratamiento térmico, el volumen de producción, los sistemas automáticos de

control y su respectivo mantenimiento y calibración y por último el grado de penetración de calor y la eficiencia al final del proceso de pasteurización son los principales factores que influyen en cuanto al rendimiento y eficiencia final del proceso térmico comprobándolo finalmente por medio de los análisis microbiológicos, físico – químicos y de control de calidad.

## **2.4 Universo y muestra**

El universo de muestra está representado por la cantidad de bebida láctea a base de lulo y quinua que va a ser tratada térmicamente en envases de polietileno dentro de un autoclave de agitación continua. De acuerdo a (Technical, 2015) estudio de penetración de calor implica colocar un mínimo de 12 termocuplas tipo dataloggers para al menos obtener 10 datos válidos, este procedimiento es recomendado aplicar mínimo 2 réplicas.

Las lecturas de temperaturas resultantes son analizadas usando el método de Ball con el fin de determinar que el tiempo de proceso Bb asegura un Fo mínimo de 6, el cual es el grado óptimo para la erradicación de la bacteria *Clostridium sporogenes* el cual existe una probabilidad de crecimiento. Es de considerar que debe existir un mínimo de 2 Dataloggers que tomen lectura de la distribución de temperatura en los alrededores con el fin de poder corroborar la temperatura del autoclave durante la prueba.

## 2.5 CDIU – Operacionalización de variables

Variable	Tipo de Variable	Definición	Dimensiones	Instrumentos o Indicadores	Unidades de Análisis	Norma o Método
Calidad de la Materia Prima (pulpa – leche-quinua)	Independiente	Son todos los ingredientes que componen el producto luego de ser procesados.	Procedencia, conservación y estado a nivel orgánico	Análisis de Control de Calidad de la Materia Prima	pH Brix ST Acidez Densidad Proteínas	<b>MTLD Standart</b>  <b>Ficha técnica</b>
Composición del Producto	Dependiente	Formulación adecuada en base a receta	Apariencia del Producto	Termobalanza Picnómetro.	%ST Densidad	Ficha Técnica del Producto
Temperatura 122°C Presión 2,1 Bares	Independiente	Recopilación de datos a los largo del proceso	Variables que cambian en el tiempo	Termocuplas Manómetros	°C PSI	21 CFR 113
Espacio de Cabeza	Dependiente	Es el espacio que queda libre entre el volumen total del envase y el volumen del producto contenido	Buena Agitación del producto durante Esterilización	Calibrador Vernier	milímetros	Estudio de Penetración de Calor
Bb	Dependiente	Tiempo necesario suministrada a un envase para el propósito de su esterilización dependiendo del microorganismo de interés y el Fo objetivo	No Aplica	Proceso programado en el autoclave	Minutos	Método de Ball <b>Ver anexo 22</b>

Elaborado por el Autor.

## **2.6 Gestión de datos**

Para el análisis de la información se utilizó los datos obtenidos de los sensores e instrumentos de medición dispuesto en el autoclave de agitación continua y con ellos hacer el respectivo tratamiento de datos usando el Software colector Qlever para luego exportarlos en Excel y darles el tratamiento matemático aplicando el Método de Ball, así mismo estos mismos datos ingresarlos al software CALSoft 5.

## **2.7 Criterios éticos de la investigación**

De acuerdo a lo establecido en las normas de la (FDA CFR 21 Parte 113, 2016), (PMO Grade A , 2009) y la (USDA-FSIS 9 CFR 318.305 (B)) se establecen los parámetros de control de los equipos de procesamiento térmico para alimentos sellados herméticamente con la finalidad de:

- Obtener un producto comercialmente estéril.
- Aplicar el método de Ball en el sistema de autoclave de agitación continua con la finalidad de llegar a un  $F_0$  mayor o igual a 6.

## Capítulo 3

### RESULTADOS

#### 3.1 Antecedentes de la unidad de análisis o población

La unidad de análisis fue el producto Bebida de leche con lulo y quinua al cual se le aplicó la conducción de un estudio de Penetración de Calor en donde siguiendo el protocolo de Estudio de Penetración de Calor (ver anexo 22) se insertaron 12 termocuplas PicoVacq en el punto más frío dentro de los envases y las cuales se analizó su comportamiento y se determinó el  $F_0$  con el software Qlever que aplica internamente el método General o la termocupla que más difícil alcanzó la temperatura de esterilización, de esta consideración se exportaron los datos de esta termocupla y se le aplicó el Método de Ball el cual tiene la ventaja de simular a diferentes temperaturas de esterilización y temperaturas de inicio los resultados de tiempo de procesamiento térmico para obtener un  $F_0$  mínimo de 6.

A partir de este estudio se determinó el tiempo de proceso óptimo programado en este tipo de Esterilizador Continuo y se compara este resultado con el obtenido en el software comercial CALSOFT para a través de Inferencia estadística utilizando la herramienta de T Student se determinó que ambos métodos con una probabilidad del 95% no presentan diferencia significativa.

#### 3.2 Diagnostico o estudio de campo:

Como se ha manifestado en el antecedente, los resultados están orientados en determinar el tiempo de proceso óptimo para una Bebida de Leche con lulo y Quinua, es de indicar que para llevar la conducción de un estudio de penetración de calor, previamente el Esterilizador Hydrolock ha sido previamente validado por una autoridad de proceso reconocida

por la FDA mediante un estudio de distribución de temperatura , en el cual se emplearon 10 termocuplas en diferentes posiciones de los tubos ( total de 1157 tubos) , los cuales tuvieron que estar precargados con producto con el fin de simular que el vapor se distribuya uniformemente en todos los recipientes que contienen producto.

Una vez superada esta fase es de importancia se enlistar todos factores críticos y pasos necesarios para documentar el estudio de penetración de calor, se hace la recolección de datos, su análisis y se aplica el Cálculo de Proceso térmico empleando el Método de Ball.

### 3.2.1 Formulación del Producto

Antes de conducir el estudio de penetración de Calor, se estable la formulación del producto el cual es un factor crítico en el tratamiento térmico pues las propiedades termodinámicas del producto influyen en el tiempo de proceso para alcanzar el Fo objetivo. Además la composición nutricional define el tipo de rotulado final según la normativa Ecuatoriana (INEN 1338 – 2 ,2011), en la cual es obligatorio la inclusión del semáforo basado en el Registro s N° 318 del Año 2014. La fórmula fue definida basándose en el desarrollo de una bebida de durazno con leche y agua la cual está en etapa de investigación.

**Tabla N° 3 Composición Porcentual del producto “Bebida con leche, lulo y Quinua**

<b>Ingredientes</b>	<b>% - P/P</b>
Agua	61.50%
Leche Fresca (3.2-3.5 %)	24.25%
Azúcar	7.50%
Pulpa de Naranja (6°BRIX )	5.00%
Semillas de Quinua	1.00%
Estabilizante Pectina AMD 783	0.35%
Ácido láctico	0.35%
Citrato de Sodio	0.04%
Sabor a lulo idéntico al natural	0.02%
<b>TOTAL</b>	<b>100.00%</b>

Elaborado por el Autor.

Una vez formulado el producto y desarrollado se procedió a ser su análisis nutricional en el cual a continuación se presenta el método de cálculo basado en la Normativa INEN 1134-2:2011 para obtener el respectivo cálculo nutricional el % de valor diario correspondiente a una dieta de 2000 calorías.

**Tabla N°4 Nutrientes a declararse y su Valor Diario Recomendado.**

<b>Nutriente a declararse</b>	<b>Unidad</b>	<b>Valor Diario Recomendado</b>
Grasa total	g	65
Grasa Saturada	g	20
Colesterol	mg	300
Sodio	mg	2400
Carbohidratos totales	g	300
Proteína	g	50

**Fuente: INEN 1334-2:2011**

**Tabla N°5 Factores de Cálculos de Energía (Macronutrientes)**

<b>Factor de Energía</b>	<b>Energía</b>
Carbohidratos totales	17 Kj/g
Proteínas	17 Kj/g
Grasas	37 Kj/g

**Fuente: INEN 1334-2:2011**

**Matriz de Cálculo Nutricional.**

<b>Nutriente a declararse</b>	<b>Unidad</b>	<b>Valor Diario Recomendado</b>	<b>Gramos x porción según análisis</b>	<b>% Valor Diario</b>
Grasa total	g.	65	1.2	2%
Grasa Saturada	g.	20	0.8	4%
Colesterol	mg.	300	4	1%
Sodio	mg.	2400	36	2%
Carbohidratos totales	g.	300	20	7%
Proteína	g.	50	1.6	3%

Elaborado por el Autor.

Una vez obtenido estos resultados en base a los análisis obtenidos en laboratorio usando la tecnología de Infrarrojo por transformada de Fourier (ISO 21543, 2006) realizados para una base de cálculo de 100 ml se obtiene la tabla de Información Nutricional:

**Tabla N°6 Información Nutricional del Producto**

<b>Información Nutricional</b>	
Cantidad por porción	
Tamaño de la porción / Serving size	200 cm <sup>3</sup>
Porciones por envase / Serving per container 1	
Cantidad por porción	
<b>Energía / Energy</b>	<b>514 J (calorías 121 Cal)</b>
Energía de la grasa / Fat energy	44 kJ (calorías13 cal)
<b>% Valor Diario / Daily value *</b>	
<b>Grasa total / Total fat</b> 1.2 g	<b>2%</b>
Grasa saturada /Saturated fat 0.8 g	<b>4%</b>
Grasa poliinsaturada 0g	
Grasa monoinsaturada 0g	
Grasas trans 0g	
Colesterol 4mg	<b>1%</b>
Sodio / Sodium 36 mg	<b>2%</b>
<b>Carbohidratos totales / Total carbohydrates</b> 20 g	<b>7%</b>
Fibra dietaria / Dietary fiber	
Fibra insoluble < 0.5g	
<b>Azúcares / Sugar 14.1</b>	
<b>Proteína / Protein 1.6 g</b>	<b>3%</b>
Calcio 6 %	<b>Hierro 0 %</b>
Vitamina A 1%	vitamina C 0 %
*Valores porcentuales basados en una dieta de 2000 calorías. / *Percentage Daily Values are based on a 2000 calories diet. * No es fuente significativa de vitamina C/ *Not a significant source of vitamin C	

Elaborado por el autor en formato de Tabla: INEN 1334-2:2011

Incluyendo el cálculo de semaforización del registro oficial Ecuatoriano N°318 del 2014

Este producto se categorizaría según la tabla que se adjunta a continuación:



**Tabla N° 7 Calculo Estimado de Semaforización del Producto**

<b>Componente</b>	<b>Grasa totales</b>	<b>Azucares</b>	<b>Sal ( Sodio)</b>
<b>Unidad</b>	g	g	mg
<b>Cantidad porción de 100 ml</b>	1.2	14.1	36.0
<b>Cantidad porción de 100 g</b>	1.3	14.9	37.9
<b>Criterio</b>	Concentración Baja	Concentración Media	Concentración Baja
<b>Criterio Reglamento Oficial 318 Pagina 5</b>	Menor o igual a 3 gramos en 100 gramos	Mayor a 5 y menor a 15 g en 100 g	Menor o igual a 120 mg de sodio en 100 g
<b>Color Semáforo</b>			

Elaborado por el Autor.

### **3.2.2 Método de Producción y Especificaciones Físico Químicas del producto**

A continuación se detalla los siguientes pasos para la obtención del producto.

1.- En un tanque se mide el agua tratada precalentada a 70 °C, se añade azúcar mezclada con la pectina y semillas de Quinoa previamente hidratadas en agua y calentadas a 100°C por 30 minutos , lo cual se deja mezclar y agitar por 15 minutos, luego se agrega la pulpa de lulo y el ácido láctico dejando agitar 10 minutos más; en otro tanque prepara leche entera caliente a 50°C con citrato de sodio, luego de esto se añade la leche a la mezcla del primer tanque, se deja agitar todo por 10 minutos y se adiciona el saborizante de lulo.

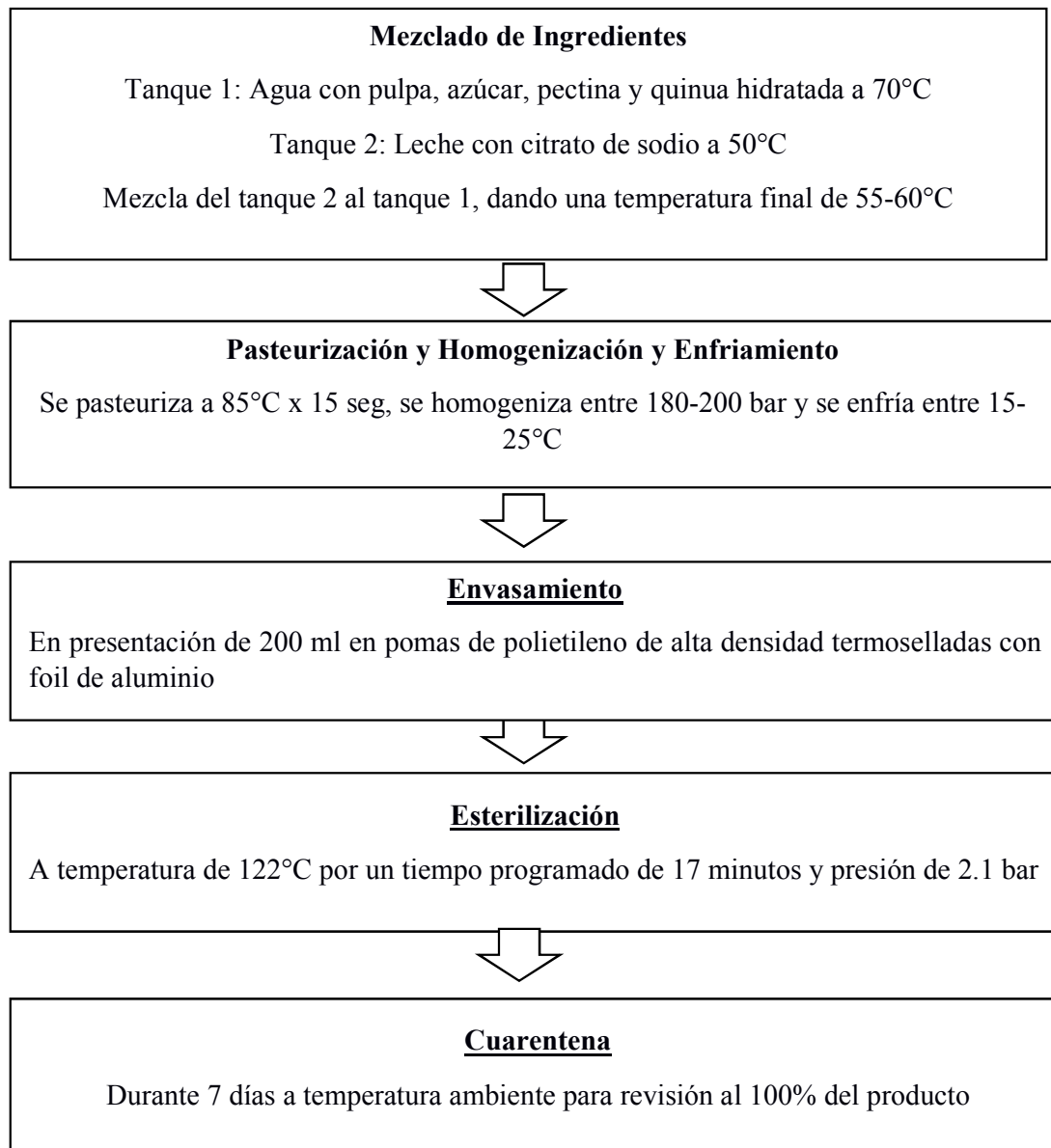
2.- Pasteurización a 85°C por 15 segundos, homogenización a 175-200 bares para enfriar el producto pasteurizado entre 15 y 25°C.

3.- El producto se envasa en las pomos de 200 cc y se sella el foil de aluminio a temperaturas superiores de planchas de sellado de 165°C.

4.-Luego el producto envasado es esterilizado en el Sistema de Autoclave continuo con agitación con una temperatura de esterilización de 122 °C por un tiempo de 17 minutos y después se realiza un enfriamiento del producto de 15 a 25 °C.

5.- El producto esterilizado pasa por un proceso de cuarentena de 7 días y se realizan los análisis de calidad correspondientes.

### **Diagrama de Flujo**



**Tabla N°8 Especificaciones Físico Químicas y Microbiológicas del Producto.**

<b>FISICO QUIMICOS</b>	<b>RANGO</b>	<b>UNIDAD</b>
pH	4.70-5.00	pH
SOLIDOS TOTALES	15.00-16.50	%
HUMEDAD	88.00-87.00	%
SOLIDOS SOLUBLES	12.00-13.00	Brix
DENSIDAD	1.050-1.060	g/cc
ACIDEZ (% ACIDO CITRICO)	0.21-0.26	%
CANTIDAD DE GRASA	1.0-1.3	%
SABOR	Lulo con un toque de quinua	Sensorial
COLOR	amarillo crema	Sensorial
OLOR	Lulo	Sensorial
ASPECTO	Normal	Sensorial
TEXTURA	suave , líquida	Sensorial
CONSISTENCIA	liquida pero con cuerpo	Sensorial
<b>MICROBIOLOGICOS</b>		
RECUENTO ESTANDAR EN PLACA	< 1 X 10°	ufc/cm <sup>3</sup>
COLIFORMES TOTALES	< 1 X 10°	ufc/cm <sup>3</sup>
MOHOS Y LEVADURAS	< 1 X 10°	gufc/cm <sup>3</sup>
E.COLI	Ausencia	ufc/cm <sup>3</sup>

Elaborado por el Autor.

#### **Norma de Referencias:**

- NTE INEN 708:2010 Leche Fluida con ingredientes
- NTE INEN 2335:03 Leche Larga vida. Método para el Control de la Esterilidad Comercial

#### **3.2.3 Peso Neto, Espacio de Cabeza**

El peso neto de este producto está basado en las dimensiones del envase de polietileno de alta densidad el cual fue calculado para un volumen de 200 ml en 210.8 g como peso objetivo. El cual basado en la Recomendación Técnica ecuatoriana OIML R: 87 del año 2004 “Cantidad de Productos en paquetes” el % de sobrellenado máximo permitido es de 4.5% del valor objetivo de 210.8 g, por lo tanto esto se refiere a 220.3 g.

A este máximo llenado estadísticamente se calcula el Mínimo espacio de cabeza en mm, para basados en la peor condición posible realizar el estudio de penetración de calor , este resultado dio 18.8 mm como el espacio de cabeza más crítico.

### 3.2.4 Condiciones operacionales del proceso Térmico a aplicar

Conocido también como el proceso programado, se conoce bajo este concepto el más adecuado para que el producto obtenga esterilidad comercial.

**Tabla 9. Tratamiento Programado del Producto**

<b>Receta</b>	Leche_Lulo 200 cc
<b>Tiempo Programado en etapa de esterilización</b>	17
<b>Temperatura Inicial °C</b>	15 a 25°C
<b>N° de botellas x tubo</b>	10
<b>Cadencia( Tubos x minuto)</b>	25,8
<b>Presión de vapor ( psi)</b>	2,1
<b>Temperatura del vapor en la zona de esterilización °C</b>	122 +/-0.5
<b>Temperatura del agua de enfriamiento a la salida de la sección de Esterilización °C</b>	35

Elaborado por el Autor

### 3.3 Conducción de Estudio de Penetración de Calor usando el Método de Ball

#### 3.3.1 Información del Autoclave:

**Modelo:** Esterilizador de Agitación Continuo Modelo Hydrolock 2 x 85 / ACB 438-3000

N° Serie: MAC01701

Año de manufactura: 2015

Capacidad de Tubos: 1157

N° de envases de 200 cc que entran x tubo: 10

**Tabla 10 Detalle de Señales de Control del Sistema**

<b>Señales de Control</b>	<b>Designación</b>	<b>Entrada=E Salida=S</b>	<b>Tipo de Señal</b>	<b>Código de la Señal</b>
Presión	Presión de la cámara de Esterilización	E	Analogica-4-20	PT210
Nivel	Nivel de Llenado de cámara B1	E	Analogica-4-20	LT110
Temperatura	Temperatura frontal Cámara Esterilización	E	Analogica-4-20	TT210 B1
Temperatura	Temperatura medio Cámara Esterilización	E	Analogica-4-20	TT211 B1
Temperatura	Temperatura final Cámara Esterilización	E	Analogica-4-20	TT212 B1

Elaborado por el Autor en base a especificaciones de Equipo de Esterilización Continúo.

### **3.3.2 Producto de Estudio**

Bebida con leche, lulo y quinua en un envase herméticamente sellado de 200 cc de material HDPE (Polietileno de Alta densidad). Fecha de Análisis: 28 de julio del 2016.

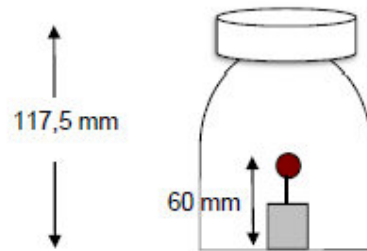
### **3.3.3 Tipo de Envase y Tipo.**

Botellas de Polietileno de Alta Densidad con botellas de 117,5 mm de alto 54,35 mm de diámetro (Ver Anexo 1 para especificaciones técnicas). Los envases son colocados en posición horizontal en los tubos con su boquilla hacia el lado izquierdo para una totalidad de 10 envases por tubo, los otros tubos para simular condiciones de carga completa de la autoclave continua fueron llenados con agua (total de tubos llenados: 1157).

### **3.3.4 Dataloggers de temperatura usados en el producto.**

**Tipo:** Dataloggers Pico Vacq calibrados y certificados, manufacturados por TMI Orión con resolución de 0.01 °C, Precisión: +/-0.2°C y frecuencia de recolección de Datos cada 10 segundos.

Los Dataloggers se colocan en el centro geométrico del producto en base a la siguiente figura.



**Figura N°4 Ubicación de Sensor dentro del Recipiente.**

Elaborado por el Autor.

### **3.3.5 Localización de los Dataloggers dentro de los envases al realizar la prueba.**

Si bien es cierto en cada tubo entran 10 posiciones, la distribución de temperatura previamente realizada para este tipo de autoclave asegura que no existen puntos fríos, por lo que los Dataloggers pueden distribuirse a lo largo de los tubos.

La ubicación se realizó en el extremo izquierdo, centro y extremo derecho, así mismo se realizaron 3 réplicas para que el estudio sea más representativo. El mínimo de sensores para un estudio de Penetración de calor es de 10 (Technical, 2015) ver protocolo de Estudio de Penetración de Calor (Anexo 22).

A continuación es el siguiente esquema se muestra la ubicación de los sensores:

Replica 1	Tubo A										
	Tubo B		T Externa			T Externa				T Externa	160534
Replica 2	Tubo A	63703	T Externa			161587	T Externa			T Externa	110917
	Tubo B	160534				63705					
Replica 3	Tubo A					161587	T Externa			T Externa	110917
	Tubo B	160534	T Externa			63705					

**Figura N°5 Ubicación de Dataloggers ubicados en los recipientes dentro de los tubos.**

Elaborado por el Autor.

Es de indicar que existen otros sensores para leer la temperatura externa de la retorta, que para fines prácticos de los cálculos solo se utilizan para validar que la distribución sea homogénea en todas las zonas del autoclave en el momento, así como para comparar con los 3 termómetros de referencia mencionados.

Los Dataloggers incluyen el Software Qlever el cual automáticamente calcula el valor de Fo aplicando la ecuación del método General en su algoritmo interno, esto es de gran ayuda ya que en base a esta información se puede determinar cuál es la curva de penetración de calor que demora más en llegar a la temperatura de la retorta y por ende la que tiene menor valor de Fo, lo que la convierte en la más crítica para el objeto del estudio.

N° datos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
N° replica	1	2	2	2	2	2	3	3	3	3
Id Datalogger ==>	160534	63703	160534	161587	63705	110917	160534	161587	63705	110917
Fo en minutos Metodo general	9.59	7.57	8.64	8.58	8.52	8.11	9.63	8.9	9.19	9.11
T Inicial °C	28.71	27.54	27.3	27.62	28.36	26.73	29.75	31.19	30.33	29.9

**Figura N°6 Resultados de Fo obtenido en Software Qlever por el Método General**

Elaborado por el autor usando como herramienta el software Qlever

### 3.3.6 Resultados de Cálculo de Método de Ball

Previamente al desarrollo del Método se señalan las siguientes ecuaciones a utilizar, el concepto previo de cada una de estas variables se describe en el marco teórico.

---

#### Ecuaciones Utilizadas

$$F_{Oz:10^{\circ}C, Tr:121.1^{\circ}C} = D_{121.1^{\circ}C} \times \text{Log} \left( \frac{N}{N_0} \right)$$

$$F_i = 10^{((121,1 - Tr)/z)}$$

$$U = F_o \times F_i$$

$$f_h = \text{abs} \left( \frac{1}{m_{(TR^{\circ}C - T^{\circ}C) \text{ vs } t \text{ min}}} \right)$$

$$j_h = \frac{RT - T_{\text{cero corregido}}}{RT - T_{\text{inicial}}}$$

$$\frac{f_h}{U} = \log g \text{ ver en Anexo 4 (tabla de ball)}$$

$$I_h = T_R - T_I$$

$$B_b = f_h \times (\log(j_h \times I_h) - \log g)$$

$$B_b = P_t + 0.42 \times \text{Cut}$$

Al ser un proceso térmico en una autoclave de tipo continuo, no se puede dar el 42% de crédito al Come-up time o tiempo de alza ya que este es 0, ya que en su zona de esterilización siempre se va a mantener a la temperatura definida de 122°C durante el estudio.



**3.3.7 Resultados de la Colección de Datos en la termocupla 63703 que obtuvo menor Fo según los resultados de Software Qlever.**

Para realizar el cálculo de  $fH$  que es la pendiente de la curva de penetración en la etapa de calentamiento, es necesario previamente tabular los datos solo hasta la etapa de calentamiento, y luego de esto graficarlo en una escala Semilogaritmica inversa para linealizarla a través del método de mínimos cuadrados que tiene la función de Excel y luego obtener los datos ajustados de calentamiento a lo cual se aplicara interpolación lineal para hallar el tiempo en que recorre el calentamiento 1 ciclo logarítmico.

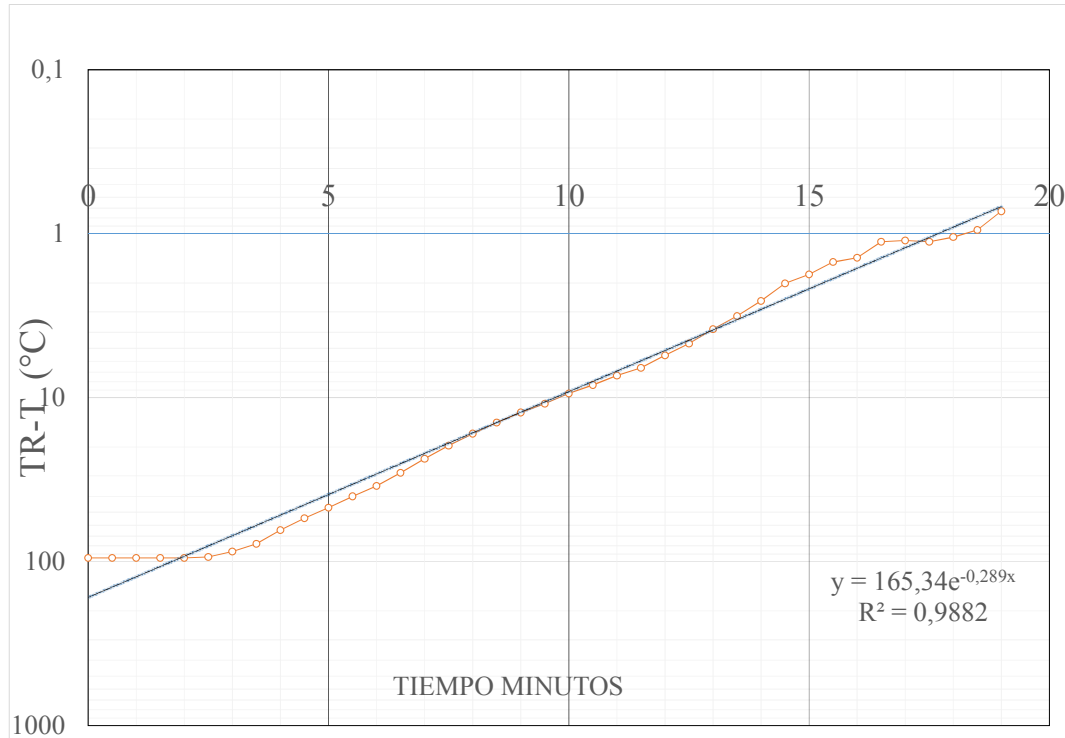
**Tabla N° 11 Datos de Penetración de Calor para Construcción de Grafica en la etapa de Calentamiento**

T prod °C	x Tiempo (min)	log y invertido TR-Tprod °C
27.01	0	94.99
27.04	0.5	94.96
27.06	1	94.94
27.04	1.5	94.96
27.04	2	94.96
28.29	2.5	93.71
35.11	3	86.89
44.13	3.5	77.87
57.69	4	64.31
67.66	4.5	54.34
75.14	5	46.86
82	5.5	40
87.43	6	34.57
93.27	6.5	28.73
98.4	7	23.6
102.36	7.5	19.64
105.41	8	16.59
107.81	8.5	14.19
109.67	9	12.33
111.1	9.5	10.9

T prod °C	x Tiempo (min)	log y invertido TR-Tprod °C
112.56	10	9.44
113.63	10.5	8.37
114.66	11	7.34
115.42	11.5	6.58
116.47	12	5.53
117.32	12.5	4.68
118.17	13	3.83
118.82	13.5	3.18
119.43	14	2.57
119.99	14.5	2.01
120.23	15	1.77
120.51	15.5	1.49
120.6	16	1.4
120.88	16.5	1.12
120.88	17	1.1
120.95	17.5	1.12
120.95	18	1.05
121.05	18.5	0.95
121.27	19	0.73

Elaborado por el Autor.



**Figura N° 7 Grafica Obtenida a partir de Datos para Estimación de fh**

Elaborado por Autor usando el software Excel y determinación de ecuación basada en el método de regresión lineal y mínimos cuadrados (Chapra, 2011)

Se analiza que la curva tiene un comportamiento de calentamiento simple, así mismo su coeficiente de correlación muestra un buen ajuste para considerar con esta ecuación dentro de los nuevos valores ajustados de (TR-T) °C

### 3.3.8 Resultados Ajustados en base a Linealización de Datos

Para este fin solo tabularemos los datos más próximos a través de la iteración de la ecuación obtenida en la gráfica con el fin de obtener los datos de TR-Tprod que generen la diferencia de un ciclo logarítmico y por ende el resultado de fH.

**Tabla N°12 Datos linealizados para obtener 1 ciclo logarítmico en Curva de Calentamiento.**

tiempo (min) x	TR-T°C Ajustados de ecuación de Linealización y
1,74	99,99889117
1,71	100,8696245
9,74	9,906872387
9,7	10,02205685

**Aplicando la ecuación de interpolación lineal obtenemos:**

$$y = y1 + \frac{(x - x1)}{x2 - x1} (y2 - y1)$$

tiempo (min) x	TR-T°C Ajustados de ecuación de Linealización y
1,7399	100
9,7076	10

Siendo así el valor de fH es:

fH: 9.7076-1.7399

**fH: 7.97 minutos.**

### Calculo de factor lag de calentamiento (jH) a Cero Corregido

Para determinar este factor, es necesario interpretar que un Autoclave continuo no tiene Come up time a diferencia de una autoclave por lote, bajo este principio técnico el valor del cero corregido o denominador (RT-T cero corregido) es igual al intercepto de la ecuación por lo tanto:

$$j_h = \frac{165.34}{122 - 27.01}$$

**jH: 1.7406**

**Nota:** Para otros casos como Autoclaves en batch, el Cero Corregido se calcula a partir del 58% del Come up time o tiempo de alza calculado en la curva de Distribución de temperatura.

### Cálculo de Log (g)

El cálculo de log (g) se basa en determinar en la tabla de Ball (Anexo 4) la relación fH/U

Siendo así reemplazando ecuaciones tenemos:

$$U = F_o \text{ objetivo} \times F_i = 6 \times 10^{((121,1-122)/10)} = 4.87698$$

$$\frac{f_h}{U} = \frac{7.97}{4.87698} = 1.63373$$

Interpolando de los datos más próximos de la tabla de Ball tenemos que log (g) es

fH/U	Log (g)
1.63	0.159
1.64	0.164

Por lo tanto fH/U equivale a un log (g) de 0.1584

### **Cálculo de Tiempo de Proceso Bb.**

Si bien es cierto el Método de Ball indica que

$$Bb = Pt + 0.42 \times \text{Cut}$$

Al ser un autoclave continuo es de indicar que el Come up time (Cut) es igual a 0, por lo tanto en base a esto no se puede dar crédito de aporte de letalidad al este factor siendo así Bb es igual a Pt (tiempo de proceso a la temperatura de esterilización definida).

$$Bb = fh \times (\log(jh \times Ih) - \log g)$$

$$Bb = 7.97 \times ((\text{Log}(1.7406) \times (122-27.01)) - 0.1584)$$

$$Bb = 7.97 \times (2.2183 - 0.1584)$$

$$Bb = 16.41 \text{ minutos}$$

La ventaja del Método de Ball es que se puede calcular a diferentes valores de Temperatura Inicial y diferentes temperaturas de Esterilización con el fin de poder manejar desviaciones de proceso, lo cual es un requisito de la FDA 21.Part.113 (Low Acid Canned Food), siendo así se tabula a continuación:

**Tabla N°13 Calculo de Bb a diferentes IT y TR**

<b>IT °C</b>	<b>TR</b>	<b>Ih</b>	<b>jh*iH</b>	<b>log jh*iH</b>	<b>fh/U</b>	<b>log g</b>	<b>Bb min</b>
20,000	118,000	98,000	170,579	2,232	0,650	-0,843	24,500
21,000	119,000	98,000	170,579	2,232	0,819	-0,514	21,875
22,000	120,000	98,000	170,579	2,232	1,030	-0,243	19,719
23,000	121,000	98,000	170,579	2,232	1,298	-0,021	17,948
24,000	122,000	98,000	170,579	2,232	1,634	0,158	16,521

Elaborado por el Autor.

### 3.3.9 Comparación de Resultados.

A continuación se va a tabular 2 tablas de cálculo aplicando la fórmula de Ball una temperatura de esterilización de 122°C pero con temperaturas iniciales desde 15°C a 25°C.

**MÉTODO 1:** Usando Software Comercial.

#### **Variables determinadas con CalSoft**

jH: 2.44

fh:7.01

xbH: 0 ( esto indica que la curva de calentamiento es simple)

Come up time: 0

#### **Tabla N° 14- Resultados con Software CALSOFT**

IT °C	TR	Ih	<b>jh*iH</b>	<b>log jh*iH</b>	fh/U	log g	Bb min
15.000	122.000	107.000	282.480	2.451	1.437	0.062	16.744
16.000	122.000	106.000	279.840	2.447	1.437	0.062	16.716
17.000	122.000	105.000	277.200	2.443	1.437	0.062	16.687
18.000	122.000	104.000	274.560	2.439	1.437	0.062	16.658
19.000	122.000	103.000	271.920	2.434	1.437	0.062	16.628
20.000	122.000	102.000	269.280	2.430	1.437	0.062	16.599
21.000	122.000	101.000	266.640	2.426	1.437	0.062	16.569
22.000	122.000	100.000	264.000	2.422	1.437	0.062	16.538
23.000	122.000	99.000	261.360	2.417	1.437	0.062	16.508
24.000	122.000	98.000	258.720	2.413	1.437	0.062	16.477
25.000	122.000	97.000	256.080	2.408	1.437	0.062	16.446

Elaborado por el Autor.

**MÉTODO 2:** Método de Ball hallando los factores a través de Linealización.

#### **Variables determinadas en este trabajo**

jH: 1.7406

fh:7.97

Come up time: 0

**Tabla 15.- Resultados Método de Linealización.**

IT °C	TR	Ih	jh*iH	log jh*iH	fh/U	log g	Bb min
15.000	122.000	107.000	186.245	2.270	1.634	0.159	16.824
16.000	122.000	106.000	184.504	2.266	1.634	0.159	16.792
17.000	122.000	105.000	182.763	2.262	1.634	0.159	16.759
18.000	122.000	104.000	181.023	2.258	1.634	0.159	16.726
19.000	122.000	103.000	179.282	2.254	1.634	0.159	16.693
20.000	122.000	102.000	177.542	2.249	1.634	0.159	16.659
21.000	122.000	101.000	175.801	2.245	1.634	0.159	16.625
22.000	122.000	100.000	174.060	2.241	1.634	0.159	16.590
23.000	122.000	99.000	172.320	2.236	1.634	0.159	16.556
24.000	122.000	98.000	170.579	2.232	1.634	0.159	16.520
25.000	122.000	97.000	168.839	2.227	1.634	0.159	16.485

Elaborado por el Autor.

### **3.3.10 Análisis Estadístico.**

Una vez realizados ambos métodos se va a comparar ambos resultados a través de Inferencia Estadística para lo cual se va a utilizar el método de la Prueba de T student para datos pareados.

Siendo así se tabula ambos resultados de Bb de ambos métodos

**Tabla N° 16 Resultados comparativos de tiempos de proceso calculados.**

Bb1 Método de Ball realizado en este trabajo	Bb2 Método de Ball Software Calfsoft	Diferencias Bb1 – Bb2
16.82	16.74	0.08
16.79	16.72	0.08
16.76	16.69	0.07
16.73	16.66	0.07
16.69	16.63	0.06
16.66	16.60	0.06
16.62	16.57	0.06
16.59	16.54	0.05
16.56	16.51	0.05
16.52	16.48	0.04
16.48	16.45	0.04

Elaborado por el Autor.

**Ecuaciones a utilizar para cálculo estadístico.**

Desviación Standart:

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n-1}}$$

Datos para prueba T

**T calculado:**

$$t_{cal} = \frac{\bar{d}}{S_d / \sqrt{n}}$$

**Variables y Resultados.**

**n** = número de datos= 11

**GL**= Grados de Libertad = n-1 = 11 -1 = 10

**Suma de Diferencias:** 0.66

**Desviación Standart de las Diferencias:** 0.01353

**d promedio**= promedio de las diferencias: 0.060

**t calculado**= 14.7062

**t crítico para 10 grados de Libertad** = 2.228

(Nivel de confianza al 95% para 2 colas) Ver Resultado en Anexo 19.

**Conclusión:**

El valor t Calculado es mayor que t crítico, por lo tanto los resultados no difieren entre ambos métodos.



## Capítulo 4

### Discusión

#### 4.1 Contrastación empírica:

Los resultados que se han expuesto en este trabajo están basados principalmente en haber desarrollado un proceso térmico programado para una Bebida Láctea con Lulo y Quinoa en un sistema de Autoclave continuo como lo es el sistema Hydrolock.

Es de indicar que los factores críticos mencionados en este estudio son parte de un sistema de control de calidad que debe ser implementado como un Estándar en la Industria acogiéndose a los “Principios de Control de Proceso Térmico, Acidificación y Evaluación de Cierre de Envases”; lo cual no es el alcance de este trabajo su implementación.

Sin embargo si es necesario y de suma relevancia mencionar que estos factores críticos que tienen que ver con el Método de Llenado, La evaluación de la integridad de los envases y parámetros de control de proceso de los elementos de control del autoclave deben ser registrados como evidencia y soporte que de garantía de la efectividad de cada ciclo de procesamiento térmico al tiempo programado que se haya establecido.

El trabajo realizado por en el cual se hace una Reingeniería de Conservación de una Bebida Láctea de Arroz y trigo tradicional (Moreno, 2015) en el cual se evalúa su tratamiento térmico a pesar que aplica el mismo modelo matemático de Ball difiere de estos cálculos, principalmente por el tipo de procesamiento efectuado, ya que la finalidad de aquel estudio está basado en el Microorganismo de Interés *Bacillus Cereus* el cual es

psicotrófico ya que este producto está destinado a conservarse en refrigeración y no en un envase herméticamente sellado como es el nuestro.

En cambio nuestro estudio se basó en la destrucción del Microorganismo de interés Clostridium Sporogenes PA 3679; así mismo como resultado de nuestra investigación si bien es cierto nuestro producto solo contiene un % de leche, no es de descartar otros microorganismos que pueden provenir de las materias primas tales como la Quinoa hidratada.

Por otra parte (Alban, 2014) en su tesis “Estudio de Penetración de Calor en una conserva de Sardina de sardina en Salsa de Tomate envasada en Hojalata ovalada” demuestra los cálculos de procesamiento térmico en un envase herméticamente sellado , al tratarse de otro producto , otro envase , y otro contenido difiere en sus valores de curva de calentamiento , tanto en es así que su valor de fH encontrado es de 29.1 minutos vs el fH de nuestro estudio que solo fue de 7.97 minutos , debiéndose claramente a lo que el estudio la tesis de Albán , tiene que vencer llegar al centro geométrico de un sardina ( solido) pasando por el líquido de cobertura y adicionalmente tiene que reducir la dureza de la espina de la sardina donde ya involucra un tema de análisis sensorial de optimización de procesos.

#### **4.2 Limitaciones:**

Las limitaciones presentadas en este trabajo se refieren al número de dataloggers que se tiene para realizar las pruebas, lo que implica realizar más replicas para obtener los suficientes datos para ser analizados matemáticamente a través del método de Ball, así mismo esta información colectada no se ve en tiempo real por lo que es necesario cronometrar todos los eventos en el equipo durante las pruebas para poder tener una trazabilidad de los resultados.

#### **4.3 Líneas de investigación:**

Es importante destacar que este es el primer estudio de penetración de calor enfocado a un autoclave de agitación continua en donde ya interviene la variable crítica de velocidad de la cadena del equipo, con respecto a otros estudios aplicados no se presenta una investigación en nuestro medio de donde se determinen los tiempos de procesamiento térmico para esta nueva tecnología.

#### **4.4 Aspectos relevantes:**

Otras investigaciones están orientadas a otro tipo de proceso en otro tipo de Autoclaves, al ser un autoclave continuo demanda mucho interés demostrar el comportamiento de temperaturas en el producto que se procese en el mismo.

## **Capítulo 5**

### **PROPUESTA**

#### **Análisis de Tratamiento Térmico utilizando el Método de Ball.**

El método desarrollado para este fin considera algoritmos de métodos numéricos tanto como Linealización de las rectas solo debe ser usado con las aproximación del coeficiente de correlación son cercanas a 1 , por otro lado con respecto a este método solo es funcional cuando el producto no contiene alto contenido de pectinas o ingredientes que provoquen gelatinización con la temperatura y hagan que la curva de fH se vuelva quebrada ; en estos casos es necesario si bien es cierto usar un Software comercial o realizar el método grafico tradicional para hacer las estimaciones más reales para calcular este valor.

La propuesta para mantener las condiciones de operaciones del proceso térmico programado que fueron validados para este proceso , esto implica cumplir con todas las especificaciones levantadas para este estudio y evitar llegar a controles fuera de especificación ya que esto no aseguraría las condiciones de esterilidad comercial para lo que este proceso fue validado respectivamente.

En base a estas consideraciones a continuación se presente el siguiente esquema de Plan de Control de procesos para asegurar las condiciones, estos controles se enlistan a continuación:

### 5.1 Plan de Control de Factores Críticos durante Procesos de Esterilización en Autoclaves Continuos

Que (Factor Crítico)	Cuando	Control	Responsable
Composición de Ingredientes	Cada vez que se pesa las materias primas	Visual- Registros Verificación de balanzas	Operador de Pesaje
Análisis Físico Químicos	Una vez elaborado el Batch	Análisis Instrumental de pH, °Brix, Acidez	Analista de laboratorio
Temperatura de Almacenamiento de Producto Pasteurizado	Una vez almacenado el producto previo a llenadora	Termómetro en tanque	Operador Pasteurizador
Termosellado de envases en llenadora	Cada 10 minutos con prueba de presión a 30 psi	Análisis con equipo Seal-Tester	Operador
Control de Peso neto en llenadora	Cada 10 minutos , toma de muestra aleatoria por boquillas	Balanza de Precisión de resolución de 0.1 g	Operador
Control de Espacio de cabeza	Cada 10 minutos antes de ingresar a los tubos	Calibrador Vernier	Operador
Control de temperatura Inicial	Cada 10 minutos antes de ingresar a los tubos	Termómetro de punzón en el centro geométrico del producto	Operador
Control de Tiempo de Proceso con cronometro Programado	Al inicio que entra la primera botella y cuando sale del sistema , para verificar la velocidad de la cadena	Cronometro certificado	Operador
Control de Temperaturas de Esterilización	Cada 10 minutos	Inspección visual	Operador
Control de Velocidad de la cadena	Cada 10 minutos	Inspección visual	Operador
Control Visual de la presión	Cada 10 minutos	Inspección Visual	Operador
Revisión de Termógrafos	Finalizado el proceso	Revisión de Cartilla electrónica	Supervisor
Inspección de Integridad de envase post esterilización	Cada 10 minutos después de salir del Autoclave y de haber pasado por todas las bandas	Análisis con equipo Seal- Tester	Operador
Cuarentena Microbiológica	Después de 7 días de incubación revisión al 100% de los envases	Revisión Visual al 100% previo al despacho	Operador de Bodega

## Conclusiones

Una vez que se ha concluido este trabajo se pudieron determinar todos los factores críticos relacionados al tratamiento térmico del producto en estudio y de los cuales estos están definidos como especificaciones de control.

Siendo así a las especificaciones de factores críticos como el rango de temperatura inicial entre 15 y 25°C y espacio de cabeza mínimo de 18.8 mm para una Bebida Láctea con Lulo y Quinoa el tiempo de proceso óptimo fue de 16.82 a 16.44 minutos en el intervalo de temperaturas iniciales mencionado, para lo cual se utilizaron las formulas del Método de Ball para un  $F_0$  objetivo de 6 considerando como microorganismo de Control al *Clostridium Sporogenes* PA 3679 para una reducción de 5 ciclos logarítmicos.

El Proceso térmico programado fue 17 minutos expuesto a una temperatura de autoclave de 122°C en contacto con vapor directo y a una presión de 2.1 bar, así como una Velocidad de cadencia de 25.8 tubos por minuto para este producto con un contenido declarado de 200 ml fue capaz entonces de cumplir con el  $F_0$  objetivo ya que el  $B_b$  o tiempo de proceso óptimo calculado es menor a los 17 minutos programados.

Los cálculos de Linealización y Mínimos cuadrados para determinar los factores de  $fH$  y  $jH$  para hallar el tiempo de proceso del Método de Ball fue comparado con los resultados del Algoritmo interno del software Calfsoft que utiliza el mismo principio, haciendo la diferenciación que el programa tiene la opción de matizar la curvas de calentamiento para obtener resultados más próximos al comportamiento de las curvas, algo que solo se podría

realizar si el proceso se realizara de manera manual en un papel Semilogaritmico de 3 ciclos invertido.

Al resolver las ecuaciones del Método de Ball no se evidenciaron diferencias significativas entre los tiempos calculados por ambos métodos utilizando el método de T Student.

### **Recomendaciones**

Se recomienda como parte de la propuesta final que para todo proceso térmico se consideren todos los factores críticos enlistados en este trabajo investigativo con el fin de evitar desviaciones de proceso que no garanticen la inocuidad y la calidad del producto en estudio.

Así también que antes de conducir cualquier estudio de penetración de calor se realice un estudio de microorganismos viables con su respectiva resistencia de Destrucción basada en la parte científica.

Un método de asegurar que el producto es estable es examinar al 100% por lo mínimo 1000 envases continuos posterior a un periodo de incubación no menor de 7 días a temperaturas entre 30 y 35°C donde como resultado no debe existir ningún defecto atribuible a la Esterilización con el fin de validarlo, estos defectos apariencia del producto, valor de pH dentro de las especificaciones de producto terminado trazadas.



## Bibliografía

- Albán, B. L. (2014). Estudio de Penetración de calor en una conserva de Sardina en Salsa de Tomate en una envase de Hojalata ovalada. Guayaquil: ESPOL.
- (2015). Análisis Sensorial QUINUA. Instituto de Promoción de Exportaciones e Inversiones.
- Badui, S. (2010). Química de los Alimentos. México: Pearson.
- CFRPart11. (2016). 21 CFR Parte 11 Electronic records. United States: FDA.
- Chapra, S. C. (2011). Métodos Numéricos para Ingenieros. México: Mc Graw Hill.
- FDA CFR 21 Parte 113. (2016). Thermally Processed Low\_Acid Foods Packaged In Hermetically Sealed Containers. USA.
- FDA, P. 1. (2016). Electronic Records. Estados Unidos: FDA.
- Ferraz, A. C., & Fraiha, M. (2010). Determination of thermobacteriological parameteres and size of Bacillus stearothermophilus ATCC7953. Ciencia y Tecnologia de Alimentos.
- Gomez, A., & Vicente, A. (1996). Manual de Industrias Lácteas . Madrid: A. Madrid Vicente .
- Hammerly, M. (1976). Viva mas y mejor. Buenos Aires: Sudamericana.
- Holdsworth , S. (1997). Thermal Processing of Packaged foods. segunda edición.
- INEN. (2011). Rotulado de Productos Alimenticios para consumo Humano, INEN 1334.
- INEN 10. (2012). Leche Pasteurizada Requisitos. Ecuador: INEN.
- ISO 21543. (2006). Milk Products - Guidelines for The Aplication of Near Infrared Spectrometry. Switzerland: IDF Standart 201.

L.Brown, J. (2012). Clostridium Sporogenes PA 3679 and its uses in the Derivation of Thermal Processing Schedules for Low Acid Shelf Stable Foods . Australia: International Association of Food Protection.

M.Dignan, D. (2007). Alimentos enlatados: Principios del Control de Proceso Térmico, Acidificación y Evaluación de Cierre de Envases. Washington D.C: GMA Science and Education Foundation.

Moreno, M. A. (2015). Tesis - Reingeniería del Proceso de Elaboración y Conservación de una bebida láctea de arroz y trigo tradicional. Guayaquil: Expo.

NTE INEN 1673. (1988). QUINUA, Requisitos. INEN.

PMO Grade A . (2009). Grade "A" Pasteurized Milk Ordinance, Including Provisions from the Grade "A" Condensed and Dry Milk Products and Condensed and Dry Whey-Supplement I to the Grade "A" Pasteurized Milk Ordinance. Public Health Service/FDA.

Pulido, H. G. (2004). Control Estadístico de calidad y Seis Sigma. México: McGraw-Hill.

Resolución MERCOSUR GMC 10/06. (s.f.). REGLAMENTO TECNICO MERCOSUR SOBRE ADITIVOS AROMATIZANTES / SABORIZANTES.

Silva, W. (1 de abril de 2016). Selección de Líneas Promisorias de Naranja para mejorar la calidad de la Fruta. (Vol. 3). Instituto Nacional de Agricultura, Ganadería, Acuicultura y Pesca.

Tamayo Cabezas, J. (2008). Diseño y Optimización del tratamiento térmico para sopa de frijoles entada en envases de formato A6. Guayaquil.

Taylor. (2006). Thermal Processing. Estados Unidos: Francis Group.

Technical. (2015). Thermal Processing Course . New Orleans: Technical.

Teixera, A., & Miranda. (2012). Principios Matemáticos del Proceso Térmico de Alimentos (Primera ed.). AMV.

USDA-FSIS 9 CFR 318.305 (B). (s.f.). Tratamiento a presión en autoclaves de vapor con agitación continua.

Yépez Arcentales, J. (2001). Factores que modifican la preservación del Atún enlatado comercialmente. Guayaquil.

## **Anexos**

## Anexo 1

### Fichas Técnicas de Materiales: Agua Tratada

<b>AGUA TRATADA</b>	
<b>DESCRIPCION GENERAL:</b> Agua tratada la cual se obtiene a través de un proceso floculación en línea , así como filtración con arena y grava ; así como carbón activado granulado , pasando por sistema de ablandamiento, filtros pulidores de 10, 5, 1 micra, y desinfección con luz ultravioleta.	
<b>PROVEEDOR:</b>	<b>Interagua</b>
<b>CARACTERISTICAS DE CALIDAD</b>	
<b>DESCRIPCION</b>	<b>ESPECIFICACION</b>
<b>REQUISITOS FISICOQUIMICOS</b>	
pH a 20°C	6.50-8.50
*Solidos Totales Disueltos mg/l	0-500
*Hierro mg/l	Max 0.3
Cloruros mg/l	Max 250
Dureza mg/l	0
Cloro Libre Residual mg/l	0
Alcalinidad Total mg/l	Max 50
Turbiedad (NTU)	Max 0.3
<b>REQUISITOS MICROBIOLÓGICOS</b>	
Aerobios Mesófilos UFC/ml	Max 1.0 x 10 <sup>2</sup> UFC/ml
Coliformes Totales UFC/ml	< 1 x 10 <sup>6</sup> UFC/ml
E. Coli UFC/ml	< 1 x 10 <sup>6</sup> UFC/ml
<b>NORMA DE REFERENCIA</b> NTE INEN 2200:2008 USEPA (Agencia de Protección del Medio Ambiente , 1979a)	
<b>USOS:</b> Para elaboración de productos en que su formulación contenga agua tratada.	
<b>FICHA DESARROLLADA POR :</b> Ing. Freddy Pazmiño Barcia	

## Anexo 2

### Fichas Técnicas de Materiales: Leche Pasteurizada

<b>LECHE PASTEURIZADA</b>	
<p>La leche entera pasteurizada es procesada a partir de la leche cruda que es el producto de la secreción normal de las glándulas mamarias obtenidas a partir de uno o más ordeños íntegros e higiénicos de vacas sanas, y exentas de calostro, destinada al consumo en forma de leche líquida o a su elaboración ulterior.</p> <p>Para denominarse pasteurizada es tratada térmicamente por un pasteurizador a 76°C por 15 segundos de</p>	
<b>CARACTERÍSTICAS DE CALIDAD</b>	
DESCRIPCION	ESPECIFICACION
<b>REQUISITOS FISICOQUIMICOS</b>	
Temperatura	Máximo 10°C
Reacción de estabilidad proteica (prueba de alcohol)	Negativo
pH	6,66 - 6,86
Densidad relativa a 20 °C	1,029-1,032
Acidez titulable como ácido láctico	13,5 –16,20 <sup>0</sup> Dornic
Ensayo de reductasa (azul de metileno)	Mínimo 3 horas
Punto de congelación (punto crioscópico)	512 mC - 536 mC
Materia grasa (%)	Mínimo 3,2
Sólidos totales (%)	Mínimo 11,4 %
Sólidos no grasos (%)	Mínimo 8,20
Proteínas (%)	Mínimo 3,00
Lactosa (%)	Mínimo 4,0
Cenizas (%)	Mínimo 0,65
Sulfas	Negativo
Antibióticos tetraciclinas	Negativo
Antibióticos betalactámicos	Negativo
Presencia de Conservantes	Negativo
Presencia de Neutralizantes	Negativo
Presencia de Adulterantes	Negativo
Grasas vegetales	Negativo
Suero de Leche	Negativo
Prueba de Brucelosis	Negativo
Fosfatas alcalina	Negativo
<b>REQUISITOS MICROBIOLÓGICOS</b>	
Recuento de microorganismos aerobios mesófilos REP, UFC/cm <sup>3</sup>	1,5 x 10 <sup>6</sup>
Recuento de células somáticas/cm <sup>3</sup>	7.0 x 10 <sup>5</sup>
<b>LIMITES MAXIMO PARA CONTAMINANTES</b>	
Plomo, mg/kg	0,02
Aflatoxinas M1, µg/kg	0,5
<b>PRESENTACION:</b>	
Al granel	
FICHA DESARROLLADA POR : Ing Freddy Pazmiño Barcia	

### Anexo 3

#### Fichas técnicas de Materiales: Lulo

Natutropic's  
**LULO**  
Frozen Fruit Pulp



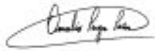
Natutropic Lulo frozen fruit pulp is made by single strength.

Ingredients: Fresh lulo  
Shelf life: 18 months at 20° C +/- 5° C)  
Harvesting: All year  
°Brix: 6  
pH: 3.4  
Color: Characteristic  
Flavor/Aroma: Fresh aroma and sweet taste

**Microbiologic analysis:**  
Total Aerobes: <math>10 \times 10^3 \text{ UFC/g}</math>  
Most and Yield: <math>1 \times 10^2 \text{ UFC/g}</math>  
Total Coliformes: <math>3 \text{ NMP/g}</math>  
E. Coli: <math>3 \text{ NMP/g}</math>

## Anexo 4

### Fichas técnicas de Materiales: Azúcar

<b><u>HOJA TECNICA – AZÚCAR BLANCO ESPECIAL</u></b>		
REVISION N°: 14	FECHA: Agosto 19 del 2013	
TIEMPO DE VIDA ÚTIL: 12 meses		
REG. SANITARIO: 2842-INHCAN-0407 (Envase: Sacos de papel kraft)		
CONSERVACIÓN: Manténgase en ambiente fresco y seco		
<b><u>CARACTERÍSTICAS ORGANOLEPTICAS</u></b>		
PARAMETRO	ESPECIFICACIONES	METOLOGIA
Aspecto visual (Apariencia)	Cristales sueltos	SM-PR-465
Olor	Libre de olores extraños	SM-PR-420
Sabor	Libre de sabores extraños	SM-PR-420
<b><u>CARACTERÍSTICAS FISICO-QUÍMICAS</u></b>		
PARAMETRO	ESPECIFICACIONES	METOLOGIA
Polarización	Mínimo 99.6	ICUMSA G52/3-1
% Humedad	Máximo 0.06%	ICUMSA G52/1/3-15, o Secador halógeno
Color ICUMSA	Máximo 180 U. I	ICUMSA G52/3-10
Turbidez	Máximo 100 U. I	ICUMSA G52/3-18
Potencial floc	Máximo 0.14 uma	SM-PR-370
% Azúcares reductores	Máximo 0.1%	ICUMSA G52/3-5
Insolubles	Máximo 100 ppm	ICUMSA G52/3-19
% Cenizas por conductividad	Máximo 0.1 %	ICUMSA G52/3-17
Sulfitos	Máximo 10 ppm	ICUMSA G52/1/7-33 o G52/3-35
Coefic. de Variación (tamaño)	Máximo 0.40 (o 40 %)	ICUMSA G52-37
<b><u>CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS</u></b>		
PARAMETRO	ESPECIFICACIONES	METOLOGIA
Recuento Mesófilos aerobios	Máximo $2.0 \times 10^2$ UFC/gramo	FDA/ BAM 1993
Coliformes totales	< 3 NMP/gramo	FDA/ BAM 1993
Recuento Mohos y Levaduras	Máximo $1.0 \times 10^2$ UFC/gramo	FDA/ BAM 1993
REVISADO POR: R. U.	APROBADO POR: 	
Jefe del Laboratorio de Producción	Jefe del Dpto. Calidad	



## Anexo 5

### Fichas técnicas de Materiales: Pectina

<b>GRINDSTED® Pectin AMD 783</b>	
<b>Descripción</b>	<b>Especificaciones fisico-químicas</b>
GRINDSTED® Pectin AMD 783 es una pectina de alto metoxilo, extra fuerte, estandarizada con azúcar por Índice de Estabilidad. Es un polvo manufacturado de cáscara cítrica y tiene una variación natural de color de beige a dorado.	(Métodos de análisis disponibles a petición)
	Índice de Estabilidad (ph 4.0) 165-185 *
	Puntos negros en 50g < 1
	Grado de esterificación normalmente 70 %
	pH (solución 1%) 3.4-3.8
	Pérdidas por secado max. 12 %
	Materia insoluble en ácido max. 1 %
	Tamaño de partícula max. 2 % > 60 mesh (ASTM)
	* ph 4.0 / MSNF 8%
<b>Áreas de aplicación</b>	<b>Especificaciones microbiológicas</b>
Yogurt bebible, bebidas lácteas acidificadas, bebidas de leche / fruta y nutricionales. Bebidas de proteína basadas en suero y vegetal; y licor cremoso.	Cuenta Total Aeróbica max. 1,000 /g
	Hongos y levaduras max. 100 /g
	Coliformes ausente en 1.0 g
	Salmonella ausente en 25.0 g
<b>Beneficios</b>	<b>Especificaciones de metales pesados</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Estabiliza las proteínas para prevenir la precipitación causada por los efectos del valor ph o tratamientos de calor</li><li>• Previene la separación de suero</li><li>• Baja viscosidad</li><li>• Extremadamente baja cuenta de partículas negras.</li></ul>	Arsénico (As) max. 3 mg/kg
	Plomo (Pb) max. 5 mg/kg
	Metales Pesados (como Pb) max. 20 mg/kg
<b>Dosis</b>	<b>Datos nutricionales</b>
La dosis varía dependiendo de la formulación, pero normalmente entre 0.20-0.40%	(Valores aproximados para etiquetado nutricional por 100g)
	Energía (kcal) 92
	Energía (kJ) 390
	Proteína 0 g
	Carbohidrato 23 g
	- de los cuales azúcares 23 g
	Grasa 0 g
	- de la cual saturada 0 g
	Fibra 68 g
	Sodio < 1 g


## Anexo 6

### Fichas técnicas de Materiales: Quinua

QUINUA		
<b>DESCRIPCION</b> SEMILLA O PSEUDOCEREAL DE LA ESPECIE CHENOPODIUM ALBUM CON ALTO CONTENIDO DE CARBOHIDRATOS, PROTEINAS Y FIBRA INSOLUBLE.		
<b>FABRICANE:</b> PROQUINUA		
<b>PROVEEDOR</b> PROQUINUA :		
<b>CARACTERISTICAS DE CALIDAD</b>		
<b>DESCRIPCION</b>	<b>ESPECIFICACION</b>	<b>TECNICAS DE ANALISIS</b>
Apariencia	Grano color crema	No aplica
% PROTEINA CRUDA	Min 13%	No aplica
% HUMEDAD:	Max 12%	No aplica
% FIBRA SOLUBLE	Min 15%	No aplica
% GRASA :	Min 4%	No Aplica.
<b>NORMA DE REFERENCIA:</b> NTE INEN 1673		
<b>CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO:</b> Este producto debe conservarse a temperatura ambiente, en una ambiente fresco y seco.		
<b>USOS:</b> Bebidas con Leche, naranjilla y Lulo		
<b>FICHA DESARROLLADA POR:</b> Ing. Freddy Pazmiño B.		

## Anexo 7

### Fichas técnicas de Materiales: Ácido Láctico.

		<b>Especificação Técnica</b>	
		PGQ-26 Revisão 3-2 EPF-03 05/12/03	
<b>PURAC® FCC 85</b>			
<b>Descrição</b>	PURAC® FCC 85 é o Ácido Láctico Natural L(+), que é produzido via fermentação de açúcar de cana. Tem sabor suave e é largamente usado como acidulante na indústria alimentícia.		
<b>Especificação</b>	Produto	Ácido Láctico	
	Aspecto	Líquido xaroposo, límpido e isento de material em suspensão	
	Cor Fresca (APHA)	Máx. 50	
	Cor após 06 meses (APHA)	Máx. 50	
	Pureza Estereoquímica L(+)	Min. 95%	
	Concentração	84,5-85,5%	
	Peso específico a 20°C	1,19-1,21 g/ml	
	Sabor	Ácido e característico	
	Odor	Característico e agradável	
	Cinzas Sulfatadas	Máx. 0,1%	
	Metais Pesados Totais	Máx. 10 ppm	
	Ferro	Máx. 10 ppm	
	Arsênio	Máx. 1 ppm	
	Cálcio	Máx. 20 ppm	
	Cloreto	Máx. 10 ppm	
	Sulfato	Máx. 20 ppm	
	Açúcares Redutores	Passa teste FCC	
	Cumprir com	FCC, JSFA, EUSFA (não para concentração)	
<b>Propriedades físicas e químicas</b>	Fórmula Molecular	CH <sub>3</sub> CHOHCOOH	
	Peso Molecular	90,08	
	Nomenclatura	Ácido-2-hidroxi propanóico	
<b>Registros</b>	Ministério da Saúde do Brasil	Isento conforme resolução 23/00 ANVISA	
	CAS-Nr.	79-33-4	
	EEC – aditivo alimentício	E270	
	Mercosul – aditivo alimentício	INS 270	
	EC-Nr.	201-196-2	
	Ministério da Agricultura do Brasil/ DIPOA	AUP 2389/2002	

















## Anexo 8

### Fichas técnicas de Materiales: Ácido Láctico.

<b>SABORIZANTE NARANJILLA LULO</b>		
<b>DESCRIPCION</b> SABORIZANTE DE COLOR CLARO LIQUIDO VISCOSIDAD BAJA, COMPUESTO DE PROPILENGLICOL COMO SOLVENTE, AROMATIZANTE IDENTICO AL NATURAL, ALCOHOL ETILICO.		
<b>FABRICANTE:</b> Givaudan		
<b>PROVEEDOR</b> Pal Harmony ( Givaudan)		
<b>CARACTERISTICAS DE CALIDAD</b>		
<b>DESCRIPCION</b>	<b>ESPECIFICACION</b>	<b>TECNICAS DE ANALISIS</b>
Apariencia	Líquido con una baja viscosidad	No aplica
Color	Color claro	No aplica
Olor	Conforme a	No aplica
Sabor	Conforme a	No aplica
Densidad	0.995-1.005	No aplica
Índice de Refracción ( nD / 20 )	1.420-1.430	No aplica
<b>NORMA DE REFERENCIA:</b> RESOLUCION MERCOSUR GMC 10/06/ ES		
<b>CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO:</b> Este producto debe conservarse a 15°C a 20°C en embalaje original, sin abrir condiciones frescas y secas mínimo de 2 años.		
<b>USOS:</b> Bebidas con Leche, naranjilla y Lulo.		
<b>FICHA DESARROLLADA POR:</b> Ing. Freddy Pazmiño B.		

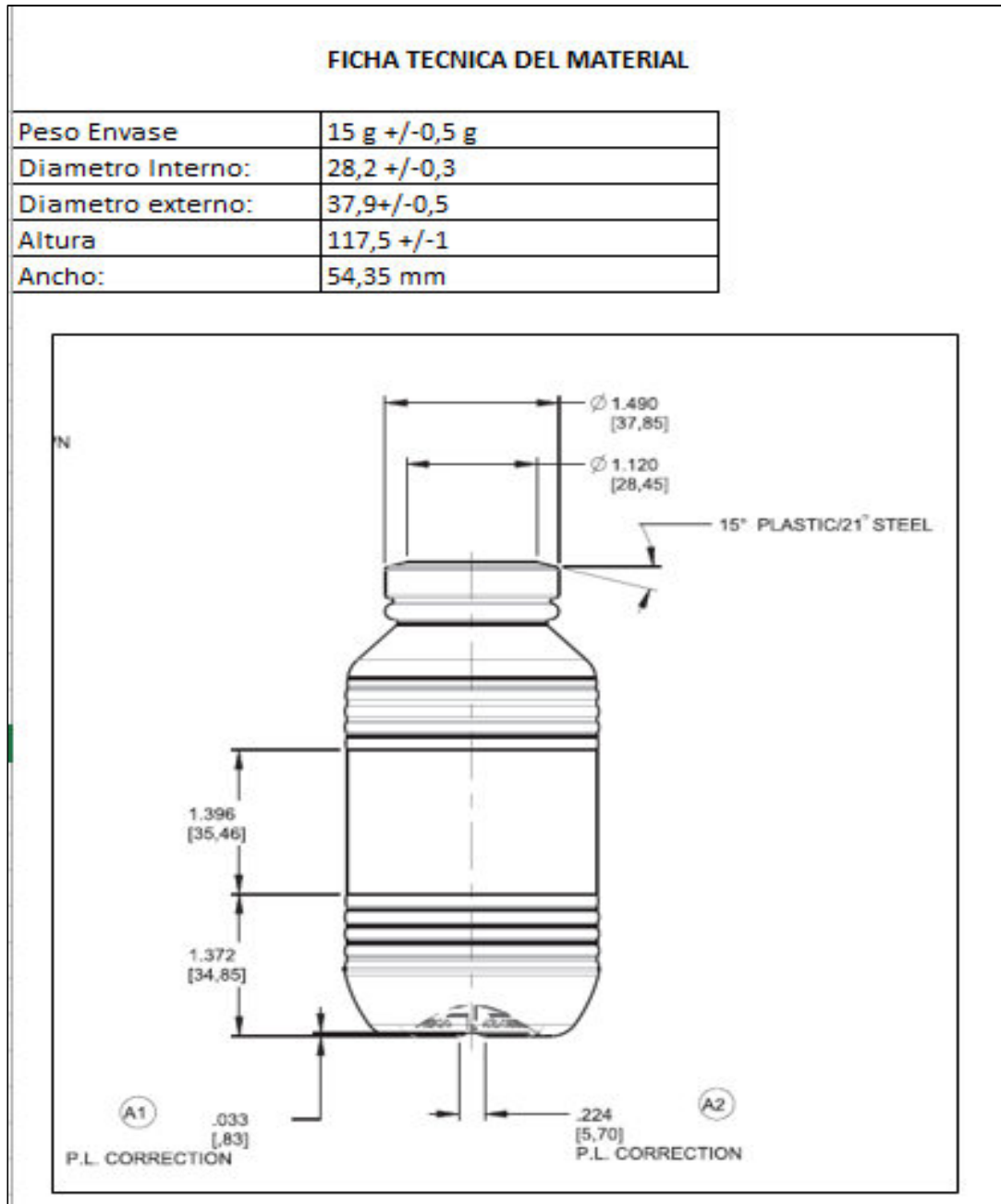
## Anexo 9

### Ficha Técnica de Materiales: Foil de Aluminio

<h2>Technical Data Sheet</h2>																																				
<p><b>Capsteril® NAF211 (48/46)</b></p> <div style="text-align: right;">  <p><b>VAASSEN</b> A Clondalkin Company</p> <p>FLEXIBLE PACKAGING</p> </div>																																				
Product	Capsteril® NAF211 is a laminate of aluminum and peelable HDPE. This foil gives a peelable sealing to PE containers. It can be used in retorting processes.																																			
Composition	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Thickness (µm)</th> <th>Mass (g/m<sup>2</sup>)</th> <th>Tolerance (g/m<sup>2</sup>)</th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td>~ 1</td> <td>1</td> <td>0.3</td> <td>Lacquer, available in several colors*</td> </tr> <tr> <td></td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>Single color print (optional)</td> </tr> <tr> <td></td> <td>48</td> <td>129.6</td> <td>10.4</td> <td>Aluminium soft annealed</td> </tr> <tr> <td></td> <td>~ 4</td> <td>4</td> <td>0.3</td> <td>Adhesive</td> </tr> <tr> <td></td> <td>46</td> <td>47.8</td> <td>3.2</td> <td>Peelable HDPE</td> </tr> <tr> <td></td> <td>99</td> <td>182.4</td> <td>14.2</td> <td>Total complex</td> </tr> </tbody> </table> <p>* Mentioned coat weight applies for clear lacquer. For dark colors a higher coat weight is applied.</p>		Thickness (µm)	Mass (g/m <sup>2</sup> )	Tolerance (g/m <sup>2</sup> )			~ 1	1	0.3	Lacquer, available in several colors*		-	-	-	Single color print (optional)		48	129.6	10.4	Aluminium soft annealed		~ 4	4	0.3	Adhesive		46	47.8	3.2	Peelable HDPE		99	182.4	14.2	Total complex
	Thickness (µm)	Mass (g/m <sup>2</sup> )	Tolerance (g/m <sup>2</sup> )																																	
	~ 1	1	0.3	Lacquer, available in several colors*																																
	-	-	-	Single color print (optional)																																
	48	129.6	10.4	Aluminium soft annealed																																
	~ 4	4	0.3	Adhesive																																
	46	47.8	3.2	Peelable HDPE																																
	99	182.4	14.2	Total complex																																
Basic uses	<p>This foil is used as lidding foil for blow-molded or injection molded containers. The foil is suitable for retorting after packaging. It provides a sterile closure in an aseptic filling process. Typical applications are:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dairy products</li> <li>• Fruit juices</li> <li>• Soups</li> <li>• Sauces</li> </ul>																																			
Properties	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Easy peel (cohesive)</li> <li>• Sealing to HDPE: hot fill till 90°C and retort resistant up to 121°C</li> <li>• Sealing to LDPE and PP: hot fill till 90°C</li> <li>• Maximum light barrier</li> <li>• Protection against micro-organism</li> </ul>																																			
Sealing	<p>Typical seal values are:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sealing temperature between 200°C and 280°C</li> <li>• Sealing time between 1 and 6 seconds</li> <li>• Optimum seal and peelability depends on sealing pressure, time, temperature and bottle type</li> </ul>																																			
Availability	This foil can be supplied as ready punched lids as well as in reels. Reels can be supplied gamma irradiated to assure sterility. In that case the reels are packed in vacuum-sealed bags to keep the reels sterile. The vacuum proofs that the bag is closed.																																			
Shelf life	2 years from production date (as mentioned on the bobbin label), for the raw material.																																			
Storage	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Temperature: Between 5°C and 40°C</li> <li>• Humidity: Between 30% and 80%</li> </ul> <p>The foil should be stored in the production area at least 24 hours before processing, giving the foil time to acclimatize</p>																																			
Conformity	The information submitted in this specification is based on our current knowledge and experience. The product is permitted for food contact under the conditions set out in our current Declaration of Compliance. In view of the many factors that may affect processing and application, these data do not relieve processors from the responsibility of carrying out their own tests and experiments. It neither guarantees certain properties of suitability for a specific purpose. The user must observe industrial property rights such as patents or trademarks.																																			

## Anexo 10

### Fichas técnicas de Materiales: Poma de Polietileno de Alta densidad.





## Anexo 11

### Especificaciones de Dataloggers

2 – PicoVACQ detailed description

**Main body :** it is the main part of the PicoVacq. It contains the sensor, the connection, the electronics and the watertight O'ring.

**Battery Pack :** The battery pack supplied by TMI-ORION cannot be recharged and must be replaced as soon as the PicoVACQ indicates that battery voltage is low. Please ship back the old battery pack so it can be recycled.

**Sensor :** This is where the platinum RTD is located. The sensor is either internal to the PicoVACQ 1T, or located in the tip of the external probe (see PicoVACQ 1Tc picture above).

7 – Technical features

Operating range	From -70°C to +140°C (depending on the battery pack) and from 10mbar to 15 bar
Measurement range	From -70°C to 140°C
Temperature resolution	16 bit converter, resolution : <+/- 0.02°C
Recalibration	Annual calibration is strongly recommended Logger can be calibrated/adjusted by the user (software option)
Sensors	Pt1000 sensor
Dimensions	Ø 15 mm x 22 mm with 015P battery pack (see datasheet for other dimensions)
Material	Stainless steel 316L
Memory size	16 000 acquisitions Non-volatile memory
Clock	Real time clock
Acquisition rate	User programmable acquisition rate (from 1 second to 59min 59sec) User programmable test duration Recording start date can be programmed from a date/time or a defined temperature treshold.
Battery autonomy	Depending on the conditions of use, usually > 100 hours
Software environment	Data transfer through an interface connected to the USB port. PC compatible. Environment : Windows XP®, Vista®, 7®, 8®. TMI-Orion operating software (Logger programming, visualization of recorded data,...) Logger can be calibrated/adjusted by the user (software option).

## Anexo 12

### Datos Colectados

TYPE	THERMOCOUPLES									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	TC	TC	TC	TC	TC	TC	TC	TC	TC	TC
CALIB	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
(hh:mm:ss)										
00:00:00	26.09	27.08	29.85	27.98	26.50	26.99	27.01	30.07	29.87	30.38
00:00:30	26.09	27.08	29.87	28.01	26.50	26.99	27.04	30.05	29.87	30.37
00:01:00	26.09	27.10	29.87	28.01	26.50	26.99	27.06	30.02	29.87	30.37
00:01:30	26.10	27.10	29.75	28.01	26.51	26.93	27.04	29.98	29.75	30.31
00:02:00	26.09	27.10	29.68	27.98	26.53	26.92	27.04	29.92	29.68	30.23
00:02:30	26.12	27.56	29.75	30.55	27.14	28.52	28.29	30.33	29.90	31.19
00:03:00	27.18	34.22	34.20	36.23	33.86	32.02	35.11	36.98	35.70	34.66
00:03:30	34.73	43.58	41.05	46.03	41.75	43.50	44.13	45.04	40.00	43.62
00:04:00	51.75	55.07	58.34	58.37	54.59	57.13	57.69	59.51	56.62	60.07
00:04:30	62.72	65.57	68.22	67.49	64.25	66.08	67.66	68.62	66.53	67.90
00:05:00	71.19	74.60	77.44	75.00	72.65	73.36	75.14	76.15	75.07	75.53
00:05:30	78.84	82.35	84.97	81.73	79.71	80.21	82.00	83.13	82.56	81.96
00:06:00	85.76	88.21	90.89	88.04	86.22	87.42	87.43	89.19	89.19	88.01
00:06:30	91.97	93.80	96.82	93.95	92.48	93.07	93.27	95.00	94.92	93.90
00:07:00	97.09	99.55	101.22	99.04	97.84	98.48	98.40	99.40	99.94	98.48
00:07:30	101.64	103.40	105.41	103.53	101.97	102.61	102.36	104.46	103.95	103.12
00:08:00	105.32	106.56	108.53	106.71	105.08	105.89	105.41	107.55	107.20	106.48
00:08:30	108.12	108.99	110.70	109.04	107.79	108.63	107.81	110.16	109.70	109.14
00:09:00	110.37	111.16	112.35	110.97	109.74	110.61	109.67	112.04	111.72	110.93
00:09:30	111.67	112.56	113.76	112.39	111.50	112.07	111.10	113.35	113.27	112.53
00:10:00	113.05	113.44	114.90	113.64	112.88	113.50	112.56	114.25	114.30	113.57
00:10:30	114.18	114.88	115.93	115.02	114.04	114.73	113.63	115.71	115.46	114.73
00:11:00	115.55	115.79	116.71	116.10	115.15	115.74	114.66	116.56	116.31	115.87
00:11:30	116.69	116.80	117.45	116.98	116.14	116.57	115.42	117.35	117.14	116.74
00:12:00	117.66	117.53	118.04	117.70	117.16	117.53	116.47	118.15	117.86	117.45
00:12:30	118.64	118.04	118.82	118.63	117.99	118.45	117.32	118.91	118.68	118.39
00:13:00	119.43	118.88	119.42	119.17	118.82	119.08	118.17	119.59	119.30	119.00
00:13:30	120.12	119.66	120.18	119.76	119.47	119.85	118.82	119.98	120.05	119.80
00:14:00	120.60	120.12	120.53	120.35	119.99	120.29	119.43	120.46	120.38	120.26
00:14:30	120.97	120.51	120.94	120.71	120.36	120.68	119.99	120.84	120.77	120.66
00:15:00	121.31	120.81	121.16	120.95	120.66	120.98	120.23	121.13	121.01	120.92
00:15:30	121.53	121.03	121.36	121.13	120.86	121.20	120.51	121.30	121.21	121.11
00:16:00	121.68	121.20	121.49	121.26	121.05	121.33	120.60	121.41	121.36	121.38
00:16:30	121.72	121.31	121.62	121.19	121.12	121.37	120.88	121.41	121.44	121.44
00:17:00	121.68	121.27	121.57	121.08	121.05	121.29	120.90	121.28	121.33	121.38
00:17:30	121.77	121.25	121.49	121.11	121.03	121.22	120.88	121.24	121.27	121.33
00:18:00	121.92	121.33	121.51	121.23	121.10	121.27	120.95	121.34	121.33	121.33
00:18:30	122.14	121.46	121.59	121.36	121.25	121.40	121.05	121.45	121.40	121.42



## Anexo 13

### Datos Colectados

<b>DATA COLLECTION REPORT</b>										
Generated by CALSoft 5.0.5 © 2016 TechniCAL Inc										
Date Printed: Thursday, July 28, 2016 12:26:32 pm										
FILE NAME		: I:\TONI\HYDROLOCK\16072602 milk g.chp								
THERMOCOUPLES										
TYPE	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
CALIB	TC	TC	TC	TC	TC	TC	TC	TC	TC	TC
(hh:mm:ss)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
00:19:00	122.35	121.57	121.70	121.52	121.38	121.53	121.27	121.54	121.51	121.53
00:19:30	122.53	121.74	121.81	121.62	121.49	121.68	121.47	121.69	121.62	121.72
00:20:00	121.94	121.49	121.98	120.02	120.56	120.68	120.80	121.80	121.77	121.92
00:20:30	115.40	115.45	117.93	113.60	114.52	114.31	114.47	116.39	117.09	116.85
00:21:00	109.54	110.49	112.19	108.40	109.17	109.03	109.37	110.91	111.68	111.36
00:21:30	105.01	105.96	107.61	103.98	104.66	104.54	105.12	106.25	106.91	106.13
00:22:00	101.44	102.28	103.69	100.40	101.30	100.56	101.79	102.48	103.24	102.94
00:22:30	98.36	99.14	100.75	97.55	98.39	98.57	99.68	99.40	100.08	100.54
00:23:00	95.80	96.63	98.05	95.06	95.94	96.63	97.02	96.87	97.90	98.51
00:23:30	93.82	94.67	95.96	93.23	94.07	94.48	94.84	94.88	96.01	96.48
00:24:00	91.86	93.02	94.22	91.71	92.35	92.19	93.27	93.21	93.96	94.23
00:24:30	90.16	91.54	92.61	90.01	90.94	91.21	92.07	91.62	92.32	92.93
00:25:00	88.65	91.09	91.30	88.55	89.62	89.47	90.23	90.04	91.16	91.61
00:25:30	87.24	89.59	90.33	87.30	88.27	88.00	88.84	88.76	90.06	90.10
00:26:00	86.10	88.63	89.15	86.44	87.17	86.96	87.79	87.81	88.88	88.64
00:26:30	85.10	87.47	88.09	85.50	86.33	86.02	86.98	86.83	87.86	87.73
00:27:00	84.32	86.70	87.47	84.74	85.45	85.16	85.97	86.06	86.98	86.78
00:27:30	83.66	85.92	86.57	84.06	84.71	84.52	85.23	85.37	86.13	85.99
00:28:00	83.10	84.61	85.83	83.59	84.03	83.94	84.52	84.87	85.28	84.95
00:28:30	82.49	83.91	85.04	83.00	83.38	83.37	83.90	84.28	84.75	84.59
00:29:00	81.54	82.80	84.18	81.69	82.41	82.39	82.88	83.65	84.08	84.21
00:29:30	80.18	81.56	83.05	80.19	81.07	80.96	81.55	81.62	82.65	82.57
00:30:00	79.05	80.41	82.01	79.20	79.80	79.68	80.23	80.40	81.27	81.21
00:30:30	78.14	79.44	80.72	78.25	78.89	78.68	79.23	79.38	80.16	79.94
00:31:00	77.40	78.69	79.91	77.52	78.08	77.89	78.53	78.59	79.28	78.98
00:31:30	76.85	77.98	79.14	76.88	77.35	77.27	77.83	77.88	78.58	78.29
00:32:00	76.44	77.44	78.50	76.59	76.98	76.84	77.46	77.38	77.98	77.70
00:32:30	76.10	77.17	77.99	76.15	76.44	76.42	77.10	77.13	77.46	77.38
00:33:00	75.30	76.28	77.32	75.18	75.42	75.55	76.31	76.66	77.21	76.90
00:33:30	71.42	72.84	74.73	71.27	71.14	71.65	72.71	73.53	73.98	74.41
00:34:00	66.10	67.78	69.91	66.80	67.42	66.70	68.22	68.60	69.26	70.12
00:34:30	62.28	64.08	65.85	62.27	62.84	63.18	64.33	64.73	65.22	65.52
00:35:00	58.58	59.62	61.68	58.82	59.22	59.89	61.05	60.94	60.85	61.67
00:35:30	54.95	56.83	57.83	55.96	55.78	56.04	57.43	57.56	57.48	57.95
00:36:00	51.61	53.99	54.88	52.55	52.67	52.96	53.91	54.82	53.89	54.91
00:36:30	49.43	50.56	52.17	50.19	49.89	50.85	50.76	51.32	50.87	51.65
00:37:00	46.50	48.01	49.93	47.80	47.58	47.86	48.53	49.68	48.38	49.09
00:37:30	44.42	45.56	47.42	45.61	45.14	45.83	47.14	46.83	46.05	46.80
00:38:00	43.06	43.98	44.64	43.77	43.41	44.00	46.35	44.43	44.14	44.90
00:38:30	41.14	42.54	43.20	41.93	41.45	42.37	44.74	42.87	42.53	43.46
00:39:00	39.11	40.53	40.88	39.44	39.36	39.67	42.12	40.67	40.36	41.27
00:39:30	37.35	38.75	39.01	37.97	37.70	37.86	39.56	38.87	38.46	38.99
00:40:00	36.02	37.39	37.87	36.62	36.32	36.38	38.16	37.28	36.96	37.52
00:40:30	34.49	36.15	36.42	35.33	35.09	35.30	36.81	36.00	35.62	36.24
00:41:00	33.41	34.90	35.23	34.24	34.02	34.11	35.47	34.88	34.43	34.94
00:41:30	32.29	33.73	34.18	33.14	32.99	33.12	34.33	33.78	33.40	33.81
00:42:00	31.41	32.63	33.13	32.18	32.03	32.20	32.97	32.80	32.44	32.90
00:42:30	30.64	31.64	32.14	31.37	31.22	31.36	32.08	31.92	31.67	31.94
00:43:00	29.92	30.80	31.36	30.45	30.48	30.69	31.24	31.19	30.95	31.34
00:43:30	29.73	30.47	30.64	30.33	30.19	30.37	30.96	30.65	30.57	30.83
00:44:00	29.54	30.18	30.49	30.19	30.00	30.42	30.81	30.52	30.38	30.62

Date Printed Thursday, July 28, 2016

Página 2 de 4

## Anexo 13

### Datos Colectados

**DATA COLLECTION REPORT**  
Generated by CALSoft 5.0.5 © 2016 TechniCAL Inc  
Date Printed: Thursday, July 28, 2016 12:28:32 pm

FILE NAME : I:\TONI\HYDROLOCK\16072602 milk.g.chp

TYPE	THERMOCOUPLES									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	TC	TC	TC	TC	TC	TC	TC	TC	TC	TC
CALIB	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
(hh:mm:ss)										
00:44:30	29.46	29.96	30.35	30.10	29.90	30.33	30.76	30.43	30.24	30.64
00:44:30	Time Entered Cooling									
00:45:00	28.89	29.38	29.77	29.52	29.33	29.75	30.17	29.84	29.66	30.05
00:45:30	28.33	28.81	29.18	28.94	28.75	29.16	29.58	29.26	29.08	29.46
00:46:00	27.76	28.23	28.60	28.36	28.18	28.58	28.99	28.67	28.50	28.87
00:46:30	27.19	27.66	28.02	27.78	27.60	28.00	28.39	28.09	27.91	28.28
00:47:00	26.63	27.08	27.43	27.21	27.03	27.41	27.80	27.50	27.33	27.69
00:47:30	26.06	26.50	26.85	26.63	26.45	26.83	27.21	26.92	26.75	27.10
00:48:00	25.49	25.93	26.26	26.05	25.88	26.25	26.62	26.33	26.17	26.52
00:48:30	24.93	25.35	25.68	25.47	25.30	25.66	26.03	25.75	25.59	25.93
00:49:00	24.36	24.77	25.10	24.89	24.73	25.08	25.44	25.16	25.01	25.34
00:49:30	23.79	24.20	24.51	24.31	24.15	24.50	24.84	24.58	24.42	24.75
00:50:00	23.23	23.62	23.93	23.73	23.58	23.91	24.25	23.99	23.84	24.16
00:50:30	22.66	23.05	23.35	23.15	23.00	23.33	23.66	23.41	23.26	23.57
00:51:00	22.10	22.47	22.76	22.58	22.43	22.75	23.07	22.82	22.68	22.98
00:51:30	21.53	21.89	22.18	22.00	21.85	22.16	22.48	22.24	22.10	22.39
00:52:00	20.96	21.32	21.60	21.42	21.28	21.58	21.89	21.65	21.52	21.80
00:52:30	20.40	20.74	21.01	20.84	20.70	21.00	21.30	21.07	20.94	21.21
00:53:00	19.83	20.17	20.43	20.26	20.13	20.41	20.70	20.48	20.35	20.62
00:53:30	19.26	19.59	19.84	19.68	19.55	19.83	20.11	19.90	19.77	20.03
00:54:00	18.70	19.01	19.26	19.10	18.98	19.25	19.52	19.31	19.19	19.44
00:54:30	18.13	18.44	18.68	18.52	18.40	18.66	18.93	18.73	18.61	18.86
00:55:00	17.56	17.86	18.09	17.94	17.83	18.08	18.34	18.14	18.03	18.27
00:55:30	17.00	17.28	17.51	17.37	17.25	17.50	17.75	17.56	17.45	17.68
00:56:00	16.43	16.71	16.93	16.79	16.68	16.91	17.15	16.97	16.86	17.09
00:56:30	15.86	16.13	16.34	16.21	16.10	16.33	16.56	16.39	16.28	16.50
00:57:00	15.30	15.56	15.76	15.63	15.53	15.75	15.97	15.80	15.70	15.91
00:57:30	14.73	14.98	15.18	15.05	14.95	15.17	15.38	15.22	15.12	15.32
00:58:00	14.16	14.40	14.59	14.47	14.38	14.58	14.79	14.63	14.54	14.73
00:58:30	13.60	13.83	14.01	13.89	13.80	14.00	14.20	14.04	13.96	14.14
00:59:00	13.03	13.25	13.42	13.31	13.23	13.42	13.61	13.46	13.38	13.55
00:59:30	12.46	12.68	12.84	12.73	12.65	12.83	13.01	12.87	12.79	12.96
01:00:00	11.90	12.10	12.26	12.16	12.08	12.25	12.42	12.29	12.21	12.37
01:00:30	11.33	11.52	11.67	11.58	11.50	11.67	11.83	11.70	11.63	11.78
01:01:00	10.76	10.95	11.09	11.00	10.93	11.08	11.24	11.12	11.05	11.20
01:01:30	10.20	10.37	10.51	10.42	10.35	10.50	10.65	10.53	10.47	10.61
01:02:00	9.63	9.79	9.92	9.84	9.78	9.92	10.06	9.95	9.89	10.02
01:02:30	9.06	9.22	9.34	9.26	9.20	9.33	9.46	9.36	9.30	9.43
01:03:00	8.50	8.64	8.75	8.68	8.63	8.75	8.87	8.78	8.72	8.84
01:03:30	7.93	8.07	8.17	8.10	8.05	8.17	8.28	8.19	8.14	8.25
01:04:00	7.37	7.49	7.59	7.53	7.48	7.58	7.69	7.61	7.56	7.66
01:04:30	6.80	6.91	7.00	6.95	6.90	7.00	7.10	7.02	6.96	7.07
01:05:00	6.23	6.34	6.42	6.37	6.33	6.42	6.51	6.44	6.40	6.48
01:05:30	5.67	5.76	5.84	5.79	5.75	5.83	5.92	5.85	5.82	5.89
01:06:00	5.10	5.19	5.25	5.21	5.18	5.25	5.32	5.27	5.23	5.30
01:06:30	4.53	4.61	4.67	4.63	4.60	4.67	4.73	4.68	4.65	4.71
01:07:00	3.97	4.03	4.09	4.05	4.03	4.08	4.14	4.10	4.07	4.12
01:07:30	3.40	3.46	3.50	3.47	3.45	3.50	3.55	3.51	3.49	3.54
01:08:00	2.83	2.88	2.92	2.89	2.88	2.92	2.96	2.93	2.91	2.95
01:08:30	2.27	2.30	2.33	2.32	2.30	2.33	2.37	2.34	2.33	2.36
01:09:00	1.70	1.73	1.75	1.74	1.73	1.75	1.77	1.76	1.74	1.77

Date Printed Thursday, July 28, 2016

Página 3 de 4

**Anexo 14**

**Tabla de Ball para relación fH/U vs log (g)**

**TABLE 3.9**  
**f<sub>h</sub>/U vs. Log g Values**  
**for the Ball Formula Method**

f <sub>h</sub> /U	Log g	f <sub>h</sub> /U	Log g
0.350	-2.147	4.000	0.655
0.400	-1.790	4.500	0.702
0.450	-1.512	5.000	0.742
0.500	-1.290	5.000	0.742
0.550	-1.108	6.000	0.805
0.600	-0.949	7.000	0.854
0.650	-0.843	8.000	0.894
0.700	-0.736	9.000	0.927
0.750	-0.635	10.00	0.955
0.800	-0.544	15.00	1.052
0.850	-0.463	20.00	1.112
0.900	-0.392	25.00	1.155
0.950	-0.328	30.00	1.187
1.000	-0.273	35.00	1.214
1.100	-0.173	40.00	1.235
1.200	-0.090	45.00	1.254
1.300	-0.019	50.00	1.270
1.400	0.042	60.00	1.296
1.500	0.097	70.00	1.318
1.600	0.146	80.00	1.336
1.700	0.183	90.00	1.352
1.800	0.229	100.0	1.365
1.900	0.265	120.0	1.388
2.000	0.298	140.0	1.406
2.500	0.430	160.0	1.422
3.000	0.525	180.0	1.435
3.500	0.598	200.0	1.447

Fuente: Compañía Americana de Enlatados, Barrington, Illinois



## Anexo 15

### Factores y Datos Calculados por Software CALSOFT

#### Resultados de Fo calculado por el Método General

De esto se concluye que la termocupla 07 es la que menor Fo tiene, y por lo que se aplican los cálculos de Ball

<b>DATA COLLECTION REPORT</b>										
Generated by CALSoft 5.0.5 © 2016 TechniCAL Inc Date Printed: Thursday, July 28, 2016 12:26:32 pm										
FILE NAME : I:\TONI\HYDROLOCK\16072602 milk g.chp										
THERMOCOUPLES										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
TYPE	TC	TC	TC	TC	TC	TC	TC	TC	TC	TC
CALIB	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
(hh:mm:ss)										
01:09:30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cooling F:	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Heating F:	9.59	8.66	9.59	8.50	8.09	8.60	7.58	9.21	9.11	8.91
Total F:	9.59	8.66	9.59	8.50	8.09	8.60	7.58	9.21	9.11	8.91
The General Method F values listed above are calculated in CALSoft using the Trapezoidal Method with the factors z= 10 and Tref=121.11.										

#### Resultados de factores fh, jH a Fo estimado de 6 para Cálculos con formula de Ball.

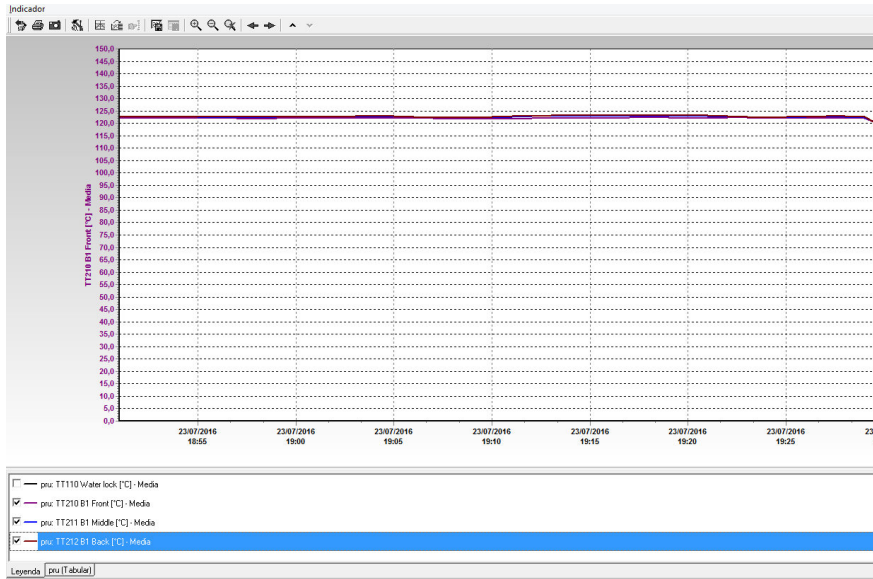
<b>BALL METHOD CALCULATION &amp; EVALUATION</b>												
Generated by CALSoft 5.0.5 © 2016 TechniCAL Inc Date Printed: Thursday, July 28, 2016 12:25:43 pm												
F(10.00/121.11)= 1 m+g=1 TC Correction=1.00 All Ball Formula processes Calculated using RT=122 IT=20												
Channel	Bb	Plot RT	Plot CUT	jh	j*TC	fh	f2	xbh	Actual IT	Heating F	Cooling F	Total F
A 07		12.85 121.00	00:00:00	2.64	2.64	7.01			27.01	7.58	0.00	7.58
A 05		12.65 121.00	00:00:00	3.04	3.04	6.56			26.50	8.09	0.00	8.09
A 01		12.63 121.00	00:00:00	3.28	3.28	6.42			26.09	9.59	0.00	9.59
A 10		12.48 121.00	00:00:00	3.20	3.20	6.37			30.38	8.91	0.00	8.91
A 06		12.45 121.00	00:00:00	3.35	3.35	6.28			26.99	8.60	0.00	8.60
A 02		12.32 121.00	00:00:00	3.00	3.00	6.38			27.08	8.66	0.00	8.66
A 04		12.30 121.00	00:00:00	3.35	3.35	6.19			27.98	8.50	0.00	8.50
A 09		12.19 121.00	00:00:00	3.47	3.47	6.07			29.87	9.11	0.00	9.11
A 08		12.12 121.00	00:00:00	3.51	3.51	6.01			30.07	9.21	0.00	9.21
A 03		11.96 121.00	00:00:00	3.43	3.43	5.95			29.85	9.59	0.00	9.59
ProCAL Record Number : 570B PROCESS COMPLETED : 7/28/2016 12:05:55PM FILE NAME & TC# Used : I:\TONI\HYDROLOCK\16072602 milk g.chp TC # = 7												
<b>CRITICAL FACTORS:</b>												
-Velocidad de la cadena porta tubos: 25.8 tubos x minuto Unidades por tubo : 10 Temperatura Waterlock: 75 °c Minima presion de vapor: 100PSI Temperatura de Esterilizacion:122 °C												
<b>PROCESS VALUES:</b>												
jh= 2.64 fh= 7.01 f2= 0.00 xbh= 0.00 jc= 1.41 fc= 7.01 F(10.00/121.11) = 6.00 m+g= 1.00 Come-Up-Time used for Credit Calculation=0.0 Process Correction= 0.00%												



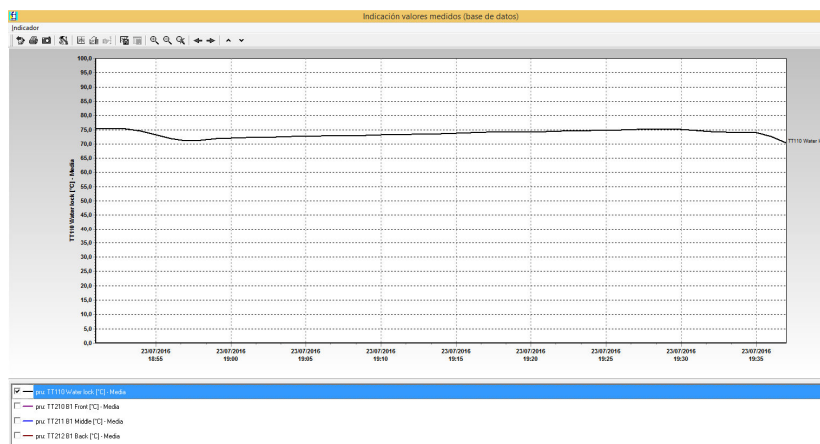
## Anexo 17

### Graficas de Termógrafo Endress: Haussen – Fuente: Lector Readwin 2000

#### Temperatura de Esterilización de las 3 sondas a 122°C



#### Temperatura del Waterlock



## Anexo 18

Apariencia de Curva de Penetración de calor en la termocupla de Estudio.

Usando Software Qlever se concluye que el sensor PV 63703 es el más difícil en llegar a la temperatura de trabajo.

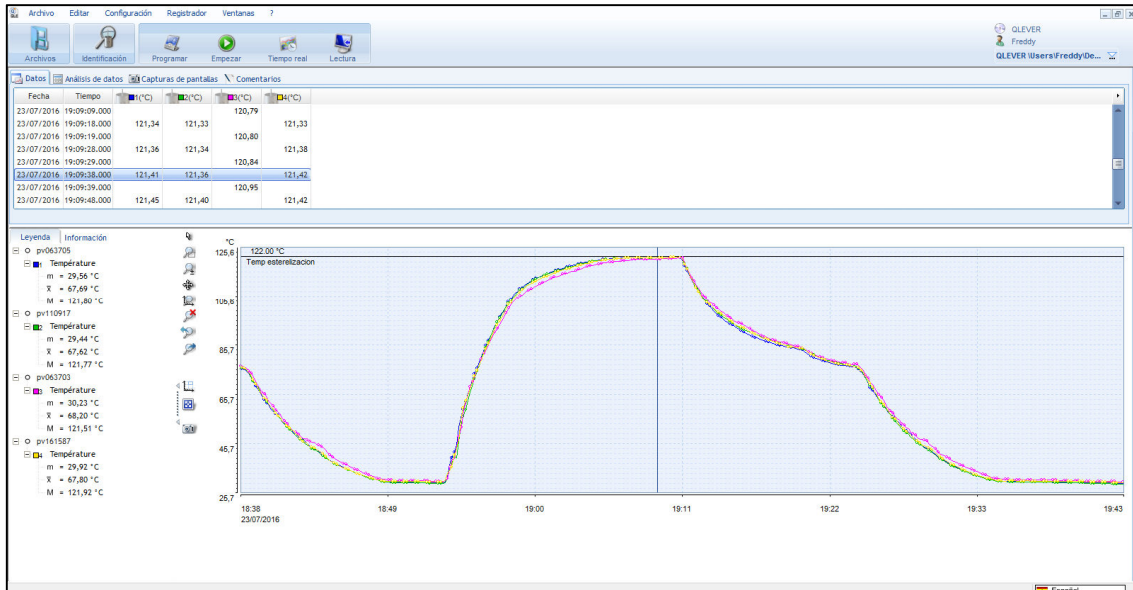
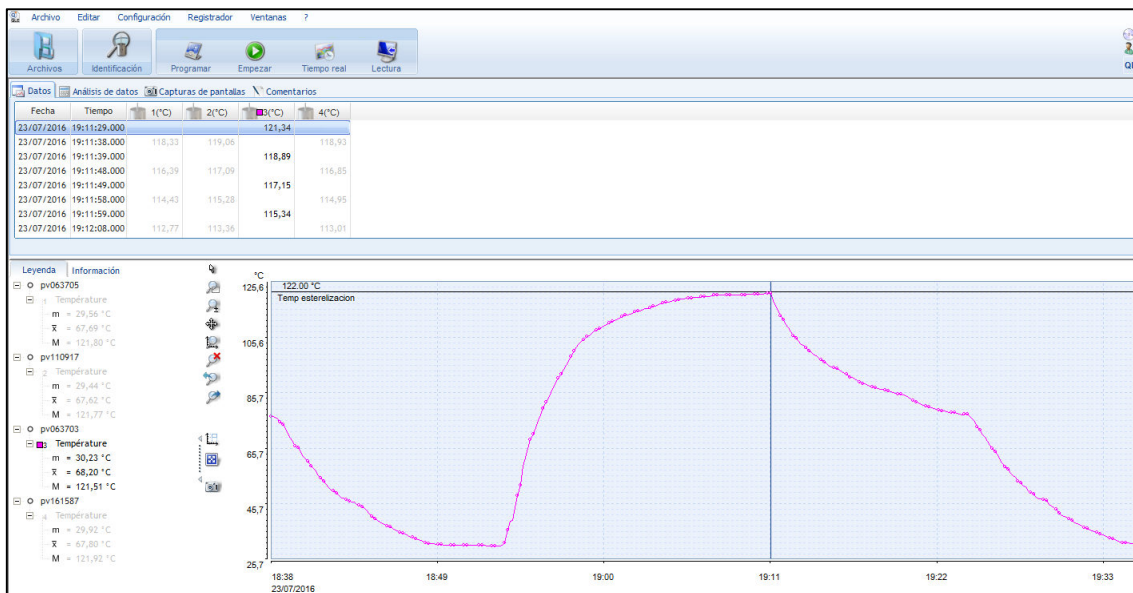


Imagen de termocupla aislada.



## Anexo 19

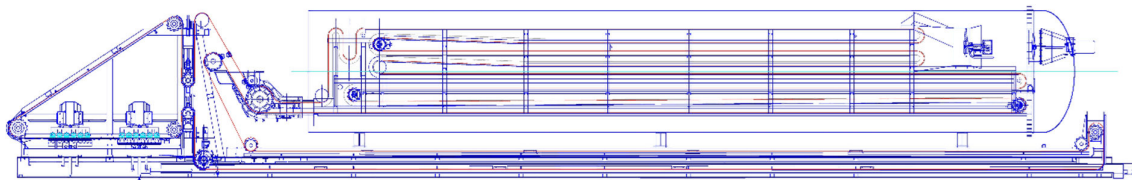
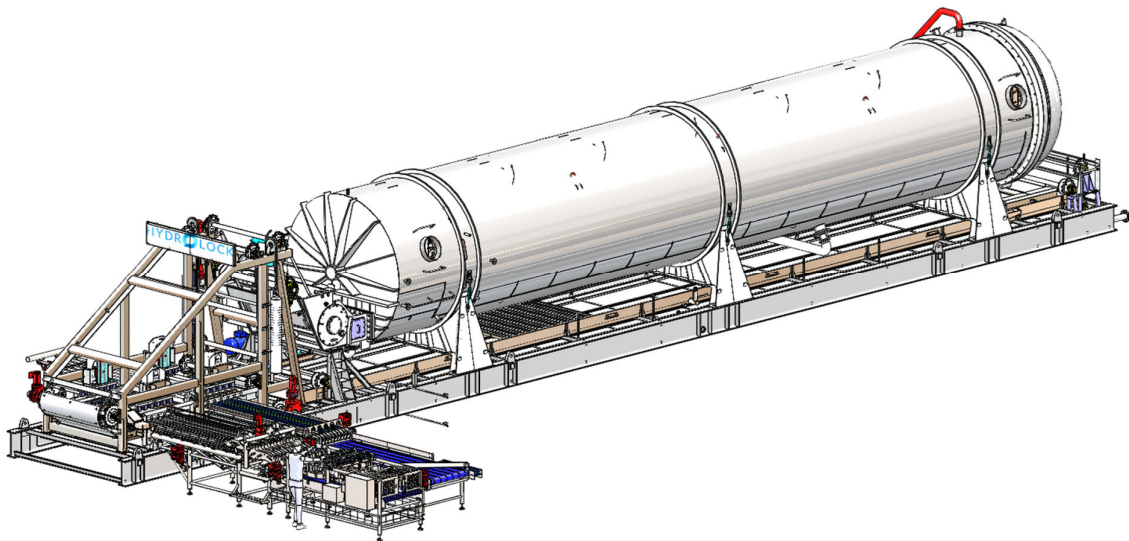
### Tabla de T Student

PUNTOS CRITICOS PARA LA DISTRIBUCION DE T DE STUDENT		
GRADOS DE LIBERTAD	Confianza 95% 1 cola 0.05	Confianza 95 % 2 colas 0.025
1	6,3137515	12,706205
2	2,9199856	4,3026527
3	2,3533634	3,1824463
4	2,1318468	2,7764451
5	2,0150484	2,5705818
6	1,9431803	2,4469119
7	1,8945786	2,3646243
8	1,859548	2,3060041
9	1,8331129	2,2621572
10	1,8124611	2,2281389
11	1,7958848	2,2009852
12	1,7822876	2,1788128
13	1,7709334	2,1603687
14	1,7613101	2,1447867
15	1,7530504	2,1314495
16	1,7458837	2,1199053
17	1,7396067	2,1098156
18	1,7340636	2,100922
19	1,7291328	2,0930241
20	1,7247182	2,0859634
21	1,7207429	2,0796138
22	1,7171444	2,0738731
23	1,7138715	2,0686576
24	1,7108821	2,0638986
25	1,7081408	2,0595386
26	1,7056179	2,0555294
27	1,7032884	2,0518305
28	1,7011309	2,0484071
29	1,699127	2,0452296
30	1,6972609	2,0422725



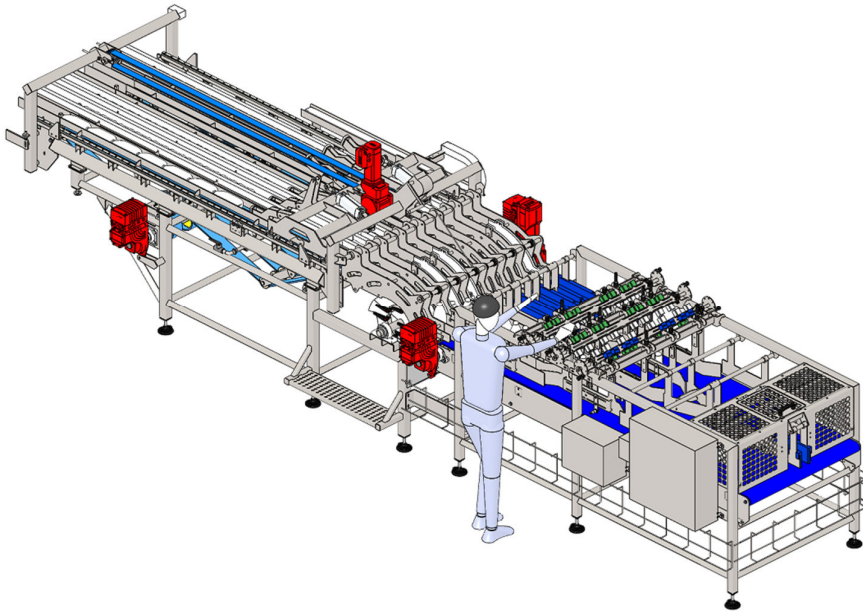
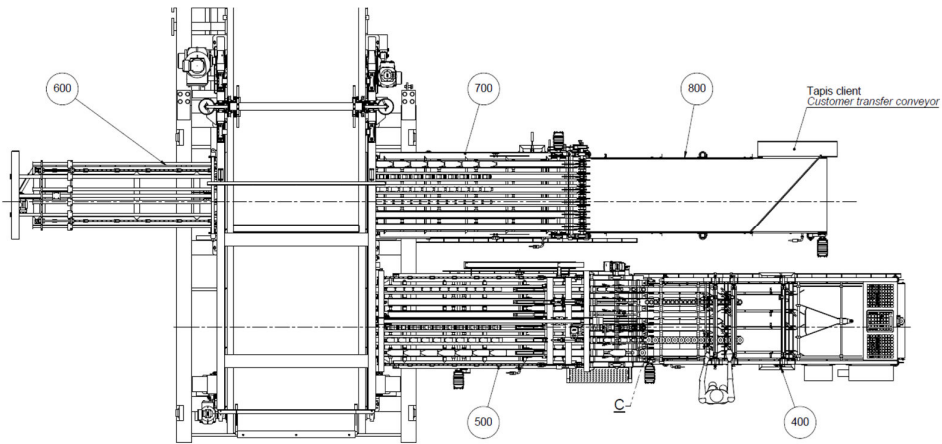
Anexo 20

Fotos del Equipo de Proceso.



## Anexo 21

### Fotos del Equipo de Proceso.



## Anexo 22

### Protocolo para Desarrollar un Estudio de Penetración de Calor

1.- Asegurar que el equipo de procesamiento térmico haya sido previamente evaluado en su instrumentación y que su distribución térmica sea adecuada, y no evidenciar puntos fríos en el equipo.

2.- Documentar todos los factores críticos relacionados con el autoclave, con los envases y con el producto, entre estos están:

Autoclave: Configuración del llenado de los envases, velocidad de la cadena, temperatura de Esterilización, presión de valor, rotación en caso de existir y ser medible

Envase: Tipo de envase, espacio de cabeza, integridad del sello.

Del producto: Formulación, procedimientos de preparación, peso neto, viscosidad.

3.- Los equipos colectores de temperatura deben estar previamente calibrados y colocados dentro de los envases en el centro geométrico del producto para obtener el punto más frío.

4.-Se colocan mínimo 12 termocuplas tipo Dataloggers en los envases y luego se llenan el con producto de interés para el estudio simulando las condiciones más críticas como Temperatura Inicial, sobrellenado y espacio de Cabeza mínimo. Así mismo se deben colocar como mínimo 2 Dataloggers en diferentes posiciones que colecten lecturas referenciales de la distribución para poder compararlos con el termómetro de referencia de la autoclave a la temperatura del estudio.

4.- Los envases se colocan uniformemente en diferentes tubos del equipo realizando mínimo 2 réplicas para la obtención de Datos , adicional que todo el autoclave debe estar cargado , es decir, todos los tubos deben estar llenos con producto o agua con el fin de simular las peores condiciones para un estudio de penetración de calor.

5.- Se analizan los datos seleccionados que al mínimo deben ser 10 datos validos de los 12 colectores de temperatura que se colocaron.

6.- Se selecciona la termocupla más lenta, según la curva de calentamiento.

7.- Se aplica el Método de Cálculo térmico de Ball a un Fo objetivo de interés para determinar el tiempo de proceso térmico y se realiza al simulación a diferentes temperaturas iniciales y temperaturas del autoclave.

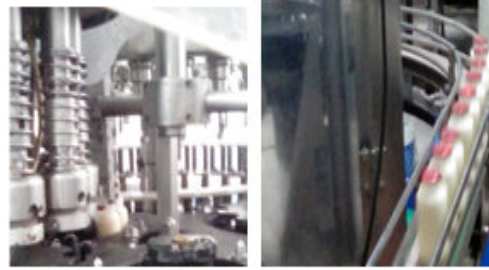
## Anexo 23

### Evidencia Fotográfica preparación de Bebida con Leche, Lulo y Quinua



Preparación y Filtración de la Semilla de Quinua

Preparación y Cocción de Ingredientes



Llenado de Envases por Producto Mezclado & Homogenizado

Sellado de Envases



Resultados Analíticos de Producto Terminado