



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
CARRERA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL**

**Título**

Construcción de un baño maría para pruebas de tratamientos térmicos a nivel de laboratorio

**Trabajo de Titulación para optar al título de Ingeniera  
Agroindustrial**

**Autoras:**

Guayasamín Quishpe María José  
Molina Paredes Joselin Tatiana

**Tutor:**

Dr. Mario Hernán Salazar Vallejo

**Riobamba, Ecuador. 2022**

## DERECHOS DE AUTORÍA

Nosotras, Guayasamín Quishpe María José, con cédula de ciudadanía 172591176-0, y Molina Paredes Joselin Tatiana, con cedula de ciudadanía 060485348-1, autoras del trabajo de investigación titulado: “CONSTRUCCIÓN DE UN BAÑO MARÍA PARA PRUEBAS DE TRATAMIENTO TÉRMICO A NIVEL DE LABORATORIO”, certifico que la producción, ideas, opiniones, criterios, contenidos y conclusiones expuestas son de mí exclusiva responsabilidad.

Asimismo, cedo a la Universidad Nacional de Chimborazo, en forma no exclusiva, los derechos para su uso, comunicación pública, distribución, divulgación y/o reproducción total o parcial, por medio físico o digital; en esta cesión se entiende que el cesionario no podrá obtener beneficios económicos. La posible reclamación de terceros respecto de los derechos de autor (a) de la obra referida, será de mi entera responsabilidad; librando a la Universidad Nacional de Chimborazo de posibles obligaciones.

En Riobamba, 18 de enero de 2022



---

María José Guayasamín Quishpe

C.I: 172591176-0



---

Joselin Tatiana Molina Paredes

C.I: 060485348-1

**DICTAMEN FAVORABLE DEL TUTOR Y MIEMBROS DE TRIBUNAL;**

Quienes suscribimos, catedráticos designados Tutor y Miembros del Tribunal de Grado para la evaluación del trabajo de investigación “CONSTRUCCIÓN DE UN BAÑO MARÍA PARA PRUEBAS DE TRATAMIENTOS TÉRMICOS A NIVEL DE LABORATORIO”, presentado por María José Guayasamín Quishpe, con cédula de identidad número 1725911760, y Joselin Tatiana Molina Paredes, con cedula de Identidad numero 0604853481 certificamos que recomendamos la APROBACIÓN de este con fines de titulación. Previamente se ha asesorado durante el desarrollo, revisado y evaluado el trabajo de investigación escrito y escuchada la sustentación por parte de su autor; no teniendo más nada que observar.

De conformidad a la normativa aplicable firmamos, en Riobamba 18 de enero de 2022

Mgs./ PhD. Paul Ricaurte  
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL DE  
GRADO



Firmado electrónicamente por:  
**PAUL STALIN  
RICAURTE**

Firma

Mgs./ PhD. Daniel Luna  
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE  
GRADO



Firmado electrónicamente por:  
**DANIEL  
ALEJANDRO  
LUNAVELASCO**

Firma

Mgs./ PhD. Ángel Silva  
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE  
GRADO



Firmado electrónicamente por:  
**ANGEL ALBERTO  
SILVA CONDE**

Firma

Mgs./ PhD. Mario Salazar  
TUTOR



Firmado electrónicamente por:  
**MARIO HERNAN  
SALAZAR  
VALLEJO**

Firma

## **CERTIFICADO DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL**

Quienes suscribimos, catedráticos designados Miembros del Tribunal de Grado para la evaluación del trabajo de investigación “CONSTRUCCIÓN DE UN BAÑO MARIA PARA PRUEBAS DE TRATAMIENTOS TÉRMICOS A NIVEL DE LABORATORIO”, presentado por María José Guayasamín Quishpe, con cédula de identidad número 1725911760, y Joselin Tatiana Molina Paredes, con cedula de identidad número 0604853481, bajo la tutoría del Dr. Mario Hernán Salazar Vallejo; certificamos que recomendamos la APROBACIÓN de este con fines de titulación. Previamente se ha evaluado el trabajo de investigación y escuchada la sustentación por parte de su autor; no teniendo más nada que observar.

De conformidad a la normativa aplicable firmamos, en Riobamba 18 de enero de 2022.

Presidente del Tribunal de Grado  
Mgs./ PhD. Paul Ricaurte

 Firmado electrónicamente por:  
**PAUL STALIN  
RICAURTE**  
Firma

Miembro del Tribunal de Grado  
Mgs./ PhD. Daniel Luna

 Firmado electrónicamente por:  
**DANIEL  
ALEJANDRO LUNA  
VELASCO**  
Firma

Miembro del Tribunal de Grado  
Mgs./ PhD. Ángel Silva

 Firmado electrónicamente por:  
**ANGEL ALBERTO  
SILVA CONDE**  
Firma

# CERTIFICADO ANTIPLAGIO

## CERTIFICACIÓN

Que, **Guayasamín Quishpe María José** con CC: **172591176-0**, y **Molina Paredes Joselin Tatiana** con CC: **0604853481**, estudiantes de la Carrera **AGROINDUSTRIAL, NO VIGENTE**, Facultad de **FACULTAD DE INGENIERIA** ; han trabajado bajo mi tutoría el trabajo de investigación titulado **”CONSTRUCCION DE UN BAÑO MARIA PARA PRUEBAS DE TRATAMIENTOS TERMICOS A NIVEL DE LABORATORIO”**, cumple con el 0 %, de acuerdo al reporte del sistema Anti plagio **URKUND**, porcentaje aceptado de acuerdo a la reglamentación institucional, por consiguiente autorizo continuar con el proceso.

Riobamba, 06 de diciembre de 2021



---

MsC. Mario Salazar

**TUTOR**

## **DEDICATORIA**

*Este trabajo lo dedico en primer lugar a Dios quien me bendice todos los días con salud y vida para poder cumplir cada una de mis metas.*

*A mi madre Carmen Quishpe quien siempre se sacrificó para poder cumplir mi sueño de ser una profesional, siempre fue mi apoyo incondicional y tuvo confianza en mí.*

*A mi esposo Jairo e hijo Ian, quienes siempre me brindaron la fuerza para jamás rendirme y continuar con cada uno de mis logros.*

*A mis hermanos Luis, Vero, Esthela, Susana y Javier por sus consejos y motivación a nunca rendirme en mis sueños.*

*María José Guayasamín*

*El presente trabajo va dedicado a Dios, por bendecir mi vida y regalarme sabiduría y las fuerzas para cumplir mis metas.*

*A mis padres Patricio Molina y Yolanda Paredes por siempre apoyarme incondicionalmente y por inculcarme el valor del trabajo.*

*A mi abuelita Olguita Guilcapi por ser un ser incondicional en mi vida, y por siempre estar ahí para mí.*

*A mi esposo Alex e hija Aily por sus palabras de aliento para seguir adelante y no decaer.*

*A mis hermanos y a mi familia entera por apoyarme y aconsejarme en esta travesía que se llama vida.*

*Joselin Molina*

## **AGRADECIMIENTO**

*Agradezco a la Universidad Nacional de Chimborazo por abrirme las puertas y poder formarme profesionalmente en tan excelente institución.*

*A todos los docentes que conforman la carrera de Ingeniería Agroindustrial por compartir sus conocimientos en toda mi etapa universitaria, en especial agradezco a mi tutor el MsC. Mario Salazar por su asesoría en el proyecto de investigación.*

*Al MsC. Ángel Silva y MsC Daniel Luna por los conocimientos brindados en el proyecto de investigación.*

*Agradezco a mi esposo Jairo Suarez quien siempre estuvo a mi lado apoyándome para jamás rendirme y así poder cumplir mi sueño de ser una profesional.*

*María José Guayasamín*



*Agradezco a Dios por la vida y la alud brindada para poder culminar con mis estudios*

*A la Universidad Nacional de Chimborazo por acogerme como un segundo hogar.*

*A los docentes que pertenecen la carrera de Ingeniería Agroindustrial por regalarnos sabiduría en todas las materias instruidas, en especial agradezco a mi tutor el MsC. Mario Salazar por su paciencia y dedicación en el proyecto de investigación.*

*Al MsC. Ángel Silva y MsC Daniel Luna por los conocimientos brindados en el proyecto de investigación.*

*Agradezco a mi familia por apoyarme incondicionalmente y ayudarme a seguir adelante en mi carrera profesional y con la ayuda de mi hija.*

*Joselin Molina*

## INDICE GENERAL

<b>CAPITULO I. INTRODUCCIÓN</b> .....	16
1.1 Planteamiento del Problema.....	17
1.2 Justificación.....	17
1.3 Objetivos .....	18
1.3.1 Objetivo general.....	18
1.3.2 Objetivos específicos .....	18
<b>CAPITULO II. MARCO TEÓRICO</b> .....	19
2.1 Descripción del equipo.....	19
2.1.1 Esquema del Baño María .....	19
2.1.2 Usos del Baño María.....	19
2.1.3 Principio de Operación .....	20
2.1.4 Tipos de Baño María.....	21
2.2 Tratamiento Térmico.....	23
2.2.1 Transferencia de Calor.....	24
2.2.2 Tipos de tratamiento térmico .....	24
2.2.2.1 Pasteurización .....	25
2.2.2.2 Escaldado .....	26
2.2.2.3 Cocción .....	27
<b>CAPITULO III. METODOLOGÍA</b> .....	28
3.1 Tipo de investigación .....	28
3.2 Tipos de metodología .....	28
3.2.1 Método Analítico.....	28
3.2.2 Método Inductivo. ....	29
3.2.3 Método Deductivo .....	30
3.2.4 Método Experimental .....	30
3.3 Diseño del equipo.....	31
3.3.1. Procesos de mecanizado utilizados.....	31
3.3.2 Construcción de las partes de estructura del equipo .....	33
3.3.3 Diagrama de proceso de ensamblado del Baño María.....	35
3.3.4. Sistema Eléctrico .....	36
3.3.5 Diagrama de proceso de componentes electrónicos del Baño María .....	39

<b>CAPITULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> .....	40
4.1. Resultados .....	40
4.1.1. Coeficiente de convección externa para el agua.....	41
4.1.2 Cálculo modelo para la temperatura del agua a 73°C.....	41
4.1.3 Coeficiente de convección interno para la leche .....	45
4.1.3.1 Cálculo de la leche asumiendo las propiedades fisico quimicas constantes .....	45
4.1.4. Coeficiente global de transferencia de calor.....	49
4.2. Discusion de resultados.....	51
<b>CAPITULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b> .....	53
5.1 Conclusiones .....	53
5.2 Recomendaciones.....	53
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS</b> .....	55
<b>ANEXOS</b> .....	58

## INDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Tipos de baño maría.....	21
<b>Tabla 2.</b> Temperatura y tiempos de Pasteurización.....	25
<b>Tabla 3.</b> Características de los tipos de Baño María .....	28
<b>Tabla 4.</b> Tiempo de calentamiento del agua destilada .....	40
<b>Tabla 5.</b> Tiempo de calentamiento de la leche.....	41
<b>Tabla 6.</b> Coeficiente de convección externo del agua a 73°C .....	43
<b>Tabla 7.</b> Coeficiente de convección externo del agua a 82°C .....	44
<b>Tabla 8.</b> Coeficiente de convección externo del agua a 90°C .....	44
<b>Tabla 9.</b> Resultados de peso y volumen para la leche cruda.....	45
<b>Tabla 10.</b> Coeficiente de convección interna de la leche a 73°C .....	47
<b>Tabla 11.</b> Coeficiente de convección interna de la leche a 82°C .....	48
<b>Tabla 12.</b> Coeficiente de convección interna de la leche a 90 °C .....	48
<b>Tabla 13.</b> Coeficiente Global de transferencia de calor a 73°C .....	49
<b>Tabla 14.</b> Coeficiente Global de transferencia de calor a 82°C .....	49
<b>Tabla 15.</b> Coeficiente Global de transferencia de calor a 90°C .....	49
<b>Tabla 16.</b> Calor máximo a 73°C.....	50
<b>Tabla 17.</b> Calor máximo a 82°C.....	50
<b>Tabla 18.</b> Calor máximo a 90°C.....	51

## INDICE DE FIGURAS

<b>Figura No 1.</b> Partes de un baño maría.....	19
<b>Figura No 2.</b> Resistencias de inmersión y externas .....	21
<b>Figura No 3.</b> Baño maría de laboratorio con Agua Circulante .....	22
<b>Figura No 4.</b> Baños María con Agua No Circulante.....	22
<b>Figura No 5.</b> Baño María de laboratorio con Sacudido .....	23
<b>Figura No 6</b> Baño María de laboratorio de aceite .....	23
<b>Figura No 7.</b> Pasteurización.....	25
<b>Figura No 8.</b> Escaldado.....	26
<b>Figura No 9.</b> Cocción.....	27
<b>Figura No 10.</b> Diseño del Baño María .....	31
<b>Figura No 11.</b> Taladradora.....	32
<b>Figura No 12.</b> Dobladora .....	32
<b>Figura No 13.</b> Amoladoras.....	32
<b>Figura No 14.</b> Soldadura TIG .....	33
<b>Figura No 15.</b> Construcción del Baño María .....	34
<b>Figura No 16.</b> Partes de la estructura del Baño María .....	34
<b>Figura No 17.</b> Estructura del equipo terminado .....	34
<b>Figura No 18.</b> Botón de inicio y paro .....	36
<b>Figura No 19.</b> Termocupla.....	36
<b>Figura No 20.</b> Sistema de temperatura.....	37
<b>Figura No 21.</b> Resistencia calefactora sumergible.....	37
<b>Figura No 22.</b> Sistema de tiempo.....	38
<b>Figura No 23.</b> Indicador de proceso.....	38

## RESUMEN

En el presente proyecto se desarrolla el diseño y construcción de un baño maría con el fin de realizar pruebas de tratamiento térmico, para el laboratorio de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Nacional de Chimborazo.

El diseño que se utilizó fue el baño maría de agua no circulante, porque es el más parecido al existente en la Universidad, el cual decidimos mejorar sus características como su tamaño, volumen y un mejor control en tiempo y temperatura, teniendo en cuenta el espacio que se requiere para trabajar en el laboratorio. Se trabajó con una lámina de acero inoxidable AISI 304, este material tiene buena soldabilidad y doblado que permite trabajar correctamente en la construcción del equipo, además tiene resistencia al calor, resistencia a la corrosión que ayuda a desinfectar y limpiar correctamente el equipo. El equipo cuenta con un sistema de control de tiempo y temperatura, un sistema de alarma que se activa en el momento que la muestra haya alcanzado el tiempo determinado, tiene un suich que ayudara en el sistema eléctrico si llegara a existir un corto circuito, este se apagara inmediatamente evitando daño en el equipo.

Los tratamientos térmicos en la industria alimenticia son importantes, debido a que los alimentos se pueden conservar por mucho más tiempo. Existen varios tipos de tratamientos térmicos como por ejemplo: escaldados, congelación, pasteurización, cocción, esterilización, etc. Pero de acuerdo con la temperatura que alcanza nuestro equipo que es 90°C, podremos realizar pasteurización alta, baja y rápida, escaldado y otras actividades como incubación.

**Palabras Clave:** Baño maría, Tratamientos térmicos, Sistema de control, Acero AISI 304, Isotérmico.

## ABSTRACT

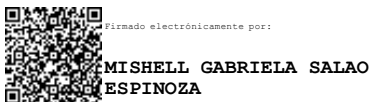
In this project, the design and construction of a water bath has been developed to carry out heat treatment tests for the Agroindustrial Engineering laboratory of the National University of Chimborazo.

The design used was the water bath with non-circulating water, because it is the most similar to the existing one at the University, which we decided to improve its characteristics, such as its size, volume, better control in time and temperature, taking into account the space required to work in the laboratory. We worked with AISI 304 stainless steel sheet, this material has good weldability and bending that allows it to work correctly in the construction of the equipment, it also has heat resistance, corrosion resistance that helps to disinfect and clean the equipment correctly. The equipment has a time and temperature control system, an alarm system that is activated when the sample has reached the set time, has a switch that will help in the electrical system if there is a short circuit, this will turn off immediately avoiding damage to the equipment.

Heat treatments in the food industry are important because food can be preserved for much longer. There are several types of heat treatments such as scalding, freezing, pasteurization, cooking, sterilization, etc. But according to the temperature that our equipment reaches, which is 90°C, we can perform high, low and fast pasteurization, blanching and other activities such as incubation.

**Keywords:** Water bath, Heat treatments, Control system, AISI 304 steel, Scalding.

Reviewed by:



Lic. Mishell Salao Espinoza

**ENGLISH PROFESSOR**

C.C. 0650151566

## CAPITULO I. INTRODUCCIÓN

La aplicación de los tratamientos térmicos tiene como finalidad destruir la carga microbiana que ocasione el deterioro en su calidad física, biológica o química de los alimentos, cada microorganismo tiene su propia resistencia al calor, y en función a su carga microbiana y características del alimento, se aplica un determinado tratamiento térmico; sin embargo, éste tiene que ser específico para evitar efectos negativos. (UNAC, 2012).

Los tratamientos térmicos de alta temperatura son: escaldado, pasteurización y esterilización. El escaldado se lo realiza en frutas y vegetales a una temperatura de 85 a 90°C durante 3 o 5 minutos. La pasteurización necesita temperaturas menores a los 100°C por tiempos más prolongados.

Para el diseño del baño maría se tomó en cuenta varios factores como: económico, tamaño del equipo, espacio del lugar de trabajo, consumo de energía, material de construcción; considerando que existe un baño maría pequeño con poco espacio para trabajar, en la carrera de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Nacional de Chimborazo.

Para la construcción del equipo se utilizó acero inoxidable AISI 304, que tiene como características: resistencia de efecto corrosivo del medio ambiente, vapor, agua y soluciones alcalinas, este material es utilizado en la industria alimenticia. (DIPAC, 2016)

Se optó por colocar espuma de poliuretano como aislante térmico para el equipo, por su durabilidad y versatilidad. El interior del equipo cuenta con un sistema eléctrico que ayudará en el control de tiempo y temperatura, de acuerdo con las características que presenta nuestro equipo se trabajará con pasteurización alta, baja y rápida también se podrá realizar escaldado e incubación. El equipo alcanza una temperatura de  $90^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$ .



## **1.1 Planteamiento del Problema**

En la industria alimenticia es importante que se usen equipos con sistemas controlados que aseguren temperaturas y tiempos adecuados, más si se trabaja con productos que requieren tratamiento térmico.

Es fundamental conocer las características de cada tratamiento térmico, debido a que son aspectos relevantes a la hora de elaborar alimentos, porque gracias a ellos se tiene una mayor inocuidad y durabilidad de los productos elaborados, es por este motivo que los estudiantes deben poner en práctica cada uno de los tratamientos térmicos, en un equipo que cuente con un sistema de control de tiempo y temperatura.

En la carrera de Ingeniería Agroindustrial cuentan con un baño maría pequeño, que no permite a los estudiantes realizar pruebas de tratamiento térmico con un mayor número de muestras, debido a que no hay un soporté donde colocar dichas muestras y el espacio del equipo es pequeño, los estudiantes deben encontrar otra manera para realizar las pruebas. Es por ello que proponemos elaborar un baño maría con un tamaño mayor para que puedan realizar pruebas de tratamiento térmico sin problema.

## **1.2 Justificación**

El presente trabajo de investigación tiene como propósito construir un baño maría que será utilizado para pruebas de tratamiento térmico (pasterización rápida, alta y baja; escaldado) a nivel de laboratorio en la carrera de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Nacional de Chimborazo.

En la actualidad la tecnología se encuentra en constante evolución y por esta razón se han ido desarrollando diferentes equipos con nuevas tecnologías para mejorar y facilitar el desarrollo de productos y así alargar su vida útil. (Oña H. , 2015).

El laboratorio de la carrera de Ingeniería Agroindustrial actualmente cuenta con un equipo de baño maría pequeño, que no tiene un control de tiempo, no cuenta con un soporte y su estructura exterior se ensucia fácilmente, por lo que se decidió construir todo el equipo con acero inoxidable AISI 304 y agregar un soporte donde se pueda colocar las muestras que se van a trabajar.

La elaboración del baño maría ayudara a los estudiantes a realizar pruebas de tratamiento térmico, incubación u otras actividades, que necesiten practicar a nivel que avanza la carrera, y mejorar su aprendizaje.

## **1.3 Objetivos**

### **1.3.1 Objetivo general**

- Construir un baño maría que permita realizar pruebas de tratamiento térmico a nivel de laboratorio.

### **1.3.2 Objetivos específicos**

- Diseñar el equipo de acuerdo con las necesidades del laboratorio de Ingeniería Agroindustrial.
- Investigar los tipos de tratamientos térmicos de la industria alimentaria a través de un estudio bibliográfico, para realizar la construcción de un equipo a nivel de laboratorio.
- Realizar pruebas de tratamientos térmicos para verificar el correcto funcionamiento del equipo.
- Elaborar un manual de operación, mantenimiento y prácticas, con ayuda de pruebas de funcionamiento para el uso adecuado del equipo.

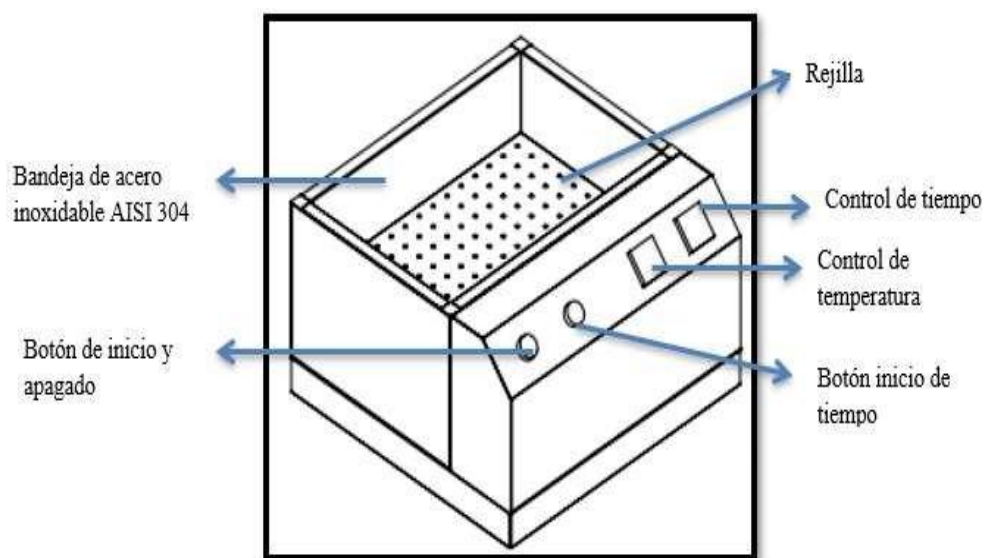
## CAPITULO II. MARCO TEÓRICO

### 2.1 Descripción del equipo

El Baño de María es un equipo de laboratorio el cual está conformado con un recipiente lleno de agua caliente, todos los baños de agua tienen una interfaz digital o analógica que permite a los usuarios establecer la temperatura deseada. El baño de maría se utiliza para incubar muestras en agua a una temperatura constante durante un largo período de tiempo. También se utiliza para permitir que ciertas reacciones químicas se produzcan a altas temperaturas. (Pérez, 2015)

#### 2.1.1 Esquema del Baño María

Figura No 1. Partes de un baño maría



Elaborado: Autoras

- **Bandeja de acero inoxidable AISI 304:** Almacena el agua
- **Rejilla:** Se coloca en el fondo del baño maría, con el fin de soportar los recipientes.
- **Termocupla:** Encargado de medir la temperatura.
- **Control de Temperatura:** Permite ajustar y regular la temperatura de manera constante.
- **Control de tiempo:** Ayuda a controlar el tiempo que requiere cada muestra.
- **Botón de inicio y apagado:** Encargado de encender y apagar el equipo.

#### 2.1.2 Usos del Baño María

En lo que respecta a los usos del baño María en el laboratorio, cabe mencionar que estos equipos se caracterizan por contar con una interfaz digital o analógica con la que los usuarios pueden establecer una determinada temperatura. El equipo de baño María de laboratorio suele usarse para diversas prácticas como la fusión de sustratos, calentamiento de reactivos o incubación de cultivos celulares. (Net Interlab, 2015)

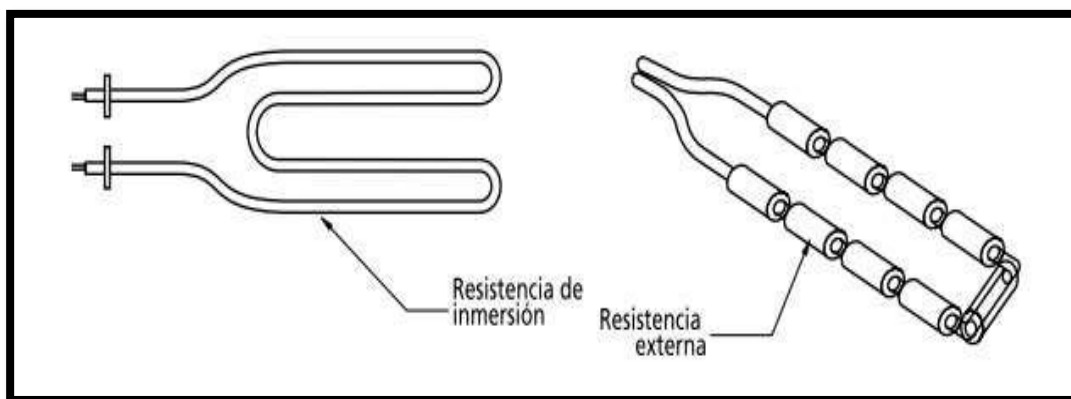
Por lo tanto, el uso del baño María debe hacerse según la aplicación requerida, de manera que para todos los baños de agua se pueden emplear hasta 99.9 °C, mientras que cuando esta se encuentre sobre los 100 °C, puede optarse por utilizar métodos alternativos como el baño de silicona, baño de arena o baño de aceite. (Net Interlab, 2015)

### **2.1.3 Principio de Operación**

Los baños María están constituidos por un tanque fabricado en material inoxidable, tiene montado en la parte inferior del mismo un conjunto de resistencias eléctricas, mediante las cuales se transfiere calor a un medio como agua o aceite, que se mantiene a una temperatura preseleccionada a través de un dispositivo de control, termostato, termistor o similar que permite seleccionar la temperatura requerida por los diversos tipos de análisis o pruebas. Dispone de un cuerpo externo donde se encuentran ubicados los controles mencionados, que se fabrica en acero y se recubre generalmente con pintura electrostática de alta adherencia y resistencia a las condiciones ambientales propias de un laboratorio. Las resistencias pueden ser las siguientes: (Paz, 2012)

- **De inmersión:** Se caracterizan por estar instaladas dentro de un tubo sellado. Están ubicadas en la parte inferior del recipiente y se encuentran en contacto directo con el medio a calentar. (Paz, 2012)
- **Externas:** Se encuentran ubicadas en la parte inferior, pero son externas al tanque; están protegidas por un material aislante que evita pérdidas de calor. Este tipo de resistencias transfiere el calor al fondo del tanque por medio de conducción térmica. (Paz, 2012)

**Figura No 2.** Resistencias de inmersión y externas



**Fuente:** (Paz, 2012)

#### 2.1.4 Tipos de Baño María

**Tabla 1.** Tipos de baño maría

Clase	Rango de temperatura
<b>Baja temperatura</b>	Temperatura ambiente hasta 60° C
	Temperatura ambiente hasta 100° con cubierta
<b>Alta temperatura</b>	Temperatura ambiente hasta 275 °C. Cuando se requiere lograr temperaturas superiores a los 100 °C, es indispensable utilizar fluidos diferentes al agua, debido a que el punto de ebullición de esta a condiciones normales es de 100 °C.
<b>Isotérmicos</b>	Temperatura ambiente hasta 100 °C con accesorios y/o sistemas de agitación (con agua)

**Fuente:** (Washington, 2007)

- **Baño maría de laboratorio con Agua Circulante:** La circulación de del baño maría es idónea para aplicaciones en las cuales la uniformidad y consistencia de la temperatura sean necesarias, tales como los experimentos serológicos y enzimáticos. En este tipo de baño María de laboratorio, el agua circula a través de todo el baño, dando una temperatura más uniforme como resultado. (Peréz, 2015)

**Figura No 3.** Baño maría de laboratorio con Agua Circulante



**Fuente:** (Lab, 2021)

- **Baños María con Agua No Circulante:** Este es una variedad de equipo de baño maría de laboratorio que se fundamenta esencialmente en el funcionamiento por convección, en vez de optar por agua que se caliente de una manera uniforme. Suele tener menos precisión en cuanto a lo que se refiere al control de temperatura. También existen complementos que proporcionan agitación no circulante para poder crear una transferencia de calor más uniforme. (Pérez, 2015)

**Figura No 4.** Baños María con Agua No Circulante



**Fuente:** (Scientific, 2011)

- **Baño María de laboratorio con Sacudido:** Esta es una clase de baño maría de laboratorio que cuenta con un control adicional para agitar, y que mueve las sustancias dentro del instrumento. Esta función puede activarse o desactivarse. En las prácticas microbiológicas, la constante agitación permite que los cultivos celulares del aparato se puedan mezclar constantemente con el aire. (Pérez, 2015)

**Figura No 5.** Baño María de laboratorio con Sacudido



**Fuente:** (Bioanalista, 2012)

- **Baño María de laboratorio de aceite:** Este tipo de baño maría de laboratorio se diferencia de los de agua porque permite alcanzar una temperatura de hasta 200 °C. En relación con el uso del baño María de laboratorio, este equipo permite trabajar con esta temperatura, pero debe usarse un medio que no se evapore rápidamente. Por esta razón, lo indicado para esto es optar por aceite. (Peréz, 2015)

**Figura No 6** Baño María de laboratorio de aceite



**Fuente:** (memmert, 2015)

## 2.2 Tratamiento Térmico

El procesado térmico implica el calentamiento del alimento, bien en recipientes cerrados o haciéndole pasar por un intercambiador de calor, seguido del envasado que proceda. El tratamiento térmico puede llevarse a cabo de forma continua o discontinua. Como medio de calentamiento se utiliza vapor de agua saturado o bien agua caliente a

sobrepresión. Los alimentos se calientan para inactivar los microorganismos patógenos y alterantes, así como las enzimas. (CEUPE, 2014)

El tratamiento térmico es una de las estrategias más efectivas para garantizar la inocuidad del alimento, retardar su deterioro y conservarlo durante más tiempo. La empresa alimentaria, que es la responsable de garantizar estos aspectos, debe considerar dos cuestiones fundamentales en cuanto a procesos de conservación, y en concreto en lo relativo a tratamientos térmicos, especialmente de esterilización. (CEUPE, 2014).

El tratamiento térmico de un alimento depende de:

- La termo-resistencia de los microorganismos y enzimas presentes en el alimento
- La carga microbiana inicial que contenga el alimento antes de su procesado
- El pH del alimento
- El estado físico del alimento. (UNAC, 2012)

### 2.2.1 Transferencia de Calor

Para que se produzca transferencia de calor de una sustancia a otra, estas deben de tener temperaturas distintas. El calor fluye del producto más caliente hacia el más frío. El flujo de calor es siempre más rápido cuanto mayor es la diferencia de temperaturas. Puede ser transmitido de las siguientes maneras:

- **Por conducción:** Implica una transferencia de energía térmica a través de cuerpos sólidos y de capas de líquido en reposo que están en contacto.
- **Por convección:** Se produce cuando partículas de alto contenido térmico se mezclan con partículas frías.
- **Por radiación:** Es la emisión de calor por un cuerpo que ha acumulado energía térmica. (CEUPE, 2021)

### 2.2.2 Tipos de tratamiento térmico

Bajo el título de «Tratamientos Térmicos» se suelen englobar todos los procedimientos que tienen entre sus fines la destrucción de los microorganismos por el calor. Nos referimos a la pasteurización y a la esterilización, cuya finalidad principal es la destrucción microbiana, en tanto que el escaldado y la cocción, que también consiguen una cierta reducción de la flora microbiana, tienen como objetivo principal la variación de la estructura del alimento. (Toro, 2019)



### 2.2.2.1 Pasteurización

La pasteurización tiene por objeto destruir los agentes patógenos y evitar el deterioro del alimento. Este tratamiento térmico debe ser seguido por un repentino enfriamiento, de este modo todos los microorganismos son eliminados. Hoy en día se habla de tres tipos de pasteurización: LTLT (Low Temperature- Long Time), HTST (High Temperature - Short Time) Y UHT (Ultra High Temperature). (Toro, 2019).

**Figura No 7.** Pasteurización



Fuente: (Todo Agro, 2019)

**Tabla 2.** Temperatura y tiempos de Pasteurización

Tratamiento térmico	Temperatura y Tiempo
Pasteurización Alta	80° a 90° C durante 10 minutos
LTLT (Baja temperatura)	63°C durante 30 minutos.
HTST (Rápida)	72°C durante 15 segundos
UHT	135 a 150 ° C durante 3 segundos

Fuente: (Toro, 2019)

- **La pasteurización de productos sin envasar:** Una instalación completa de pasteurización en continuo de productos líquidos sin envasar, constará de una zona de calentamiento, otra de mantenimiento de la temperatura durante el tiempo necesario para que el tratamiento sea efectivo y una tercera de enfriamiento hasta la temperatura de envasado. Además, dispondrá de bombas, sistemas de medición y control y otros accesorios necesarios para conseguir un proceso preciso y eficiente. El producto pasteurizado se llevará inmediatamente, en las condiciones

asépticas adecuadas, al equipo de llenado de envases en el que se vaya a comercializar. (CEUPE, 2014)

- **La pasteurización de productos envasados:** Si se quieren pasteurizar productos envasados, ya sean líquidos o sólidos, en los que la transmisión de calor no se realizará en capa fina se tendrá que optar por procesos LTLT, para que las diferencias de tratamiento, imputables a la reducida velocidad de transmisión de calor en el interior del producto, sean mínimas porque tengan lugar a baja temperatura. (CEUPE, 2014)
- **Pasteurizadores por inmersión en baño de agua.** Constan de dos secciones (calentamiento y enfriamiento) formadas por unos recipientes rectangulares llenos de agua a la temperatura adecuada, que son recorridos por unos transportadores que se encargan de desplazar a los productos por el interior del baño. (CEUPE, 2014)
- **Pasteurizadores por lluvia de agua.** Cuando se deben pasteurizar productos envasados en recipientes de vidrio es más apropiado utilizar sistemas en los que la transmisión de calor se realiza por lluvia de agua. (CEUPE, 2014)

#### 2.2.2.2 Escaldado

El escaldado de alimentos es un tratamiento térmico que se efectúa por inmersión en agua caliente a 90°C en periodos cortos de tiempo (3 seg a 5min). También se utilizan las técnicas de exponer los alimentos al vapor vivo, controlando su temperatura y tiempo de cocción, o a un proceso químico. (Toro, 2019)

**Figura No 8.** Escaldado



**Fuente:** (alamy, 2021)

### 2.2.2.3 Cocción

Es un tratamiento por calor para producir en el alimento una serie de cambios en su textura, color, composición (sabor, digestibilidad, calidad nutricional, etc.) que mejoren su aceptación por el consumidor. (CEUPE, 2014)

**Figura No 9.** Cocción



**Elaborado por:** Las autoras

**La cocción se puede realizar:**

#### **Sistemas discontinuos de cocción:**

- **Hornos de cocción.** Son unos recintos paralelepípedicos contruidos de planchas de acero inoxidable con un aislante intermedio. (CEUPE, 2014)
- **Marmitas de cocción.** Son recipientes de sección circular o cuadrada contruidos en obra con el recubrimiento sanitario adecuado, o de acero inoxidable. (CEUPE, 2014)

#### **Sistemas continuos de cocción:**

- **Por inmersión.** Los equipos suelen ser baños de tamaño considerable por los que circula el producto a cocer a una velocidad tal que el tiempo de permanencia en el baño es el apropiado para que la cocción alcanzada tenga la intensidad. (CEUPE, 2014)
- **Por extrusión.** La extrusión consiste en forzar a un producto a pasar a través de un orificio de pequeño diámetro, bajo la presión obtenida gracias a uno o dos tornillos de Arquímedes. (CEUPE, 2014)

## CAPITULO III. METODOLOGÍA

### 3.1 Tipo de investigación

El presente trabajo está diseñado como una investigación aplicada, porque se generan conocimientos de manera teórico - práctico que permiten conocer el funcionamiento del baño maría con el fin de facilitar las prácticas de los estudiantes.

### 3.2 Tipos de metodología

#### 3.2.1 Método Analítico.

Este método nos permitirá comparar varios tipos de baños maría y determinar qué equipo podemos construir para el laboratorio de Ingeniería Agroindustrial, teniendo en cuenta el modelo que existe en el laboratorio, además de otros factores como tamaño, volumen del equipo, consumo de energía, material de construcción, espacio de lugar de trabajo. Se tomará en cuenta la bibliografía consultada de los baños maría existentes de acuerdo con la necesidad de trabajo.

**Tabla 3.** Características de los tipos de Baño María

<b>Tipo de Baño María</b>	<b>Características</b>
Baño maría de laboratorio con Agua Circulante	<ul style="list-style-type: none"><li>• Alcanza una temperatura de 100°C.</li><li>• Son de costo elevado</li><li>• Tiene uniformidad en el calentamiento del agua.</li><li>• Se utiliza para experimentos serológicos y enzimáticos.</li></ul>
Baños María con Agua No Circulante	<ul style="list-style-type: none"><li>• Alcanza temperaturas hasta 90°C</li><li>• Es fácil de manipular</li><li>• Son de bajo costo</li><li>• Es un equipo que se utiliza en procesos de incubación y actividades fáciles de trabajar.</li></ul>
Baño María de laboratorio con Sacudido	<ul style="list-style-type: none"><li>• Cuenta con un control adicional para agitar las sustancias dentro del instrumento.</li></ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se utiliza en prácticas microbiológicas</li> <li>• Permite que los cultivos celulares del aparato se puedan mezclar constantemente con el aire.</li> </ul>
Baño María de laboratorio de aceite	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Permite alcanzar una temperatura de 200°C</li> <li>• Se debe utilizar fluidos que no se evaporen como por ejemplo el aceite.</li> <li>• Son equipos de alto costo.</li> </ul>

**Fuente:** (LABORATORIO QUIMICO, 2017)

Después de revisar cada una de las características bibliográficas de cada baño maría, se elegirá el baño maría de agua no circulante por las siguientes razones:

- Son de fácil manejo.
- Tiene un costo menor comparado a los otros tipos de baños maría, ya que no necesita de implementos costosos.
- El material que se utilizará será acero inoxidable ya que garantiza durabilidad, higiene y limpieza.
- Por un mayor espacio para colocar las muestras, y volumen de agua.
- Mejor evacuación del agua al momento de cambiar la misma.
- Se eligió este equipo por que contará con un sistema de control de tiempo y temperatura, que permitirá a los estudiantes tener un mejor control de los microorganismos que se quieren eliminar y nutrientes que se requieren conservar.

### **3.2.2 Método Inductivo.**

El método Inductivo, como tal, sigue una serie de pasos que inician en la observación de determinados hechos, los cuales registran, analizan y contrastan. (Fabrizzio, 2019). Este tipo de método nos ayudara en la construcción de los elementos que conforman el baño maría.

- Se realizará un diseño con las siguientes características: tamaño del equipo, material de construcción, consumo de energía, espacio de trabajo, control de tiempo y temperatura.

- Para la estructura del equipo se construirá con acero inoxidable AISI 304, debido a que es un material que se utiliza en la industria alimenticia por su durabilidad, y fácil limpieza.
- Se utilizará soldadura TIG (Tungsten Inert Gas), porque resiste a la corrosión y nos permitirá dar un mejor acabado al equipo.
- Como aislante térmico se escogerá espuma de poliuretano porque tiene una mayor durabilidad y es resistente a elevadas temperaturas.
- El equipo contará con un sistema de control de tiempo y temperatura, que permitirá a los estudiantes tener un mejor control de los microorganismos que se quieren eliminar y nutrientes que se requieren conservar.
- Las resistencias que se incluirán en el equipo necesitarán una capacidad de energía de 220V, donde lograra llegar a una temperatura alta como la de 90°C.
- El equipo contara con un sistema de alarma que se activara en el momento que el baño maría termine de realizar el tratamiento térmico.
- Se implementará un botón de proceso que nos indicará que el equipo se encuentra funcionando
- Se instalará un botón de paro y de inicio con diferente color para identificarlos.

### **3.2.3 Método Deductivo**

El método deductivo nos ayudara a determinar las características generales que cuenta el baño maría para los tratamientos térmicos como son:

- Contará con un sistema de control de tiempo y temperatura.
- Su temperatura máxima será  $90^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$ .
- Contará con una rejilla que permitirá sostener las muestras, mientras se realizaran las pruebas térmicas.
- Tendrá una válvula de compuerta a un lado del equipo que permitirá evacuar el agua, cuando se vaya a realizar el cambio de esta.

### **3.2.4 Método Experimental**

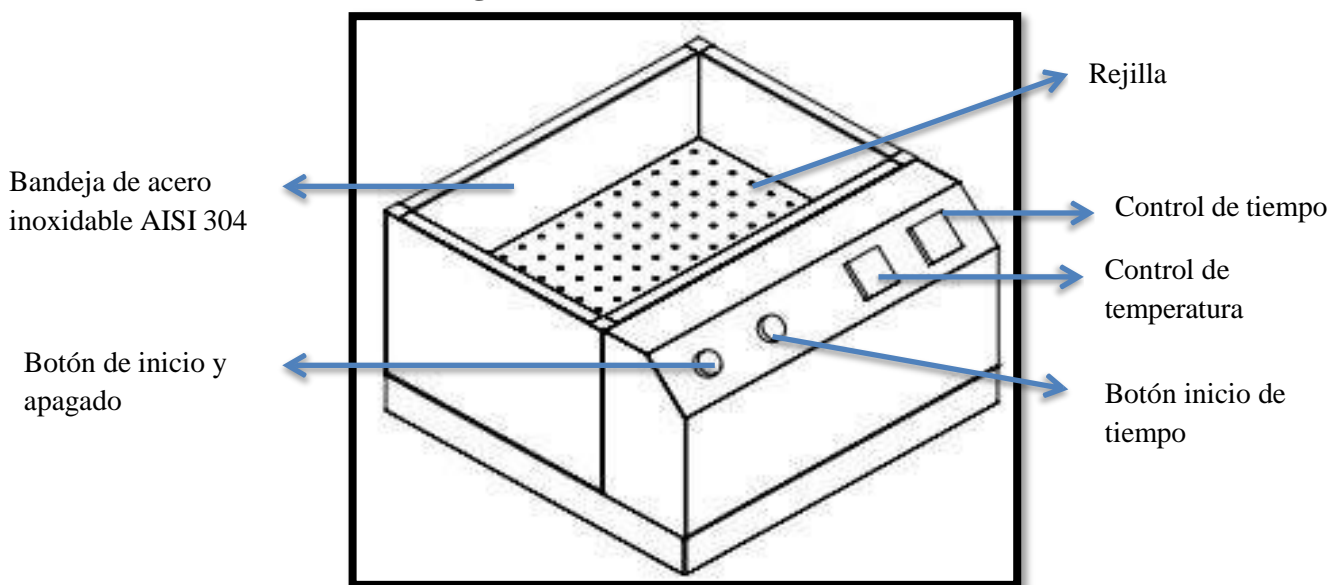
Por medio de este método se aplicarán pruebas de funcionamiento y tratamiento térmico, que ayudarán a comprender el manejo del equipo, también los aspectos importantes en los que beneficia tener el baño maría en el laboratorio de Ingeniería Agroindustrial, para uso académico.

### 3.3 Diseño del equipo

Para el diseño del Baño María se debe tener en cuenta las características del equipo con el que se trabaja actualmente en la carrera de Ingeniería Agroindustrial, para mejorar el nuevo Baño María al construirlo. Los aspectos importantes para tener en cuenta son la capacidad de la bandeja interna, temperatura y tiempo para tener un mejor control al momento de realizar pruebas de tratamiento térmico en el Baño María.

Es de suma importancia escoger correctamente el tipo de material con el que se elaborara la estructura del Baño María, para ello se debe conocer la temperatura máxima con la que se va a trabajar en el equipo, y que no exista ninguna deformación en su estructura, la temperatura que deben soportar los materiales será de  $90^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$ .

**Figura No 10.** Diseño del Baño María



**Elaborado por:** Autoras

#### 3.3.1. Procesos de mecanizado utilizados

Para la elaboración del equipo de baño maría se realizarán cuatro procesos diferentes como lo son: taladrado, doblado, corte por amoladora y soldadura.

- El taladrado es una operación mecánica que nos ayuda hacer agujeros en la lámina de acero inoxidable, estos agujeros se los mide previamente para no tener errores al momento de trabajar con el equipo y no dañar la lámina de acero.

**Figura No 11. Taladradora**



**Elaborado por:** Las autoras

- El doblado nos ayuda a dar forma a la lámina de acero, su funcionamiento se basa en la utilización de una prensa que genera una presión sobre la lámina permitiendo que esta se doble de la forma deseada.

**Figura No 12. Dobladora**



**Elaborado por:** Las autoras

- Las amoladoras son herramientas eléctricas que nos ayudan a cortar, lijar y pulir el material con el que estamos trabajando, dándonos como resultado un buen acabado.

**Figura No 13. Amoladoras**



**Elaborado por:** Las autoras



- Es necesario utilizar la soldadura TIG (Tungsten Inert Gas), debido a que es un sistema muy resistente a la corrosión y nos permite tener una mejor calidad en el acabado del equipo dándonos así una buena apariencia a comparación con otro tipo de soldadura.

**Figura No 14.** Soldadura TIG



**Elaborado por:** Las autoras

### **3.3.2 Construcción de las partes de estructura del equipo**

Para la elaboración del Baño maria se empezó con el diseño del equipo, para proceder con la cotización y compra de los materiales para la construcción del mismo, este fue elaborado en un taller que contaba con las herramientas necesarias y la ayuda de personas capacitadas en la construcción de equipos industriales.

La construcción del equipo inició con el trazado de la lámina de acero inoxidable para proceder con el corte dimensional y de esta manera iniciar con la construcción y ensamblaje de la carcasa exterior por medio de los procesos de doblado, corte, taladrado y soldadura TIG.

**Figura No 15.** Construcción del Baño María



**Elaborado por:** Las autoras

Se unen las piezas del equipo que son la estructura donde va el bandeja de agua y la parte donde estara instalado el sistema de control de tiempo y temperatura del equipo.

**Figura No 16.** Partes de la estructura del Baño María



**Elaborado por:** Las autoras

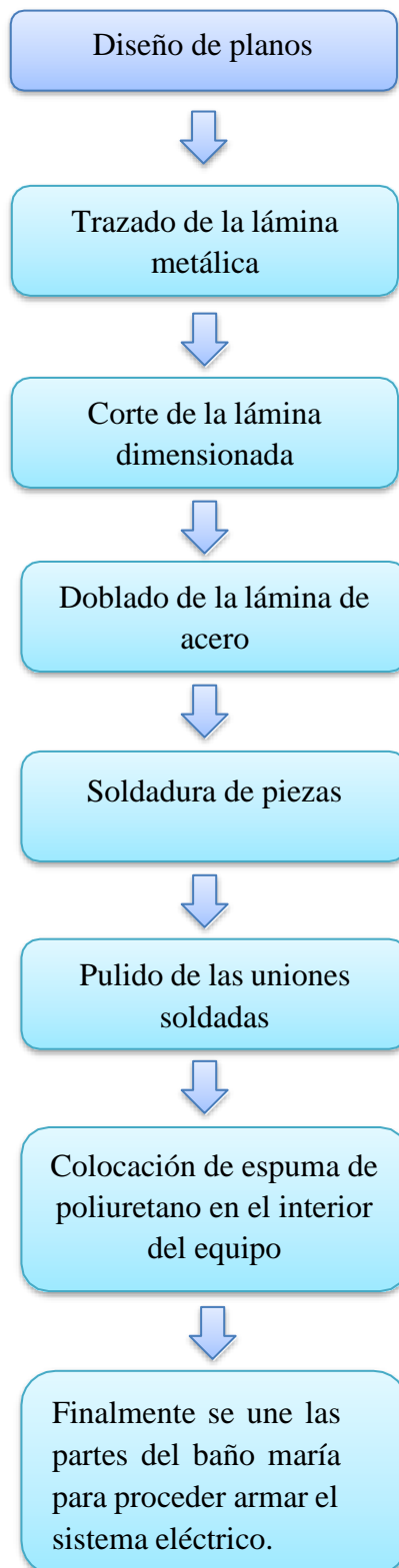
Una vez terminado ese proceso se pule las uniones soldadas para darle una apariencia estetica al equipo, se coloca la espuma de poliuretano que sirve como un aislante termico en el equipo.

**Figura No 17.** Estructura del equipo terminado



**Elaborado por:** Las autoras

### 3.3.3 Diagrama de proceso de ensamblado del Baño María



**Elaborado por:** Autoras

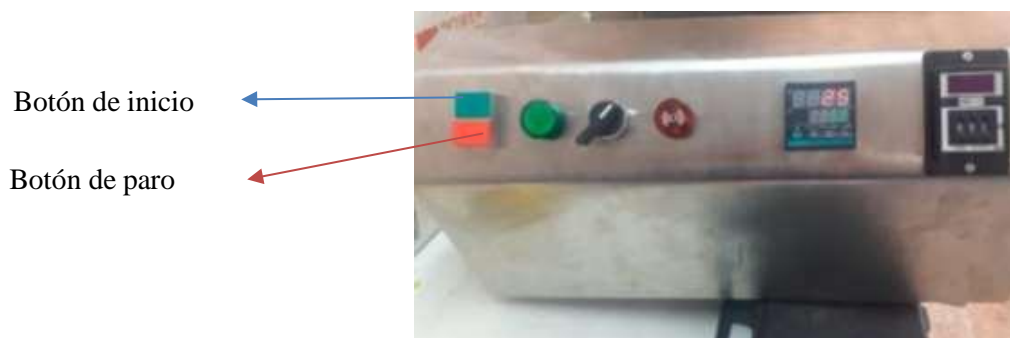
### 3.3.4. Sistema Eléctrico

Al elaborar el sistema eléctrico del equipo de baño maría se considera la colocación de la termocupla, el sistema de temperatura, el sistema de tiempo, el botón de proceso y la alarma.

#### 3.3.4.1 Botón de inicio y de paro

Insertamos un botón de inicio que está identificado de color verde donde el equipo empezara su proceso, y un botón de paro identificado con el color rojo donde se detendrá el proceso cuando se requiera apagarlo.

**Figura No 18.** Botón de inicio y paro



**Elaborado por:** Las autoras

#### 3.3.4.2. Termocupla

La termocupla es el sensor de temperatura más común utilizado industrialmente, este nos ayudara a medir la temperatura del agua conforme se vaya calentando.

**Figura No 19.** Termocupla

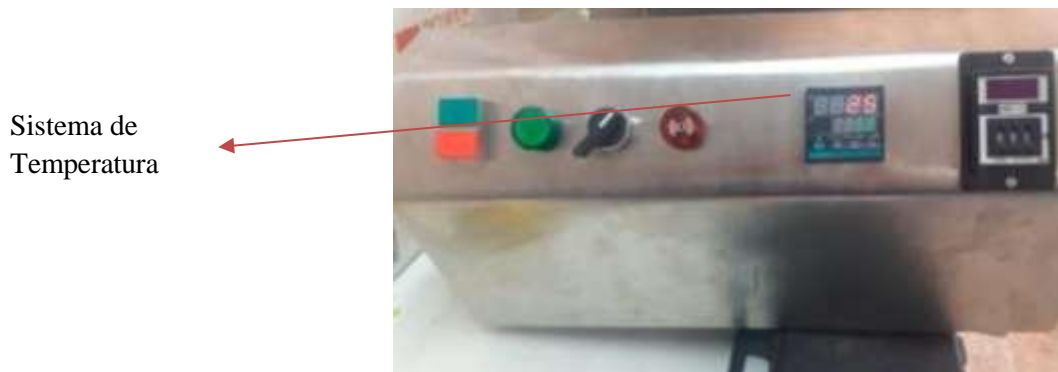


**Elaborado por:** Las autoras

### 3.3.4.3 Sistema de Temperatura

En el centro colocamos la termocupla que ayudara a monitorear la temeperatura actualizada del agua al momento de hervir, dando resultados cuantitavos en la pantalla digital. Dicha pantalla ayudará a colocar la tempertura que deseamos llegar con el equipo esta tendra un rango de  $\pm 3$  grados.

**Figura No 20.** Sistema de temperatura



**Elaborado por:** Las autoras

### 3.3.4.4 Resistencia calefactora sumergible

El liquido se calentara por medio de dos resistencias sumergibles que seran colocadas al centro del equipo estas resistencias ayudan que la temperatura del agua vaya aumentando. El equipo tiene como capacidad 20 litros de agua dentro de la bandeja, llegando asi a una temperatura de  $90^{\circ}\text{C}$ .

**Figura No 21.** Resistencia calefactora sumergible



**Elaborado por:** Las autoras

### 3.3.4.5 Sistema de Tiempo

Se instalo un sistema de tiempo para que las muestras se mantengan calientes durante el tiempo requerido en los tratamientos termicos, al finalizar el proceso la alarma timbrara indicandonos que el tiempo seleccionado a finalizado.

**Figura No 22.** Sistema de tiempo

Sistema de  
Tiempo



**Elaborado por:** Las autoras

### 3.3.4.6 Indicador de Proceso

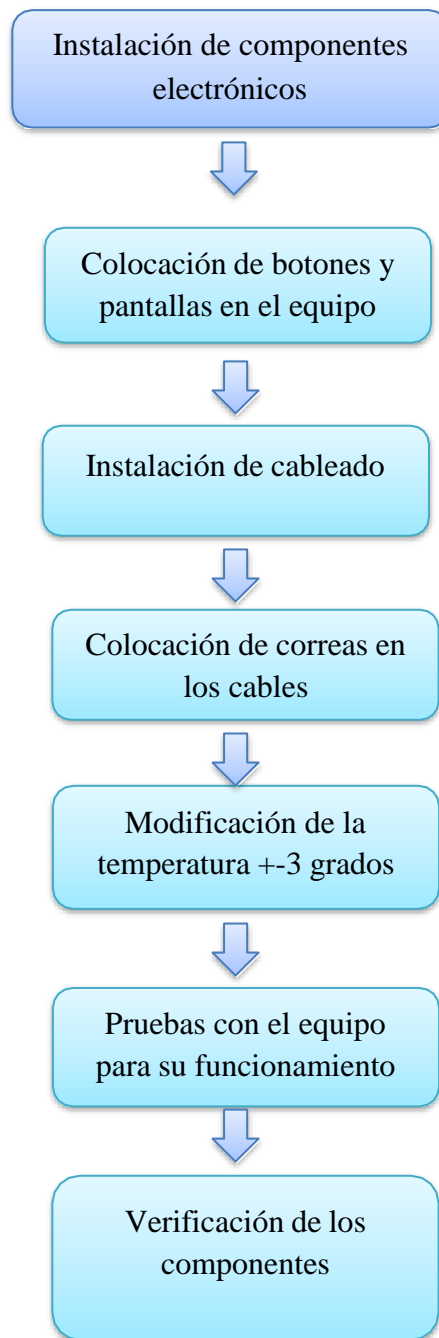
Se instalo un boton de proceso donde se encendera de color verde cuando el equipo empieze a realizar su trabajo, esto ayudara a observar si el equipo esta trabajando con normalidad.

**Figura No 23.** Indicador de proceso



**Elaborado por:** Las autoras

### 3.3.5 Diagrama de proceso de componentes electrónicos del Baño María



**Elaborado por:** Autoras

## CAPITULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. Resultados

**Tabla 4.** Tiempo de calentamiento del agua destilada

<b>Temperatura inicial (°C)</b>	<b>Intervalo de tiempo (min)</b>
20	0
25	
27	
30	
34	9
37	
40	
46	
49	
52	
58	
61	
63	18
66	
69	
72	23
75	
78	
80	28
83	
87	
90	33

**Elaborado por:** Las autoras



**Tabla 5.** Tiempo de calentamiento de la leche.

Temperatura del agua (°C)	Temperatura inicial de la muestra (°C)	Intervalo de tiempo (min)
73	25	
	28	
	32	
	35	9
	38	
	42	
	45	
	48	
	53	
	57	
	60	
82	63	16
	66	
	69	
90	72	25
	75	
	77	
	80	34

**Elaborado por:** Las autoras

#### 4.1.1. Coeficiente de convección externo para el agua

Se asume convección natural, entre el agua que pierde energía y la leche que gana la energía, además la temperatura del agua se mantiene constante ya que el equipo dispone de un sensor para mantener esta variable fija a la que se trabaja.

- El volumen de agua en el equipo (V) es de 22 Litros.
- El sistema se puede asumir como transferencia de calor hacia un cilindro vertical de altura L=6 cm (0,06m) y diámetro 8,3 cm.

#### 4.1.2. Cálculo modelo para la temperatura del agua de 73°C

Propiedades del agua a la temperatura de 73° C

- Densidad,  $\rho = 975,82 \frac{kg}{m^3}$
- Coeficiente de expansión volumétrica,  $\beta = 0,595 \times 10^{-3} \frac{1}{K}$

- Viscosidad dinámica,  $\mu = 0,388 \times 10^{-3} \frac{kg}{m \cdot s}$
- Calor específico,  $cp = 4191,8 \frac{J}{kg \cdot K}$
- Conductividad térmica,  $k = 0,665 \frac{W}{m \cdot K}$
- Número prandtl,  $Pr = 2,448$

Propiedades de operación del baño maría

- Temperatura del fluido,  $T_{\infty} = 73^{\circ}C$
- Temperatura de la superficie,  $T_s = 44^{\circ}C$

- **Cálculo de la viscosidad cinemática ( $\nu$ )**

$$\nu = \frac{\mu}{\rho}$$

$$\nu = \frac{0,388 \times 10^{-3} \frac{kg}{m \cdot s}}{975,82 \frac{kg}{m^3}}$$

$$\nu = 3,976 \times 10^{-7} \frac{m^2}{s}$$

- **Cálculo del número de Grashof (Gr)**

$$Gr = \frac{g * \beta * (T_{\infty} - T_s) * L^3}{\nu^2}$$

$$Gr = \frac{9,8 \frac{m}{s^2} * 0,595 \times 10^{-3} \frac{1}{K} * (73 - 44)^{\circ}C * \frac{1K}{1^{\circ}C} * (0,06m)^3}{(3,976 \times 10^{-7} \frac{m^2}{s})^2}$$

$$Gr = 231047907,2$$

- **Cálculo del número de Rayleigh (Ra)**

$$Ra = Gr * Pr$$

$$Ra = 231047907,2 * 2,448$$

$$Ra = 565605276,7$$

- **Cálculo del número de Nusselt (Nu)**

$$Nu = 0,59 * (Ra)^{0,25}$$

$$Nu = 0,59 * (565605276,7)^{0,25}$$

$$Nu = 90,987$$

- **Cálculo del coeficiente de convección externo (h<sub>ext</sub>)**

$$Nu = \frac{h_{ext} * L}{k}$$

$$h_{ext} = \frac{Nu * k}{L}$$

$$h_{ext} = \frac{90,987 * 0,665 \frac{W}{m * K} * \frac{1kW}{1000W}}{0,06m}$$

$$h_{ext} = 1,008 \frac{kW}{m^2 * K}$$

**Tabla 6.** Coeficiente de convección externo del agua a 73°C

Propiedades Físicoquímicas del agua		
Temperatura	°C	73,0000
cp	J/kgK	4191,8000
densidad	kg/m3	975,8200
k	W/mK	0,6654
u	kg/ms	0,0004
Pr	-	2,4480
Coef Exp Vol (B)	1/K	0,0006
Viscos cinem (v)	m2/s	0,0000
Temperatura sup	°C	44,0000
Long Caract (Lc)	m	0,0600
Gr	-	230710649,8885
Ra	-	564779670,9271
Nu	-	90,9540
h <sub>ext</sub>	kW/m2K	1,0087

**Elaborado por:** Autoras

**Tabla 7.** Coeficiente de convección externo del agua a 82°C

<b>Propiedades Físicoquímicas del agua</b>		
Temperatura	°C	82,0000
cp	J/kgK	4198,6000
densidad	kg/m <sup>3</sup>	970,3200
k	W/mK	0,6712
u	kg/ms	0,0003
Pr	-	2,1640
Coef Exp Vol (B)	1/K	0,0007
Viscos cinem (v)	m <sup>2</sup> /s	0,0000
Temperatura sup	°C	48,5000
Long Caract (Lc)	m	0,0600
Gr	-	367546916,9002
Ra	-	795371528,1720
Nu	-	99,0819
hext	kW/m <sup>2</sup> K	1,1084

**Elaborado por:** Autoras

**Tabla 8.** Coeficiente de convección externo del agua a 90°C

<b>Propiedades Físicoquímicas del agua</b>		
Temperatura	°C	90,0000
cp	J/kgK	4206,0000
densidad	kg/m <sup>3</sup>	965,3000
k	W/mK	0,6750
u	kg/ms	0,0003
Pr	-	1,9600
Coef Exp Vol (B)	1/K	0,0007
Viscos cinem (v)	m <sup>2</sup> /s	0,0000
Temperatura sup	°C	52,5000
Long Caract (Lc)	m	0,0600
Gr	-	523301176,9440
Ra	-	1025670306,8102
Nu	-	105,5854
hext	kW/m <sup>2</sup> K	1,1878

**Elaborado por:** Autoras

### 4.1.3 Coeficiente de convección interno para la leche

- Para la densidad de la leche, se determinó mediante una balanza en que se pesó la leche en un determinado volumen y se calculó mediante la relación entre la masa y su volumen.

**Tabla 9.** Resultados de peso y volumen para la leche cruda

Nro.	Masa, g	Volumen, ml	Densidad, kg/m <sup>3</sup>
1	202,9	200	1014,5
2	204,8	200	1024,0
3	201,9	200	1009,5
4	202,4	200	1012,0
<b>Total</b>	812,0	800	1015,0

**Elaborado por:** Autoras

#### 4.1.3.1 Cálculo de la leche asumiendo las propiedades fisicoquímicas de la leche constantes.

- Densidad,  $\rho = 1015 \frac{kg}{m^3}$
- Coeficiente de expansión volumétrica,  $\beta = 0,195 \times 10^{-3} \frac{1}{K}$
- Viscosidad dinámica,  $\mu = 1,95 \times 10^{-3} \frac{kg}{m \cdot s}$
- Calor específico,  $c_p = 3,89 \frac{kJ}{kg \cdot K}$
- Conductividad térmica,  $k = 0,580 \frac{W}{m \cdot K}$

#### Propiedades de operación del baño maría

➤ Temperatura del fluido,  $T_{\infty} = \frac{25+63}{2} = 44^{\circ}C$

➤ Temperatura de la superficie,  $T_s = 73^{\circ}C$

- **Cálculo de la viscosidad cinemática ( $\nu$ )**

$$\nu = \frac{\mu}{\rho}$$

$$\nu = \frac{1,95 \times 10^{-3} \frac{kg}{m \cdot s}}{1015 \frac{kg}{m^3}}$$

$$v = 1,9212 \times 10^{-6} \frac{m^2}{s}$$

- **Cálculo del número de Grashof (Gr)**

$$Gr = \frac{g * \beta * (T_s - T_\infty) * L_c^3}{v^2}$$

$$Gr = \frac{9,8 \frac{m}{s^2} * 0,195 \times 10^{-3} \frac{1}{K} * (73 - 44)^\circ C * \frac{1K}{1^\circ C} * (0,083m)^3}{(1,9212 \times 10^{-6} \frac{m^2}{s})^2}$$

$$Gr = 8585148,39$$

- **Cálculo del número de Prandtl (Pr)**

$$Pr = \frac{u * cp}{k}$$

$$Pr = \frac{1,95 \times 10^{-3} \frac{kg}{m * s} * 3,89 \frac{kJ}{kg * K}}{0,580 \frac{W}{m * K} * \frac{1kJ}{1000W * s}}$$

$$Pr = 13,078$$

- **Cálculo del número de Rayleigh (Ra)**

$$Ra = Gr * Pr$$

$$Ra = 8585148,39 * 13,078$$

$$Ra = 112280419,2$$

- **Cálculo del coeficiente de convección externo (hint)**

$$Nu = \frac{h_{int} * L}{k}$$

$$h_{int} = \frac{Nu * k}{L}$$

$$h_{int} = \frac{27,793 * 0,580 \frac{W}{m * K} * \frac{1kW}{1000W}}{0,083m}$$

$$h_{int} = 0,1942 \frac{kW}{m^2 * K}$$

- **Cálculo modelo del coeficiente global de transferencia de calor:**

$$U = \frac{1}{\frac{1}{h_{int}} + \frac{1}{h_{ext}}}$$

$$U = \frac{1}{\frac{1}{0,1942 \frac{kW}{m^2 * K}} + \frac{1}{1,008 \frac{kW}{m^2 * K}}}$$

$$U = 0,1628 \frac{kW}{m^2 * K}$$

**Tabla 10.** Coeficiente de convección interna de la leche a 73°C

Propiedades Fisicoquímicas Leche		
Temperatura F.	°C	44,00000
cp	kJ/kgK	3,89000
densidad	kg/m3	1015,00000
k	W/mK	0,58000
u	kg/ms	0,00195
Pr	-	13,07845
Coef Exp Vol (B)	1/K	0,00020
Viscos cinem (v)	m2/s	0,00000
Temperatura sup	°C	73,00000
Long Caract (Lc)	m	0,08300
Gr	-	8585306,88624
Ra	-	112282492,04412
Nu	-	27,79341
hint	kW/m2K	0,19422

**Elaborado por:** Autoras

**Tabla 11.** Coeficiente de convección interna de la leche a 82°C

<b>Propiedades Físicoquímicas Leche</b>		
Temperatura F.	°C	48,50000
cp	kJ/kgK	3,89000
densidad	kg/m <sup>3</sup>	1015,00000
k	W/mK	0,58000
u	kg/ms	0,00195
Pr	-	13,07845
Coef Exp Vol (B)	1/K	0,00020
Viscos cinem (v)	m <sup>2</sup> /s	0,00000
Temperatura sup	°C	82,00000
Long Caract (Lc)	m	0,08300
Gr	-	9917509,67893
Ra	-	129705637,36131
Nu	-	28,81400
hint	kW/m <sup>2</sup> K	0,20135

**Elaborado por:** Autoras

**Tabla 12.** Coeficiente de convección interna de la leche a 90 °C

<b>Propiedades Físicoquímicas Leche</b>		
Temperatura F.	°C	52,50000
cp	kJ/kgK	3,89000
densidad	kg/m <sup>3</sup>	1015,00000
k	W/mK	0,58000
u	kg/ms	0,00195
Pr	-	13,07845
Coef Exp Vol (B)	1/K	0,00020
Viscos cinem (v)	m <sup>2</sup> /s	0,00000
Temperatura sup	°C	90,00000
Long Caract (Lc)	m	0,08300
Gr	-	11101689,93911
Ra	-	145192877,64325
Nu	-	29,63808
hint	kW/m <sup>2</sup> K	0,20711

**Elaborado por:** Autoras



#### 4.1.4 Coeficiente global de transferencia de calor

$$U = \frac{1}{\frac{1}{h_{int}} + \frac{1}{h_{ext}}}$$

$$U = \frac{1}{\frac{1}{0,1942 \frac{kW}{m^2 * K}} + \frac{1}{1,008 \frac{kW}{m^2 * K}}}$$

$$U = 0,1628 \frac{kW}{m^2 * K}$$

**Tabla 13.** Coeficiente Global de transferencia de calor a 73°C

Ensayo 1		
hext	kW/m2-K	1,0087
hint	kW/m2-K	0,1942
U	kW/m2-K	0,1629

**Elaborado por:** Autoras

**Tabla 14.** Coeficiente Global de transferencia de calor a 82°C

Ensayo 2		
Hext	kW/m2-K	1,1084
Hint	kW/m2-K	0,2014
U	kW/m2-K	0,1704

**Elaborado por:** Autoras

**Tabla 15.** Coeficiente Global de transferencia de calor a 90°C

Ensayo 3		
Hext	kW/m2-K	1,1878
Hint	kW/m2-K	0,2071
U	kW/m2-K	0,1764

**Elaborado por:** Autoras

#### 4.1.5 Cálculo del calor máximo

$$Q_{MAX} = C_{min} * (T_{ew} - T_{el})$$

$$Q_{MAX} = 3,159 \frac{kJ}{K} * (73 - 25)^{\circ}C * \frac{1K}{1^{\circ}C}$$

$$Q_{MAX} = 151,63 kJ$$

**Tabla 16.** Calor máximo a 73°C

Ensayo 1		
Cp water	kJ/kgK	4,1918
m water	kg	21,9560
cp leche	kJ/kgK	3,8900
m leche	kg	0,8120
Cw	kJ/K	92,0352
Cl	kJ/K	3,1587
Temp in W	°C	73,0000
Temp in L	°C	25,0000
Q max	kJ	151,6166

**Elaborado por:** Autoras

**Tabla 17.** Calor máximo a 82°C

Ensayo 2		
Cp water	kJ/kgK	4,1986
m water	kg	21,9560
cp leche	kJ/kgK	3,8900
m leche	kg	0,8120
Cw	kJ/K	92,1845
Cl	kJ/K	3,1587
Temp in W	°C	82,0000
Temp in L	°C	25,0000
Q max	kJ	180,0448

**Elaborado por:** Autoras

**Tabla 18.** Calor máximo a 90°C

Ensayo 3		
Cp water	kJ/kgK	4,2060
m water	kg	21,9560
cp leche	kJ/kgK	3,8900
m leche	kg	0,8120
Cw	kJ/K	92,3469
Cl	kJ/K	3,1587
Temp in W	°C	90,0000
Temp in L	°C	25,0000
Q max	kJ	205,3142

**Elaborado por:** Autoras

#### 4.2 Discusión de resultados

- El equipo del laboratorio de Ingeniería Agroindustrial tiene un tamaño pequeño, no cuenta con un soporte para colocar las muestras, es por esto por lo que realizamos un equipo con mayor tamaño y una rejilla que sostiene las muestras mientras se calientan y llegan a la temperatura requerida.
- El equipo requiere de agua destilada porque el agua potable contiene sodio, partículas indeseables y pueden llegar a formarse algas en el interior del tanque debido que no es agua tratada y el equipo puede dañarse al pasar el tiempo.
- Todo el equipo se construyó con acero inoxidable AISI 304, por que se observó que la estructura exterior del baño maría que existe en el laboratorio de Ingeniería Agroindustrial se ensucia con facilidad y es difícil de limpiar, en cambio nuestro equipo es de fácil limpieza que permite eliminar las manchas de su estructura exterior.
- Se observó la necesidad de trabajar con frascos grandes, por esta razón se optó en no construir una tapa por que el equipo que tiene el laboratorio de Ingeniería Agroindustrial no la utiliza cuando trabaja con frascos de mayor tamaño, es por ello por lo que vimos innecesario construir una tapa en el equipo.
- En las muestras de leche se necesita elevar al equipo 10°C más, para que la muestra obtenga la temperatura deseada en el tratamiento térmico, donde se utilizan diferentes frascos de vidrio de borosilicato y este material no permite que pase correctamente el calor, mientras si se trabaja en contacto directo como en el escaldado la muestra no tendrá ningún problema al calentarse.

- El equipo del laboratorio de Ingeniería Agroindustrial no cuenta con una alarma de tiempo donde se active en el momento de finalizar el calentamiento de la muestra, por esta razón se agregó un sistema de alarma al equipo que suena al terminar el calentamiento de la muestra.
- El coeficiente de convección externa del agua, nos indica la velocidad de transferencia de calor que conforme la temperatura aumenta esta velocidad también va aumentando como por ejemplo; a una temperatura de 73°C su velocidad de transferencia de calor va hacer de 1,0087 kW/m<sup>2</sup> °K; en 82°C se da 1,1084 kW/m<sup>2</sup> °K y en 90°C será de 1,1878 kW/m<sup>2</sup> °K
- El coeficiente de convección interno de la leche es la velocidad que gana la leche para poder subir su temperatura; la velocidad que gana a 73°C es 0,19422 kW/m<sup>2</sup> °K, 82°C es 0,20135 kW/m<sup>2</sup> °K y a 90 °C es 0,20711 kW/m<sup>2</sup> °K.
- El coeficiente global de transferencia de calor nos demuestra la velocidad de transferencia del sistema de la leche y el agua, este coeficiente fue calculado con las temperaturas de 73°, 83° y 90 °C ya que son las temperaturas más utilizadas en los tratamientos térmicos.
- El calor máximo es la energía que proviene de las resistencias del equipo, se realizaron los cálculos pertinentes y se pudo observar que aumenta su energía conforme vaya aumentando su temperatura

## CAPITULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1 Conclusiones

- Los tratamientos térmicos que se pueden realizar en el equipo construido son pasteurización (alta, baja y rápida), escaldado, debido a que el equipo puede soportar una temperatura de  $90^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$ . Además, que se puede utilizar para otras actividades extras como puede ser la incubación de fermentos.
- Es importante conocer el tipo de agua que necesita el equipo, para evitar que se deteriore al pasar del tiempo, el agua destilada es una buena opción por que a pasado por un proceso de purificación y filtración antes de ser destilada.
- El equipo está elaborado de acero inoxidable AISI 304 para que no se deteriore con el tiempo y permita tener una buena limpieza y desinfección de este.
- Al desarrollar las pruebas de tratamiento térmico observamos que al trabajar en frascos de vidrio se debe aumentar  $10^{\circ}\text{C}$  al equipo, para que alcance la temperatura deseada la muestra, por ejemplo, si necesitamos  $63^{\circ}\text{C}$  el agua debe estar a una temperatura de  $73^{\circ}\text{C}$ .
- Para un mejor funcionamiento del equipo se debe seguir el manual de operación y mantenimiento de ese modo se evitará cualquier accidente con el equipo.
- La energía necesaria que consumirán las resistencias del equipo de acuerdo con los cálculos realizados de transferencia de calor es de  $9,146\text{kJ/h}$ , este resultado es el que se consumirá por hora de uso del equipo.

### 5.2 Recomendaciones

- Al momento de construir el equipo se debe tener en cuenta el tipo de soldadura porque según la que escojamos quedara estético nuestro equipo.
- Utilizar agua destilada para trabajar en el baño maría.
- Al utilizar el equipo se debe acudir al manual de operación para que así no exista ningún inconveniente al momento de ponerlo en marcha.
- Si se va a realizar un escaldado no es necesario aumentar la temperatura del equipo.
- Utilizar un termómetro digital o de mercurio para verificar que la temperatura del agua y la muestra se encuentren correctamente, caso contrario informar al técnico de laboratorio.
- Después de utilizar el equipo se debe esperar a que este se encuentre frio para

limpiar y si es el caso cambiar el agua con la que se trabajó.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICA

- Codex alimentarius*. (28 de Febrero de 2000). Recuperado el 21 de Junio de 2020, de Codex alimentarius:  
[http://www.fao.org/tempref/codex/Meetings/CCMMP/ccmmp4/mm00\\_15s.pdf](http://www.fao.org/tempref/codex/Meetings/CCMMP/ccmmp4/mm00_15s.pdf)
- alamy. (2021). *alamy*. Obtenido de <https://www.alamy.es/foto-escaldado-hojas-de-col-43260082.html>
- Aserenisima*. (2015). Recuperado el 15 de Junio de 2020, de Aserenisima:  
<https://www.laserenisima.com.ar/descargas/procesos-termicos.pdf>
- Bioanalista, L. C. (07 de 02 de 2012). *La Casa del Bioanalista* . Obtenido de  
<http://lacasadelbioanalista.blogspot.com/2012/02/bano-maria-con-agitacion-digital-gemmy.html>
- Booster, B. (2012). *Sensores y valvulas* . Obtenido de  
<https://automecanico.com/auto2027/bbooster06.pdf>
- CajónHerramientas*. (Agosto de 2013). Recuperado el 16 de Mayo de 2021, de CajónHerramientas: <https://cajonherramientas.com/blog/guia-de-uso-como-usar-una-amoladora/>
- Camargo, W. (2013). *Procesos de Manufactura*. Recuperado el 16 de Mayo de 2021, de Procesos de Manufactura:  
<https://sites.google.com/site/procesosdemanufacturaetitic/tipos-de-procesos/proceso-de-taladrado#:~:text=El%20taladrado%20es%20la%20operaci%C3%B3n,profundidad%20han%20sido%20determinados%20previamente.>
- CASP, A. Y. (1999). *PROCESOS DE CONSERVACION DE ALIMENTOS* . ESPAÑA : EDICIONES MUNDI PRENSA .
- Castillo, V. (2013). *Heat exchangers*. Recuperado el 15 de Mayo de 2021, de Heat exchangers:  
<https://www.hrs-heatexchangers.com/es/recursos/tratamiento-termico-en-la-industria-alimentaria/>
- Castro, A. (2017). *Blog Implantología*.
- CEUPE. (2014). Recuperado el 15 de Mayo de 2021, de CEUPE:  
<https://www.ceupe.com/blog/el-tratamiento-termico-y-sus-procesos.html>
- CEUPE. (2021). *CEUPE*.

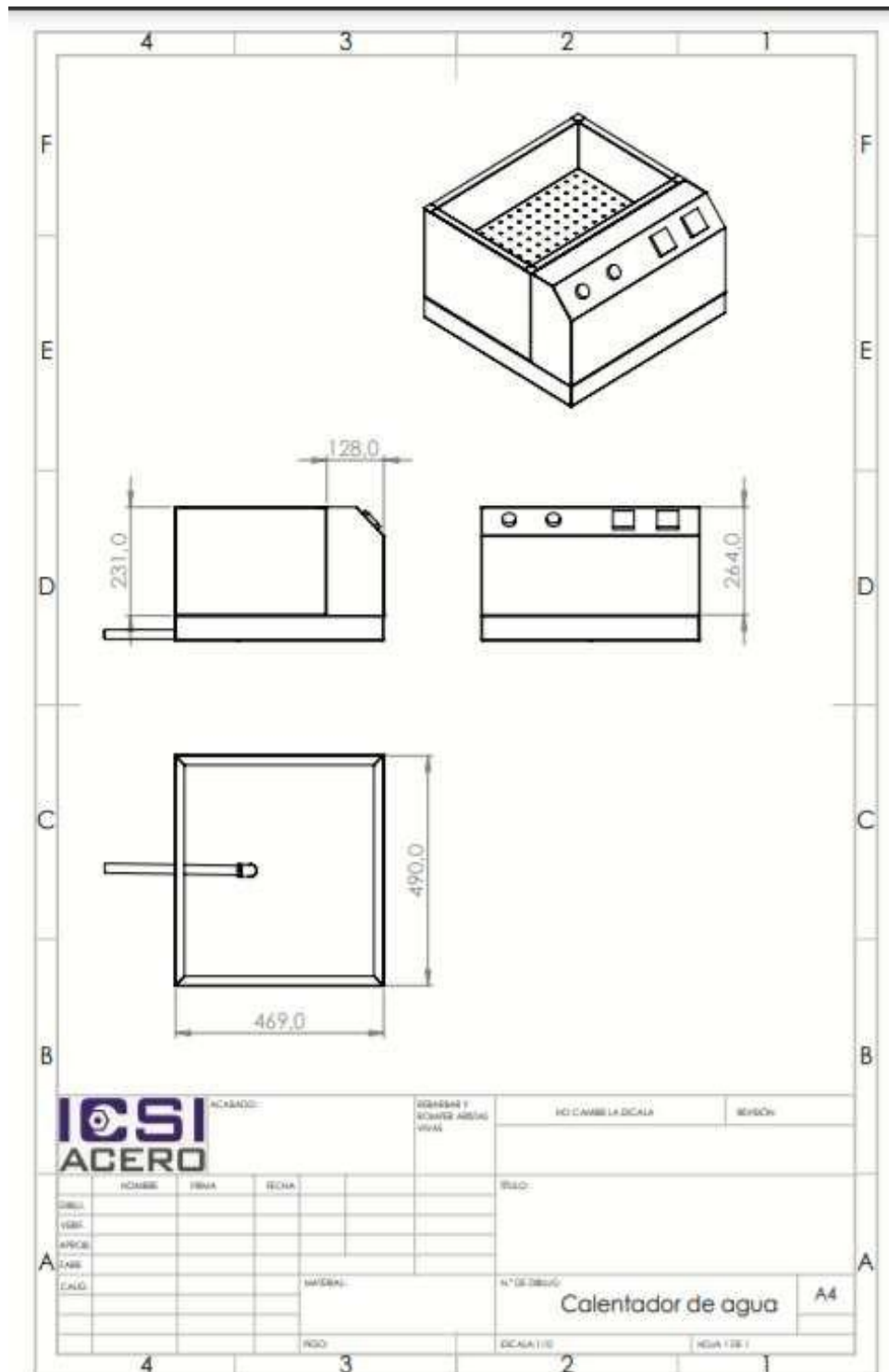
- Chavarría, R. (2016). *NTP 153*. Recuperado el 08 de Agosto de 2020, de NTP 153:  
[https://www.insst.es/documents/94886/326801/ntp\\_153.pdf/74f415b1-8403-4160-8b0d-69db3bec8b0a](https://www.insst.es/documents/94886/326801/ntp_153.pdf/74f415b1-8403-4160-8b0d-69db3bec8b0a)
- Fabrizio, A. (10 de Diciembre de 2019). *Significados.com*. Recuperado el 28 de Agosto de 2021, de Significados.com: <https://www.significados.com/metodo-inductivo/>
- Lab, T. (2021). *Tech-Lab Scientific Sdn Bhd*. Obtenido de Tech Lab.
- LABORATORIO QUIMICO*. (28 de Agosto de 2017). Recuperado el Septiembre de Agosto de 2021, de LABORATORIO QUIMICO:  
<https://www.tplaboratorioquimico.com/laboratorio-quimico/materiales-e-instrumentos-de-un-laboratorio-quimico/bano-maria-laboratorio.html>
- Manzano, M. (2013). *ESPOCH*. Recuperado el 21 de Junio de 2020, de ESPOCH:  
<http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/390/3/03%20AGI%20259%20REV%20ISI%20C3%93N%20DE%20LITERATURA.pdf>
- MECANISIC* . (17 de Noviembre de 2013). Recuperado el 08 de Agosto de 2020, de MECANISIC : <https://www.mecanizadossinc.com/proceso-del-taladrado-mecanizados-precision/>
- memmert. (2021). *memmert*. Obtenido de <https://www.memmert.com/es/el-producto/archive/bano-de-aceite/ONE-29/>
- Monckerberg, F. (05 de Julio de 2018). *Universidad de Chile*. Recuperado el 15 de Junio de 2020, de Universidad de Chile: [https://inta.cl/wp-content/uploads/2018/07/Leche-Efecto-del-tratamiento-t%C3%A9rmico-y-su-calidad-nutricional\\_INTA.pdf](https://inta.cl/wp-content/uploads/2018/07/Leche-Efecto-del-tratamiento-t%C3%A9rmico-y-su-calidad-nutricional_INTA.pdf)
- Net Interlab*. (2015). Recuperado el 15 de Mayo de 2021, de Net Interlab: <https://net-interlab.es/bano-maria-laboratorio/>
- Oña, H. (2015). *ESPE*. Recuperado el 21 de Junio de 2020, de ESPE:  
<http://repositorio.espe.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/21000/11535/T-ESPE-053012.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Oña, H. (16 de Octubre de 2015). *ESPE*. Recuperado el 16 de Mayo de 2021, de ESPE:  
<http://repositorio.espe.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/21000/11535/T-ESPE-053012.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Ovalle, W. (2015). *ACEQUILABS*. Recuperado el 21 de Junio de 2020, de ACEQUILABS:  
<https://acequilabs.com.co/blog/guias-de-uso/que-es-un-bano-de-maria-de-laboratorio/>



- Paz, C. (Mayo de 2012). *Instrumentos de laboratorio*. Recuperado el 15 de Mayo de 2021, de Instrumentos de laboratorio: <http://www.instrumentosdelaboratorio.net/2012/05/bano-de-maria.html>
- Perez, C. (23 de Septiembre de 2015). *Maquituls*. Recuperado el 08 de Agosto de 2020, de Maquituls: <https://www.maquituls.es/noticias/la-soldadura-por-puntos-principales-caracteristicas/>
- Peréz, T. (2015). *Laboratorio Quimico*. Recuperado el 15 de Mayo de 2021, de Laboratorio Quimico: <https://www.tplaboratorioquimico.com/laboratorio-quimico/materiales-e-instrumentos-de-un-laboratorio-quimico/bano-maria-laboratorio.html>
- Scientific, T. (2011). *Equipos y Laboratorios* .
- Soldexa*. (Octubre de 2019). Recuperado el 16 de Mayo de 2021, de Soldexa: <https://www.soldexa.com.pe/soldexa/sp/education/blog/proceso-de-soldadura-tig.cfm>
- Todo Agro*. (21 de Febrero de 2019). Recuperado el 28 de Agosto de 2021, de Todo Agro: <https://www.todoagro.com.ar/confirmado-la-pasteurizacion-de-la-leche-trae-beneficios-para-la-salud/>
- Toro, D. (Julio de 2019). *Blogspot*. Recuperado el 15 de Mayo de 2021, de Blogspot: <https://procesostermicossena.blogspot.com/2019/07/tratamientos-termicos.html>
- UNAC. (Enero de 2012). Recuperado el 15 de Mayo de 2021, de UNAC: [https://unac.edu.pe/documentos/organizacion/vri/cdcitra/Informes\\_Finales\\_Investigacion/Enero2012/IF\\_ENERO%202012/IF\\_CACERES\\_PAREDES\\_FIPA/Informe\\_final\\_Investigacion\\_Proyecto\\_2011.pdf](https://unac.edu.pe/documentos/organizacion/vri/cdcitra/Informes_Finales_Investigacion/Enero2012/IF_ENERO%202012/IF_CACERES_PAREDES_FIPA/Informe_final_Investigacion_Proyecto_2011.pdf)
- Washington, D. (2007). *Manual de mantenimiento para equipos de la boratorio*. Recuperado el 21 de Junio de 2020, de Manual de mantenimiento para equipos de la boratorio: [http://cidbimena.desastres.hn/docum/ops/libros/LAB\\_manual-mantenimiento.pdf](http://cidbimena.desastres.hn/docum/ops/libros/LAB_manual-mantenimiento.pdf)

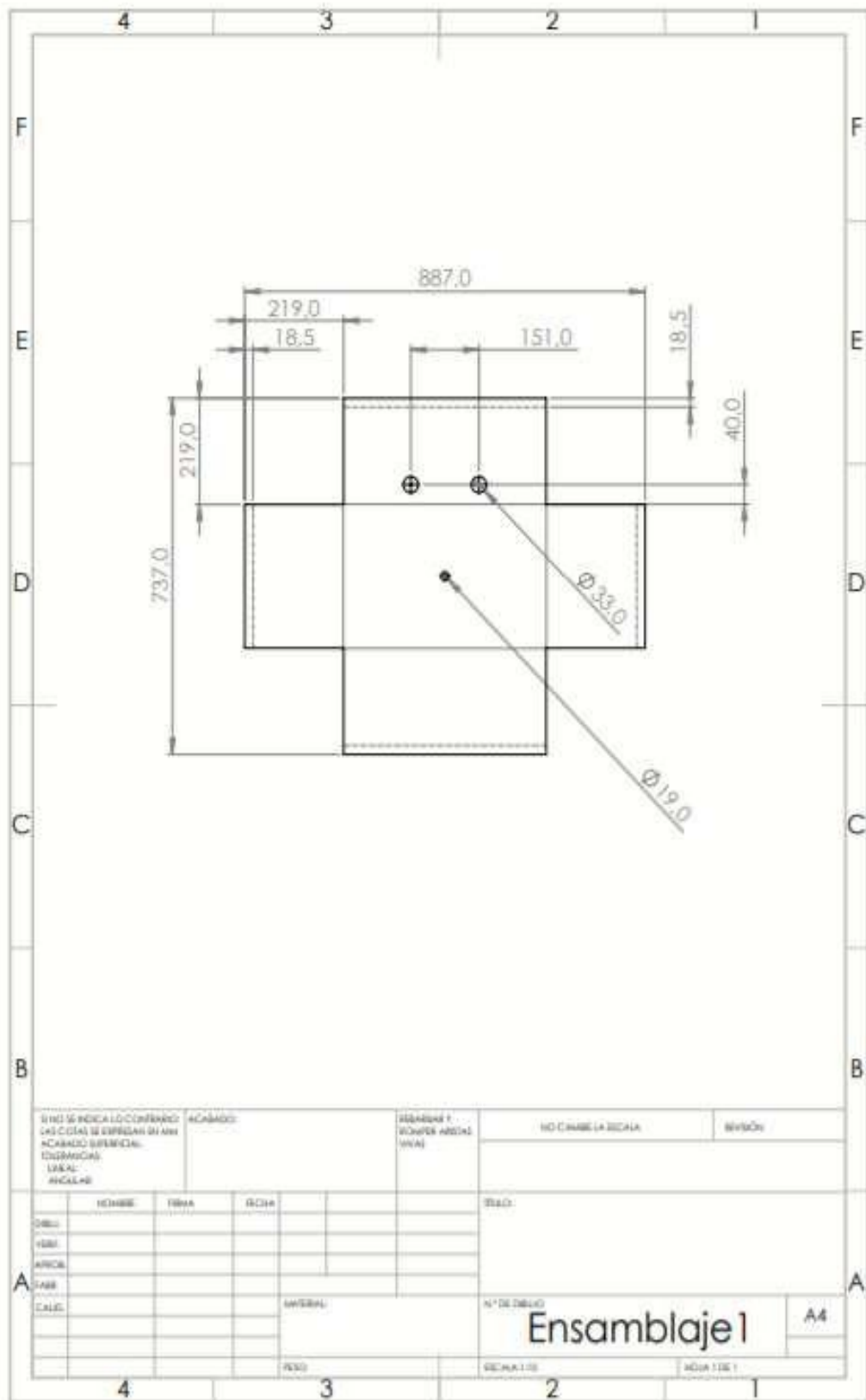
## ANEXOS

### Anexo1. Diseño del equipo



**Elaborado por:** Las autoras

## Anexo2. Ensamblaje



Elaborado por: Las autoras

### Anexo 3. Diseño mecánico del Equipo



### Anexo 4. Parte electrónica del equipo



## Anexo 5. Pruebas del Equipo



## Anexo 6. Pruebas térmicas (Pasteurización)



**Anexo 7. Pruebas térmicas (Escaldado)**



## Anexo 8. Certificado de prueba del equipo



FACULTAD DE INGENIERÍA  
LABORATORIO INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL



### REVISIÓN DE EQUIPOS

En la ciudad de Riobamba, a los 24 días del mes de Agosto del año 2021, en los Laboratorios de Ingeniería Agroindustrial, comparecen la Ing. María Fernanda Rojas en calidad de técnico de Laboratorio de Ingeniería Agroindustrial y las Srtas. Estudiantes María José Guayasamín Quishpe y Joselin Tatiana Molina Paredes, con el fin de realizar pruebas de funcionamiento de un baño María, resultado del proyecto de tesis “CONSTRUCCIÓN DE UN BAÑO MARÍA PARA PRUEBAS DE TRATAMIENTOS TÉRMICOS A NIVEL DE LABORATORIO”

Se procedió a verificar el estado del equipo, y comprobar su funcionamiento, realizando pruebas de:

- Control de temperatura.
- Control de tiempo.
- Control de capacidad.
- Revisión de tablero de control.
- Revisión de interruptor y resistencia
- Control de salida de agua del equipo.

Concluyendo que el equipo se encuentra en buenas condiciones, ideales para el desarrollo de futuras prácticas.

Para constancia de lo actuado firman, las personas que intervienen en esta diligencia.

Ing. María Fernanda Rojas  
**TÉCNICO LABORATORIO  
AGROINDUSTRIAL**

Srta. María José Guayasamín  
**ESTUDIANTE CARRERA  
AGROINDUSTRIAL**

Srta. Joselin Tatiana Molina  
**ESTUDIANTE CARRERA  
AGROINDUSTRIAL**

Campus Universitario **Msc. Edison Riera R.**  
Km 1 ½ vía a Guano  
RIOBAMBA –CHIMBORAZO –ECUADOR

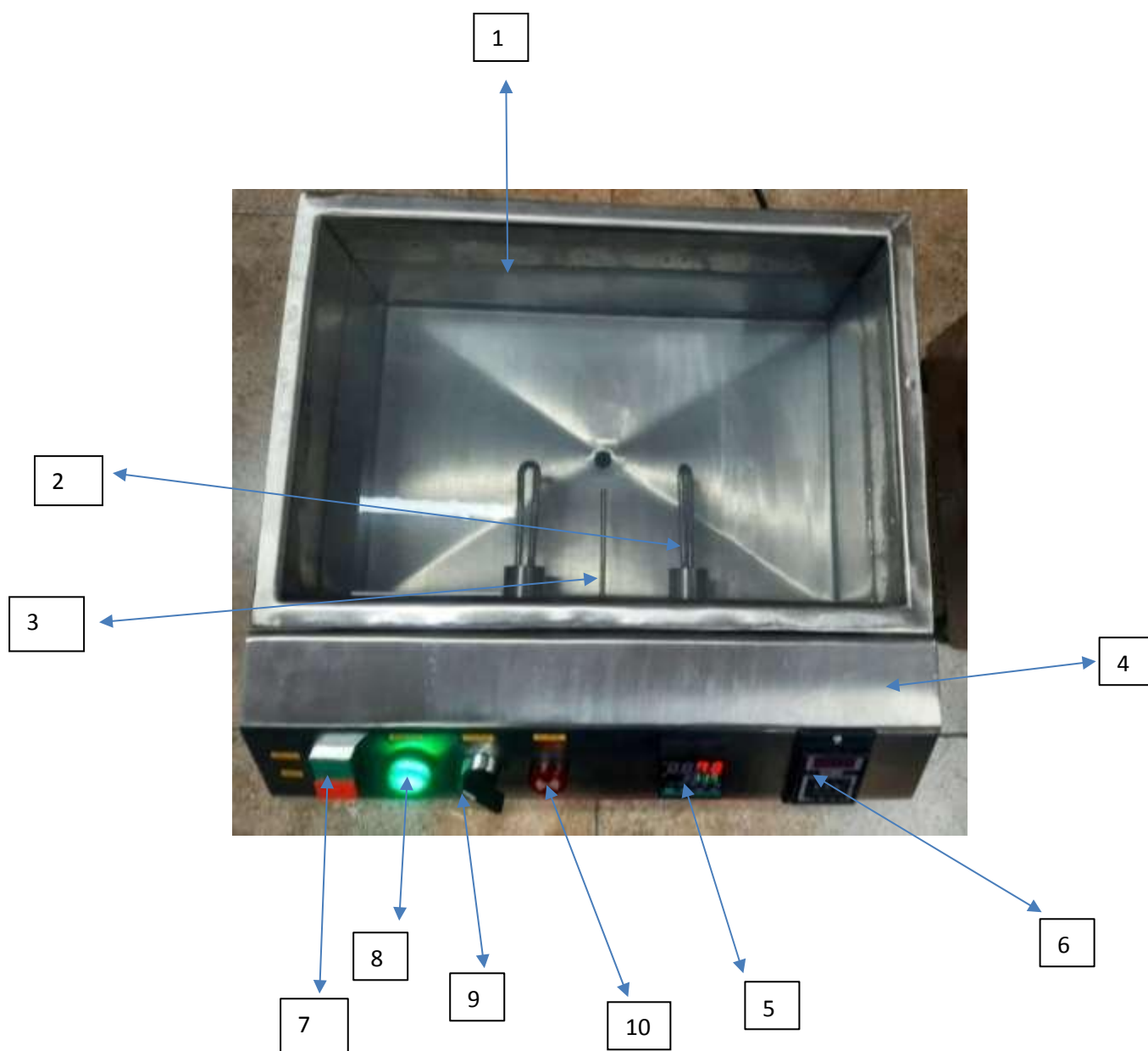
Teléfonos: 3730880 ext.1430  
**Tecnología, Humanismo y Calidad**

## Anexo 9. Manual del Equipo

### MANUAL DE OPERACIÓN

Este manual se realizó con el fin de que los estudiantes y docentes de la carrera de Ingeniería agroindustrial, le den un buen uso al equipo mientras realizan sus prácticas dentro del laboratorio.

#### Esquema y partes del Baño maría





## **PARTES DEL BAÑO MARIA**

<b>N°</b>	<b>DESCRIPCION</b>	<b>CANTIDAD</b>
1	BANDEJA DE ACERO INOXIDABLE	1
2	RESISTENCIAS	2
3	TERMOCUPLA	1
4	PANEL DE CONTROL	1
5	CONTROL DE TEMPERATURA	1
6	CONTROL DE TIEMPO	1
7	BOTON DE INCIO Y PARO	2
8	BOTON DE PROCESO	1
9	ACCIONANTE DE TIEMPO	1
10	ALARMA DE TEMPERATURA	1

### **Instrucciones para la instalación**

- Instalar en un sitio bien nivelado y que pueda aguantar el peso del equipo.
- Colocar al equipo en un espacio amplio para poder trabajar de mejor manera.
- Verificar que exista una fuente de energía cercana de 220 voltios, para conectar el equipo.
- Ubicar al equipo cerca del suministro del agua con la que se va a trabajar.

### **Instrucciones de uso**

- Verificar que el Baño maría se encuentre limpio para poder trabajar.
- Conectar el equipo a una fuente de energía de 220 V / 60Hz
- Asegurarse que la llave de drenaje se encuentre cerrada antes de llenar el tanque.
- El nivel del agua debe ser siempre suficiente para cubrir por completo las resistencias internas.
- Utilizar agua destilada para el uso del equipo.
- Encender el equipo, calibrar la temperatura de acuerdo con la prueba que se vaya a realizar.
- Al terminar las pruebas se debe apagar el equipo, y desconectar de la fuente de energía.

- Evitar utilizar en el baño maría sustancias como blanqueadores y concentraciones fuertes.

### **Precauciones**

- No dejar conectado el equipo a la fuente de energía.
- Prohibido utilizar el equipo si se encuentra el tanque vacío.
- Evitar utilizar el baño maría si alguno de los controles falla.
- No tener contacto con el equipo cuando esté en funcionamiento para evitar quemaduras.
- Cualquier problema que tenga con este equipo repórtelo de inmediato al Técnico de laboratorio.

### **Limpieza de la maquina**

- La limpieza del equipo se debe realizar mensualmente.
- Verificar que el equipo este desconectado de la fuente de energía y esperar que este se enfríe para evitar riesgos de quemaduras en caso que se haya utilizado con anterioridad.
- No emplear productos blanqueadores.
- No utilizar objeto que rayen el baño maría.
- Retirar la rejilla que se encuentra en el interior del tanque antes de lavar.
- Evacuar el agua del equipo por medio de la llave que se encuentra en la parte posterior del baño maría
- Limpiar el interior del tanque con detergente y frotar suavemente con una esponja.
- Para el exterior del equipo utilizar una franela húmeda y después pasar una franela seca.

## MANUAL DE MANTENIMIENTO DEL EQUIPO

- Antes de realizar cualquier tipo de mantenimiento verifique que el equipo se encuentre desconectado de la fuente de energía para evitar cualquier accidente.
- Realizar un mantenimiento preventivo cada 6 meses después de su utilización.
- Observar que los componentes electrónicos no se encuentren mojados o estropeados, pueden perjudicar al funcionamiento del equipo.
- Si al momento de utilizar el equipo huele extraño, apagar inmediatamente el equipo.

### Posibles problemas y soluciones a daños en el equipo

Problema	Causa	Soluciones
No enciende el baño maría	Equipo desconectado	Conectar el equipo
	La fuente de energía no tiene los voltios necesarios.	Conectar a una fuente de energía de 220V / 60Hz
	Interruptor dañado	Cambiar interruptor
El equipo no calienta	Control de temperatura desgraduado.	Graduar el control de temperatura.
	Las resistencias están averiadas.	Cambiar resistencias
La temperatura sube lentamente	Resistencias defectuosas	Cambiar resistencias
	Control de temperatura desgastado.	Cambiar el control de temperatura.
La temperatura sube más de lo indicado	Parámetros seleccionados incorrectamente.	Verificar que los parámetros sean los indicados.
	Control de temperatura defectuoso.	Cambiar el control de temperatura.
Las muestras alcanzan lentamente la temperatura.	El tanque puede estar vacío y por ello no calientan las muestras.	Llenar el tanque hasta que cubra las muestras.

## Revisiones a realizar en el equipo

<b>Nombre de máquina:</b>	baño maría	
<b>Equipo</b>	Baño maría tratamientos térmicos	
<b>REVISIÓN DE LA TERMOCUPLA</b>		
<b>Frecuencia</b>	Cada año	
<b>Procedimiento</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Apagar la maquina</li> <li>• Retirar la rejilla</li> <li>• Retirar el agua</li> <li>• Limpieza general de máquina</li> <li>• Revisar la termocupla</li> <li>• Mantener los bornes de conexión limpios</li> <li>• Libres de oxido</li> <li>• Mantener las conexiones apretadas.</li> </ul>	
<b>Herramientas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Llaves</li> </ul>	
<b>REVISION DE RESISTENCIAS</b>		
<b>Frecuencia</b>	5 meses	
<b>Procedimiento</b>	Máquina en funcionamiento: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisión de parámetros de funcionamiento: amperajes, temperatura</li> <li>• Detectar que las resistencias funcionen correctamente</li> </ul>	
	Máquina apagada: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verificar estado de resistencias.</li> <li>• Reajuste de pernos</li> <li>• Notificar daños mayores</li> </ul>	
<b>Equipos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Multímetro</li> </ul>	
<b>Herramientas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Caja de herramientas</li> </ul>	
<b>Materiales</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Guaipe</li> </ul>	
<b>INSPECCIÓN ELÉCTRICA</b>		
<b>Frecuencia</b>	2 meses	
<b>Procedimiento</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Apagar el equipo y cortar la energía.</li> <li>• Limpieza e inspección de instrumentos de control de voltajes, amperajes, temperaturas y velocidad.</li> <li>• Prueba de funcionamiento de la unidad.</li> </ul>	
<b>Equipos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Multímetro</li> </ul>	
<b>Herramientas</b>	Maletín de herramientas	
<b>Materiales</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Guaipe</li> </ul>	

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Franela</li> <li>• Limpiador</li> </ul>
<b>COMPROBACIÓN DE LOS SISTEMAS DE CONTROL</b>	
<b>Frecuencia</b>	4 meses
<b>Procedimiento</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisión y cambio de los instrumentos de control que se encuentren en mal estado.</li> <li>• Calibración de los instrumentos de control y verificar el voltaje, amperaje, temperatura.</li> <li>• Pruebas de funcionamiento</li> </ul>
<b>Equipos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fuente universal.</li> <li>• Multímetro.</li> </ul>
<b>Herramientas</b>	Caja de herramientas.
<b>Materiales</b>	Guaípe.
<b>INSPECCIÓN DEL SISTEMA AUTOMÁTICO</b>	
<b>Frecuencia</b>	4 meses
<b>Procedimiento</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Apagar la máquina.</li> <li>• Quitar suministro de corriente eléctrica.</li> <li>• Dejar que se enfríe.</li> <li>• Inspeccionar el sistema</li> <li>• Realizar pruebas de funcionamiento</li> </ul>
<b>Herramientas</b>	Maletín de herramientas
<b>Materiales</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Guaípe.</li> <li>• Franela.</li> </ul>
<b>LIMPIEZA</b>	
<b>Frecuencia</b>	Semanalmente
<b>Procedimiento</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Apagar la máquina.</li> <li>• Quitar suministro de corriente eléctrica.</li> <li>• Quitar la rejilla</li> <li>• Limpiar todos los componentes.</li> <li>• Colocar cada componente en su posición.</li> </ul>
<b>Herramientas</b>	Caja de herramientas.
<b>Materiales</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Detergente.</li> <li>• Esponja</li> </ul>

## Anexo 9. Guías de prácticas



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE INGENIERIA

ESCUELA DE INGENIERIA AGROINDUSTRIAL



**Integrantes.**

**Laboratorio N°01**

María José Guayasamín

**Fecha de realización:** 12/03/2021

Joselin Molina

**Fecha de presentación**

### 1. TEMA:

RECONOCIMIENTO DEL EQUIPO

### 2. Objetivos:

#### 2.1 Objetivo General:

- Identificar cada una de las partes que conforma el baño maría para darle una correcta utilización.

#### 2.2 Objetivos Específicos:

- Aprender a manipular el equipo al momento de realizar una prueba de tratamiento térmico.
- Observar la capacidad que tiene el equipo para poder trabajar.

### 3. Materiales:

MATERIALES	EQUIPOS	INSUMOS
Mandil	baño maría	Agua
Guantes		
Cofia		
Mascarilla		
Botas		

### 4. Gráficos:



## 5. Procedimiento:

- Identificar que el equipo se encuentre desconectado antes de empezar la práctica, utilizar la indumentaria correcta para evitar accidentes.
- Verificar que la llave del quipo se encuentre cerrada antes de llenar la bandeja de agua.
- Llenar la bandeja de agua hasta sobrepasar la malla que se encuentra dentro de la bandeja.
- Reconocer cada una de las partes del sistema de control que conforma el equipo.
- Presionar el botón verde de dar inicio y colocar la temperatura adecuada que se quiere alcanzar.
- Esperar hasta que el agua se caliente
- Tomar la temperatura con ayuda de un termómetro digital para controlar que la temperatura del equipo sea correcta.
- Una vez terminado el reconocimiento del quipo dejar enfriar el agua, para poder limpiarlo.

## 6. Conclusiones:

- Al identificar las partes del baño maría observamos que cuenta con sistema de control, ayuda a trabajar con mayor eficiencia.
- Se observo que la temperatura del agua con la del equipo tiene una variante de  $\pm$  2 grados centígrados.
- El equipo nos permite trabajar con un número de muestras mayor, comparado con el equipo existente en los laboratorios.

## 7. Recomendaciones:

- Se recomienda trabajar cuidadosamente con el equipo evitando así cualquier accidente posible.
- Leer el manual antes de la utilización del equipo



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**ESCUELA DE INGENIERIA AGROINDUSTRIAL**



**Integrantes.**

**Laboratorio N°02**

María José Guayasamín

**Fecha de realización:** 11/05/2021

Joselin Molina

**Fecha de presentación**

**1. TEMA:**

TIPOS DE PASTEURIZACIÓN

**2. Objetivos:**

**a. Objetivo General:**

- Realizar los diferentes tipos de pasteurización para conocer su temperatura y tiempo adecuado.

**b. Objetivos Específicos:**

- Identificar cada una de las pasteurizaciones por su tiempo y temperatura.
- Observar que la temperatura de la muestra sea igual que la del equipo.

**3. Materiales:**

<b>MATERIALES</b>	<b>EQUIPOS</b>	<b>INSUMOS</b>
Erlenmeyer	baño maría	Agua
Termómetro		Leche cruda
Vaso de precipitación 200ml		
Probeta 250ml		

**4. Gráficos:**





## 5. Procedimiento:

- Verificar que la llave del quipo se encuentre cerrada antes de llenar la bandeja de agua.
- Llenar la bandeja de agua hasta sobrepasar la malla que se encuentra dentro de la bandeja.
- Presionar el botón verde de dar inicio y colocar la temperatura adecuada que se quiere alcanzar.
- Esperar hasta que el agua se caliente.
- Medir 200 ml de muestra de leche cruda.
- Una vez que el agua se encuentre a una temperatura de  $73^{\circ}\text{C}$  colocar las muestras en el Erlenmeyer para que la temperatura se encuentre a  $63^{\circ}\text{C}$ .
- Colocar el tiempo en minutos que requiere cada pasteurización, debido a que son diferentes tipos de pasteurización.

- Realizar el mismo proceso para los otros tipos de pasteurización, por ejemplo, HTST: el agua debe estar a 82 °C para que la muestra alcance una temperatura de 72°C; Para pasteurización alta: el agua debe estar a 90°C obteniendo así una muestra a 80°C.
- Una vez terminada la práctica lavar todos los materiales utilizados mientras se enfría el equipo.

## **6. Conclusiones:**

- Se observó que la temperatura del agua debe estar 10 °C más para que la muestra que se encuentra en Erlenmeyer alcance la temperatura requerida, por ejemplo, si necesitamos que la muestra este a 63°C el agua debe estar a 73°C.
- Los tipos de pasteurización que se pueden realizar en el quipo son: HTST, LTLT y una pasteurización alta.
- La pasteurización HTST tiene una temperatura de 72°C durante 15 segundos, la pasteurización LTLT tiene una temperatura de 63°C durante 30 minutos, y la pasteurización alta tiene una temperatura de 80°C durante 10 minutos.

## **7. Recomendaciones:**

- Se recomienda trabajar cuidadosamente con el equipo evitando así cualquier accidente posible.
- Leer el manual antes de la utilización del equipo