



# **ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**

## **FACULTAD DE CIENCIAS**

### **CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA**

#### **“DISEÑO DE UN PROCESO INDUSTRIAL PARA LA ELABORACIÓN DE MERMELADA A PARTIR DE GROSELLA AGRIA (*Phyllanthus acidus*) PARA EL CANTON ELOY ALFARO”**

##### **Trabajo de titulación**

Tipo: Proyecto Técnico

Presentado para optar el grado académico de:

##### **INGENIERA QUÍMICA**

##### **AUTOR:**

**WENDY PAMELA PATTA BAQUERO**

Riobamba – Ecuador

2021



# **ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**

## **FACULTAD DE CIENCIAS**

### **CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA**

#### **“DISEÑO DE UN PROCESO INDUSTRIAL PARA LA ELABORACIÓN DE MERMELADA A PARTIR DE GROSELLA AGRIA (*Phyllanthus acidus*) PARA EL CANTON ELOY ALFARO”**

##### **Trabajo de titulación**

Tipo: Proyecto Técnico

Presentado para optar el grado académico de:

##### **INGENIERA QUÍMICA**

**AUTOR:** WENDY PAMELA PATTÁ BAQUERO

**DIRECTOR:** Ing. MABEL MARIELA PARADA RIVERA

Riobamba – Ecuador

2021

© 2021, Wendy Pamela Patta Baquero

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho del Autor.

Yo, Wendy Pamela Patta Baquero, declaro que el presente trabajo de titulación es de mi autoría y los resultados del mismo son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autor asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de titulación; el patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 29 de Enero de 2021



**Wendy Pamela Patta Baquero**

**080291759-1**

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**

**FACULTAD DE CIENCIAS**

**CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA**

El tribunal de trabajo de titulación certifica que: El trabajo: Tipo Proyecto Técnico “**DISEÑO DE UN PROCESO INDUSTRIAL PARA LA ELABORACIÓN DE MERMELADA A PARTIR DE GROSELLA AGRIA (*phyllanthus acidus*)” PARA EL CANTON ELOY ALFARO**” de responsabilidad de la señorita: WENDY PAMELA PATTA BAQUERO ha sido revisada por los Miembros del Tribunal del trabajo de titulación, quedando autorizada su presentación.

	<b>FIRMA</b>	<b>FECHA</b>
Ing. Marlene Jacqueline Garcia Veloz <b>PRESIDENTE DEL TRIBUNAL</b>	_____	2021-01-29
Ing. Mabel Mariela Parada Rivera <b>DIRECTORA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN</b>	_____	2021-01-29
Ing. Mayra Paola Zambrano Vinuesa <b>MIEMBRO DEL TRIBUNAL</b>	_____	2021-01-29

## **DEDICATORIA**

Sé que el tiempo de Dios es perfecto y que el momento que él, quiso para mí llevo.

Dedico mi trabajo de titulación en primer lugar a Dios por darme la vida y la fuerza para poder culminar una de mis metas, por siempre orientarme y no permitir que me dé por vencida.

A mi hijo amado Juan Sebastian Romero Patta quien ha sido siempre mi motor para poder continuar, por el que todos los días me levanto queriendo ser mejor, al que amo con todo mí ser, mi pequeño consejero mi mejor regalo.

A mis Padres Wellington Patta y Cinthya Baquero quienes con su ejemplo y dedicación me enseñaron a nunca rendirme y dar lo mejor de mí, nunca dudaron siempre creyeron en que, si podía y me motivaban todos los días con la esperanza de ver a su hija cumpliendo uno de sus propósitos,

A mis hermanos Cinthya Patta y Jordan Patta los cuales quiero mucho y han estado en todo tiempo a mi lado compartiendo alegrías y lágrimas, pero siempre juntos.

A mis tres tesoros mis sobrinos amados Carlos Paul, Carlos Darío y mi princesita Noa los que me alegran los días mis terribles a quienes amo como si fueran mis hijos.

A mi esposo Marcos Romero quien ha estado en todo momento junto a mí, siempre queriendo que cumpla mis sueños deseándome lo mejor, por ti también es esto amado mío.

Wendy Patta

## AGRADECIMIENTO

Estoy tan agradecida con mi padre celestial por nunca dejarme sola y darme el privilegio de vivir y de gozar cada etapa de mi vida junto a mi maravillosa familia, gracias mi Dios por cada caída que me lleno de experiencia por cada regalo que me das.

Gracias a mi amado padre Wellington Patta Meza porque sé que detrás de cada sacrificio estaba el ver mejor a sus hijos gracias por cada esfuerzo que hiciste y sigues haciendo por verme bien, por cada consejo por no dejar que me rinda nunca, por enseñarme a ser fuerte por guiarme y por siempre estar ahí para mí, este más que mi sueño es tuyo, gracias por ayudarme a crecer en un hogar bonito quizás no perfecto pero siempre juntos pese a cualquier obstáculo.

A mi bella madre Cinthya Baquero Bone que siempre ha sido mi compañera mi confidente gracias por cada uno de los consejos y el amor que me brindas gracias por apoyarme, guiarme en mi caminar y ayudar a formarme porque fue contigo que aprendí mis primeras letras por la paciencia y dedicación que me brindas gracias a ti también hoy puedo celebrar este logro junto a ustedes mi viejita.

A mi querida hermana Cinthya Baquero mi compañía de niña y mi apoyo y consejera de grande gracias por cada palabra y motivación, por siempre estar presente en mi vida por quererme como hermana a pesar de cualquier error siempre has estado junto a mí.

A mi cuñado Paul Rúaes por el apoyo incondicional y sus consejos por su comprensión y todo lo que ha hecho, por ayudarme siempre gracias cuñado.

A mi amado esposo Marcos Romero por ser ese compañero amigo y esposo, gracias por no dejar que las cargas sean tan duras para mí, por siempre estar ahí para ayudarme gracias por no cortarme las alas y dejarme avanzar y poder terminar esta etapa, créeme que sin tu ayuda esto hubiera sido más complicado, gracias amor.

También quiero agradecer de manera muy especial a mi Directora de titulación Ing. Mabel Parada por la excelente profesional por la paciencia el cariño y todo el apoyo brindado de la misma forma a la Ing. Mayra Zambrano por la predisponían y la ayuda brindada gracias por ser calidad de personas las quiero mucho.

Y a toda mi familia por los bonitos deseos y siempre brindarme ese cariño sincero.

Wendy Patta

## TABLA DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	xii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xiv
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	xv
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xvi
RESUMEN	
.....	xvi
i	
ABSTRACT.....	xvii
i	
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I	
1	DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA.....2
1.1	Identificación del problema.....2
1.2	Justificación del problema.....3
1.3	Línea base del proyecto..... 3
1.3.1	<i>Antecedentes de la investigación</i> ..... 3
1.3.2	<i>Localización del proyecto</i> ..... 4
1.3.3	<i>Localización de estudio del proyecto</i> ..... 5
1.4	Beneficiarios directos e indirectos..... 5
1.4.1	<i>Beneficiarios Directos</i> ..... 5
1.4.2	<i>Beneficiarios Indirectos</i> ..... 6
1.5	Objetivos..... 6
1.5.1	<i>Objetivo General</i> ..... 6
1.5.2	<i>Objetivos Específicos</i> ..... 6

## CAPÍTULO II

<b>2</b>	<b>REVISION DE LA LITERATURA O FUNDAMENTOS TEORICOS .....</b>	<b>7</b>
<b>2.1</b>	<b>Marco Teórico .....</b>	<b>7</b>
<b>2.1.1</b>	<b><i>Historia de la grosella.....</i></b>	<b>7</b>
<b>2.1.2</b>	<b><i>Origen .....</i></b>	<b>8</b>
<b>2.1.2.1</b>	<b><i>Clasificación botánica de la Grosella Agria .....</i></b>	<b>8</b>
<b>2.1.3</b>	<b><i>El Cerezo Agrio (Phyllanthus acidus).....</i></b>	<b>9</b>
<b>2.1.3.1</b>	<b><i>Árbol de Grosella .....</i></b>	<b>9</b>
<b>2.1.3.2</b>	<b><i>Características de madurez de la grosella .....</i></b>	<b>10</b>
<b>2.1.4</b>	<b><i>Mermelada.....</i></b>	<b>11</b>
<b>2.1.4.1</b>	<b><i>Pectina .....</i></b>	<b>12</b>
<b>2.1.4.2</b>	<b><i>Ácido Cítrico .....</i></b>	<b>12</b>
<b>2.1.4.3</b>	<b><i>Sorbato de Potasio .....</i></b>	<b>13</b>
<b>2.1.5</b>	<b><i>Operaciones Unitarias del Proceso .....</i></b>	<b>13</b>
<b>2.1.5.1</b>	<b><i>Selección de la materia prima .....</i></b>	<b>13</b>
<b>2.1.5.2</b>	<b><i>Lavado.....</i></b>	<b>14</b>
<b>2.1.5.3</b>	<b><i>Desemillado .....</i></b>	<b>14</b>
<b>2.1.5.4</b>	<b><i>Cocción .....</i></b>	<b>14</b>
<b>2.1.5.5</b>	<b><i>Envasado.....</i></b>	<b>14</b>
<b>2.1.5.6</b>	<b><i>Sellado.....</i></b>	<b>14</b>
<b>2.1.5.7</b>	<b><i>Almacenado.....</i></b>	<b>14</b>

## CAPÍTULO III

<b>3</b>	<b>MARCO METODOLÓGICO .....</b>	<b>15</b>
<b>3.1</b>	<b>Tipo de Estudio.....</b>	<b>15</b>

<b>3.1.1</b>	<b><i>Metodología</i></b> .....	<b>15</b>
<b>3.1.2</b>	<b><i>Métodos y Técnicas</i></b> .....	<b>16</b>
3.1.2.1	<i>Métodos</i> .....	16
3.1.2.2	<i>Técnicas</i> .....	16
<b>3.1.3</b>	<b><i>Parte experimental a nivel de laboratorio</i></b> .....	<b>23</b>
3.1.3.1	<i>Selección de la materia prima</i> .....	23
3.1.3.2	<i>Descripción del procedimiento para la elaboración de la mermelada</i> .....	24
3.1.3.3	<i>Análisis Sensorial para la determinación de la formulación del producto</i> .....	27
<b>3.1.4</b>	<b><i>Determinación operaciones unitarias y variables del proceso</i></b> .....	<b>27</b>
3.1.4.1	<i>Variables del proceso</i> .....	27
3.1.4.2	<i>Operaciones unitarias del proceso</i> .....	28
<b>3.1.5</b>	<b><i>Balance de masa y energía</i></b> .....	<b>29</b>
3.1.5.1	<i>Balance de masa</i> .....	29
3.1.5.2	<i>Balance de energía</i> .....	36
<b>3.1.6</b>	<b><i>Dimensionamiento de equipo</i></b> .....	<b>38</b>
3.1.6.1	<i>Mesa de selección</i> .....	38
3.1.6.2	<i>Despulpadora</i> .....	39
3.1.6.3	<i>Diámetro de agujeros del tamiz</i> .....	41
3.1.6.4	<i>Cálculo de diseño geométrico del tanque tamiz</i> .....	41
3.1.6.5	<i>Evaporador</i> .....	45
3.1.6.6	<i>Diseño de la caldera para el sistema de evaporado</i> .....	49

## **CAPÍTULO IV**

<b>4</b>	<b>RESULTADOS</b> .....	<b>51</b>
<b>4.1</b>	<b><i>Análisis bromatológico de la materia prima y producto final</i></b> .....	<b>51</b>
<b>4.1.1</b>	<b><i>Resultados de caracterización de la materia prima (grosella)</i></b> .....	<b>51</b>
<b>4.2</b>	<b>Análisis de discriminación de la formulación más aceptable</b> .....	<b>51</b>
<b>4.2.1</b>	<b><i>Análisis de la encuesta</i></b> .....	<b>52</b>

<b>4.3</b>	<b><i>Proceso de producción</i></b> .....	<b>58</b>
<b>4.3.1</b>	<b><i>Materia prima e insumos</i></b> .....	<b>58</b>
<b>4.3.2</b>	<b><i>Equipos requeridos para el proceso</i></b> .....	<b>59</b>
<b>4.3.3</b>	<b><i>Diagrama del proceso</i></b> .....	<b>60</b>
<b>4.4</b>	<b><i>Validación del producto</i></b> .....	<b>62</b>
<b>4.5</b>	<b><i>Análisis de Costo/beneficio del proyecto</i></b> .....	<b>62</b>
<b>4.6</b>	<b><i>Cronograma de ejecución del proyecto</i></b> .....	<b>67</b>
	<b>ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS</b> .....	<b>68</b>
	<b>CONCLUSIONES</b> .....	<b>71</b>
	<b>RECOMENDACIONES</b> .....	<b>73</b>
	<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	
	<b>ANEXOS</b>	<b>78</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1-1:</b> Coordenadas geográficas del Cantón Eloy Alfaro. ....	4
<b>Tabla 1-2:</b> Clasificación taxonómica de la Grosella .....	8
<b>Tabla 2-2:</b> Valor alimenticio por cada 100 gramos de porción comestible .....	11
<b>Tabla 1-3:</b> Parámetros para determinar la de acidez en materia prima .....	17
<b>Tabla 2-3:</b> Parámetros para determinar el pH en materia prima .....	17
<b>Tabla 3-3:</b> Parámetros para determinar sólidos totales en materia prima .....	18
<b>Tabla 4-3:</b> Parámetros para determinar °Brix en la mermelada.....	18
<b>Tabla 5-3:</b> Parámetros para determinar pH en la mermelada.....	19
<b>Tabla 6-3:</b> Parámetros para determinar proteína en la mermelada.....	19
<b>Tabla 7-3:</b> Parámetros para determinar humedad en la mermelada .....	20
<b>Tabla 8-3:</b> Parámetros para determinar acidez en la mermelada .....	20
<b>Tabla 9-3:</b> Parámetros para determinar ceniza en la mermelada .....	21
<b>Tabla 10-3:</b> Parámetros para determinar grasa en la mermelada .....	21
<b>Tabla 11-3:</b> Parámetros para determinar fibra en la mermelada .....	22
<b>Tabla 12-3:</b> Condición física de aceptación de la materia prima .....	24
<b>Tabla 13-3:</b> Formulaciones del producto utilizadas para la mermelada.....	27
<b>Tabla 14-3:</b> Operaciones del proceso y variables óptimas de obtención de mermelada .....	28
<b>Tabla 15-3:</b> Tabla de formulación de mermelada de grosella.....	33
<b>Tabla 16-3:</b> Altura y radio del tanque en la despulpadora .....	40
<b>Tabla 17-3:</b> Diámetro de agujeros del tamiz.....	41
<b>Tabla 18-3:</b> Luz de malla y tolerancia para la despulpadora .....	41
<b>Tabla 19-3:</b> Características del motor utilizado en la despulpadora de fruta .....	45
<b>Tabla 20-3:</b> Temperatura promedio para diseñar el sistema de evaporado. ....	49
<b>Tabla 1-4:</b> Caracterización inicial de la materia prima .....	51
<b>Tabla 2-4:</b> Número de identificación de las elaboraciones de mermelada .....	52
<b>Tabla 3-4:</b> Análisis de frecuencias de los resultados obtenidos a las pruebas de asertividad .....	53
<b>Tabla 4-4:</b> Prueba de Kruskall Wallis para la prueba sabor para cada formulación.....	54
<b>Tabla 5-4:</b> Análisis de las frecuencias para la prueba sabor para cada formulación .....	54
<b>Tabla 6-4:</b> Prueba de Kruskall Wallis para la prueba consistencia para cada formulación .....	55
<b>Tabla 7-4:</b> Análisis de las frecuencias para la prueba consistencia para cada formulación .....	55
<b>Tabla 8-4:</b> Prueba de Kruskall Wallis para la prueba color para cada formulación .....	56
<b>Tabla 9-4:</b> Análisis de las frecuencias para la prueba color para cada formulación.....	56
<b>Tabla 10-4:</b> Prueba de Kruskall Wallis para la prueba olor para cada formulación .....	57
<b>Tabla 11-4:</b> Análisis de las frecuencias para la prueba olor para cada formulación .....	58

<b>Tabla 12-4:</b> Materia prima para producción .....	58
<b>Tabla 13-4:</b> Insumos para producción .....	59
<b>Tabla 14-4:</b> Especificaciones de equipos requeridos para el proceso .....	59
<b>Tabla 15-4:</b> Valores comparados con la NTE INEN 2825 para validación .....	62
<b>Tabla 16-4:</b> Aspectos organolépticos comparados con la NTE INEN 419 para validación .....	62
<b>Tabla 17-4:</b> Detalle de la inversión .....	63
<b>Tabla 18-4:</b> Costo de mano de obra.....	63
<b>Tabla 19-4:</b> Costo de requerimientos energéticos.....	63
<b>Tabla 20-4:</b> Costos totales de implementación.....	64
<b>Tabla 21-4:</b> Costos de materia prima, insumos y aditivos. ....	64
<b>Tabla 22-4:</b> Presupuesto para análisis de laboratorio .....	65
<b>Tabla 23-4:</b> Costos de producción para la elaboración de mermelada de grosellas agria .....	65
<b>Tabla 24-4:</b> Ganancias proyectadas en los primeros años de producción .....	66
<b>Tabla 25-4:</b> Cronograma del proyecto.....	67

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1-1:</b> Localización geográfica del cantón Eloy Alfaro provincia de Esmeraldas. ....	5
<b>Figura 2-1:</b> Localización de la Planta de Lácteos Tunshi. ....	5
<b>Figura 1-2:</b> Grosella .....	7
<b>Figura 2-2:</b> Cerezo Agrio .....	9
<b>Figura 3-2:</b> Árbol de Grosella .....	9
<b>Figura 4-2:</b> Mermelada .....	11
<b>Figura 5-2:</b> Pectina.....	12
<b>Figura 6-2:</b> Ácido Cítrico.....	12
<b>Figura 7-2:</b> Sorbato de Potasio.....	13
<b>Figura 1-3:</b> Arbola de Grosella .....	23

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1-4:</b> Análisis de frecuencias de los resultados obtenidos a las pruebas de asertividad ..53
<b>Gráfico 2-4:</b> Análisis de frecuencias a la prueba sabor para cada formulación.....54
<b>Gráfico 3-4:</b> Análisis de frecuencias a la prueba consistencia para cada formulación .....55
<b>Gráfico 4-4:</b> Análisis de frecuencias a la prueba color para cada formulación .....57
<b>Gráfico 5-4:</b> Análisis de frecuencias a la prueba olor para cada formulación.....58

## **ÍNDICE DE ANEXOS**

**ANEXO A:** Análisis de grados de maduración de la grosella

**ANEXO B:** Análisis microbiológico del producto

**ANEXO C:** Evaporador

**ANEXO D:** Distribución de planta para la producción de mermelada

## RESUMEN

La finalidad de este trabajo contempla el diseño de un proceso industrial para la elaboración de mermelada a partir de grosella agria (*phyllanthus acidus*) para el cantón Eloy Alfaro. El proceso para la elaboración de mermelada constó de operaciones como la recepción y selección de materia prima, pre cocción, tamizado, acondicionamiento de la pulpa, estandarizado, cocción, envasado, sellado, enfriado, almacenado y etiquetado. Se caracterizó la materia prima en SAQMIC laboratorio certificado, mismo que incluyeron parámetros de pH, acidez y sólidos solubles con valores de 2,51, 3,30 y 4,80 respectivamente, de esta manera se determinó la madurez apropiada del fruto. Para obtener un buen despulpado de la materia prima se estableció la temperatura de pre cocción y para concentrar la mezcla se controló la temperatura dentro del evaporador siendo estas las variables del proceso más importantes, se desarrolló pruebas de laboratorio con tres tipos de formulaciones de producto, donde se fijó la aceptación del consumidor. Con los datos obtenidos se procedió a realizar los cálculos pertinentes para diseñar el proceso dando como resultado que para generar 64,51 kg de mermelada diaria se necesita 70 kg de grosellas acidas. Para la validación del producto final se llevó a cabo la determinación de la calidad del producto en base a la norma NTE INEN 2825: Norma para las Confituras, Jaleas y Mermeladas, la cual especifica la cantidad de sólidos solubles (65° Brix) y como información nutricional; fibra, proteína y azúcares totales, se realizó análisis microbiológicos como; la presencia de aerobios totales, recuentos aerobios, mohos y levaduras que dan valores adecuados para el consumo humanos sin provocar daños. Se concluye que la mermelada de grosellas ácidas presenta los más altos estándares de calidad además de ello también cumple con las normas que regulan el producto siendo de esta manera apta para el consumo humano. Se recomienda se aproveche en lo posible los residuos de grosella dentro del proceso para futuros proyectos enfocados en el aprovechamiento de desechos orgánicos.

**PALABRAS CLAVE:** <INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA QUÍMICA>, <DISEÑO DEL PROCESO>, <MERMELADA>, <GROSELLA AGRIA (*PHYLLANTHUS ACIDUS*)>, <ELOY ALFARO (CANTÓN) >

## **ABSTRACT**

The objective of this study is the design of an industrial process to produce jam from sour currant (*Phyllanthus acidus*) in the Eloy Alfaro canton. To produce the jam, the process began from the reception and selection of raw materials, pre-cooking, sieving, conditioning the pulp, standardizing, cooking, packaging, sealing, cooling, storing, and labelling. The raw material was characterized in SAQMIC, which is a certified laboratory, parameters of pH, acidity and soluble solids were included with values of 2.51, 3.30 and 4.80 respectively, this process was used to determine the appropriate maturity of the fruit. To obtain a good pulping of the raw material, the pre-cooking temperature was established and to concentrate the mixture the temperature inside the evaporator was controlled, these were the most important variables of the process. Laboratory tests were developed with three types of product formulations, where consumer acceptance was established. With the data obtained, the necessary calculations were made to design the process, the result indicated that to generate 64.51 kg of daily jam, 70 kg of acid gooseberries are needed. To validate the final product, the quality of the product was determined based on the NTE INEN 2825 standard: this standard for Jams, Jellies and Marmalades, specifies the number of soluble solids (65 ° Brix), as nutritional information of fibre, protein and total sugars, microbiological analyses were carried out to determine; the presence of total aerobes, aerobic counts, moulds, and yeasts that give adequate values for human consumption without causing damage. The study concludes that the sour currant jam presents the highest quality standards, in addition to this, it also complies with the standards that regulate the product, thus being suitable for human consumption. It is recommended that currant residues be used as much as possible within the process for future projects focused on the use of organic waste.

### **Keywords:**

<ENGINEERING AND CHEMICAL TECHNOLOGY> <INDUSTRIAL PROCESS>  
<JAMMELADE> <SOUR CURRANT (*Phyllanthus acidus*)> <ELOY ALFARO  
(CANTÓN)>

## INTRODUCCIÓN

En la zonas costera se produce en gran cantidad la grosella agria pero al no tener mucho conocimiento de cómo poder consumir esta fruta de forma diferente, no tiene mucha acogida en estas zonas únicamente se la comercializa para venta de encurtidos en pocas cantidades para otros lugares del Ecuador, ya que se puede encontrar este fruto fuera de los centros educativos en las paradas de buses urbanos generando pocos ingresos a la gente que la cultiva y sin darle gran importancia a este fruto ya que desconocen las grandes propiedades y beneficios para el funcionamiento del organismo (Racines, 2013).

Es por este motivo que se realizó el diseño de un proceso industrial para la elaboración de mermelada a partir de grosella agria (*Phyllanthus acidus*) para el cantón Eloy Alfaro, con la finalidad de presentarle a la población un nuevo he innovador producto elaborado con la grosella agria, para que puedan tener mejores ingresos y aprovechar de mejor forma las cosechas en exceso que se generan en la zona norte de la provincia de Esmeraldas y los beneficios nutricionales que este fruto presenta.

Una vez planteado el proyecto se desarrollaron las pruebas necesarias a la materia prima (grosella agria) para conocer el índice de madures del fruto, como: grados Brix, pH, y solidos solubles, y comprobar si la grosella está en óptimas condiciones para el proceso del nuevo producto, así obtener los resultados esperados, teniendo en cuenta los parámetros establecidos por la norma para jaleas confituras y mermeladas.

Con la obtención del producto final, como mermelada de grosella se le realizaron las pruebas mencionadas en el presente proyecto las cuales permitieron su aceptación, siguiendo los estándares de aceptación especificados en la norma INEN 2825, para el desarrollo y buen resultado de la mermelada, además se realizó una prueba de degustación del producto con un determinado grupo de personas, para conocer el grado de aceptación de un nuevo sabor de mermelada en la población para futuras comercializaciones.

# CAPÍTULO I

## 1 DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA

### 1.1 Identificación del problema

Dar una nueva alternativa de consumo para la grosella agria (*Phyllanthus acidus*) ya que la demanda de este producto es abundante en las temporadas de cosecha, siguiendo parámetros que definan la calidad del producto, puesto que la grosella generalmente se la consume de pocas formas y se la encuentra en gran cantidad en las zonas costeras (Burgos et al., 2007, p.30).

La grosella es una fruta muy ácida apta para el procesamiento agroindustrial ya que sus características fisicoquímicas como pH, acidez y sólidos solubles cumplen con las especificaciones industriales para llevar a cabo dichos procesos, actualmente es poca la información científico - técnica sobre sus características (Burgos et al., 2007, p.38).

Las características fisicoquímicas y organolépticas para establecer las perspectivas de agro industrialización y relacionar la afinidad de estas variables con los valores establecidos por las normas de Incontec para la elaboración y obtención de productos alimenticios, presentando valores de acidez entre 2.127 y 2.531, valores de pH entre 2.959 y 3.276, y valores de SST (°Brix) entre 5.915 y 7.44. La escala hedónica utilizada para determinar el grado de aceptación de la grosella, las características que obtuvieron mayor número de respuestas coincidentes fueron: para el sabor (Burgos et al., 2007, p.40).

Este árbol tiene a menudo dos cosechas al año la primera en abril y mayo, y la segunda en agosto y septiembre. Dependiendo del clima, la cosecha principal es en enero con fructificaciones dispersas durante todo el año (Racines, 2013, p.22).

Es por esta medida en particular que me interesé en darle un fin diferente y más comercial para dicha fruta (GROSELLA AGRIA) siendo la mermelada un producto diferente e innovador para su consumo y así poder producirla de manera más beneficiosa para el ser humano ya que esta fruta que se da en gran cantidad en la zona costera. Esperando así poder desarrollar un nuevo emprendimiento para un mejor desarrollo de la matriz productiva y poder obtener un producto con alta calidad y a la altura de la competencia nacional (Racines, 2013, p.30).

## **1.2 Justificación del problema**

El proyecto tiene la finalidad de realizarse en el Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Cantón Eloy Alfaro el cual está ubicado al norte de la Provincia de Esmeraldas. La producción de grosella en la zona Norte de la provincia no ha generado la importancia adecuada puesto que este fruto es poco consumido por la población.

En la Costa se puede obtener un fruto poco común y con grandes beneficios como es el caso de la GROSELLA AGRÍA la cual se obtiene en gran cantidad y por temporadas muy frecuentes de 3 a 4 cosechas al año, según el clima se puede producir en cantidades generosas permitiendo así su comercialización en precios muy bajos y su distribución en diversas partes del Ecuador. La grosella crece en suelos subtropicales o tropicales, pero también es lo suficientemente resistente para sobrevivir y fructificar donde olas de frío son más severas (Maldonado, 2012, p.13).

Es por este motivo el planteamiento del proyecto “Diseño de un proceso industrial para la elaboración de mermelada a partir de grosella agria (*Phyllanthus acidus*)” con el fin de brindar una alternativa de consumo diferente y con estándares de calidad óptimos brindando así nuevas formas de empleo a la población del Cantón Eloy Alfaro y poder aprovechar los diversos nutrientes y beneficios que genera la grosella.

## **1.3 Línea base del proyecto**

### ***1.3.1 Antecedentes de la investigación***

Al norte de la Provincia de Esmeraldas se encuentra situado el cantón Eloy Alfaro, su cabecera cantonal es la ciudad de Valdéz o también conocida como Limones, el cual presenta una variedad de productos para la comercialización como es el coco, verde, pepa de pan, limón, papaya, palmicha etc. (Fernández, 2013).

No considerando en gran cantidad la comercialización de la grosella, estos productos son cultivados en las distintas poblaciones cercanas a la cabecera cantonal de Limones, la grosella es un fruto que no se le brinda gran interés en comparación con los diferentes productos de la zona, este fruto gracias al clima cálido que se presenta, en los diferentes sectores del cantón se puede obtener en condiciones óptimas para su consumo y elaboración de diferentes productos.

Descartando así las cosechas de grosella que se presentan en gran cantidad en las diferentes temporadas de verano en el cantón, puesto que la manera de consumo de la grosella en el norte

de la provincia generalmente es con sal, y al no encontrar diferentes alternativas de preparación se la distribuye en menor cantidad con este fin (Fernández, 2013).

Siendo este un fruto de poco interés en los sectores costeros para consumo interno, la única alternativa es la venta del producto, a diferentes lugares de la sierra desconociendo por los moradores los grandes beneficios que la grosella puede brindar (Fernández, 2013).

La grosella es una fruta que contribuye al cuidado de la salud. Aunque no lo creas esta baya silvestre (fruto pequeño) tiene bajo valor calórico por su escaso aporte de hidratos de carbono. Esta fruta es rica en potasio, magnesio, calcio, hierro y en especial es una fuente de vitamina C, A y E (Fernández, 2013).

Al no dar el uso correcto de este fruto presenta pocos ingresos a la población ya que su comercialización es baja, es por eso que el presente proyecto técnico “Diseño de un proceso Industrial para la elaboración de mermelada a partir de grosella agria (*Phyllanthus acidus*)”, tiene como finalidad mejorar su comercialización presentando una nueva fuente de producción y alternativa distinta de consumo para así poder mejorar la economía del cantón y generar nuevas fuentes de ayuda y mejores ingresos económicos a la población (Fernández, 2013).

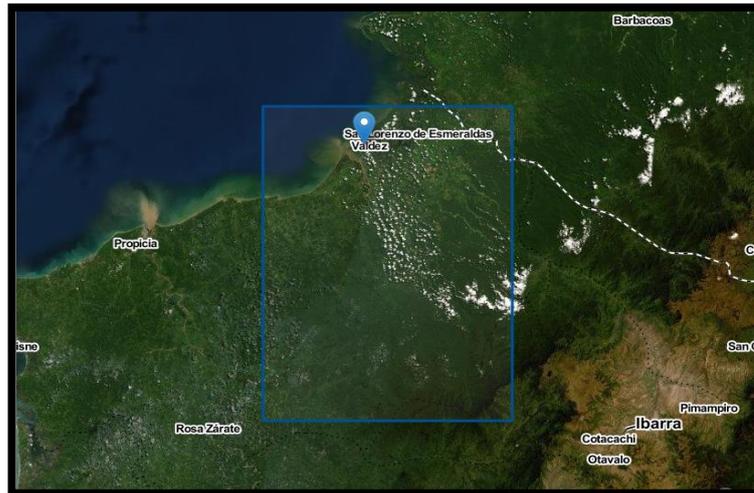
### **1.3.2 Localización del proyecto**

El presente proyecto se realizará en el Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Cantón Eloy Alfaro de la Provincia de Esmeraldas Su cabecera cantonal es la ciudad de Valdéz más conocida como Limones. Se ubica en la zona norte de la provincia. Su clima que oscila entre los 20 a 35°C con una extensión territorial de 4.302 Km<sup>2</sup>C, y una altitud media de 100 metros sobre el nivel del mar.

**Tabla 1-1:** Coordenadas geográficas del Cantón Eloy Alfaro.

<b>Parámetros</b>	<b>Valores</b>
<b>Longitud</b>	79° 0' 0" W
<b>Latitud</b>	1° 15' 0" N

Fuente: MAPNALL, 2014

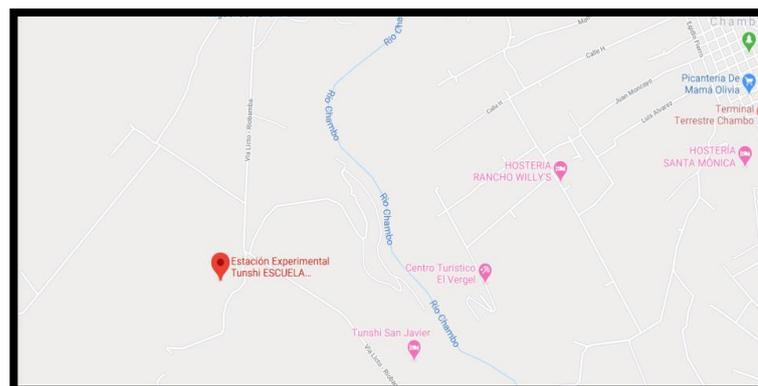


**Figura 1-1:** Localización geográfica del cantón Eloy Alfaro provincia de Esmeraldas.

Fuente: MAPNALL, 2014

### 1.3.3 Localización de estudio del proyecto

El desarrollo del estudio del presente proyecto técnico se realizó en la Provincia de Riobamba en la planta de Lácteos de Tunshi de la facultad de ciencias pecuarias de la ESPOCH la cual está situada en el Cantón de Guamote a 12 Km de la ciudad (Cetina, 2015, p.40).



**Figura 2-1:** Localización de la Planta de Lácteos Tunshi.

Realizado por: Patta, Wendy, 2020

## 1.4 Beneficiarios directos e indirectos

### 1.4.1 Beneficiarios Directos

- El Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Cantón Eloy Alfaro mediante el trabajo de titulación es el beneficiario directo, ya que se estima realizar el producto como ayuda a la ciudadanía con el fin de generar fuentes de trabajo y explotar de una manera innovadora la materia prima.

#### **1.4.2 Beneficiarios Indirectos**

- Los moradores de Cantón Eloy Alfaro, ya que ellos son los encargados de producir la materia prima para poder generar el producto, en la etapa de cultivo y cosecha de la fruta aprovechando el personal del Cantón y brindarles así ingresos económicos por su trabajo ya que la población es de escasos recursos.
- Los consumidores del producto obtenido de mermelada a partir de la grosella agria (*Phyllanthus acidus*) que serán beneficiados por las diversas propiedades que tiene la frutas, además de la comercialización a las distintas provincias del país.

### **1.5 Objetivos**

#### **1.5.1 Objetivo General**

Diseño de un proceso industrial para la elaboración de mermelada a partir de grosella agria (*Phyllanthus acidus*) para el Cantón Eloy Alfaro.

#### **1.5.2 Objetivos Específicos**

- Caracterizar la materia prima para un mejor desarrollo del proceso de elaboración de mermelada de grosella agria (*Phyllanthus acidus*).
- Determinar la formulación más aceptable para la elaboración de la mermelada a partir de grosella agria.
- Reconocer las variables y parámetros que se encuentren presentes en el proceso de elaboración de mermelada de grosella agria.
- Realizar los cálculos de ingeniería para el diseño del proceso y equipos de elaboración de mermelada.
- Validar el producto en base a la Norma INEN 2825: Norma para las Confituras, Jaleas y Mermeladas.

## CAPÍTULO II

### 2 REVISION DE LA LITERATURA O FUNDAMENTOS TEORICOS

#### 2.1 Marco Teórico

##### 2.1.1 *Historia de la grosella*



**Figura 1-2:** Grosella

**Fuente:** Rodríguez, 2018, p.68

La grosella se caracteriza principalmente, por haberse consumido en estado completamente silvestre desde la prehistoria; ellas son originadas en diferentes partes de Asia y Europa, aunque en la actualidad, su cultivo, se encuentra con mayor frecuencia en el continente europeo (Franco, 2010).

Nacen más que todo en zonas montañosas, específicamente entre malezas o sitios pedregosos y en la historia queda escrito, como su consumo era de manera frecuente por hombres del Paleolítico, los cuales recolectaban solamente plantas silvestres a diferencia de otros habitantes.

Yace un tiempo, donde las grosellas empezaron a ser apreciadas por los médicos en la Edad Media, pero, no es hasta el siglo XV donde se inicia su cultivo de manera sistemática; en esa época, grosellas del color negro eran usadas con frecuencia para dar sabor a los platos que se preparaban y darle color a los diferentes vinos que se realizaban en esas zonas (Franco, 2010).

Ya para el siglo XVIII, la grosella empieza a consumirse como una fruta que puede ser acompañada de postre, posteriormente, podía ser combinada con diferentes platillos. El cultivo en total de esta fruta se presencia mayormente en Europa, casi del 98% en su totalidad, mientras que en los demás continentes, apenas se cultivan (Franco, 2010).

### 2.1.2 Origen

Se cree que esta especie es originaria de Madagascar ya que se ha encontrado la mayor diversidad de ella en esta zona, posteriormente fue llevada al este de la India. A las Filipinas se dice que llegó en tiempos prehistóricos y desde ese entonces esa fruta se la ha venido cultivando como árbol de patio trasero. En la actualidad es común ver crecer esta fruta en las islas del Pacífico sur, Indonesia y Vietnam (Pérez, 2000, p.10).

En 1793 llegó a América, específicamente a Jamaica lugar de donde se dispersó por las islas del Caribe, Bermudas y Bahamas. Posteriormente llegó al continente americano en donde las condiciones de trópico favorecieron para que esta fruta se adapte perfectamente. La “grosella” hasta la fecha se ha introducido en la parte sur de México, así como también los países bajos de Centro América a excepción de Honduras. En Sudamérica se la encuentra distribuida casi en todos los países ubicados en las zonas tropicales y subtropicales (Pérez, 2000, p.12).

Las condiciones óptimas de temperatura oscilan entre los 25-30 °C. En condiciones de lluvia todo el año, se pueden obtener cosechas frecuentes; cuando se presenta un período seco seguido de lluvia se obtienen dos cosechas bien concentradas. La floración no presenta problemas en ningún tipo de clima, aunque floraciones en periodos secos se traducen en cosechas más abundantes (Pérez, 2000, p.14).

#### 2.1.2.1 Clasificación botánica de la Grosella Agria

**Tabla 1-2:** Clasificación taxonómica de la Grosella

<b>Nombre científico:</b>	<b>Phyllanthus acidus</b>
<b>Nombres comunes:</b>	Cerezo agrio, grosella agria, grosella estrellada, grosella.
<b>Reino:</b>	Plantae
<b>Phylum:</b>	Anthophyta
<b>Clase:</b>	Dicotylodonea
<b>Orden;</b>	Euphorbiales
<b>Familia;</b>	Euphorbiaceae
<b>Genero:</b>	Phyllanthus
<b>Subgénero:</b>	acidus

Fuente: Ospina, 2012, p.19

Realizado por: Patta, Wendy, 2020.

### 2.1.3 El Cerezo Agrio (*Phyllanthus acidus*)



**Figura 2-2:** Cerezo Agrio

**Fuente:** Rodríguez, 2018, p.70

El Cerezo agrio, Cerezo, Grosella, Grosello, Cereza amarga, Eugenia, Guinda, pertenece a la familia de las Euforbiáceas; es nativo de la India, Malaya y quizás también de Madagascar; se ha extendido en forma de cultivo por todas las regiones cálidas del trópico. En América se encuentra desde Florida (U.S.A.) hasta Brasil, incluyendo las islas de Las Antillas (Cazabonne, 2011).

#### 2.1.3.1 *Árbol de Grosella*



**Figura 3-2:** Árbol de Grosella

**Fuente:** Racines, 2013, p.17

Es un curioso arbusto o árbol ornamental de 2 a 9 metros de altura, con la corona esparcida y tupida, las ramas principales ásperas, en general de aspecto parecido al Bilimbi. En las puntas de las ramas aparecen conjuntos de ramitas de hojas deciduas, verdes o rosadas de 15 a 30cm de largo, con hojuelas de corto peciolo, aovadas o aovado-lanceoladas y puntiagudas, de unos 2 a 7.5cm de largo, delgadas, verdes y suaves en la superficie superior, azul-verdoso en la parte inferior. Hay 2 diminutas y puntiagudas estípulas en la base de cada hoja. Flores pequeñas, tanto, masculinas, femeninas, y algunas hermafroditas, divididas en 4 partes, de color rosa, nacen juntas en pequeños grupos dispuestos en panículas de 5 a 12.5cm de largo, colgando directamente de la parte sin hojas en las ramas principales y la parte superior del tronco (Racines, 2013, p.35).

### 2.1.3.2 Características de madurez de la grosella

La Fruta en su estado de madurez presenta un color amarillo pálido con aspecto similar al de una calabaza miniatura, puede tener entre seis y ocho montículos, mide de 1 a 2,5 centímetros de diámetro y contiene una semilla con ranuras sobre la superficie; brillante carnosas, jugosa y muy ácida (Ospina, 2012).

- **Información Nutricional**

Sus componentes principales son vitamina A y C. Los dos tipos de nutrientes mejoran la visión, fortalecen los huesos, protegen el sistema inmunológico y mantienen en buen estado la piel, el cabello y las mucosas. La vitamina C permite la absorción del hierro en la sangre, de esta forma mejora la calidad de vida (González 2012, p.20).

La grosella se la considera un limpiador de arterias, por eso se la recomienda a quienes tengan niveles altos de triglicéridos y sufran de presión arterial alta (González 2012, p.22).

- **Información Nutricional de la Grosella**

Esta fruta es de bajo valor calórico por su escaso aporte de hidratos de carbono, las grosellas son ricas especialmente en vitamina C y tiene en mayores cantidades que de algunos cítricos, también de potasio, hierro, calcio. Sin embargo, lo que en realidad caracteriza a estas frutas es su abundancia de pigmentos naturales (antocianos y carotenoides) de acción antioxidante. Esta fruta tiene propiedades que ayudan aliviar problemas como:

- La anemia
- Estreñimiento
- Lactancia
- Colesterol
- Estrés
- Actúa como antiinflamatorio
- Astringente
- Anticancerígeno

Algunos expertos señalan que no es muy recomendable consumirlas con sal porque podría causar retención de líquidos (González 2012, p.36).

**Tabla 2-2:** Valor alimenticio por cada 100 gramos de porción comestible

Parámetro	Cantidad	Unidad
Humedad	91,9	g
Proteína	0,155	g
Grasa	0,52	g
Fibra	0,8	g
Ceniza	0,51	g
Calcio	5,4	mg
Fósforo	17,9	mg
Hierro	3,25	mg
Caroteno	0,019	mg
Tiamina	0,025	mg
Riboflavina	0,013	mg
Niacina	0,292	mg
Ácido ascórbico	4,6	mg

Fuente: Ospina, 2012

#### 2.1.4 Mermelada



**Figura 4-2:** Mermelada

Fuente: Rodríguez, 2018

La mermelada se define como el producto preparado por cocción de frutas enteras troceadas o tamizadas y azúcar hasta conseguir un producto semifluido o espeso (añadiéndole pectina y ácido si fuera necesario para conseguir cierta textura). El contenido mínimo en fruta debe ser del 30% en peso del producto terminado, y los grados Brix, como mínimo, de 45° (Díaz, 2013, p.27).

Por lo que son la mejor manera de aprovechar la porción sana de los productos que estén un poco deteriorados. Lo único que debemos comprobar es su consistencia final, para asegurarnos de que haya alcanzado la concentración adecuada (Díaz, 2013, p.30).

El producto final debe ser viscoso o semisólido, tener un color, olor y sabor normales para el tipo de frutos agrios empleados, teniendo en cuenta el sabor comunicado por los ingredientes facultativos. El producto debe estar prácticamente exento de semillas o partículas de semilla y materias vegetales extrañas, y debe estar razonablemente exento de otros defectos que normalmente acompañan a las frutas (NORDOM, 2012, p.8).

#### 2.1.4.1 *Pectina*



**Figura 5-2: Pectina**

Fuente: Rodríguez, 2018, p.50

La pectina es un producto purificado de carbohidratos obtenido por la extracción acuosa de las plantas; principalmente en los frutos comestibles normalmente frutas cítricas o manzanas.

Todas las plantas verdes terrestres contienen sustancias pectínicas que, en combinación con la celulosa, son las responsables de las propiedades estructurales de frutas y vegetales. La pectina, formada principalmente por ácidos galacturónicos y unidades de ésteres metílicos del ácido galacturónico (cadenas lineales polisacáridos) normalmente se clasifican según su grado de esterificación (Acevedo et al., 2011, p.29).

#### 2.1.4.2 *Ácido Cítrico*



**Figura 6-2: Ácido Cítrico**

Fuente: Rodríguez, 2018, p.24

El ácido cítrico es un compuesto encontrado en todos los organismos vivos debido a que forma parte de las principales rutas metabólicas de todas las células corporales. Así mismo, se halla en grandes concentraciones en las frutas cítricas, el kiwi, las fresas, entre otras, comercialmente, es obtenido a través de la fermentación de las melazas con el hongo *Aspergillus niger* (Aroca, 2010, p.39).

Es importante también no solamente para la gelificación de la mermelada, también para:

**a)** Conferir brillo al color de la mermelada.

**b)** Mejora el sabor.

**c)** Ayuda a evitar la cristalización del azúcar y prolonga su tiempo de vida útil, se añadirá antes de cocer la fruta ya que ayuda a extraer la pectina de esta. La cantidad que se emplea varía entre 0,15 y 0,2% del peso total de la mermelada. En su defecto puede utilizarse el jugo de limón (NORDOM, 2012, p.10).

#### 2.1.4.3 Sorbato de Potasio



**Figura 7-2:** Sorbato de Potasio

Fuente: (Vason, 2017, p.2).

Es un buen antiséptico, utilizado en varios géneros alimentarios. Su alto grado de pureza impide la formación de malos olores típicos de la materia prima. Al presentarse bajo forma de gránulos esféricos la formación de polvo es limitada (Vason, 2017, p.2).

### 2.1.5 Operaciones Unitarias del Proceso

#### 2.1.5.1 Selección de la materia prima

Las frutas deben estar maduras, pero no pasadas para que conserven todo su aroma y sabor, además de proporcionar el jugo necesario para conseguir un producto que sea suficientemente fluido y al final del proceso una coagulación adecuada (NORDOM, 2012, p.10).

#### 2.1.5.2 *Lavado*

Se sumergen las frutas en una solución de agua e hipoclorito de sodio a una concentración de 50 ppm por 5 minutos, esto permite la eliminación de cualquier agente microbiano que se encuentre en la superficie de la fruta (Bas et al., 2005, p.23).

#### 2.1.5.3 *Desemillado*

Operación en la que se logra la separación de la pulpa de los demás residuos como la semilla, cascara y otros. Este proceso se basa al pasar la pulpa-semilla a través de una malla (Herrera y Angüisaca, 2015, p.32).

#### 2.1.5.4 *Cocción*

Una vez lista la fruta, se realiza la cocción, agregándole una tercera parte de azúcar luego otro de los tercios y casi al final de la cocción se le agrega la pectina con la última parte del azúcar. Luego se añade el ácido cítrico para ajustar el pH y por último los preservantes (Colquichagua y Ortega 2008, p.2).

#### 2.1.5.5 *Envasado*

Llenamos cada frasco al ras para evitar que se desarrollen microorganismos y cerramos herméticamente los envases de vidrio (Colquichagua y Ortega 2008, p.4).

#### 2.1.5.6 *Sellado*

En esta operación se realiza el sellado de los frascos herméticamente, para evitar que el producto altere sus propiedades físicas químicas y sensoriales mediante contaminación cruzada (Meza 2018, p.17).

#### 2.1.5.7 *Almacenado*

El almacenamiento es recomendable en sitios oscuros y secos. La humedad puede corroer las tapas de metal, romper los sellos, y permitir la re contaminación y el deterioro. Las conservas no deben almacenarse cerca de 35°C o cerca de tuberías calientes, hornos, o a la luz solar directa (Sanchez, 2007, p.7).

## CAPÍTULO III

### 3 MARCO METODOLÓGICO

#### 3.1 Tipo de Estudio

La realización del presente proyecto: Diseño de un Proceso Industrial para la Elaboración de Mermelada a partir de Grosella Agría (*Phyllanthus acidus*)” para el Cantón Eloy Alfaro. Se considera un proyecto de tipo técnico por el cual se realiza métodos de investigación de tipo deductivo, inductivo y experimental para obtener los resultados esperados.

##### 3.1.1 Metodología

Para el desarrollo del presente trabajo de titulación se inició desde la investigación bibliográfica para los procesos de elaboración de las distintas mermeladas y se recolectó información sobre las diversas características propiedades y beneficios que presenta la grosella agría (*Phyllanthus acidus*).

Luego de la recopilación de información necesaria se realizó un minucioso proceso para un correcto desarrollo para la obtención de la mermelada, procediendo así a la parte experimental con las diversas pruebas que se realizaron en el laboratorio, determinando parámetros importantes para poder cumplir con los estándares de calidad y aceptación de la población.

Una vez obtenido el proceso adecuado para la elaboración de mermelada se procedió a realizar los cálculos de los distintos equipos a utilizar en el desarrollo de la materia prima en base a la producción de grosella en el Cantón Eloy Alfaro.

Se pudo realizar la validación del producto en base a la Norma INEN 2825 que es la norma para el proceso de aceptación de productos alimenticios como (confituras, jaleas, mermeladas) y así brindar un producto innovador y accesible que cuente con los parámetros regidos por la Normativa del producto.

### 3.1.2 *Métodos y Técnicas*

#### 3.1.2.1 *Métodos*

Se utilizaron tres tipos de métodos en el desarrollo de este proyecto de titulación:

- Método deductivo: Este método fue utilizado para poder identificar los procedimientos aplicados de forma industrial para poder obtener la mermelada de grosella agria, adaptándolo a las necesidades que requiere la Municipalidad del Cantón Eloy Alfaro.
- Método inductivo: El método parte de una indagación minuciosa sobre el tema planteado, y llevarlo desde la formulación a nivel de laboratorio en el Cantón en base a sus necesidades presentes.
- Método experimental: Este método se pudo ejecutar al momento de la realización del producto, es decir la parte práctica que fue realizada a nivel de laboratorio para la obtención de la mermelada de grosella agria.

#### 3.1.2.2 *Técnicas*

En el presente trabajo de titulación se utilizaron técnicas necesarias para la determinación de la materia prima (grosella agria) y el producto final (mermelada de grosella agria), con el fin de conseguir un producto innovador y de buena calidad, que se llevó a cabo con un análisis proximal de los siguientes parámetros: grados Brix, pH, proteína, humedad, acidez, cenizas, grasa y fibra y para la validación del proceso y producto final se realizó los análisis del producto final mediante la NORMA INEN 2825 PARA LAS CONFITURAS, JALEAS Y MERMELADAS (CODEX STAN 296-2009, MOD).

Los parámetros determinados para el análisis de la materia prima y el producto obtenido se exponen en las siguientes tablas:

a) **Técnicas para la materia prima (Grosella Agria)**

- Determinación de acidez

**Tabla 1-3:** Parámetros para determinar la de acidez en materia prima

Parámetro	Acidez
<b>Fundamento</b>	El método se basa en determinar el volumen de NaOH estándar necesario para neutralizar el ácido contenido en la alícuota que se titula, determinando el punto final por medio del cambio de color que se produce por la presencia del indicador ácido-base empleado.
<b>Materiales y Reactivos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hidróxido de sodio (NaOH) 0,1 N.</li> <li>• Fenolftaleína al 1% en alcohol al 95%.</li> </ul>
<b>Procedimiento</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pipetear 10 ml de jugo de fruta o vino (5 ml en caso de jugo de limón o 1 ml de vinagre) a un Erlenmeyer que contenga 100- 200 ml de agua hirviendo (500 ml o más si la muestra es coloreada)</li> <li>• Continuar calentando por 30-60 segundos.</li> <li>• Dejar enfriar un poco y titular con NaOH 0,1 N usando 0,5 ml) o más si la cantidad de agua es mayor) de fenolftaleína al 0,5% hasta coloración rosada.</li> <li>• Repetir el proceso para una segunda determinación.</li> </ul>

Fuente: Basantez, 2008, p.4

Realizado por: Patta, Wendy, 2020

- Determinación de pH

**Tabla 2-3:** Parámetros para determinar el pH en materia prima

Parámetro	pH
<b>Fundamento</b>	La medición potenciométrica del pH con un “pH-metro” es la única medida precisa. La regulación de estos aparatos se hace con soluciones buffer de pH conocido, en general se usan dos soluciones: una de pH 7 para la zona neutral y otra de pH 4 para la zona ácida.
<b>Materiales y reactivos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• pH metro</li> <li>• solución buffer de 7 y 4</li> <li>• agua destilada</li> </ul>
<b>Procedimiento</b>	<p>Calibrar el medidor de pH (pH metro) de acuerdo a las instrucciones del aparato.</p> <p>Los electrodos deben mantenerse sumergidos en agua destilada y lavarse cuidadosamente, antes y después de usar, con agua destilada (secar el exceso sin frotar el electrodo).</p> <p>Para la calibración usar soluciones buffer pH 7 y 4.</p> <p>Agitar la muestra después de la lectura y repetirla hasta que dos lecturas coincidan cercanamente</p>

Fuente: Basantez, 2008, p.75

Realizado por: Patta, Wendy, 2020

- Determinación de sólidos solubles

**Tabla 3-3:** Parámetros para determinar sólidos totales en materia prima

Parámetro	Sólidos Solubles o °Brix
<b>Fundamento</b>	La escala Brix se utiliza para medir la cantidad aproximada de azúcares en zumos de fruta, ya que en realidad lo que se determina es el contenido de sólidos solubles totales, dentro de esta.
<b>Materiales y reactivos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Refractómetro</li> <li>• Agua destilada</li> <li>• Pipeta</li> </ul>
<b>Procedimiento</b>	<p>La muestra se transfiere a un vaso de precipitados de 250 ml, se agregan 100 ml de agua destilada, se hierve durante 1 hora, el agua que se pierde por evaporación, se transfiere al matraz aforado de 250 ml y se completa el volumen.</p> <p>Se mezcla perfectamente, se toman exactamente 100 ml de la solución, se transfieren al vaso de precipitados de 150 ml ya tarado, se pesa y por último se filtra.</p> <p>A través del refractómetro se hace circular agua para que el aparato adquiera una temperatura de 20°C.</p> <p>En una varilla de vidrio se coloca directamente en el refractómetro una porción del filtrado y se efectúa la lectura.</p> <p>Si la solución que contiene la muestra es muy oscura que no puede efectuarse la lectura fácilmente, se mezcla con otra porción igual de solución de sacarosa pura de igual concentración que la solución de la muestra.</p>

Fuente: Aguilar, 1978, p.7

Realizado por: Patta, Wendy, 2020

## b) Técnicas para el producto (Mermelada)

- Determinación de °Brix

**Tabla 4-3:** Parámetros para determinar °Brix en la mermelada

Parámetro	°Brix
<b>Fundamento</b>	Los grados °Brix determinan la cantidad de sólidos totales presentes en la grosella ácida
<b>Materiales y Reactivos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Refractómetro.</li> <li>• Gotero.</li> </ul>
<b>Procedimiento</b>	<p>Calibrar el equipo.</p> <p>Colocar una gota de muestra en el lente de medición.</p> <p>Leer los datos obtenidos con el equipo.</p>

Fuente: CODEX STAN 296, 2009, p.5

Realizado por: Patta, Wendy, 2020

- Determinación de pH

**Tabla 5-3:** Parámetros para determinar pH en la mermelada

Parámetro	pH
<b>Fundamento</b>	Norma Nacional para medir el potencial de Hidrogeno pH.
<b>Materiales y Reactivos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Potenciómetro con electrodos de vidrio</li> <li>• Vaso de precipitación de 500 ml</li> <li>• Piseta</li> <li>• Agua destilada</li> <li>• Soluciones tampón pH 4, 7 y 9</li> </ul>
<b>Procedimiento</b>	<p>Efectuar la determinación por duplicado sobre la muestra.</p> <p>Lavar los electrodos con agua destilada y calibrar el aparato a la temperatura de la muestra. Colocar la muestra en el vaso de precipitación, introducir los electrodos y efectuar la determinación del pH.</p>

**Fuente:** Cajamarca, 2017, p.50

**Realizado por:** Patta, Wendy, 2020

- Determinación de proteína

**Tabla 6-3:** Parámetros para determinar proteína en la mermelada

Parámetro	Proteína
<b>Fundamento</b>	Determinación de la cantidad de proteína que contiene un alimento, por digestión del mismo
<b>Materiales y Reactivos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bureta</li> <li>• Balanza analítica</li> <li>• Digestor</li> <li>• Scrubber</li> <li>• Destilador tipo Kjeldahl</li> <li>• Varios</li> <li>• Ácido bórico</li> <li>• Rojo de metilo</li> <li>• Verde de Bromocresol</li> <li>• Azul de metileno</li> <li>• HCl</li> <li>• H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub></li> <li>• Catalizador Kjeldahl</li> <li>• Agua destilada</li> </ul>
<b>Procedimiento</b>	<p>Preparar la muestra, homogeneizarla y mezclarla. Pesar 2 g de muestra.</p> <p>Añadir 15 ml de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> y una tableta de catalizador. Realizar la digestión en los pasos necesarios. Realizar una dilución con la muestra obtenida de la digestión y añadirle agua.</p> <p>Calentar ligeramente y dejar enfriar. Llevar la muestra a una destilación con ácido bórico y el indicador. Realizar el calculo</p>

**Fuente:** Cajamarca, 2017, p.76

**Realizado por:** Patta, Wendy, 2020

- Determinación de Humedad

**Tabla 7-3:** Parámetros para determinar humedad en la mermelada

Parámetro	Humedad
<b>Fundamento</b>	Se determina la pérdida de peso de la muestra al someterla a calentamiento en estufa en condiciones determinadas
<b>Materiales y Reactivos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Balanza de precisión 0,1 mg como mínimo</li> <li>• Desecador provisto de gel de sílice con indicador higrométrico</li> <li>• Estufa de desecación a 102+/- 2°C</li> <li>• Cápsulas de desecación</li> <li>• Arena y varilla</li> </ul>
<b>Procedimiento</b>	<p>Secar la cápsula, arena (10 g) y barilla a 102+/- 2°C secada durante 30 minutos. Situarse la cápsula en el desecador y dejar que se enfríe a temperatura ambiente. Pesar la cápsula sin muestra (P1) Colocar la muestra en la cápsula y pesar (P2) Introducir la cápsula en el desecador y llevarla a la estufa Introducir la cápsula en la estufa de desecación y mantenerla 3- 4 horas Situarse la cápsula en el desecador y dejar enfriar Pesar la cápsula (P3) Observaciones: Repetir la desecación hasta que la diferencia entre dos pesadas consecutivas no sea mayor de 0,5 mg.</p>
<b>Cálculos</b>	<p style="text-align: center;"><b>Porcentaje de humedad = <math>(M_1 - M_2) \frac{100}{M_1 - M_2}</math></b></p> <p>Siendo:</p> <p>M0 = Peso, en g, de la cápsula, varilla y arena M1 = Peso, en g, de la cápsula, varilla y arena y muestra antes del secado M2 = Peso, en g, de la cápsula, varilla, arena y muestra después del secado.</p>

Fuente: Fuertes 2010, p.3

Realizado por: Patta, Wendy, 2020

- Determinación de Acidez

**Tabla 8-3:** Parámetros para determinar acidez en la mermelada

Parámetro	Acidez
<b>Fundamento</b>	Se titula la acidez con una solución estandarizada de hidróxido de sodio, usando fenolftaleína como indicador. Se añade la solución de hidróxido hasta el punto en el cual una cantidad equivalente de la base ha sido añadida a la solución, el punto final se da con el viraje o cambio de color.
<b>Materiales y Reactivos</b>	<p>MATERIALES:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Matraz Erlenmeyer</li> <li>• Bureta</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vaso de precipitación 500 ml</li> <li>• Gotero</li> <li>• Agua destilada</li> </ul> <b>REACTIVOS:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fenolftaleína</li> <li>• Hidróxido de sodio 0,1 N</li> </ul>
<b>Procedimiento</b>	<p>Diluir la muestra 1:1 del alimento con agua destilada.</p> <p>Preparar la solución de hidróxido de sodio.</p> <p>Añadir 4 gotas de indicador fenolftaleína.</p> <p>Titular hasta cambio de viraje a color rosa.</p> <p>Realizar el cálculo.</p>

**Fuente:** Cajamarca, 2017, p.50

**Realizado por:** Patta, Wendy, 2020

- *Determinación de Ceniza*

**Tabla 9-3:** Parámetros para determinar ceniza en la mermelada

Parámetro	Ceniza
<b>Fundamento</b>	Este método se aplica para determinar la cantidad de minerales o material inorgánico en una muestra por medio de la calcinación.
<b>Materiales y Reactivos</b>	<b>MATERIALES:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mufla</li> <li>• Desecador</li> <li>• Crisol</li> </ul>
<b>Procedimientos</b>	<p>Calcinar y pesar un crisol hasta peso constante</p> <p>Colocar 5 g de muestra en el crisol calcinado</p> <p>Introducir el crisol en la mufla y calcinarlo a una temperatura de 550°C por un tiempo de 12 horas. Enfriarlo en el desecador</p> <p>Pesar y calcular</p>

**Fuente:** CODEX STAN 296, 2009, p.6

**Realizado por:** Patta, Wendy, 2020

- *Determinación de Grasa*

**Tabla 10-3:** Parámetros para determinar grasa en la mermelada

Parámetro	Grasa
<b>Fundamento</b>	Cantidad de lípidos presentes en una muestra de alimento, mediante la extracción del éter.
<b>Materiales y Reactivos</b>	<b>MATERIALES:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Horno de laboratorio</li> <li>• Extractor Soxhlet</li> <li>• Dedales</li> <li>• Desecador</li> </ul> <b>REACTIVOS:</b>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Éter de petróleo</li> </ul>
<b>Procedimiento</b>	Secar el matraz en un horno y pesarlo. Pesarse en un dedal de extracción una muestra seca de alimento de 3 g. Añadir 2/3 de volumen total de éter de petróleo. Llevar a ebullición con 10 reflujos por cada hora de operación. Destilar el éter contenido. Pesarse y calcular

Fuente: CODEX STAN 296, 2009, p.3

Realizado por: Patta, Wendy, 2020

➤ *Determinación de Fibra*

**Tabla 11-3:** Parámetros para determinar fibra en la mermelada

<b>Parámetro</b>	<b>Fibra</b>
<b>Fundamento</b>	En este método la caracterización de la fibra cruda se obtiene luego de que se digiera la muestra con diferentes ácidos y calcinar los restos. La diferencia de pesos ayuda a la determinación de la cantidad de fibra en la muestra.
<b>Materiales y Reactivos</b>	<p>MATERIALES:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mufla</li> <li>• Horno</li> <li>• Desecador</li> <li>• Papel filtro</li> <li>• Crisol para filtrar</li> <li>• Embudo Buhner</li> <li>• Matraz kitazato</li> <li>• Pissetas</li> <li>• Tapones</li> <li>• Matraz de bola fondo</li> </ul> <p>REACTIVOS:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hidróxido de sodio al 0.31 N</li> <li>• Antiespumante</li> <li>• Alcohol etílico</li> <li>• Ac clorhídrico al 1%</li> <li>• Ac. Sulfúrico 0.25 N</li> <li>• Éter de petróleo</li> </ul>
<b>Procedimiento</b>	<p>Pesar 3 g de la muestra seca y desengrasada, adicionar 200 ml de Ac. Sulfúrico en ebullición. Colocar en el condensador y llevarlo a ebullición por media hora moviendo el matraz constantemente.</p> <p>Precalear el embudo Buchner con el papel filtro, adicionar la solución y filtre</p> <p>Lavar con agua hirviendo al papel filtro</p> <p>Pasar el residuo a un matraz y añadirle 200 ml de hidróxido de sodio en ebullición por 30 min.</p> <p>Calentar el crisol con agua caliente y filtrarlo luego de 1 min de reposo</p> <p>Lavar la muestra con HCl para luego lavarlo tres veces con éter de petróleo</p> <p>Poner el crisol en el horno a una temperatura de 105°C y luego pasarlo al desecador</p> <p>Colocar el residuo en una mufla a 550 °C por tres horas, dejarlos enfriar y pesarlos. Calcular</p>

Fuente: CODEX STAN 296, 2009, p.8

Realizado por: Patta, Wendy, 2020

### 3.1.3 Parte experimental a nivel de laboratorio

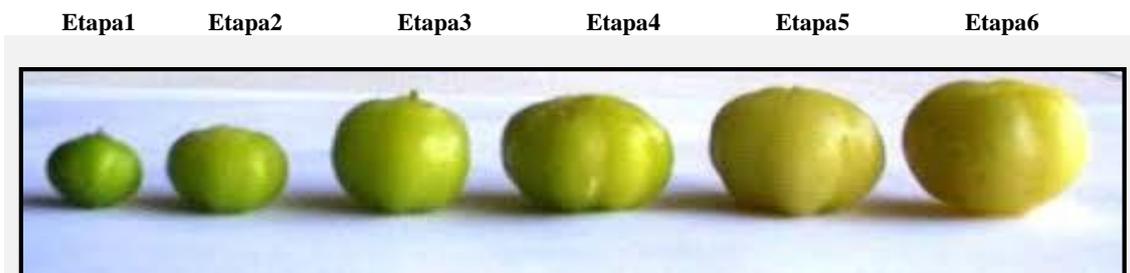
#### 3.1.3.1 Selección de la materia prima

- La selección de la fruta para el proceso se realizó de forma aleatoria, para poder ejecutar el proyecto esta será de los moradores que tienen sembríos de grosella en el cantón Eloy Alfaro, recolectando así de los sectores aledaños del cantón.
- Para el desarrollo del proceso a escala de laboratorio se partió como base la capacidad mínima del equipo para el proceso la cual fue de 5 kg de grosella agria.
- El parámetro más importante para considerar en esta parte de nuestro proceso es evaluación visual ya que de este depende el estado de aceptación para nuestro producto.
- Los cosecheros deben ser instruidos para tratar la fruta lo más delicadamente posible en todas las etapas de la cosecha. El vaciado de los recipientes se debe hacer cuidadosamente para evitar golpes que causen daños que perjudiquen la calidad higiénico- sanitaria de la fruta. Hay que mantener limpios todos los elementos utilizados para la cosecha, ya que existe una relación directa entre la higiene de los contenedores y la aparición de productos manchados, sucios y con daños superficiales que desmejoren la calidad del producto final (Rodríguez 2018, p.68).



**Fotografía 1-3:** Recolección de muestra de grosella

Realizado por: Patta, Wendy, 2020.



**Figura 1-3:** Arbola de Grosella

Fuente: Burgos et al., 2007

**Tabla 12-3:** Condición física de aceptación de la materia prima

Planta	Etapa de madurez	Tamaño de aceptación	Color	Olor
Grosella	E5/E6	1 a 2,5 cm de diámetro	Amarillo pálido	Agradable

**Realizado por:** Patta, Wendy, 2020.

### 3.1.3.2 Descripción del procedimiento para la elaboración de la mermelada

Para la realización de la mermelada se consideró un estudio bibliográfico minucioso con el fin de obtener los resultados esperados teniendo en cuenta la norma que se basa el proyecto para la aceptación de la mermelada.

A continuación, se describe el procedimiento a nivel de laboratorio que se realizó:

- Primero se realizó la recolección de la fruta en condiciones óptimas para nuestro proceso, estas deben estar en estado de maduración apropiado para un mejor resultado del producto.



**Fotografía 2-3:** Grosella

**Realizado por:** Patta, Wendy, 2020.

- Se separó el fruto en mal estado y los residuos de las ramas que quedan en el fruto ya que este puede alterar el sabor y la calidad de nuestra mermelada.



**Fotografía 3-3:** Selección de la materia prima

Realizado por: Patta, Wendy, 2020.

- Se precedió a lavar las grosellas con cuidado para evitar maltratar la fruta con abundante agua para poder eliminar residuos de tierra que se adhieren a la fruta al momento de su cosecha.



**Fotografía 4-3:** Lavado

Realizado por: Patta, Wendy, 2020.

- Luego se hizo el proceso de pre cocción de la fruta para poder romper la fibra de esta, y poder separar la pulpa de la pepa.



**Fotografía 5-3:** Pre cocción

Realizado por: Patta, Wendy, 2020.

- Se realizó la extracción de la pulpa de la grosella mediante el proceso de tamizado una vez obtenida la fruta pre cocida.



**Fotografía 6-3:** Tamizado

Realizado por: Patta, Wendy, 2020.

- Una vez concluido los pasos anteriores se realizó el proceso de evaporación para poder incorporar los insumos como azúcar, pectina, ácido cítrico, y el conservante.



**Fotografía 7-3:** Evaporado y mezclado

Realizado por: Patta, Wendy, 2020.

- Luego de obtener la consistencia deseada de la mermelada junto con el valor de los grados Brix se realizó el envasado, cerrando herméticamente el recipiente de vidrio.



**Fotografía 8-3:** Envasado de Mermelada

Realizado por: Patta, Wendy, 2020.

### 3.1.3.3 *Análisis Sensorial para la determinación de la formulación del producto*

Mediante el desarrollo de las pruebas de laboratorio se plantearon tres tipos de elaboraciones del producto para poder determinar de forma clara la aceptación de este, mediante el gusto de los consumidores y poder ofrecer resultados favorables para el mercado.

Las variaciones que se utilizaron para la realización de las distintas pruebas son en base a la cantidad de materia prima que se utilizó e insumos y conservantes, los cuales se detallan en la tabla a continuación para poder obtener un producto de calidad.

**Tabla 13-3:** Formulaciones del producto utilizadas para la mermelada

<b>Materia prima e insumos</b>	<b>Formulación 1</b>	<b>Formulación 2</b>	<b>Formulación 3</b>
<b>Grosella Agria</b>	75%	72%	65%
<b>Azúcar</b>	34%	32%	32%
<b>Pectina</b>	1%	1%	----
<b>Panela</b>	----	----	5%
<b>Sorbato de potasio</b>	0,02%	----	----
<b>Canela</b>	----	2%	----

Realizado por: Patta, Wendy, 2020.

### 3.1.4 *Determinación operaciones unitarias y variables del proceso*

#### 3.1.4.1 *Variables del proceso*

Las variables más importantes que intervienen en el proceso de elaboración de mermelada de grosella se detallan a continuación:

- **Temperatura:** Es la variable con mayor importancia dentro del proceso de la elaboración de mermelada, es una variable controlada en la operación de evaporado, para evitar que se presenten alteraciones en el producto final, aplicando la formulación que se estableció a nivel de laboratorio.
- **°Brix:** Los sólidos solubles presentes en la mermelada es primordial para el cumplimiento de la normativa INEN 2825 en la que se basa este proyecto, ya que si no cumple con la normativa no podrá ser comercializado el producto para el consumo.
- **pH:** A pesar de que la determinación de la variable presentada anteriormente, es la única dentro de la normativa INTE 2825 para confituras, jaleas y mermeladas que pide como requerimiento cumplir, sin embargo, se recomienda controlar el pH al trabajar con insumos como el ácido cítrico.

### 3.1.4.2 Operaciones unitarias del proceso

A continuación, se establece una tabla con las operaciones unitarias presentes en el proceso de elaboración de la mermelada de grosella, al igual que las variables y el rango a controlar.

**Tabla 14-3:** Operaciones del proceso y variables óptimas de obtención de mermelada

Proceso	Descripción	Variable	Rango
<b>Selección de la materia prima</b>	En esta operación se determina el control visual de las grosellas.	Grado de maduración de la grosella	E5/E6
<b>Lavado</b>	Es necesario realizar un buen lavado de las grosellas para evitar la contaminación del producto.		
<b>Despulpado</b>	Este proceso consiste en la obtención de la pulpa de grosella, mismo que se utilizará para la elaboración del producto.	Revoluciones por minuto	3000-3500 rpm
<b>Evaporado</b>	Es la operación más importante dentro del proceso, ya que en esta etapa se realiza la concentración de la mezcla de materia prima e insumos para obtener la mermelada.	Temperatura de evaporado	90°C
<b>Envasado</b>	Es aconsejable realizar el envasado del producto en	Inoculación del envase	Total

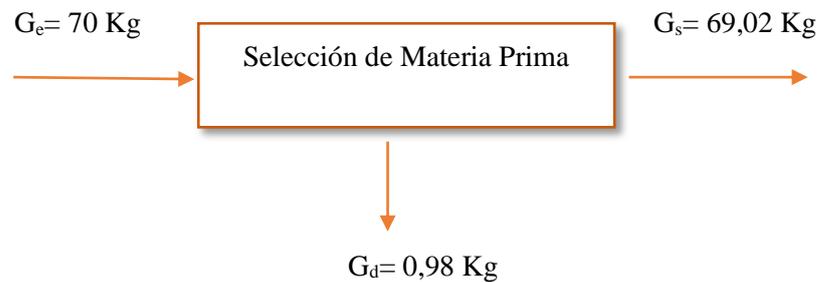
	envases de vidrio inoculados.		
<b>Almacenado</b>	El almacenamiento adecuado se debe realizar en un ambiente fresco y seco.	Temperatura y ambiente	20°C en ambiente fresco y seco

Realizado por: Patta, Wendy, 2020

### 3.1.5 Balance de masa y energía

#### 3.1.5.1 Balance de masa

- Selección de la materia prima



Ingresan 70 kg de grosella.

Para la realización del producto a escala de laboratorio se trabajó con 5 kg base de los cuales se eliminaron 0.07 kg de grosella para la mermelada.

$$5 \text{ kg} \longrightarrow 100\%$$

$$0,07 \text{ kg} \longrightarrow x$$

$$X = 1.4\% \text{ desecho}$$

Nivel industrial

$$70 \text{ kg de grosella} \longrightarrow 100\%$$

$$X \longrightarrow 1.4\%$$

$$X = 0,98 \text{ kg}$$

$$E - S = A$$

$$G_e - G_s = G_d$$

Donde:

$G_e$ = Grosella que ingresa

$G_s$ = Grosella que sale

$G_d$ = Grosella de desperdicio

$$G_e - G_s = G_d$$

$$G_s = G_e - G_d$$

$$G_s = 70 \text{ kg} - 0,98 \text{ kg}$$

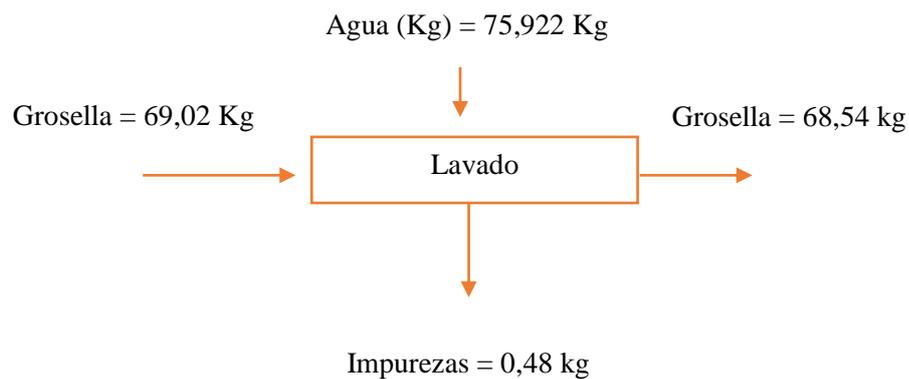
$$G_s = 69,02 \text{ kg de grosella que sale}$$

$$\% \text{ rendimiento} = \frac{\text{Cantidad MP sale}}{\text{Cantidad MP entra}} * 100$$

$$\% \text{ rendimiento} = \frac{69,02 \text{ kg}}{70 \text{ kg}} * 100$$

$$\% \text{ rendimiento} = 98,6 \%$$

- **Lavado**



Considerando una impureza aproximada de 0,7% tendríamos un peso de grosella luego del proceso de lavado de:

$$69,02 \text{ kg} \longrightarrow 100\%$$

$$X \longrightarrow 0,7\%$$

$$X = 0,48 \text{ kg}$$

$$G_e - G_s = G_d$$

$$G_s = G_e - G_d$$

$$G_s = 69,02 \text{ kg} - 0,48 \text{ kg}$$

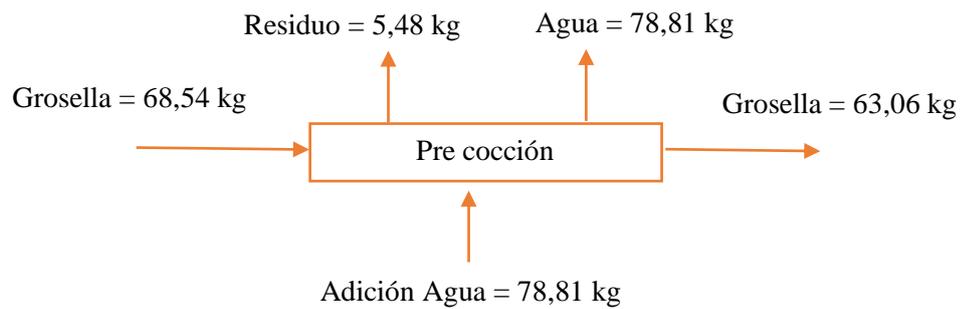
$$G_s = 68,54 \text{ kg}$$

$$\% \text{ rendimiento} = \frac{\text{Cantidad MP sale}}{\text{Cantidad MP entra}} * 100$$

$$\% \text{ rendimiento} = \frac{68,54 \text{ kg}}{69,02 \text{ kg}} * 100$$

$$\% \text{ rendimiento} = 99,30 \%$$

- **Precocción**



Laboratorio

$$4,93 \text{ kg} \rightarrow 100\%$$

$$0,39 \text{ kg} \rightarrow x$$

$$x = 8\%$$

Industrial

$$68,54 \text{ kg} \rightarrow 100\%$$

$$x \rightarrow 8\%$$

$$x = 5,48 \text{ kg}$$

$$E - S = A$$

$$G_e - G_s = G_d$$

$$G_s = G_e - G_d$$

$$G_s = 68,54 \text{ kg} - 5,48 \text{ kg}$$

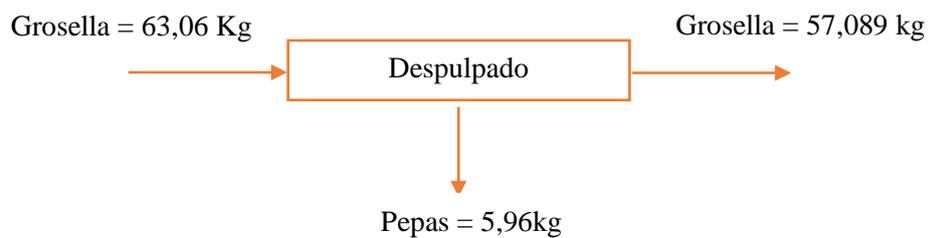
$$G_s = 63,06 \text{ kg}$$

$$\%Rendimiento = \frac{Cantidad\ MP\ sale}{Cantidad\ MP\ entra} * 100$$

$$\%Rendimiento = \frac{63,06\ kg}{68,54\ kg} * 100$$

$$\%Rendimiento = 92\%$$

- **Despulpado**



Laboratorio

$$3,70\ kg \rightarrow 100\%$$

$$0,35\ kg \rightarrow x$$

$$x = 9,45\%$$

$$Perdidas = 3,70 - 3,35$$

$$Perdidas = 0,35\ Kg$$

Industrial

$$63,06\ kg \rightarrow 100\%$$

$$x \rightarrow 9,46\%$$

$$x = 5,96\ kg$$

$$E - S = A$$

$$G_e - G_s = G_d$$

$$G_s = G_e - G_d$$

$$G_s = 63,06\ kg - 4,31\ kg$$

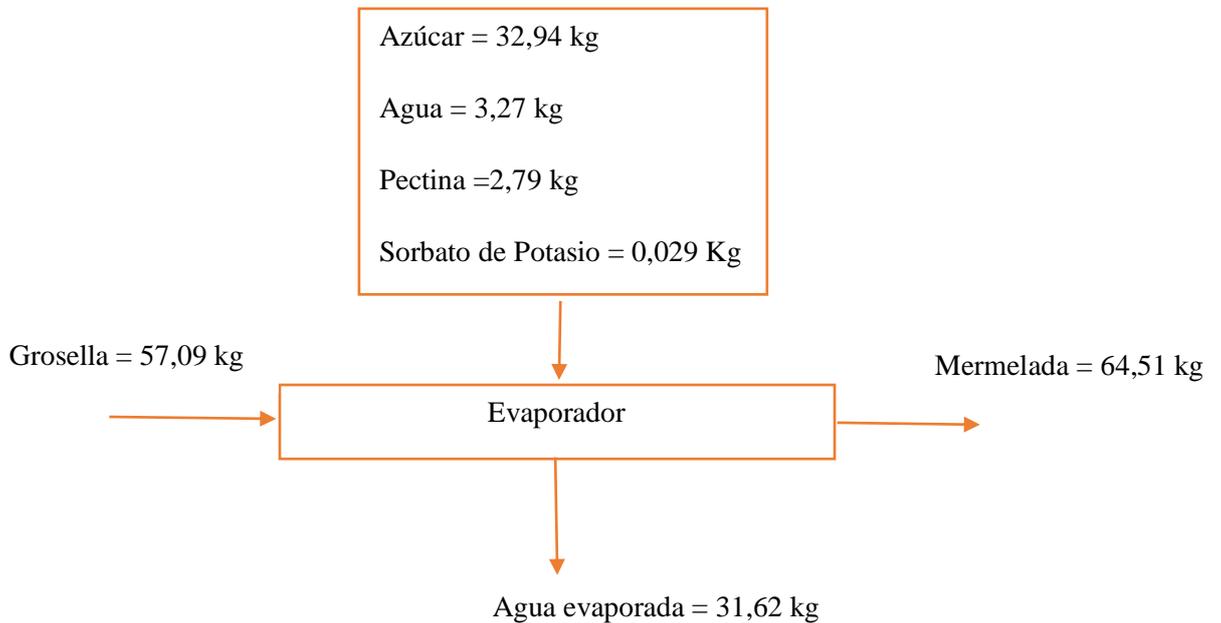
$$G_s = 57,09\ kg$$

$$\%rendimiento = \frac{Cantidad\ MP\ sale}{Cantidad\ MP\ entra} * 100$$

$$\% \text{ rendimiento} = \frac{57,09 \text{ kg}}{63,06 \text{ kg}} * 100$$

$$\% \text{ rendimiento} = 90,54 \%$$

- **Evaporado**



**Tabla 15-3:** Tabla de formulación de mermelada de grosella

Formulación	% Peso	Nivel Industrial kg
Grosella	59,38	57,09
Azúcar	34,26	32,94
Pectina	2,90	2,79
Sorbato de potasio	0,030	0,029
Agua	3,40	3,27

Realizado por: Patta, Wendy, 2020

$$E - S = A$$

$$M_e - M_c = M_{Ae}$$

Donde:

$M_e$  = masa de componentes que ingresan a la operación kg

$M_c$  = masa concentrado kg

$M_{Ae}$  = masa agua evaporada kg

$$M_e = M_g + M_p + M_w + M_A$$

Donde:

$M_g$  = masa grosella kg

$M_p$  = masa pectina kg

$M_w$  = masa agua kg

$M_A$  = masa azúcar kg

$M_S$  = masa de Sorbato de Potasio Kg

$$M_e = M_g + M_p + M_w + M_A + M_S$$

$$M_e = 57,09 \text{ kg} + 2,79 \text{ kg} + 3,27 \text{ kg} + 32,94 \text{ kg} + 0,029 \text{ Kg}$$

$$M_e = 96,13 \text{ kg}$$

$$M_e - M_c = M_{Ae}$$

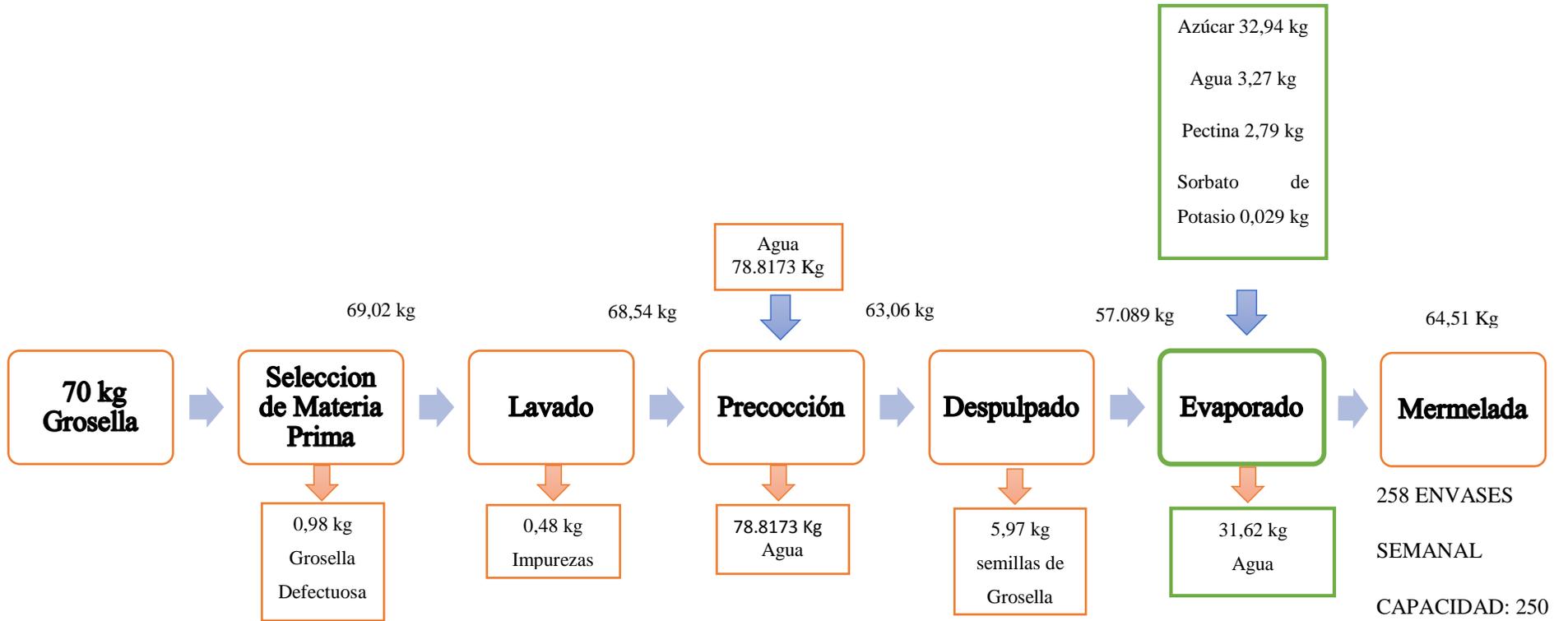
$$96,13 \text{ kg} - 64,51 \text{ kg} = M_{Ae}$$

$$M_{Ae} = 31,62 \text{ kg}$$

$$\% \text{ rendimiento} = \frac{64,51 \text{ kg}}{96,13 \text{ kg}} * 100$$

$$\% \text{ rendimiento} = 67,10\%$$

- **Balance de masa general**

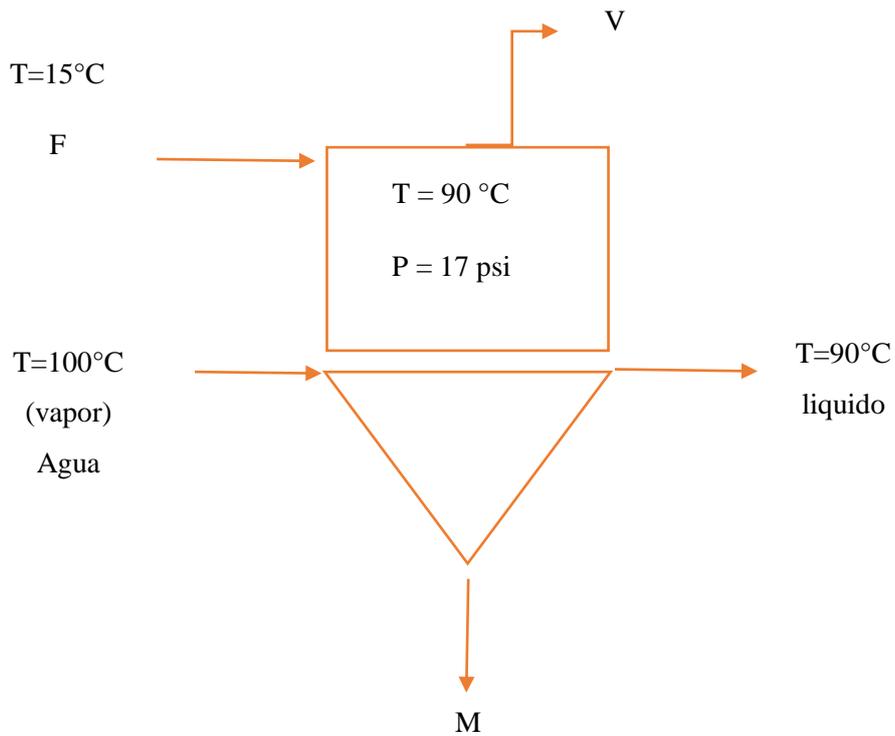


$$\% \text{ rendimiento general} = \frac{64,51 \text{ kg}}{70 \text{ kg}} * 100$$

$$\% \text{ rendimiento general} = 92,15\%$$

### 3.1.5.2 Balance de energía

- **Evaporador**



- **Balance General**

$$F = V + M$$

$$H_v = 2681,83 \text{ KJ/Kg}$$

$$H_g = 2675,6 \text{ KJ/Kg}$$

$$H_f = 377 \text{ KJ/Kg}$$

$$\lambda = 2298,6 \text{ KJ/Kg}$$

$$Cp_{\text{grosella}} = 2,310 \text{ KJ/Kg}^\circ\text{C}$$

$$h_f = Cp_{\text{grosella}} \Delta T$$

$$h_f = \left( 2,310 \frac{J}{Kg \cdot ^\circ C} \right) (15 - 90)^\circ C$$

$$h_f = -173,25 \text{ KJ/Kg}$$

$$h_M = Cp_{mermelada} \Delta T$$

$$h_M = Cp_{mermelada} (90 - 90)^\circ C$$

$$h_M = 0 \text{ KJ/Kg}$$

$$W = \frac{Mh_M + VH_v - Fh_f}{\lambda}$$

$$W = \frac{(64,51 \text{ kg}) \left( 0 \frac{KJ}{Kg} \right) + (31,62 \text{ kg}) \left( \frac{KJ}{Kg} \right) - (57,09 \text{ kg}) \left( -173,25 \frac{KJ}{Kg} \right)}{2298.6 \text{ KJ/Kg}}$$

$$W = 4,31 \text{ Kg Agua}$$

$W = \text{flujo de agua (Kg)}$

**Tiempo de operación:** 4 h

$$W = \frac{4,31 \text{ Kg Agua}}{4h}$$

$$W = 1.079 \text{ Kg/h}$$

- **Calor de agua evaporada**

$$Q_{\text{agua evaporada}} = V * H_v$$

$$Q_{\text{agua evaporada}} = 31,62 \text{ kg} * 2681,83 \frac{KJ}{Kg}$$

$$Q_{\text{agua evaporada}} = 84799,46 \text{ KJ}$$

**Calor necesario**

$$Q_{\text{necesario}} = W * \lambda$$

$$Q_{\text{necesario}} = 1.079 \frac{Kg}{h} * 2298.6 \text{ KJ/Kg}$$

$$Q_{\text{necesario}} = 2480.61 \text{ KJ/h}$$

$$Q_{necesario} = 593.44 \text{ Kcal/h}$$

- **Calor de mermelada**

$$Q_{mermelada} = M * Cp * \Delta T$$

$$Q_{mermelada} = 64,51 \text{ kg} * \left(2,310 \frac{\text{KJ}}{\text{Kg} \cdot ^\circ\text{C}}\right) * (90 - 15)^\circ\text{C}$$

$$Q_{mermelada} = 11176,35 \text{ KJ}$$

Donde:

$$A = 2\pi r * h$$

Donde:

r = radio del tanque del evaporador (m)

h = altura del tanque del evaporador (m)

$$A = 2\pi(0,30 \text{ m}) * (0,68 \text{ m})$$

$$A = 1,28 \text{ m}^2$$

- **Coefficiente global de transferencia de calor**

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

$$U = \frac{2480.61 \text{ KJ}}{1,28 \text{ m}^2 * (100 - 90)^\circ\text{C}}$$

Donde:

U = coeficiente global de transferencia de calor (J/m<sup>2</sup>s°C)

$$U = 193.79 \text{ KJ/h} \cdot \text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$$

### 3.1.6 Dimensionamiento de equipo

#### 3.1.6.1 Mesa de selección

Se considera las siguientes características:

$$L = 2 \text{ m}$$

$$a = 1 \text{ m}$$

$$h = 0,45 \text{ m}$$

- **Volumen de la mesa**

$$V = L * a * h$$

**Donde:**

L= longitud de la mesa (m)

a = ancho de la mesa (m)

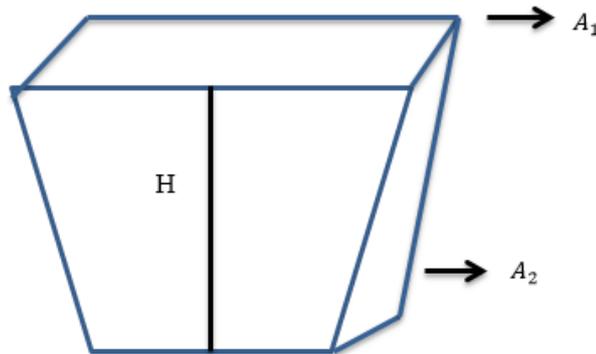
h = alto de la caja de la mesa (m)

$$V = 2 \text{ m} * 1 \text{ m} * 0,45 \text{ m}$$

$$V = 0,9 \text{ m}^3$$

### 3.1.6.2 Despulpadora

La despulpadora de fruta necesita el diseño de una tolva de alimentación acorde a la funcionalidad del equipo. Tomando como referencia los datos de la prueba piloto realizada en una despulpadora de capacidad de tolva de 63,05 Kg en 15 min de operación. Para el diseño de la tolva dimensionada se considera una tolva de tipo polígono trapezoidal con un ángulo de 60° para evitar obstrucciones al momento de la alimentación.



$$\frac{63,05 \text{ Kg}}{15 \text{ min}} = 4,20 \text{ Kg/ min} \times \frac{60 \text{ min}}{1 \text{ h}} = 252,2 \text{ Kg/h}$$

$$\text{Flujo}_{\text{tolva}} = \frac{\text{m cap}}{\delta \text{ aparente}}$$

$$\delta \text{ aparente grosella} = 1331 \text{ Kg/m}^3$$

$$\text{Flujo}_{\text{tolva}} = \frac{252,2 \text{ Kg/h}}{1331 \text{ Kg/m}^3}$$

$$\text{Flujo tolva} = 0,189 \text{ m}^3/h$$

$$V_{\text{tolva}} = \frac{H}{3} \times (A_1 + A_2) + \sqrt{A_1 \times A_2}$$

$$V_{\text{tolva}} = \frac{0,55}{3} \times (50 + 0,40) + (0,50 + 0,40)^{1/2}$$

$$V_{\text{tolva}} = 0,61 \text{ m}^3$$

La cámara de la despulpadora como se ha considerado desde el principio es de forma cilíndrica horizontal, por ende, se utiliza la formula siguiente:

$$V = \pi r d^2 \times H d$$

Donde:

V= Volumen que ingresa a la despulpadora

Hd= Valores asumidos de altura entre 0,50 m y 1,10 m (Asumidos en función de valores estándar para el diámetro de despulpadora y del espacio disponible en la planta)

rd= Radio del tanque

$$r d^2 = \frac{V}{\pi \times H d}$$

$$r d = \sqrt{\frac{V}{\pi \times H d}}$$

**Tabla 16-3:** Altura y radio del tanque en la despulpadora

Hd (m)	rd (m)
0,50	0,51
0,60	0,47
0,70	0,43
0,80	0,40
0,90	0,38
1	0,36
1,10	0,34
1,20	0,33
1,30	0,32

Realizado por: Patta, Wendy, 2020

$$rd = \sqrt{\frac{0,61 \text{ m}^3}{\pi \times 1}}$$

$$rd = 0,44$$

Para el volumen requerido para despulpar la cámara de despulpado debe tener 1 m de largo y 0,44 m de radio.

### 3.1.6.3 Diámetro de agujeros del tamiz

**Tabla 17-3:** Diámetro de agujeros del tamiz

$\varnothing$ semilla (cm)
<b>Grosella</b>
0,37
0,39
0,38
0,32
0,21
0,24
<b>0,32 cm</b>

Realizado por: Patta, Wendy, 2020

$$0,32 \text{ cm} \times \frac{10 \text{ mm}}{1 \text{ cm}} = 3,2 \text{ mm}$$

**Tabla 18-3:** Luz de malla y tolerancia para la despulpadora

Luz	Tolerancia	Unidad
4,00	$\pm 0,20$	mm
2,00	$\pm 0,10$	mm
1,00	$\pm 0,05$	mm
0,50	$\pm 0,025$	mm
*Luz de malla es la distancia entre dos alambres contiguos de urdimbre o trama		

Fuente: Gómez y Velasco, 2010

Se escoge una luz de malla de 2,00 mm con tolerancia  $\pm 0,10 \text{ mm}$  para la despulpadora.

### 3.1.6.4 Cálculo de diseño geométrico del tanque tamiz.

Dentro de la cámara despulpadora se encuentra el rotor que tienen aspas metálicas, las mismas que se encargan de triturar la fruta para hacer pasar la pulpa a través del tamiz.

El tanque tamiz es la parte desarmable que posee la luz de malla determinada para la despulpadora de grosella, la misma que filtra la pulpa separándola de la cascara y semillas de la misma. Para su

diseño se toma como un 3% menor con referencia a la altura y diámetro de la cámara despulpadora.

- **Altura y diámetro**

3% de la altura y diámetro

$$H_2 = H_d - ((3\%) \times H_d)$$

$$H_2 = 1 - (0,03 \times 1)$$

$$H_2 = 0,97 \text{ m}$$

$$D = r_d \times 2$$

$$D = 0,44 \times 2$$

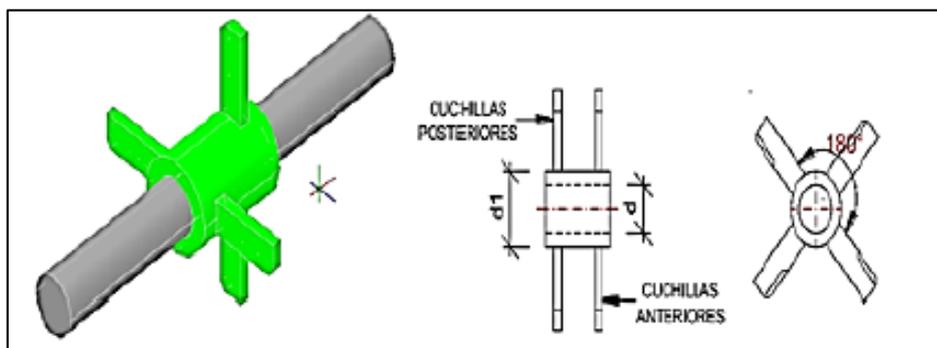
$$D_2 = D - (30\% \times D)$$

$$D_2 = 0,88 - (0,3 \times 0,88)$$

$$D_2 = 0,616 \text{ m}$$

- **Cálculo del radio del rotor**

En el rotor se encuentran las aspas soldadas, para ello se considera 4 cuchillas rectangulares que rotan 180°.



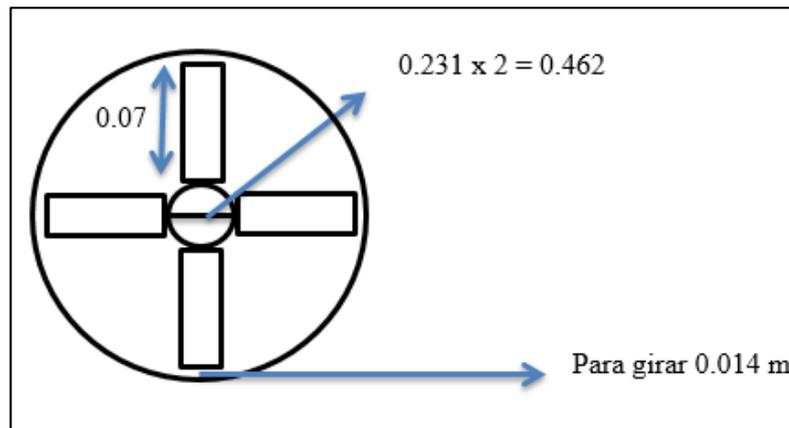
Fuente: Gómez y Velasco, 2010

$$r_{\text{rotor}} = \frac{3}{8} \times D$$

$$r_{\text{rotor}} = \frac{3}{8} \times 0,616$$

$$r_{\text{rotor}} = 0,231 \text{ m}$$

Con estas medidas se establece las medidas del brazo y eje.



Fuente: Gómez y Velasco, 2010

- **Frecuencia de Rotación.**

La fuerza de rotación se calcula para determinar cuántos rpm se necesitan para que al mantener el contacto con la fruta pase la pulpa por el tamiz.

$$f = \sqrt{\frac{g}{4\pi r}}$$

Donde:

f= Frecuencia de rotación (rpm)

g = Gravedad (9,8 m/s<sup>2</sup>)

r= radio del rotor (m)

$$f = \sqrt{\frac{9,8 \text{ m/s}^2}{4\pi(0,231\text{m})}}$$

$$f = 3,37 \frac{\text{rev}}{\text{s}} \times \frac{60 \text{ s}}{1 \text{ min}} = 202,2 \text{ rpm}$$

(200 – 250) rpm

- **Velocidad Angular.**

La velocidad angular se determina para conocer la velocidad mínima para que permanezca la grosella en la periferia interna del tamiz durante todo el recorrido, además se necesita conocer la fuerza de empuje ( $F_e$ ) que acciona el paso de la pulpa por el tamiz, teniendo en cuenta que mientras más tiempo avanza la masa y el radio de la fruta cambiarán, por lo tanto, se determina también para condiciones críticas.

$$F_c + F_e = mg$$

$$F_c = m_{ac} \text{ y } a_c = -rw^2$$

Donde:

$F_c$ = fuerza centrípeta

$F_e$ = fuerza de empuje

$m$ = masa de la fruta

$w$ = velocidad angular

$r$ = radio del rotor- radio de la fruta

Despejando y reemplazando:

$$m_{ac} + F_e = mg$$

$$m(-rw^2) + F_e = mg$$

$$m - rw^2 + F_e = g$$

$$w^2 = \frac{mg - F_e}{-mr}$$

$$w = \sqrt{\frac{mg - F_e}{-mr}}$$

$F_e$ = fuerza adicional (fuerza de empuje) es de magnitud constante 23 N (2,038 Kg)

$F_e$ = 23 N

$r$  = radio del rotor -  $\emptyset$  fruta       $r = 0,3225 - 0,0881 \text{ m} = 0,2344$

$m$ = masa (Kg)

$$w = \sqrt{\frac{0,017\text{Kg} \times 9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} - 23\text{N}}{-0,17 \text{ Kg} \times 0,2344\text{m}}}$$

$$w = 23,13 \frac{\text{rad}}{\text{s}} \times \frac{1 \text{ rev}}{2\pi \text{ rad}} \times \frac{60 \text{ s}}{1 \text{ min}} = 220,95 \text{ rpm}$$

Para condiciones criticas

$$0,17 / 6$$

$$m = 0,028$$

$$r_{max} = 0,46$$

$$w = \sqrt{\frac{mg - Fe}{-mr}}$$

$$w = \sqrt{\frac{0,028\text{Kg} \times 9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} - 23\text{N}}{0,028\text{Kg} \times 0,46\text{m}}}$$

$$w = 42 \frac{\text{rad}}{\text{s}} \times \frac{1 \text{ rev}}{2\pi \text{ rad}} \times \frac{60 \text{ s}}{1 \text{ min}} = 401 \text{ rpm}$$

El sistema funcionará correctamente con 401 rpm hasta terminar con todo el proceso de despulpación de la fruta. El motor que se puede utilizar para este sistema es del catálogo Siemens de hasta 800 rpm y una potencia de 1 Hp como muestra la siguiente tabla:

**Tabla 19-3:** Características del motor utilizado en la despulpadora de fruta

CODIGO	TIPO	HP	Kw	Rpm	F,S	EFICIENCIA %	MOMENTO DE INERCIA Kg m <sup>2</sup>	PESO Kg
01113	1LA7 080-4YA60	1,00	0,75	800	0,75	69,2	0,0015	8,1

Fuente: Gómez y Velasco, 2010

### 3.1.6.5 Evaporador

Considerando un factor de seguridad de (0,25) tenemos que el volumen del tanque es el siguiente.

$$V = f_s * V_r$$

V = volumen de factor de seguridad

$f_s$  = factor de seguridad

$V_r$  = volumen de entrada

Grosella = 57,08 Kg

Azúcar = 32,94 Kg

- **Volumen de grosella**

$$V = \frac{57,08 \text{ Kg}}{1331 \text{ Kg/m}^3}$$

$$V = 0,042 \text{ m}^3$$

- **Volumen de azúcar**

$$V = \frac{32,94 \text{ Kg}}{1587 \text{ Kg/m}^3}$$

$$V = 0,020 \text{ m}^3$$

$$V = 0,25 * (0,042 \text{ m}^3 + 0,020 \text{ m}^3)$$

$$V = 0,0155 \text{ m}^3$$

- **Volumen del tanque**

$$V_t = (0,0155 + 0,042 + 0,020) \text{ m}^3 + 0,3 \text{ m}^3$$

$$V_t = 0,37 \text{ m}^3$$

- **Cálculo de la altura del tanque**

$$h = \frac{V_t}{\pi r^2}$$

$\emptyset = 0,70$  asumido

$r = \emptyset/2$

$r = 0,35 \text{ m}$

$$h = \frac{0,37 \text{ m}^3}{\pi(0,35)^2}$$

$$h = 0,96 \text{ m}$$

- **Altura del sustrato**

$$\Delta H = V_t * h$$

$$\Delta H = 0,37 * 0,96$$

$$\Delta H = 0,35 \text{ m}$$

$$h_s = h - \Delta H$$

$$h_s = 0,96 - 0,35$$

$$h_s = 0,61 \text{ m}$$

- **Longitud de la paleta**

$$L_p = 0,2 * \emptyset$$

$\emptyset$  = diámetro del tanque (m)

$L_p$  = longitud de hélice (m)

$$L_p = 0,2 * (0,70) \text{ m}$$

$$L_p = 0,14 \text{ m}$$

- **Altura de la paleta**

$$h_p = 0,1 * \emptyset$$

$$h_p = 0,1 * (0,70) \text{ m}$$

$$h_p = 0,07 \text{ m}$$

- **Altura desde la base al rodete**

$$b = 0,25 * \emptyset$$

$$b = 0,25 * (0,70 \text{ m})$$

$$b = 0,175 \text{ m}$$

- **Longitud del rodete**

$$L_r = h_t - b$$

$$L_r = 0,96 - 0,175 \text{ m}$$

$$L_r = 0,785 \text{ m}$$

- **Diámetro del rodete**

$$\phi_r = \frac{2}{3} \phi_{serpentín}$$

$\phi_{serpentín}$  = diámetro de serpentín

$$\phi_r = \frac{2}{3} (0,47 \text{ m})$$

$$\phi_r = 0,31 \text{ m}$$

- **Número de paletas**

Se considera una separación de 0,14 m

$$\frac{0,96 \text{ m}}{0,14 \text{ m}} = 6,85 \cong 7 \text{ paletas}$$

- **Diseño del serpentín**

- a. Altura del serpentín

$$h_{ser} = \frac{1}{5} h_s$$

$$h_{ser} = \frac{1}{5} (0,61 \text{ m})$$

$$h_{ser} = 0,122 \text{ m}$$

- b. Diámetro de cada anillo

$$\phi_{ser} = \frac{2}{3} \phi$$

$$\phi_{ser} = \frac{2}{3} (0,70 \text{ m})$$

$$\phi_{ser} = 0,47 \text{ m}$$

- c. Número de vueltas de serpentín

El espacio de cada anillo es de 3,175 cm y el diámetro es de 1,27 cm

$$\text{Espacio que ocupa} = 3,175 + 1,27$$

$$\text{Espacio que ocupa} = 4,445 \text{ cm}$$

$$\# \text{ vueltas} = \frac{h_{ser}}{\text{Espacio que ocupa}}$$

$$\# \text{ vueltas} = \frac{12,2 \text{ cm}}{4,445 \text{ cm}}$$

$$\# \text{ vueltas} = 2,74 \cong 3 \text{ vueltas}$$

- **Cálculo de la longitud de los anillos**

Consideramos un radio de 0,235 m

$$L_{anillos} = (2\pi r) * \#_{vueltas}$$

$$L_{anillos} = (2\pi(0,235m)) * 3$$

$$L_{anillos} = 4,43 \text{ m}$$

- **Cálculo de la longitud del serpentín**

$$L_{serpe} = L_{anillos} + L_{en \text{ vapor}} + L_{sali \text{ cond}}$$

$$L_{serpe} = 4,43 \text{ m} + 0,07 \text{ m} + 0,07 \text{ m}$$

$$L_{serpe} = 4,57 \text{ m}$$

- **Cálculo de la potencia**

$$P = Np * \rho N^3 * \phi_r^5$$

$$P = (3,5)(1331 \text{ Kg/m}^3)(0,55 \text{ rps})^3(0,31m)^3$$

$$P = 2,21 \text{ hp}$$

### 3.1.6.6 Diseño de la caldera para el sistema de evaporado

- **Temperatura de entrada:** 15°C
- **Temperatura de salida:** 100°C

**Tabla 20-3:** Temperatura promedio para diseñar el sistema de evaporado.

Temperatura °C	Densidad Kg/m <sup>3</sup>	Calor específico KJ/Kg.K
57,5	984,1	4,183

Realizado por: Patta, Wendy, 2020

Fuente: Cengel y Boles, 2012

- **Gasto volumétrico del agua**

$$\dot{v} = \frac{37,31 \text{ Kg/h}}{984,1 \text{ Kg/m}^3}$$

$$\dot{v} = 0,037 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$\dot{v} = 1,053 * 10^{-5} \text{ m}^3/\text{s}$$

- **Flujo másico del agua**

$$\dot{m}_{\text{agua}} = 984,1 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3} * 1,053 * 10^{-5} \text{ m}^3/\text{s}$$

$$\dot{m}_{\text{agua}} = 0,010 \text{ Kg/s}$$

- **Calor necesario de la caldera**

$$Q = \dot{m}_{\text{agua}} * C_p * \Delta T$$

$$Q = 0,010 \frac{\text{Kg}}{\text{s}} * \frac{4,183 \text{KJ}}{\text{KgK}} * (373 - 288) \text{K}$$

$$Q = 3,55 \text{ Kw}$$

- **Potencia de la caldera**

$$P = 0,001163 * \Delta T * t * \dot{v}$$

$$P = 0,001163 * (100 - 15)^\circ\text{C} * 60 \text{ min} * (0,63 \frac{1}{\text{min}})$$

$$P = 3,73 \text{ Kw}$$

El dimensionamiento del evaporador se puede observar en el ANEXO C.

## CAPÍTULO IV

### 4 RESULTADOS

#### 4.1 Análisis bromatológico de la materia prima y producto final

##### 4.1.1 Resultados de caracterización de la materia prima (grosella)

La caracterización preliminar de la fruta se realizó en el laboratorio SAQMIC de la ciudad de Riobamba, mismo que incluye los parámetros de pH, acidez, solido soluble los cuales permiten determinar la madurez apropiada del fruto y proceder con el desarrollo del producto, ver anexo A. Los resultados obtenidos se detallan a continuación:

**Tabla 1-4:** Caracterización inicial de la materia prima

PARAMETROS	UNIDAD	MÉTODO DE ANÁLISIS	RESULTADO
pH	Unid	INEN 389	2,51
Acidez	%	INEN 521	3,30
Solidos solubles	°Brix	Refractómetro	4,80

Fuente: SAQMIC, 2020

Realizado por: Patta, Wendy, 2020.

Los resultados obtenidos del análisis para la caracterización de la materia prima permitieron determinar el grado de acidez de la grosella misma que permitió obviar la adición del ácido cítrico para no alterar el sabor del producto final ya que el pH de la fruta nos permite determinar el grado de madurez de la grosella y continuar con el desarrollo del proyecto para la obtención de mermelada.

Los resultados de la caracterización de la materia prima se puede observar en el ANEXO A.

#### 4.2 Análisis de discriminación de la formulación más aceptable

Mediante un análisis sensorial se realizó la discriminación de las tres elaboraciones de mermelada, para escoger cuál de las formulaciones tiene mejor aceptación en el mercado.

El cual se desarrolló mediante un proceso de encuesta a un grupo moradores del cantón, el método que se aplicó se denomina “jueces afectivos”, el mismo caracteriza a los diferentes consumidores del producto.

La encuesta se realizó durante dos días en horarios desde las 8 am hasta las 12 am teniendo en cuenta las medidas de seguridad adecuadas, la encuesta permite conocer si la mermelada de grosella agria tiene aceptación en el mercado ya que los moradores del cantón hacen referencia a los posibles consumidores del producto.

Para reconocer cada elaboración del producto se planteó una selección de números que se representan en la siguiente tabla:

**Tabla 2-4:** Número de identificación de las elaboraciones de mermelada

Formulación	Composición	Número de identificación
N°1	Grosella	1201
N°2	Grosella, Canela	1202
N°3	Grosella, panela	1203

Realizado por: Patta, Wendy, 2020.

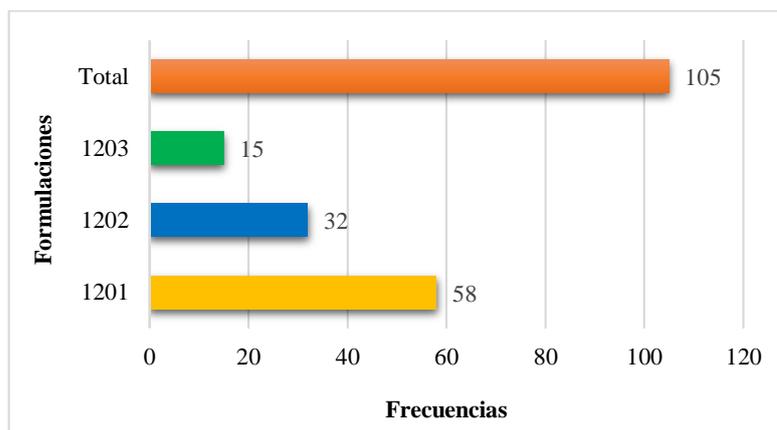
- Luego de la identificación de las muestras mediante números aleatorios, se realizó la encuesta el 26 y 27 de marzo del 2020 dentro del Cantón a un número alrededor de 105 moradores que circulaban en las calles como degustadores quienes se encargarían de determinar que formulación tendría mejor aceptación.
- Las tres diferentes muestras de mermelada se hicieron degustar considerando el tiempo adecuado entre muestras y una pequeña cantidad de agua para limpiar el sabor de cada muestra entre sí.
- Una vez explicada se procedió a llenar la encuesta, para finalmente elaborar los análisis estadísticos.

#### **4.2.1 Análisis de la encuesta**

Primero se realizó el reparto de frecuencias, para conocer cuántas respuestas obtuvo cada formulación que dará una idea general de la preferencia de los jueces asertivos hacia las tres distintas formulaciones, de acuerdo con los resultados reportados en el gráfico 1-4 y en la tabla 3-4, reportaron que la formulación 1201 obtuvo más respuestas alcanzado una frecuencia igual a 58 que represento un porcentaje igual a 55,2%.

Mientras que la formulación 1202 obtuvo 32 respuestas de los jueces asertivos representando un porcentaje igual a 30,5% y la fórmula que menos respuestas obtuvo fue la 1203 con una frecuencia igual a 15 que representa el 14,3% del total de las respuestas obtenidas, con esto se aprecia que

va a existir una mayor aceptación hacia la formulación 1201, con lo cual es necesario evaluar las demás características.



**Gráfico 1-4:** Análisis de frecuencias de los resultados obtenidos a las pruebas de asertividad

Realizado por: Patta, Wendy, 2020.

**Tabla 3-4:** Análisis de frecuencias de los resultados obtenidos a las pruebas de asertividad

Código	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje Acumulado
1201	58	55,2	55,2	55,2
1202	32	30,5	30,5	85,7
1203	15	14,3	14,3	100

Realizado por: Patta, Wendy, 2020.

#### *a) Sabor*

La primera prueba organoléptica en evaluar fue el sabor, que muestra qué sensación les causa a las papilas gustativas el sabor de la mermelada, para esto se empleó un test estadístico de Kruskal Wallis para variables no paramétricas, puntualizando diferencias significativas ( $P < 0,05$ ) entre medias, de acuerdo con el análisis la formulación 1201 alcanzó la mayor aceptación con medias iguales a 45,9%. Posteriormente, se obtuvieron las respuestas con la formulación 1202 que tuvo una aceptación al sabor igual a 14,4% y la formulación con menos aceptación fue la 1203 ya que únicamente al 7,2% del total de los jueces le gustó el sabor. Observando la mejor formulación en cuanto a sabor se refiere, el 0,9% de los jueces determinó que el sabor de la formulación le fue indiferente y el 5,4% de los jueces dijo que le disgustó el sabor de la mermelada, con estos resultados se analiza que al existir una interacción positiva y ser dispersos los datos, las formulaciones si afectaron a la aceptación del sabor de los jueces, siendo mejor la formulación 1201 al tener mayor número de jueces que les gustó el sabor la mermelada.

**Tabla 4-4:** Prueba de Kruskal Wallis para la prueba sabor para cada formulación

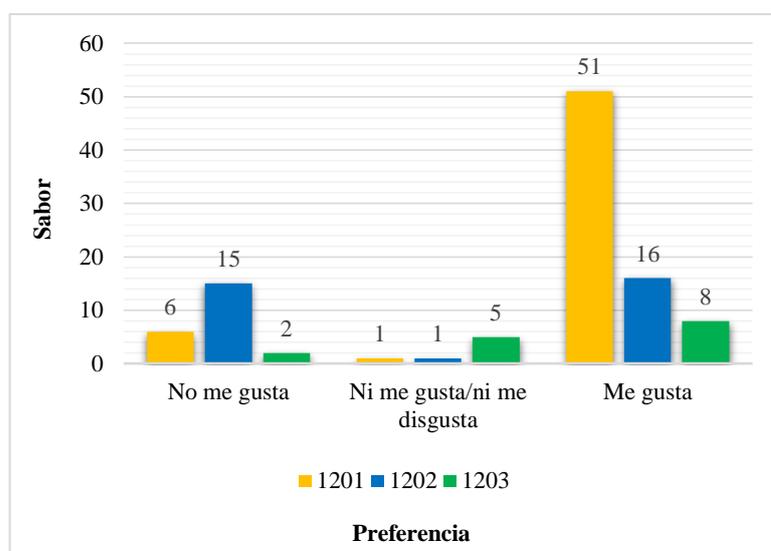
Variable	Formulación	Medias	D.E.	gl	C	H	p
Sabor	1201	19,33	27,54	2	0,99	0,29	0,90
Sabor	1202	10,67	8,39				
Sabor	1203	5,00	3,00				

Realizado por: Patta, Wendy, 2020.

**Tabla 5-4:** Análisis de las frecuencias para la prueba sabor para cada formulación

Código	No me gusta	Ni me gusta/ni me disgusta	Me gusta	Porcentaje		
1201	6	1	51	5,4	0,9	45,9
1202	15	1	16	13,5	0,9	14,4
1203	2	5	8	1,8	4,5	7,2

Realizado por: Patta, Wendy, 2020.



**Gráfico 2-4:** Análisis de frecuencias a la prueba sabor para cada formulación

Realizado por: Patta, Wendy, 2020.

### b) Consistencia

El mismo proceso estadístico se llevó a cabo para la prueba sensorial consistencia, que consiste en sentir el producto y determinar qué sensación refleja el juez por lo general se prefiere una consistencia compacta, esta prueba presento diferencias estadísticas ( $P < 0,05$ ) entre medias, considerando la formulación que mayor aceptación tuvo la 1201 alcanzando un promedio de aceptación igual a 45%.

La sensación de buena consistencia fue menos aceptada para la formulación 1202 presentando un porcentaje igual a 22,5% y la que menor aceptación para los jueces tuvo fue la formulación 1203

con un número de aceptación igual a 12 jueces que representaron el 10,8% del total de las muestras consideradas.

Estudiando otras respuestas obtenidas para la formulación 1201, se determinó que el 4,5% de los jueces le manifestaron indiferente a la consistencia de la mermelada y existió 3 jueces que no le gustó la consistencia, representando el 2,7%; con estas respuestas se considera que los jueces encontraron con mejor consistencia a la formulación 1201 siendo la mejor para este análisis.

**Tabla 6-4:** Prueba de Kruskal Wallis para la prueba consistencia para cada formulación

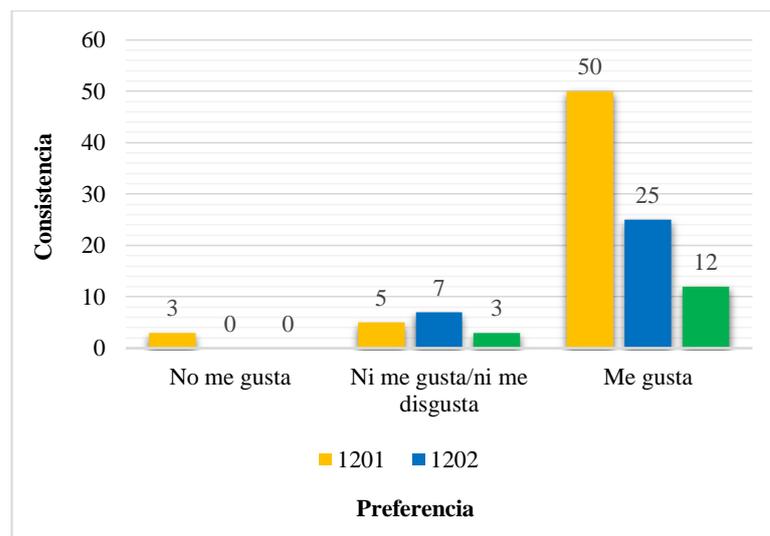
Variable	Formulación	Medias	D.E.	gl	C	H	p
Consistencia	1201	19,33	26,58	2	0,98	0,69	0,76
Consistencia	1202	10,67	12,90				
Consistencia	1203	5,00	6,24				

Realizado por: Patta, Wendy, 2020.

**Tabla 7-4:** Análisis de las frecuencias para la prueba consistencia para cada formulación

Código	No me gusta	Ni me gusta/ni me disgusta	Me gusta	Porcentaje		
1201	3	5	50	2,7	4,5	45
1202	0	7	25	0	6,3	22,5
1203	0	3	12	0	2,7	10,8

Realizado por: Patta, Wendy, 2020.



**Gráfico 3-4:** Análisis de frecuencias a la prueba consistencia para cada formulación

Realizado por: Patta, Wendy, 2020.

### c) *Color*

El mismo estudio estadístico se realizó para la prueba sensorial color, que consiste en observar el producto y obtener cual es la sensación visual que causa al juez por lo general se prefiere colores opacos que no interfieran demasiado la percepción visual, esta prueba presento diferencias estadísticas ( $P < 0,05$ ) entre medias, siendo la formulación que mayor aceptación tuvo la 1201 obteniendo un promedio de aceptación igual a 36%.

La sensación de color agradable fue menos aceptada para la formulación 1202 presentando un porcentaje igual a 17,1% y la de menor aceptación para los jueces fue la formulación 1203 con un número de aceptación igual a 7 jueces que representaron el 6,3% del total de las muestras consideradas.

Analizando otros resultados obtenidos para la formulación 1201, se determinó que el 15,3% de los jueces le consideraron indiferente al color de la mermelada y existió 1 juez al que no le gustó el color de la mermelada esto represento el 0,9%, con estos datos se interpreta que los aditivos y la materia prima utilizada en la elaboración mejora la característica sensorial color permitiendo que tenga mayor aceptación.

**Tabla 8-4:** Prueba de Kruskal Wallis para la prueba color para cada formulación

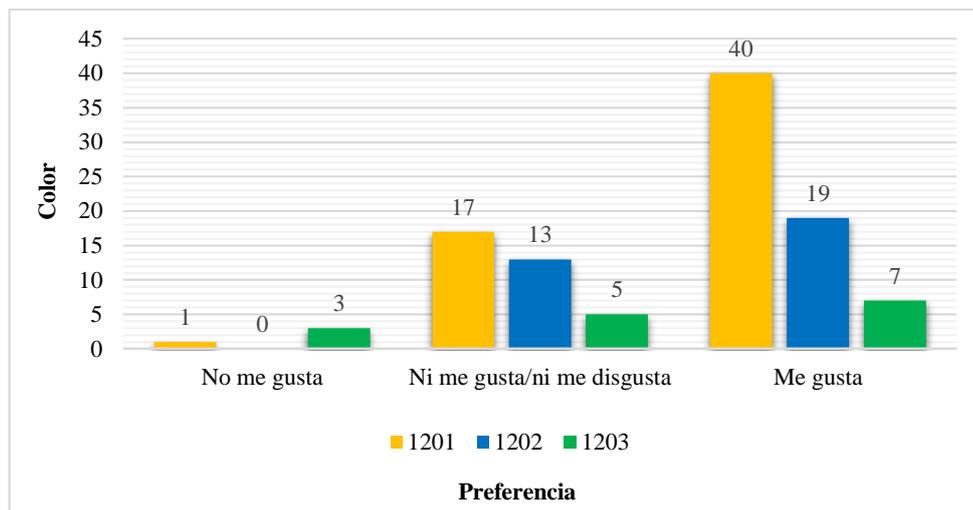
Variable	Formulación	Medias	D.E.	gl	C	H	P
Color	1201	19,33	19,60	2	1,00	0,80	0,72
Color	1202	10,67	9,71				
Color	1203	5,00	2,00				

Realizado por: Patta, Wendy, 2020.

**Tabla 9-4:** Análisis de las frecuencias para la prueba color para cada formulación

Código	No me gusta	Ni me gusta/ni me disgusta	Me gusta	Porcentaje		
1201	1	17	40	0,9	15,3	36
1202	0	13	19	0	11,7	17,1
1203	3	5	7	2,7	4,5	6,3

Realizado por: Patta, Wendy, 2020.



**Gráfico 4-4:** Análisis de frecuencias a la prueba color para cada formulación

Realizado por: Patta, Wendy, 2020.

**d) Olor**

El mismo procedimiento estadístico se empleó para la prueba sensorial olor, que comprende en usar el sentido del olfato y reportar cual es la sensación que causa al juez por lo general se prefieren olores suaves no fuertes o extraños y que no afecten demasiado la percepción del olfato, esta prueba presentó diferencias altamente significativas ( $P < 0,05$ ) entre medias, siendo la formulación que mayor aceptación tuvo la 1201 alcanzando un promedio de aceptación igual a 34,2%.

La sensación de olor agradable menos aceptada fue para la formulación 1202 obteniendo un porcentaje igual a 18% y la que menor aceptación para los jueces tuvo fue la formulación 1203 con un número de aceptación igual a 9 jueces que reflejaron el 8,1% del total de las muestras evaluadas.

Considerando otras respuestas obtenidas para la formulación 1201, se determinó que el 16,2% de los jueces le encontraron indiferente al olor de la mermelada y existió 2 jueces a los que no les gustó el olor de la mermelada esto reflejó el 1,8%, con estas respuestas se considera que los aditivos y la materia prima utilizada en la formulación 1201 logra que la sensación de olor sea más profunda y agradable para el juez.

**Tabla 10-4:** Prueba de Kruskal Wallis para la prueba olor para cada formulación

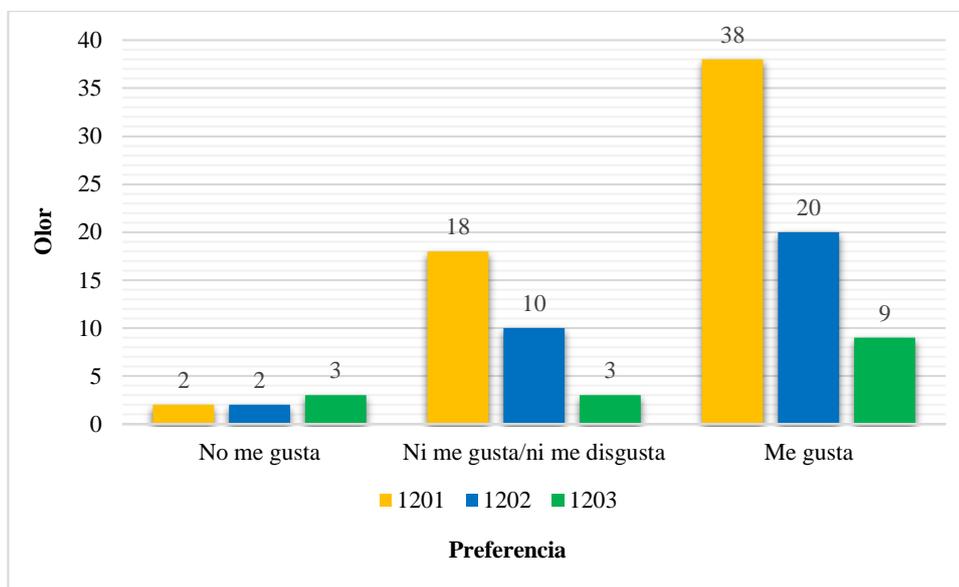
Variable	Formulación	Medias	D.E.	gl	C	H	p
Olor	1201	19,33	18,04	2	0,98	0,69	0,76
Olor	1202	10,67	9,02				
Olor	1203	5,00	3,46				

Realizado por: Patta, Wendy, 2020.

**Tabla 11-4:** Análisis de las frecuencias para la prueba olor para cada formulación

Código	No me gusta	Ni me gusta/ni me disgusta	Me gusta	Porcentaje		
1201	2	18	38	1,8	16,2	34,2
1202	2	10	20	1,8	9	18
1203	3	3	9	2,7	2,7	8,1

Realizado por: Patta, Wendy, 2020.



**Gráfico 5-4:** Análisis de frecuencias a la prueba olor para cada formulación

Realizado por: Patta, Wendy, 2020.

Según los resultados de los análisis estadísticos realizados a los moradores del cantón la mejor formulación para el proceso de producción de mermelada es la 1201, ya que aumenta las características sensoriales y es mayormente aceptada por los jueces, en base a esta formulación se realizaron los análisis de laboratorio y el diseño de los equipos para que sea un producto que tenga mayor aceptación en el mercado.

### 4.3 Proceso de producción

#### 4.3.1 Materia prima e insumos

La materia prima e insumos utilizados por cada lote de producción semanal de 64,51 Kg de la mermelada de grosella se muestran en las siguientes tablas con la cantidad necesaria:

**Tabla 12-4:** Materia prima para producción

Materia Prima	Cantidad	Unidad
Grosella	70	Kg

Realizado por: Patta, Wendy, 2020

**Tabla 13-4:** Insumos para producción

Insumos	Cantidad	Unidad
Azúcar	32,94	Kg
Pectina	2,79	Kg
Sorbato de potasio	0,029	Kg

Realizado por: Patta, Wendy, 2020

**4.3.2 Equipos requeridos para el proceso****Tabla 14-4:** Especificaciones de equipos requeridos para el proceso

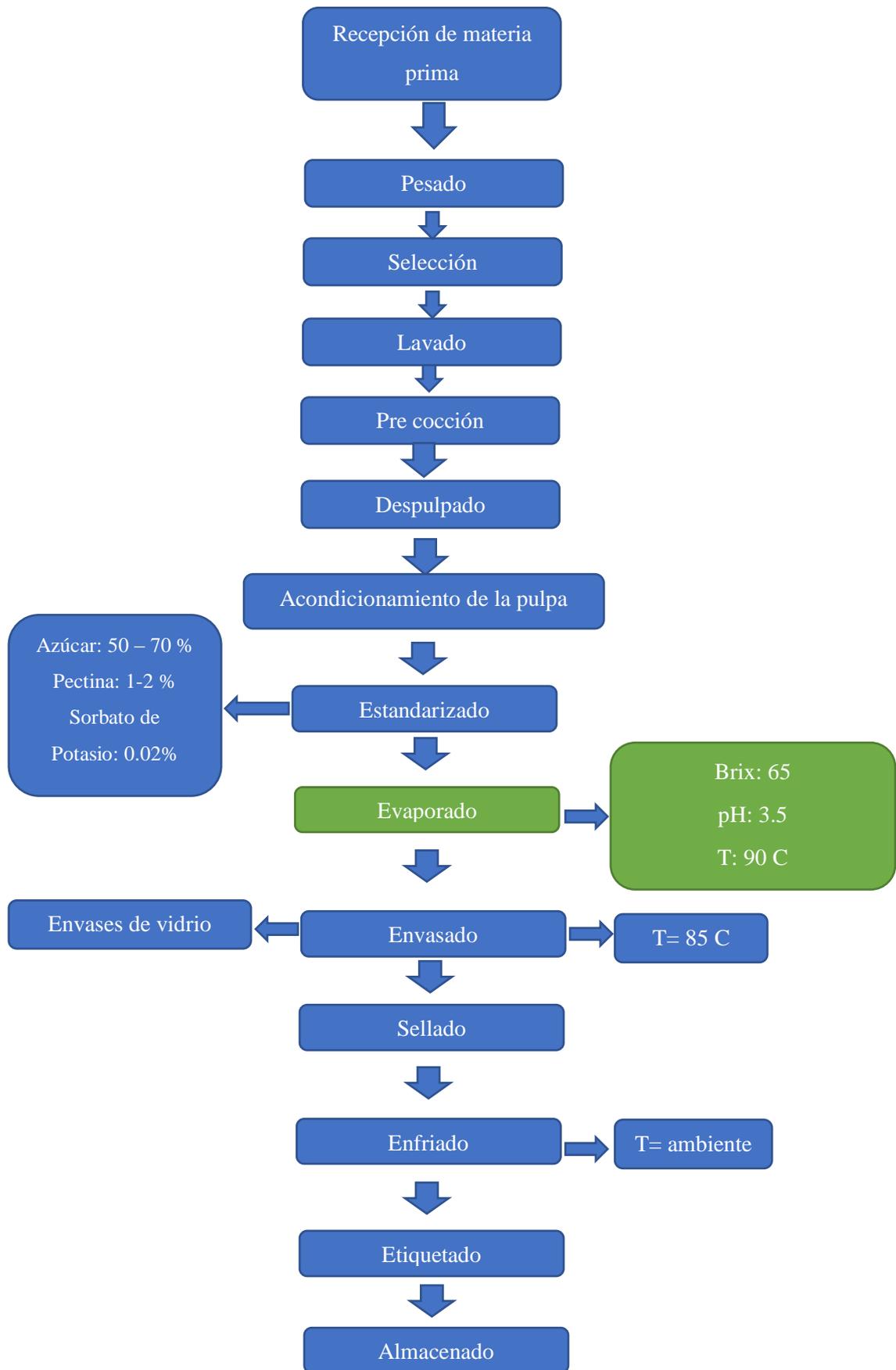
Operación	Equipo	Especificación	Variable	Símbolo	Valor	Unidad	
Recepción y selección de la materia prima	Mesa industrial	Material: Acero inoxidable AISI 316	Largo de la mesa	l	2	m	
			Ancho de la mesa	a	1	m	
			Altura de la mesa	h	0,45	m	
Lavado	Tanque de lavado	Material: Acero inoxidable AISI 316	Largo del tanque	l	2	m	
			Ancho del tanque	a	1	m	
			Profundidad del tanque	h	0,45	m	
Despulpado	Tolva de alimentación	Capacidad de la tolva: 63,05 Kg en 15 min de operación Tolva de tipo: polígono trapezoidal con un ángulo de 60° Material: Acero inoxidable AISI 316 Cámara despulpadora: cilíndrica horizontal	Volumen de la tolva	v	0,61	m <sup>3</sup>	
			Radio de la tolva	rd	0,44	m	
			Largo de la tolva	l	1	m	
	Tamiz	Tolerancia $\pm 0,10$ mm Material: Acero inoxidable AISI 316 Rotor: aspas soldadas, con 4 cuchillas rectangulares que rotan 180°	Luz de malla			2	mm
			Altura del tanque tamiz	H <sub>2</sub>		0,97	m
			Diámetro del tanque tamiz	D <sub>2</sub>		0,62	m
			Radio del rotor	r <sub>rotor</sub>		0,23	m
			Frecuencia de rotación	f		202,2	rpm
			Velocidad angular	W		401	rpm
			Potencia			1	Hp
Evaporado	Evaporador	Material: Acero inoxidable AISI 316	Volumen del tanque	V <sub>T</sub>	0,37	m <sup>3</sup>	

		Simple efecto	Altura del tanque	H	0,96	m
			Longitud de las paletas	L <sub>P</sub>	0,07	m
			Altura desde la base al rodete	B	0,17	m
			Longitud del rodete	L <sub>r</sub>	0,785	m
			Diámetro del rodete	Ø <sub>r</sub>	0,32	m
			Número de paletas	#paletas	7	Paletas
			Altura del serpentín	h <sub>ser</sub>	0,122	M
			Diámetro del serpentín	Ø <sub>ser</sub>	0,47	M
			Número de vueltas del serpentín	#vueltas	3	Vueltas
			Longitud de anillos del serpentín	L <sub>anillos</sub>	4,43	M
			Longitud del serpentín	L <sub>ser</sub>	4,57	M
			Potencia	P	2,21	Hp

Realizado por: Patta, Wendy, 2020

### 4.3.3 Diagrama del proceso

El diagrama del proceso que se dará en la producción del producto por cada lote se muestra a continuación:



Según el diagrama de proceso se realizó el diseño de la planta, ver anexo D.

#### 4.3.1.3. Capacidad de producción

Para producir al mes 258,04 kg de mermelada de grosella agria se necesita invertir 280 kg de materia prima (grosella), además de insumos y aditivos. Esta cantidad en kilogramos de producción mensual se distribuye en 1032 envases con contenido neto de producto de 250 gramos cada uno.

#### 4.4 Validación del producto

Los análisis bromatológicos del producto final se lo realizo en SAQMIC, contiene parámetros como proteína, grasa, fibra, ceniza, humedad, pH, Brix y acidez de la mermelada, ver anexo B.

Para validar la mermelada se contemplaron parámetros indicados en la NTE INEN 2825 NORMA PARA LAS CONFITURAS, JALEAS Y MERMELADAS (CODEX STAN 296-2009, MOD) comparándose con los resultados arrojados por los análisis bromatológicos.

**Tabla 15-4:** Valores comparados con la NTE INEN 2825 para validación

PARAMETROS	NTE INEN 2825		PRODUCTO FINAL	CUMPLE O NO CUMPLE
	MIN	MAX		
Brix	60 %	65 %	63,2%	CUMPLE
Contenido de fruta	35 %	---	59,38 %	CUMPLE

Realizado por: Patta, Wendy, 2020

Además del aspecto organoléptico de la mermelada basados en la NTE INEN 419 CONSERVAS VEGETALES MERMELADAS DE FRUTAS.

**Tabla 16-4:** Aspectos organolépticos comparados con la NTE INEN 419 para validación

PARAMETROS	NTE INEN 2825	CUMPLE O NO CUMPLE
Consistencia	Gelatinosa	CUMPLE
Color	Apropiado a la fruta	CUMPLE
Sabor	Apropiado a la fruta	CUMPLE

Realizado por: Patta, Wendy, 2020

Los resultados de validación del producto se observan en el ANEXO B.

#### 4.5 Análisis de Costo/beneficio del proyecto

Para la realización del presupuesto se ha contemplado los costos originados por la adquisición de equipos, materia prima, insumos, aditivos, así como también Costo de mano de obra, requerimientos energéticos, costos de implementación entre otros. Con el fin de dar un valor

agregado a la producción de grosella ácida el Gobierno Descentralizado Municipal del Cantón Eloy Alfaro será el encargado de asumir este valor.

Con los equipos previamente dimensionados, se realizó una proforma en DIRECT INDUSTRY, empresa que cuenta con un amplio catálogo de equipos industriales necesarios para la elaboración de mermelada a partir de grosella agria (*Phyllanthus acidus*).

**Tabla 17-4:** Detalle de la inversión

DENOMINACIÓN	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
Tanque de lavado	1	434	434
Mesa de selección	2	290	580
Marmita industrial	1	1990	1990
Despulpadora	1	3023	3023
Evaporador	1	3500	3500
Balanza	1	400	400
<b>Subtotal</b>			9927
<b>TOTAL</b>			<b>9927</b>

Realizado por: Patta, Wendy, 2020

Fuente: DIRECT INDUSTRY, 2020

**Tabla 18-4:** Costo de mano de obra

COSTOS DE MANO DE OBRA			
PERSONAL	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
Operarios	1	500	500
Técnicos	1	600	600
Subtotal			1100
<b>TOTAL</b>			<b>1100</b>

Realizado por: Patta, Wendy, 2020

**Tabla 19-4:** Costo de requerimientos energéticos

COSTOS DE REQUERIMIENTOS ENERGETICOS			
DETALLE	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
Energía	Kw/mes	0,02 Kwh	85
Agua Potable	$m^3/mes$	0,35 $mm^3$	50
Subtotal			135
<b>TOTAL</b>			<b>135</b>

Realizado por: Patta, Wendy, 2020

**Tabla 20-4:** Costos totales de implementación

<b>COSTOS TOTALES DE IMPLEMENTACIÓN</b>	
<b>DETALLE</b>	<b>COSTO TOTAL</b>
Costos de implementación	9927
Costos de mano de obra	1100
Requerimientos energéticos	135
<b>TOTAL</b>	<b>11162</b>

Realizado por: Patta, Wendy, 2020

**Tabla 21-4:** Costos de materia prima, insumos y aditivos.

<b>MATERIA PRIMA/ INSUMOS/ ADITIVOS</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>COSTO UNITARIO</b>	<b>COSTO TOTAL</b>
Azúcar	Kg	131,76	0,63	83,01
Grosella	Kg	280	0,65	182
Pectina	Kg	11,16	17,65	196,97
Sorbato de potasio	Kg	0,116	19,34	2,24
Envases	Unidad	1032	0,54	557,37
Etiquetas	Unidad	1032	0,18	185,76
<b>TOTAL</b>				<b>1207,35</b>

Realizado por: Patta, Wendy, 2020

Como complemento a esto se necesita la realización de análisis de laboratorio que permitirá controlar la calidad del producto final, mismos que se realizaran trimestralmente, garantizando al consumidor buenas prácticas de manufactura, higiene y el aporte nutricional de la mermelada. En la siguiente tabla se proporciona el costo de dichos análisis.

**Tabla 22-4:** Presupuesto para análisis de laboratorio

ANÁLISIS	COSTO (\$)
Sólidos Totales	7,00
Sólidos Solubles	5,00
Aerobios Totales	13,00
Recuento de Anaerobios	10,00
Mohos	10,00
Levaduras	24,00
Fibra Dietética Insoluble	35,00
Fibra Dietética Soluble	16,00
Proteína	7,00
Carbohidratos Totales	7,00
Cenizas	8,00
Azúcares Totales	6,00
Perfil lipídico	27,00
Colesterol	12,00
Hierro	18,00
Vitamina A	9,00
Vitamina C	11,00
Grasa	8,00
<b>TOTAL</b>	<b>233,00</b>

Realizado por: Patta, Wendy, 2020

Una vez establecido el concepto total por egresos generados en la elaboración de mermelada de grosella agria, se obtiene el total de ingresos, egresos y ganancias anuales que se planifica por la implementación de la planta.

**Tabla 23-4:** Costos de producción para la elaboración de mermelada de grosellas agria

Cantidad de mermelada (Kg)	Contenido neto (Kg)	Cantidad de producción	Costo unitario, (\$)	Total de ingresos, (\$)
258,04	0,25	1032,16	3,50	3612,56
<b>Ingresos</b>				
<b>Mensual</b>		<b>Anual</b>		
		3612,56	43350,72	
<b>Egresos</b>				
<b>Mensual</b>		<b>Anual</b>		
		2675,35	32104,2	
<b>TOTAL DE GANANCIAS</b>				
<b>Mensual</b>		<b>Anual</b>		
		937,21	11246,52	

Realizado por: Patta, Wendy, 2020

Con la producción mensual de 258,04 kg de mermelada de grosellas agria en 1032,16 unidades de 250 gramos cada una, se tiene una ganancia anual de 11246,52 dólares resultados obtenidos en los tres primeros años de funcionamiento de la planta, obteniéndose 7020,33 dólares de ganancia al tercer año, haciendo de este proyecto viable para la elaboración de mermelada de grosellas agrias.

**Tabla 24-4:** Ganancias proyectadas en los primeros años de producción

<b>Año</b>	<b>Ingresos (\$)</b>	<b>Egresos (\$)</b>	<b>Ganancias (\$)</b>
<b>1</b>	43350,72	13837,35	-29513,37
<b>2</b>	13837,35	32104,2	-18266,85
<b>3</b>	39124,53	32104,2	7020,33

Realizado por: Patta, Wendy, 2020

#### 4.6 Cronograma de ejecución del proyecto

Tabla 25-4: Cronograma del proyecto

ACTIVIDAD	MESES																									
	PRIMERO				SEGUNDO				TERCERO				CUARTO				QUINTO				SEXTO					
	SEMANAS																									
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4		
Revisión bibliográfica	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		
Elaboración del anteproyecto			■	■	■	■																				
Presentación y aprobación anteproyecto							■	■																		
Establecer el procedimiento, las operaciones, y equipos para el proceso de obtención de mermelada de grosella			■	■	■	■	■	■																		
Simulación a escala de laboratorio para la obtención de formulación y variables de proceso					■	■	■	■	■	■	■	■														
Cálculos ingenieriles para el dimensionamiento de los equipos que intervienen en el proceso							■	■	■	■	■	■	■	■	■	■										
Estudio técnico y económico									■	■	■	■	■	■	■	■	■	■								
Redacción del trabajo final			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■				
Análisis financiero			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■										
Revisión del documento final											■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■				
Defensa de los resultados																							■	■		

Realizado por: Patta, Wendy, 2020

## ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

La elaboración del proyecto de tipo técnico con título: “Diseño de un proceso industrial para la elaboración de mermelada a partir de grosella agria (*Phyllanthus acidus*) para el cantón Eloy Alfaro”. Esta realizado en base a las necesidades y facilidades que brinda el GAD Municipal del Cantón, este estudio responde a una necesidad que se presenta el lugar donde se evidencia una gran producción de este fruto al cual no se le da ningún valor agregado.

El estudio de este proyecto se basa en determinar el mejor proceso productivo a partir de diferentes formulaciones para la elaboración de mermelada de grosella agria, partiendo de ensayos a escala laboratorio con variaciones en la composición base de la mermelada. Se desarrollaron tres formulaciones: La primera se la identifico con el código 1201 la cual consta de grosella, azúcar pectina y sorbato presentando un grado de aceptación de 55,2%, la segunda formulación fue representada con el código 1202 la cual fue elaborada con grosella, azúcar, pectina y canela presentando una aceptación de 30,5%, mientras que la tercera formulación 1203 se realizó con grosella, azúcar y panela con un porcentaje con menor aceptación de 14,3%.

La discriminación de la formulación se realizó por métodos estadísticos, aplicando el programa SPSS para procesar los datos y la prueba no paramétrica de Kruskal Wallis para el análisis de los resultados obtenidos en las 105 encuestas aplicadas a un grupo de personas para la degustación del producto en la evaluación conjunta de los parámetros organolépticos establecidos en las tres formulaciones desarrolladas. La formulación que más acogida tubo es la 1201 presentando una aceptabilidad del 55,2% en cuanto a color, olor, sabor y consistencia.

Luego de determinar la formulación más aceptada, se realizaron pruebas a escala semi-industrial para obtener los datos y variables que influyen en el proceso, además de determinar las operaciones que son necesariamente para el proceso productivo. Las operaciones unitarias que se llevan a cabo para la obtención de la mermelada de grosella agria son: Selección de materia prima, lavado, pre cocción, despulpado y evaporado como la operación más relevante del proceso, además del envasado y almacenado. La producción se la va realizar por lotes, una vez por semana, partiendo de 70 Kg de grosella para obtener 64,51 Kg de mermelada, con un total de 258 envases de 250 g.

Para iniciar con el proceso se evaluó la materia prima reportando un pH de 2.51 una acidez de 3.30 y solidos solubles de 4.80, una vez identificada las características de la grosella se procede a la validación del producto con una caracterización físico química, cuyo parámetro más importante es el de sólidos solubles (°Brix) ya que esto permite identificar la consistencia

adecuada del producto, el cual se encuentran de acuerdo a la Norma NTE 2825 que es para confituras jaleas y mermeladas, con rangos entre 60- 65%, dando un valor del 63,2% para el producto con un pH de 3.21 y presentando una acidez de 2.30 al igual que proteína 0.10, fibra 0.11, ceniza 3.37 y una humedad de 33.10 todos estos parámetros se encuentran dentro de normativa. También, su análisis organoléptico fue basado en la norma NTE INEN 419 CONSERVAS VEGETALES MERMELADAS DE FRUTAS dichos resultados cumplen con la normativa correspondiente siendo su consistencia gelatinosa y su sabor y olor apropiados a la fruta (grosella). Una vez obtenida la mermelada con la formulación y el proceso diseñado se realizaron las pruebas de calidad, evaluando la caracterización físico-química y microbiológica del producto obtenido, para asegurar que los pasos y consideraciones tomadas para el proceso de la mermelada sean correctas y el producto sea apto para el consumo humano. En cuanto a la calidad microbiológica del alimento, estos valores lograron cumplir con los requisitos establecidos por las normas reportando ausencia para el contenido de anaerobios como *Escherichia Coli*, para el contenido de aerobios mesófilos iguales a  $< 10$  UFC/g y la ausencia en el contenido de mohos y levaduras; con lo que se aseguró que el alimento fue elaborado bajo altos estándares de calidad. El aporte calórico del consumo de este alimento es elevado, por lo que se recomienda que su ingesta sea con moderación.

Para determinar la vida útil del producto, es decir el tiempo de consumo de la mermelada se realizaron pruebas en una cámara acelerada, analizando su comportamiento en 1 hora y 15 días a una temperatura de 45°C que simulaban el comportamiento del alimento en percha de 6 meses, reportando que el pH y los grados Brix no variaron de forma significativa en el lapso de este período de tiempo y no existió presencia de mohos y levaduras durante toda la etapa de análisis de la muestra. Los resultados fueron satisfactorios, indicando que el alimento puede permanecer almacenado en condiciones normales hasta 6 meses sin alterar su calidad nutricional y microbiológica e incluso puede durar mucho más tiempo si se lo refrigera, indicando además que la cantidad y tipo de antioxidante y conservantes adicionados fueron los correctos para este producto.

Obteniendo la formulación adecuada y la cantidad de materia prima a procesar, se realizó el dimensionamiento de los equipos necesarios para la producción de 64,51 kg de mermelada de grosella, controlando sus variables de diseño y de operación, resulta necesario resaltar que todos los equipos son de acero inoxidable de grado alimenticio, se diseñó un tanque de lavado de volumen igual a 0,9 m<sup>3</sup>; la despulpadora de fruta está diseñada con una tolva de tipo polígono trapezoidal con un ángulo de 60° y con una capacidad de 0,61 m<sup>3</sup>, para este volumen la cámara de despulpado debe tener 1 m de largo y 0,44 m de radio, adicionalmente la despulpadora trabaja con un rotor de aspas metálicas para triturar la fruta con un radio de 0,231m, que opera a 401 rpm utilizando un motor con una potencia de 1 Hp, luego de triturar la fruta se hace pasar la pulpa a

través del tamiz, el tanque tamiz es la parte desarmable que posee una luz de malla de  $2,00 \pm 0.10$  mm, separando la pulpa de la cascara y semillas de la misma; para su diseño se toma como un 3% menor con referencia a la altura y diámetro de la cámara despulpadora es decir 0,97 m de altura y 0,6126 m de diámetro.

Para lograr cubrir los requerimientos de calor necesarios para la producción de mermelada, es necesario implementar un evaporador de simple efecto en material de acero inoxidable AISI 316, con un volumen de alimentación igual 0,37 m<sup>3</sup>, con potencia igual a 2,21 Hp, calentamiento con resistencias eléctricas debido a que presenta mayor eficiencia por su alta transferencia de calor directa.

Con el dimensionamiento de estos equipos se lograrán producir mensualmente 258,04 kg de mermelada de grosellas agria en 1032 unidades de 250 gramos cada una, obteniendo una ganancia anual de \$ 11246,52 dólares; resultados obtenidos en los tres primeros años de funcionamiento de la planta, obteniéndose \$ 7020,33 dólares de ganancia al tercer año, recuperando la inversión en el tercer año de producción, haciendo que la producción de mermelada sea rentable y sea un proceso tecnológico viable para el aprovechamiento de la grosella si se tiene una planificación correcta para la venta de este producto con alto valor nutricional.

## CONCLUSIONES

- Se diseñó un proceso industrial para la elaboración de mermelada a partir de grosella agria (*Phyllanthus acidus*) para el Cantón Eloy Alfaro con los más altos estándares de calidad y con el cumplimiento de las normas que regulan el producto como tal.
- Con la caracterización físico-química de la materia prima, la grosella debe ser fresca sana y textura firme, con un grado de madurez adecuado, los parámetros medidos de pH 2,51, acidez 3,30 y °Brix 4,80 se encuentran dentro de normativa y la grosella como materia prima es idónea para la elaboración de la mermelada.
- Se Realizaron tres tipos de formulaciones, de la cuales la que presento mayor aceptación fue la formulación 1201 mediante una encuesta para jueces no entrenados permitiendo determinar mediante métodos estadísticos la formulación con mejor aceptación, alcanzado un porcentaje igual a 55,2% de aceptación con respecto a los variables olor, color, sabor y consistencia.
- Se determinó las variables más importantes para el proceso de elaboración que son temperatura, °Brix, PH y tiempo de la mermelada, la temperatura de pre cocción no debe sobrepasar los 90 °C al igual que en proceso de evaporación, los grados Brix se encuentran en un rango de 60-65%, el pH de 3,5 y un tiempo de cocción de 4 horas máximo.
- Se realizaron los cálculos de dimensionamiento para el diseño de los equipos para el proceso de elaboración de mermelada de grosella, considerando el evaporador como el equipo más importante el cual debe ser un evaporador de simple efecto con un volumen de capacidad de 370 litros y una altura de 0.96m, al igual que una altura de la paleta 0.70m, el proyecto ocupara una superficie de 300 m<sup>2</sup>
- Se validó el producto en comparación con norma NTE INEN 2825, presentando un valor de ° Brix de 63.2 lo cual determina que el producto está dentro de los parámetros que especifica la cantidad de sólidos solubles (60-65° Brix) y la cantidad de fruta los mismo que fueron comparados con los análisis bromatológicos que presentaron una gran cantidad de fibra de 0.11, proteína 0.10, y ceniza 3.37, lo cual representa que la

mermelada de grosella brinda gran cantidad de nutrientes para el consumo y cumple con la normativa.

## RECOMENDACIONES

- Controlar cada una de las etapas de producción y verificar la calidad de la materia prima y de los aditivos para evitar pérdidas de calidad en los procesos de elaboración, evitando que disminuyan tanto las características nutricionales, como sensoriales de la mermelada.
- A nivel de proceso es recomendable que se controle de manera especial la temperatura de evaporación en 90°C para evitar la concentración excesiva de la mermelada y el aumento de su consistencia.
- Planificar capacitaciones de los operarios encargados de la selección de la materia prima para evitar desperdicios innecesarios.
- Realizar un estudio que aproveche en lo posible los residuos generados de la producción de mermelada de grosella agria.

## BIBLIOGRAFÍA

**ACEVEDO BERGER, Vanesa, & RAMÍREZ DÍAZ, Diana Marcela.** Análisis técnico y económico de la pectina, a partir de la cáscara de la naranja (*Citrus sinensis*). [en línea] (Trabajo de titulación). (Maestría) Universidad de San Buenaventura Cali, Cali, Colombia. 2011. pp. 1-38. [Consulta: 2020-18-01]. Disponible en:

[http://bibliotecadigital.usb.edu.co:8080/bitstream/10819/1336/1/An%C3%A1lisis\\_Econ%C3%B3mico\\_Naranja\\_Acevedo\\_2011.pdf](http://bibliotecadigital.usb.edu.co:8080/bitstream/10819/1336/1/An%C3%A1lisis_Econ%C3%B3mico_Naranja_Acevedo_2011.pdf)

**AGUILAR, S.** Nmx-F-112-1970. Método De Prueba Para La Determinación De Sólidos Solubles. *Colpos.Mx* [en línea], 1978. pp. 3-6. [Consulta: 1 mayo 2020]. Disponible en:

<http://www.colpos.mx/bancodenormas/nmexicanas/NMX-FF-038-2002.PDF>.

**AROCA PINOS, Erika Steffania.** Estudio del sorbato de potasio en la vida útil de mermelada de zanahoria (*Daucus carota*) con adición de coco (*Cocos nucifera*) [en línea] (Trabajo de titulación). (Pregrado) Universidad técnica de Ambato, Ambato, Ecuador. 2010. pp. 175. [Consulta: 9 julio 2020]. Disponible en:

<http://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/863/1/AL429%20Ref.%203275.pdf>

**BAS, G., VÁSQUEZ, J., LÓPEZ, A. & SUÁREZ, V.** Guía empresarial, Mermelada de frutas. *Secretaría de Economía* [en línea]. 2005. pp. 199. [Consulta: 28 enero 2020]. Disponible en: [http://www.inaes.gob.mx/doctos/pdf/guia\\_empresarial/mermeladas\\_de\\_fruta.pdf](http://www.inaes.gob.mx/doctos/pdf/guia_empresarial/mermeladas_de_fruta.pdf).

**BASANTEZ, R.** Determinación de pH y acidez en frutas. *Успехи Современного Естествознания*, no. 12, 2008. pp. 71-76. ISSN 1681-7494.

**BURGOS, A., PADILLA, G. & ARRÁZOLA, G.** Determinación de las características químicas, físicas y organolépticas del fruto de grosella (*Phyllanthus acidus* L) (Trabajo de titulación). (Maestría). Universidad de Córdoba, 2007. Departamen. vol. 12, no. 1, pp. 37-49.

**CAJAMARCA, H.M.** *Determinación de parámetros para pruebas de laboratorio*. 2017. S.l.: s.n. ISBN 0103542981.

**CAZABONNE, C.** El Cerezo Agrio (*Phyllanthus acidus*). [en línea]. 2011. [Consulta: 1 mayo 2020]. Disponible en: <https://www.freshplaza.es/article/3050434/el-cerezo-agrio-phyllanthus-acidus/>.

**CENGEL, Y. & BOLES, M.** *Termodinámica*. México: Mc Graw Hill. 2012. ISBN 9786074813906.

**CETINA, M.** "Implementación de señalética horizontal, vertical y equipo de mitigación contra incendios para la planta de lácteos de la estación experimental de Tunshi de la facultad de ciencias pecuarias de la ESPOCH". *Biomédica*, 2015, (Ecuador) vol. 31. ISSN 0120-4157. DOI 10.7705/biomedica.v31i0.530.

**CODEX STAN 296.** *Norma del CODEX para confituras, jaleas y mermeladas*. Signals, 2009. pp. 1-10. [Consulta: 19 julio 2020]. Disponible en:

<https://docplayer.es/9032148-Codex-stan-296-pagina-1-de-10.html>

**COLQUICHAGUA, D. & ORTEGA, E.** *Ficha Técnica 24, Elaboración de Mermeladas*. no. 511, 2008. pp. 5.

**DÍAZ, A.** Descripción del producto, Grosella. *Journal of Petrology* [en línea], 2013, vol. 369, no. 1, pp. 1689-1699. [Consulta: 9 julio 2020]. ISSN 00223530. DOI 10.1017/CBO9781107415324.004. Disponible en:

<http://dx.doi.org/10.1016/j.jsames.2011.03.003%0A>

**FERNÁNDEZ, F.** Grosellas, fuente de harta vitamina | Últimas Noticias. 2013.. *El comercio* [en línea]. [Consulta: 1 mayo 2020]. Disponible en:

<https://www.ultimasnoticias.ec/noticias/16596-grosellas-fuente-de-harta-vitamina.html>.

**FRANCO, J. GROSELLA.** Descubre Sus Estupendas Propiedades y Tipos. [en línea]. 2010. [Consulta: 1 mayo 2020]. Disponible en:

<https://cursos-diplomados-gratis.com/grosella/>.

**FUERTES, P.** Determinación de humedad en alimentos. [en línea] (Trabajo de titulación). (Pregrado) Universidad Zaragoza, Zaragoza, España, 2010. pp. 1-7. [Consulta: 12 mayo 2020]. Disponible en:

[https://ppcta.unizar.es/sites/ppcta.unizar.es/files/users/ARCHIVOS/Videos\\_y\\_otros/Documentos/PRACTICAS\\_ANALISIS/practica\\_1\\_humedad.pdf](https://ppcta.unizar.es/sites/ppcta.unizar.es/files/users/ARCHIVOS/Videos_y_otros/Documentos/PRACTICAS_ANALISIS/practica_1_humedad.pdf)

**GÓMEZ, M. & VELASCO, H.** Diseño y Construcción de una Planta Prototipo Procesadora de Frutas (Trabajo de titulación) (Maestría) Universidad Industrial de Santander. Santander, Colombia.. 2010. pp.1-175

**GONZÁLEZ VILLALVA, Ximena Alexandra.** Desarrollo de una tecnología para elaborar una bebida alcohólica a partir de la grosella blanca (*Phyllanthus acidus*) [en línea] (Trabajo de

titulación). (Pregrado) Universidad técnica de Ambato, Ambato, Ecuador. 2012. pp. 1-163. [Consulta: 5 mayo 2020]. Disponible en:

<https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/3164>

**HERRERA LEMA, Wilson Xavier & ANGÜISACA SARMIENTO, José Damián.** Formulación del diseño del proyecto de una planta productora de pulpa de fruta derivada de mora y tomate de árbol en la ciudad de Cuenca [en línea] (Trabajo de titulación). (Pregrado) Universidad Politécnica Salesiana, Cuenca, Ecuador. 2015. pp. 1-300. [Consulta: 12 julio 2020]. Disponible en:

<https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/7962>

**MALDONADO MESÍAS, María Fernanda.** Estudio investigativo de la grosella, análisis de sus propiedades, beneficios y elaboración de alternativas gastronómicas. [en línea] (Trabajo de titulación) (Maestría) Universidad Tecnológica Equinoccial, Quito, Ecuador. 2012. pp. 15-90. [Consulta: 2020-07-23]. Disponible en:

[http://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/11708/1/48318\\_1.pdf](http://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/11708/1/48318_1.pdf)

**MAPNALL.** Mapa - Eloy Alfaro (Cantón de Esmeraldas). 2014. [en línea]. [Consulta: 6 agosto 2020]. Disponible en:

[http://www.mapnall.com/es/Mapa-Eloy-Alfaro\\_1114910.html](http://www.mapnall.com/es/Mapa-Eloy-Alfaro_1114910.html).

**MEZA, L.** Taller: elaboración de mermeladas [en línea]. 2018. pp. 1-23. [Consulta: 20 agosto 2020]. Disponible en:

<https://www.usmp.edu.pe/vision2018/pdf/Viernes/PAB.%20LABORATORIOS/VISION2018-D-2-Lilibeth%20Meza%20Taipa/MERMELADA.pdf>

**NORDOM.** *Mermelada*, [en línea]. 2012. pp. 15. [Consulta: 5 agosto 2020]. Disponible en:

[http://www.puntofocal.gov.ar/notific\\_otros\\_miembros/dom131\\_t.pdf](http://www.puntofocal.gov.ar/notific_otros_miembros/dom131_t.pdf)

**OSPINA, D.** Evolución de la composición del aroma en fermento de cereza agria (*Phyllanthus acidus*). *Edible Medicinal And Non-Medicinal Plants*, Universida. 2012. pp. 252-257. DOI 10.1007/978-94-007-4053-2\_36.

**PÉREZ, M.** Ensayos para mejorar la germinación de la “grosella tropical” (*Phyllanthus acidus*). 2000. [en línea], [Consulta: 29 octubre 2019]. Disponible en:

<https://bdigital.zamorano.edu/handle/11036/2739>.

**RACINES, V.** Exportación de grosellas verdes a florida – E.E.U.U. *Journal of Petrology* [en

[línea] 2013. 369(1), pp. 1689-1699. [Consulta: 10 julio 2020]. ISSN 00223530. DOI 10.1017/CBO9781107415324.004. Disponible en:

[http://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/18186/1/61495\\_1.pdf](http://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/18186/1/61495_1.pdf).

**RODRÍGUEZ, F.** Árboles del Valle Central de Costa Rica: reproducción Grosella. *Revista Forestal Mesoamericana Kurú*, 15(37), 2018. pp. 67-69. ISSN 2215-2504. DOI 10.18845/rfmk.v15i37.3602.

**SANCHEZ, E.** Curso: elaboración de Conservas. *Facultad De Ciencias Agrarias Y Forestales*. [en línea], vol. 119, 2007. pp. 1-14. [Consulta: 28 enero 2020]. Disponible en:

<http://www.fao.org/docrep/x5062s/x5062S08.htm>.

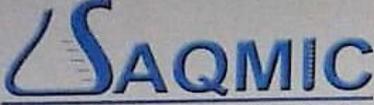
**SAQMIC.** *Examen bromatológico y microbiológico de alimentos. Servicios analíticos químicos y microbiológicos en aguas y alimentos*. 2020.

**VASON, E.** Sorbato de Potasio. *Aditivos Alimentarios* [en línea]. 2017. pp. 2. [Consulta: 10 julio 2020]. Disponible en:

<https://www.dyeq.co/fichas/sorbato-de-potasio/>.

## ANEXOS

### ANEXO A: Análisis de grados de maduración de la grosella

  
Servicios Analíticos Químicos y Microbiológicos  
en Aguas y Alimentos

**EXAMEN BROMATOLÓGICO DE ALIMENTOS**

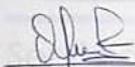
**CÓDIGO: 048-20**

**CLIENTE:** Srta. Wendy Patta  
**TIPO DE MUESTRA:** Grosella  
**FECHA DE RECEPCIÓN:** 06 de julio del 2020  
**FECHA DE MUESTREO:** 06 de julio del 2020

**EXAMEN FISICO**  
**COLOR:** Verde  
**OLOR:** Característico  
**ASPECTO:** Normal, libre de material extraño

DETERMINACIONES	UNIDADES	MÉTODO DE ANÁLISIS	RESULTADO
Acidez expresada como ácido cítrico	%	INEN 521	3.30
pH	Unid.	INEN 389	2.51
Brix	*Brix	Refractómetro	4.80

**RESPONSABLE:**

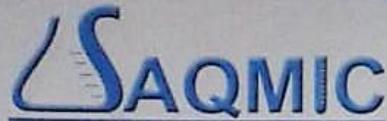
  
**Dra. Gina Álvarez R.**

  
Servicios Analíticos Químicos y Microbiológicos  
en Aguas y Alimentos

El informe sólo afecta a la muestra solicitada a ensayo; el informe no deberá reproducirse sino en su totalidad previo autorización de los responsables.  
\*La muestra es receptada en laboratorio.

Dirección: Av. 11 de Noviembre y Milton Reyes  
Contactanos: 0998580374 - 032 942 322  
Riobamba - Ecuador

**ANEXO B: Análisis microbiológico del producto**



Servicios Analíticos Químicos y Microbiológicos  
en Aguas y Alimentos

**EXAMEN BROMATOLÓGICO DE ALIMENTOS**

**CÓDIGO: 047-20**

**CLIENTE:** Srta. Wendy Patta

**TIPO DE MUESTRA:** Mermelada de grosella

**FECHA DE RECEPCIÓN:** 06 de julio del 2020

**FECHA DE MUESTREO:** 06 de julio del 2020

**EXAMEN FISICO**

**COLOR:** Rojizo

**OLOR:** Característico

**ASPECTO:** Normal, libre de material extraño

DETERMINACIONES	UNIDADES	MÉTODO DE ANÁLISIS	RESULTADO
Proteína	%	INEN 519	0.10
Grasa	%	INEN 523	0.09
Fibra	%	INEN 534	0.11
Cenizas	%	INEN 401	3.37
Humedad	%	INEN 1235	33.10
Acidez expresada como ácido cítrico	%	INEN 521	2.30
pH	Unid.	INEN 389	3.21
Brix	Brix	Refractómetro	63.2

**RESPONSABLE:**

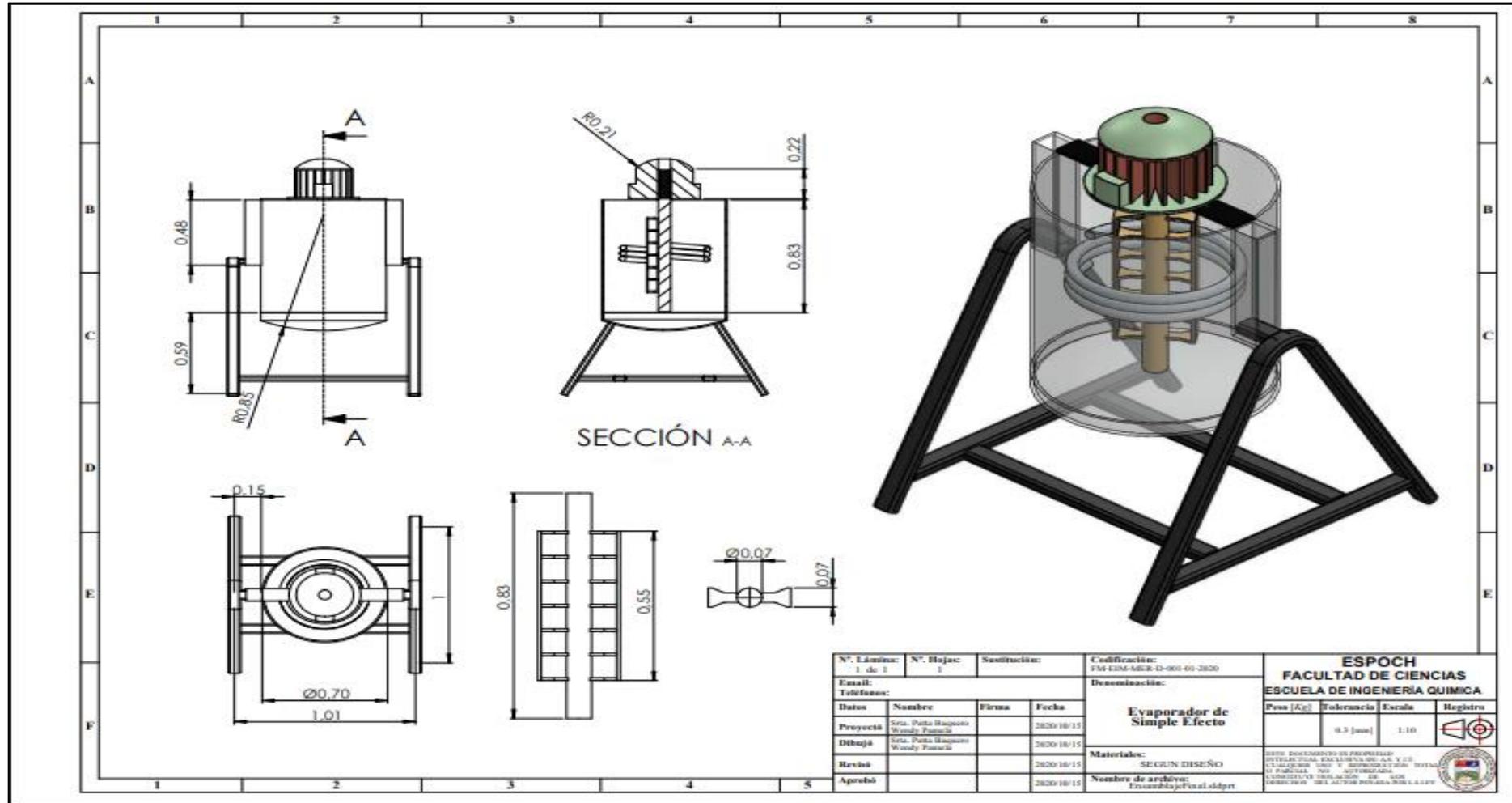
**Dra. Gina Álvarez R.**



El informe sólo afecta a la muestra solicitada a ensayo; el informe no deberá reproducirse sino en su totalidad previo autorización de los responsables.

\*La muestra es receptada en laboratorio.

ANEXO C: Evaporador



ANEXO D: Distribución de planta para la producción de mermelada

