



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**

**FACULTAD DE CIENCIAS**

**CARRERA INGENIERÍA QUÍMICA**

**“DISEÑO DE UN PROCESO DE PRODUCCIÓN INDUSTRIAL  
PARA LA OBTENCIÓN DE HIDROMIEL DE MORA”**

**Trabajo de Integración Curricular**

Tipo: Proyecto Técnico

Presentado para optar al grado académico de:

**INGENIERA QUÍMICA**

**AUTORA: JARA GAIBOR KARINA NATASHA**

**DIRECTORA: ZAMBRANO VINUEZA MAYRA PAOLA**

Riobamba – Ecuador

2023

© 2023, Karina Natasha Jara Gaibor

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

Yo, Karina Natasha Jara Gaibor, declaro que el presente Trabajo de Integración Curricular 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 autora asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este Trabajo de Integración Curricular; el patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 29 de noviembre del 2023




**Karina Natasha Jara Gaibor**

**060459919-1**

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS**  
**CARRERA INGENIERÍA QUÍMICA**

El Tribunal del Trabajo de Integración Curricular certifica que: El Trabajo de Integración Curricular; Tipo: Proyecto Técnico, : **DISEÑO DE UN PROCESO DE PRODUCCIÓN INDUSTRIAL PARA LA OBTENCIÓN DE HIDROMIEL DE MORA**, realizado por la señorita: **KARINA NATASHA JARA GAIBOR**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del Trabajo de Integración Curricular, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

	<b>FIRMA</b>	<b>FECHA</b>
Ing. Cesar Arturo Puente Guijarro <b>PRESIDENTE DEL TRIBUNAL</b>		2023-11-29
Ing. Mayra Paola Zambrano Vinueza <b>DIRECTORA DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR</b>		2023-11-29
Ing. Marlene Jacqueline García Veloz <b>ASESORA DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR</b>		2023-11-29

## **DEDICATORIA**

A mi madre por su amor y apoyo incondicional, a mis hermanos por estar siempre conmigo y brindarme su ayuda en todo momento.

Natasha

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a mi directora Ing. Mayra Zambrano y a mi tutora Ing. Marlene García por su guía y apoyo durante la realización de este trabajo, agradezco a la Ing. Estefanía Camelos por darme la apertura de realizar el tema de tesis en Vinos Camelier y finalmente a los Ing. de laboratorio por su guía y ayuda.

Natasha

## ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	xi
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	xii
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xiii
RESUMEN.....	xiv
SUMMARY.....	xv
INTRODUCCIÓN.....	1

### CAPÍTULO I

1. DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA.....	2
1.1. Antecedentes.....	2
1.2. Planteamiento del problema.....	3
1.3. Justificación.....	4
1.4. Objetivos.....	4
1.4.1. <i>Objetivo general</i> .....	4
1.4.2. <i>Objetivos específicos</i> .....	4

### CAPÍTULO II

2. REVISIÓN DE LA LITERATURA O FUNDAMENTOS TEÓRICOS.....	5
2.1. Antecedentes de investigación.....	5
2.2. Referencias Teóricas.....	6
2.2.1. <i>Bebidas alcohólicas</i> .....	6
2.2.1.1. <i>Clasificación de las bebidas alcohólicas</i> .....	7
2.2.2. <i>Hidromiel</i> .....	8
2.2.2.1. <i>Tipos de hidromiel</i> .....	9
2.2.3. <i>Miel</i> .....	9
2.2.3.1. <i>Tipos de miel</i> .....	10
2.2.3.2. <i>Características generales de la miel</i> .....	11
2.2.3.3. <i>Azúcar en la miel</i> .....	13
2.2.4. <i>Mora</i> .....	13
2.2.4.1. <i>Origen de la mora</i> .....	13
2.2.4.2. <i>Sabor de la mora</i> .....	14
2.2.4.3. <i>Mora de castilla</i> .....	14

2.2.4.4. Clasificación taxonómica de la mora de castilla .....	15
2.2.4.5. Propiedades nutricionales de la mora .....	15
2.2.4.6. Aplicaciones de la mora .....	16
<b>2.2.5. Levadura</b> .....	16
2.2.5.1. Capacidad fermentativa en las levaduras .....	17
<b>2.2.6. Fermentación</b> .....	17
2.2.6.1. Fermentación alcohólica.....	17
2.2.6.2. Factores que afectan la fermentación alcohólica .....	18
<b>2.2.7. Grados Brix</b> .....	18
<b>2.2.8. Grado alcohólico</b> .....	19

### CAPÍTULO III

<b>3. MARCO METODOLÓGICO</b> .....	20
<b>3.1. Localización del proyecto</b> .....	20
<b>3.2. Análisis de materia prima</b> .....	21
<b>3.2.1. Caracterización de la mora</b> .....	21
3.2.1.1. Acidez titulable .....	22
3.2.1.2. Sólidos solubles totales .....	23
3.2.1.3. Índice de madurez .....	23
<b>3.3. Diseño del proceso de producción de hidromiel de mora</b> .....	23
<b>3.3.1. Selección del proceso</b> .....	23
<b>3.3.2. Procesos y operaciones unitarias</b> .....	23
3.3.2.1. Limpieza y sanitización de los equipos y utensilios a utilizar .....	24
3.3.2.2. Recepción y selección de la materia prima .....	24
3.3.2.3. Lavado .....	25
3.3.2.4. Mezcla .....	25
3.3.2.5. Fermentación .....	26
3.3.2.6. Filtración.....	28
3.3.2.7. Envasado .....	28
<b>3.3.3. Formulación</b> .....	28
<b>3.3.4. Requisitos de entrada y salida de cada operación y proceso unitario</b> .....	29
<b>3.3.5. Selección de maquinaria</b> .....	30
3.3.5.1. Tanque de mezcla.....	30
3.3.5.2. Bomba lobular.....	30
3.3.5.3. Fermentador.....	30
3.3.5.4. Bomba de trasiego.....	31



3.3.5.5. Filtro de placas y marcos.....	31
3.3.5.6. Envasadora .....	31
<b>3.3.6. Dimensionamiento de equipos .....</b>	<b>31</b>
3.3.6.1. Mesa de separación.....	31
3.3.6.2. Tanque mezclador .....	33
3.3.6.3. Fermentador.....	37
<b>3.4. Pruebas físico-químicas del hidromiel de mora.....</b>	<b>40</b>
3.4.1.1. Alcohol, fracción volumétrica .....	40
3.4.1.2. Azúcares totales.....	41
3.4.1.3. Densidad .....	44

## CAPÍTULO IV

<b>4. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS .....</b>	<b>45</b>
<b>4.1. Caracterización de la mora .....</b>	<b>45</b>
4.1.1. Concentración real de la solución patrón de hidróxido de sodio .....	45
4.1.2. Caracterización físico-química de la mora.....	46
<b>4.2. Formulación.....</b>	<b>46</b>
<b>4.3. Proceso de fermentación.....</b>	<b>47</b>
4.3.1. Temperatura de fermentación.....	47
4.3.2. °Brix y gravedad específica .....	49
4.3.3. Balance de materia.....	51
4.3.4. Balance de energía .....	52
<b>4.4. Dimensionamiento.....</b>	<b>53</b>
4.4.1. Dimensionamiento de la mesa de separación.....	53
4.4.2. Dimensionamiento del tanque de mezcla .....	54
4.4.3. Dimensionamiento del fermentador .....	56
<b>4.5. Pruebas físico-químicas del hidromiel.....</b>	<b>57</b>
<b>4.6. Inversión y precio de venta.....</b>	<b>57</b>
4.6.1. Inversión .....	57
4.6.1.1. Maquinaria.....	57
4.6.2. Costos directos de producción.....	58
4.6.2.1. Materia prima .....	58
4.6.2.2. Otros costos directos.....	59
4.6.3. Costos indirectos de producción .....	59
4.6.4. Depreciaciones.....	60
4.6.5. Precio .....	60

## **CAPÍTULO IV**

<b>5.</b>	<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b> .....	63
<b>5.1.</b>	<b>Conclusiones</b> .....	63
<b>5.2.</b>	<b>Recomendaciones</b> .....	63

## **BIBLIOGRAFÍA**

## **ANEXOS**

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 2-1.</b> Tipos de miel .....	11
<b>Tabla 2-2:</b> Clasificación taxonómica de la mora.....	15
<b>Tabla 2-3.</b> Propiedades nutricionales y beneficios de la mora .....	15
<b>Tabla 3-1.</b> Características geográficas de la empresa VINOS CAMELIER .....	20
<b>Tabla 3-2.</b> Requisitos físico-químicos de la mora de castilla.....	21
<b>Tabla 3-3.</b> Formulación de hidromiel para 5,25 litros.....	28
<b>Tabla 3-4.</b> Requisitos de entrada y salida del proceso de elaboración de hidromiel de mora ....	29
<b>Tabla 3-5.</b> Datos iniciales del tanque de mezcla .....	33
<b>Tabla 3-6.</b> Datos iniciales del fermentador .....	38
<b>Tabla 3-7:</b> Pruebas físico-químicos del hidromiel de mora .....	40
<b>Tabla 3-8.</b> Datos de la curva de calibración .....	43
<b>Tabla 4-1.</b> Estandarización de la solución de NaOH utilizada como titulante .....	45
<b>Tabla 4-2:</b> Resultados de la caracterización físico-química de la mora.....	46
<b>Tabla 4-3.</b> Formulación para 400 litros de hidromiel de mora.....	47
<b>Tabla 4-4.</b> Temperatura de fermentación .....	47
<b>Tabla 4-5.</b> °Brix y gravedad específica del hidromiel durante la fermentación.....	49
<b>Tabla 4-6.</b> Entrada del proceso de producción de hidromiel de mora.....	51
<b>Tabla 4-7.</b> Salida del proceso de producción de hidromiel de mora .....	52
<b>Tabla 4-8.</b> Parámetros de entrada de energía en el sistema.....	52
<b>Tabla 4-9.</b> Calor absorbido.....	53
<b>Tabla 4-10.</b> Energía interna.....	53
<b>Tabla 4-11.</b> Dimensiones de la mesa de separación.....	54
<b>Tabla 4-12.</b> Dimensiones del tanque de mezcla .....	55
<b>Tabla 4-13.</b> Dimensiones del fermentador .....	56
<b>Tabla 4-14.</b> Resultado de las pruebas físico-químicos del hidromiel.....	57
<b>Tabla 4-15:</b> Costos de obtención de la maquinaria .....	58
<b>Tabla 4-16.</b> Costos relacionados a la materia prima .....	59
<b>Tabla 4-17.</b> Otros costos directos.....	59
<b>Tabla 4-18.</b> Costos indirectos de producción .....	60
<b>Tabla 4-19.</b> Depreciación de la maquinaria.....	60
<b>Tabla 4-20.</b> Resumen de costos.....	61
<b>Tabla 4-21.</b> Precio de venta.....	61

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

<b>Ilustración 2-1.</b> Bombonas llenas de hidromiel .....	8
<b>Ilustración 2-2:</b> Miel pura.....	10
<b>Ilustración 2-3.</b> Colores de la miel.....	12
<b>Ilustración 2-4.</b> Mora de castilla .....	14
<b>Ilustración 2-5.</b> Levadura.....	16
<b>Ilustración 3-1.</b> Localización de la empresa VINOS CAMELIER.....	20
<b>Ilustración 3-2.</b> Potenciómetro .....	22
<b>Ilustración 3-3:</b> Diagrama de flujo de elaboración de hidromiel.....	24
<b>Ilustración 3-4.</b> Mezcla agua miel (3-1) .....	25
<b>Ilustración 3-5.</b> Mora machacada .....	26
<b>Ilustración 3-6.</b> <i>Saccharomyces cerevisiae</i> .....	27
<b>Ilustración 3-7.</b> Activación de la levadura.....	27
<b>Ilustración 3-8.</b> Diagrama de proceso de elaboración de hidromiel de mora .....	30
<b>Ilustración 3-9.</b> Posición bipidesta.....	32
<b>Ilustración 3-10.</b> Postura que se debería optar en una estación de trabajo .....	32
<b>Ilustración 3-11.</b> Geometría básica del tanque de mezcla .....	34
<b>Ilustración 3-12.</b> Tanque de mezcla distancia entre el fondo y la paleta .....	35
<b>Ilustración 3-13.</b> Geometría básica del fermentador.....	38
<b>Ilustración 3-14.</b> Destilación del hidromiel de mora .....	40
<b>Ilustración 3-15.</b> Medida con el alcoholímetro.....	41
<b>Ilustración 3-16.</b> Muestra para toma de la absorbancia .....	42
<b>Ilustración 3-17.</b> Espectrofotómetro .....	42
<b>Ilustración 3-18.</b> Curva de calibración de azúcares totales.....	43
<b>Ilustración 3-19.</b> Toma de pesos para la densidad .....	44
<b>Ilustración 4-1.</b> Temperatura vs tiempo de fermentación .....	48
<b>Ilustración 4-2.</b> °Brix vs tiempo .....	50
<b>Ilustración 4-3.</b> Gravedad específica vs tiempo.....	50
<b>Ilustración 4-4.</b> Diagrama general de entrada y salida del proceso .....	51
<b>Ilustración 4-5.</b> Mesa de separación .....	54
<b>Ilustración 4-6.</b> Tanque de mezcla con dimensiones .....	55
<b>Ilustración 4-7</b> Fermentador con dimensiones.....	56

## **ÍNDICE DE ANEXOS**

**ANEXO A:** EFICIENCIA DE JUNTA PARA UNIONES SOLDADAS

**ANEXO B:** MESA DE SEPARACIÓN

**ANEXO C:** TANQUE DE MEZCLA

**ANEXO D:** FERMENTADOR

**ANEXO E:** PRESIÓN DE AGUA SOBREALENTADA A DIFERENTES  
TEMPERATURAS

**ANEXO F:** CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS DE LOS ACEROS AISI

**ANEXO G:** TABLA DE CORRECCIÓN DE CONTENIDO DE ALCOHOL ETÍLICO A  
DIFERENTES TEMPERATURAS

**ANEXO H:** PRECIO Y FUENTE DE OBTENCIÓN DE MAQUINARIA

## RESUMEN

El presente trabajo trata sobre el diseño de un proceso industrial para la producción de hidromiel de mora, cuyo objetivo es darle un valor agregado a las materias primas utilizadas que son la miel y la mora, haciendo especial énfasis en la miel para impulsar el sector apícola del país. La metodología aplicada para la elaboración de este producto fue la caracterización de la mora para corroborar que se encuentre en condiciones óptimas obteniendo valores de índice de madurez de 5,11 °Brix /% ácido cítrico estableciendo que se encuentra dentro de los límites de la norma INEN 2427, posteriormente se realizó el proceso de obtención del hidromiel mediante la fermentación con la levadura *Saccharomyces cerevisiae* y se tomó la temperatura a lo largo del proceso para determinar el parámetro de control obteniendo un rango de temperatura de 17,4 °C a 20,8 °C, además de los °Brix para verificar el avance y la culminación de la fermentación. Adicionalmente se dimensionó los equipos requeridos para el proceso, esto para el volumen de 400 litros que fue el requerido por la empresa Vinos Camelier en donde se espera se aplique el proceso a futuro, a continuación se realizaron pruebas físico-químicas al licor obtenido determinando un contenido de alcohol de 15,2%, también se estableció a partir de sólidos solubles (22,4 g/l) y densidad (0,91 g/l) que se obtuvo un licor seco. Finalmente se estimó el precio de venta del producto al público mediante los costos de operación y el margen de utilidad siendo el precio de \$13,03.

**Palabras clave:** <HIDROMIEL DE MORA>, <PROCESO DE PRODUCCIÓN>, <CARACTERIZACIÓN DE LA MORA>, <DIMENSIONAMIENTO>, <PRECIO DE VENTA>.



2086-DBRA-UPT-2023

## SUMMARY

This work deals with the design of an industrial process for the production of blackberry mead, whose objective is to give an added value to the raw materials used, which are honey and blackberry, with special emphasis on honey to promote the apiculture sector in the country. The methodology applied for the elaboration of this product was the characterization of the blackberry to corroborate that it is in optimal conditions, obtaining maturity index values of 5.11 °Brix /% citric acid, establishing that it is within the limits of the INEN 2427 standard, Subsequently, the process of obtaining mead was carried out by fermentation with *Saccharomyces cerevisiae* yeast and the temperature was taken throughout the process to determine the control parameter, obtaining a temperature range of 17.4 °C to 20.8 °C, in addition to the °Brix to verify the progress and completion of fermentation. Moreover, the equipment needed for the process was sized for the 400-liter volume required by the Camelier Wines company where the process is expected to be applied in the future. Next, physicochemical tests were carried out on the liquor obtained, determining an alcohol content of 15.2%, and it was also established from soluble solids (22.4 g/l) and density (0.91 g/l) that a dry liquor was obtained. Finally, the selling price of the product to the public was estimated using the operating costs and the profit margin, the price being \$13.03.

**Key words:** < BLACKBERRY MEAD >, < PRODUCTION PROCESS >, < BLACKBERRY CHARACTERIZATION >, < DIMENSIONING >, < SALE PRICE >.



Abg. Ana Gabriela Reinoso. Mgs.

Ced: 1103696132

## **INTRODUCCIÓN**

Ecuador es un país con un alto nivel de consumo de alcohol, se comercializa varios tipos de bebidas alcohólicas en todo el territorio nacional pero a pesar de esto la mayoría de la población, específicamente en Riobamba desconoce la existencia del hidromiel esto a pesar de que el hidromiel está teniendo un auge en la actualidad.

El hidromiel es una bebida alcohólica que se produce a partir de la fermentación de miel y agua, y su origen se remonta a la época medieval en Europa. Aunque no es tan conocido como otras bebidas alcohólicas en Ecuador, el hidromiel está ganando popularidad debido a su sabor único.

En Riobamba aún no se han encontrado indicios de la producción de hidromiel a gran escala para su comercialización, ya sea por desconocimiento de la existencia de esta bebida o por desconocimiento del proceso de producción, por lo que se ha planteado diseñar un proceso de elaboración de hidromiel a partir de mora, una fruta muy reconocida en la Sierra y miel, el cual es un producto de consumo común y de alta acogida por parte de la población en general.

Teniendo en cuenta que se tiene como materia prima miel que contiene una gran cantidad de vitaminas y carbohidratos y mora que tiene vitaminas C y K, se sugiere que tiene beneficios similares a los del vino, pero siempre recordando que al ser una bebida alcohólica debe tener un consumo moderado.

En el contexto actual se ha visto un aumento de la preferencia por bebidas con bajo contenido alcohólico, esta tendencia se ha presentado desde el inicio de la pandemia en 2020, por lo que el hidromiel de mora tendría una acogida positiva por parte del mercado en general.



# CAPÍTULO I

## 1. DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA

### 1.1. Antecedentes

El hidromiel también conocido como aguamiel es una de las bebidas más antiguas registradas existiendo incluso antes que el vino, siendo resultado de la fermentación de la miel diluida por levaduras pudiendo existir una relación 1:1, 1:2, 1:3 (miel : agua). Existen rastros de la presencia de esta bebida en China en el año 7000 a.c., antes del nacimiento de la apicultura como tal, la miel únicamente se encontraba en la naturaleza y ya que su obtención no era muy común el hidromiel tenía un alto valor y era considerado una bebida de reyes, esto durante la época medieval.

Con el tiempo se han creado diferentes versiones al añadir diferentes tipos de especias, frutas y hierbas, estos tipos de hidromiel tienen características diferentes entre ellas. Aunque en el pasado su uso fue muy extendido, desafortunadamente en el último milenio con el desarrollo de las civilizaciones y los recursos agrícolas su consumo disminuyó drásticamente debido a la sustitución del hidromiel por otras bebidas como el vino y la cerveza, aunque se ha seguido produciendo en ciertas partes de Europa y África.

En los últimos años ha habido un gran aumento en la demanda, después de que la bebida se pusiera de moda en América. La Asociación de Fabricantes de Hidromiel de América, una organización dedicada a promover el hidromiel y unir a los fabricantes de hidromiel, lista casi 240 productores de hidromiel en Estados Unidos y 40 en el resto del mundo (Pereira et al., 2017, p. 407-408).

Aunque la producción de hidromiel en Ecuador es limitada y se encuentra principalmente en el mercado artesanal, el interés en este producto ha aumentado significativamente en los últimos años, tanto por su sabor como por los beneficios que se le atribuyen a la salud. Es posible que en el futuro, la producción de hidromiel en el país pueda crecer y satisfacer la demanda de los consumidores. Además, es importante destacar que la miel es un producto natural y rico en antioxidantes, lo que hace que el hidromiel sea una bebida saludable y atractiva para muchos consumidores.

## **1.2. Planteamiento del problema**

En Riobamba no se ha encontrado datos de producción de hidromiel de mora, y tampoco existen temas de investigación relacionados a este, a pesar de ser la bebida alcohólica más antigua de la humanidad es muy poco conocida en la actualidad, debido a esto no se aprovecha el posible potencial de una bebida con bajo contenido alcohólico que además cuenta con las propiedades de la miel y la mora.

Según el Ministerio de Producción Comercio Exterior Inversiones y Pesca – Ecuador, (2022, p.15), la tendencia de consumo de bebidas alcohólicas a nivel mundial se dirige hacia el consumo de bebidas espirituosas, es decir, bebidas que resultan de la fermentación de materias primas, esto debido a las preferencias de consumo derivadas de la pandemia de COVID-19 dirigidas a buscar opciones de bebidas para consumir en los hogares.

De acuerdo a Tridge, (2023) Japón es el exportador más grande de hidromiel, teniendo un monto de 1,53 B de dólares generados durante el año 2022, lo que muestra una alta demanda del producto a nivel internacional. Por lo que, según el comportamiento de los consumidores a nivel mundial, se puede especular que existe un nicho desatendido en el mercado local.

Un aspecto primordial para profundizar en esta problemática es que el consumo de este tipo de bebidas se ha enfocado hacia aquellas que posean ingredientes tradicionales y naturales, en este caso se propone la utilización de la miel y la mora como materias primas, teniendo en cuenta que Ecuador es un país que cuenta con las condiciones óptimas para la producción de miel y a pesar de esto no se ha prestado la atención necesaria al sector apícola.

El consumo de hidromiel de mora en el mercado ecuatoriano está limitado debido a la escasez de producción local y la falta de conocimiento del producto. En Ecuador la producción de hidromiel de mora podría ser una solución a la falta de diversificación en la industria de bebidas alcohólicas. Sin embargo, para que esto sea posible, es necesario enfrentar el problema de la escasez de conocimiento y capacitación técnica en la elaboración del hidromiel así como educar a los consumidores sobre las características y beneficios de esta bebida, así como el costo de producción y el valor agregado que puede ofrecer en comparación con otras bebidas.

### **1.3. Justificación**

La producción de hidromiel posibilita que se desarrolle un sector de mercado consecuentemente al generar un valor agregado a la miel y la mora como principales materias primas, aquellos sectores relacionados con su producción presentarán un crecimiento de su productividad, de acuerdo a Dimitruk (2017), productor de hidromiel, un tambor de miel de 300 kilos puede aumentar hasta 10 veces su valor una vez que se transforma en hidromiel, con lo cual se estaría potencializando el sector apícola, ayudando al desarrollo local.

La creación de un proceso de producción industrial de hidromiel puede ayudar a la introducción de este producto en el mercado ecuatoriano lo que podría tener varios beneficios, tanto económicos como culturales, por un lado la producción y comercialización del hidromiel podría generar empleo y dinamizar la economía local, especialmente en zonas rurales donde se produce la miel de abeja, mientras se genera una diversificación de la gastronomía.

Otro aspecto a tener en cuenta son los nuevos modos de vida luego de la pandemia en los que los consumidores buscan productos con ingredientes naturales y bajo grado alcohólico y calórico, siendo el hidromiel un producto que cumple con las características que buscan los consumidores, se destaca también que la mora es un producto agrícola que debido a las condiciones climáticas del Ecuador se produce de manera continua, es decir va a existir abastecimiento constante de esta materia prima.

### **1.4. Objetivos**

#### ***1.4.1. Objetivo general***

Diseñar el proceso de producción industrial para la obtención de hidromiel de mora.

#### ***1.4.2. Objetivos específicos***

- Realizar la caracterización de la mora a utilizar en la elaboración de hidromiel de mora, para corroborar que cumpla con los requerimientos descritos en la norma INEN 2427.
- Efectuar los cálculos de ingeniería requeridos para el dimensionamiento del proceso de elaboración de hidromiel de mora.
- Estimar el precio de venta al público mediante los costos totales y el porcentaje de utilidad requerido.

## CAPÍTULO II

### 2. REVISIÓN DE LA LITERATURA O FUNDAMENTOS TEÓRICOS

#### 2.1. Antecedentes de investigación

Ramalhosa et al., (2011, pp. 110-113) en su estudio presentan una revisión tanto técnica como científica acerca de la producción de hidromiel, da a conocer que la proporción de miel y agua influye en el tipo de producto que se va a obtener.

Otro aspecto importante en el trabajo es el análisis de los tipos de levaduras, las condiciones bajo las cuales se realiza la fermentación y maduración, al igual que ajustes que se podrían realizar a estos procesos.

Dentro de los resultados de la investigación los autores encontraron que el proceso de producción de hidromiel puede permitir a los productores de miel incrementar sus ganancias al darle un valor agregado, pero también encontraron como inconveniente que para que el proceso sea rentable se requiere minimizar los costos de producción ya que el tiempo de fermentación es notoriamente alto, aunque esto depende también de las características y el tipo de miel con la que se trabaje siendo la mejor opción el trabajar con miel pura.

A pesar de ser un inconveniente el elevado tiempo de fermentación que requiere la producción de hidromiel, este puede disminuirse al controlar ciertas variables del proceso como:

- Seleccionar una cepa adecuada de levadura
- La mezcla durante la fermentación

Por otro lado, el trabajo de Iglesias et al., (2014, pp. 12584-12586) presentan avances y estrategias para la producción de hidromiel, la investigación nace a partir de la observación de inconvenientes durante el proceso de producción de hidromiel destacándose fermentaciones retrasadas o detenidas, parámetros sensoriales y de calidad del producto final modificados, los cuales resultarán desagradables para los consumidores.

Los autores obtuvieron como resultado que el uso de células inmovilizadas puede ser una solución para los problemas antes mencionados, ya que muestran diversas posibilidades para facilitar la realización de la fermentación, no solo en la producción de hidromiel sino también en el campo de la producción de vinos espumosos.

Un inconveniente para la aplicación de este método es que se requiere un personal especializado y con un sólido conocimiento científico sobre el efecto de la inmovilización en la fisiología de las cepas industriales, por lo que es difícil aplicar este método.

Pereira et al., (2015, pp. 405-409) realizan una investigación con el fin de combatir el problema presentado por la fermentación retrasada o detenida que se puede dar durante el proceso de producción de hidromiel. La investigación tuvo como eje principal la suplementación del mosto mediante sales, vitaminas o a su vez una combinación de sales y vitaminas. Obtuvieron como resultado mínimas diferencias entre los perfiles de fermentación y el tiempo de fermentación.

Una conclusión a la que llegaron los autores también es que el factor que más destaca para la fermentación es la cepa de la levadura, por lo que se realizó una revisión al trabajo de Herrera et al., (2019, pp. 23-29), donde se presentan aspectos importantes para la evaluación y selección de las levaduras, mediante análisis y realizando un estudio de preferencias de los consumidores determinaron que el hidromiel con más acogida fue realizado con la levadura Safoeno VR44 obteniendo 17 puntos sobre 21. Este estudio presenta resultados importantes relacionando parámetros sensoriales con los gustos particulares de los consumidores, por lo que un factor a tomar en cuenta es que se debe utilizar una cepa de alta calidad y que sea específicamente dirigida a la realización de hidromiel lo que ayudaría a obtener un producto de mejor calidad y evitar inconvenientes durante el proceso de producción.

Finalmente un aspecto importante a tomar en cuenta en las variaciones de hidromiel es el tipo de fruta que se escoge para la realización de la misma, de acuerdo a Gupta & Sharma, (2009, pp.346-348), las sales, ácidos y zumos de frutas se pueden emplear como potenciadores del sabor y aditivos para fomentar la fermentación. Las bebidas hechas con miel suelen ser demasiado dulces y carecen de cuerpo. Los zumos de frutas se pueden añadir a la fermentación de levadura para proporcionar un sabor ácido y factores de crecimiento del mosto.

## **2.2. Referencias Teóricas**

### **2.2.1. *Bebidas alcohólicas***

Las bebidas alcohólicas son aquellas que contienen etanol como su principal componente y este es resultado del proceso de fermentación, proceso por el cual se produce alcohol (etanol o alcohol etílico) y dióxido de carbono. Para la fermentación se requiere la utilización de levaduras las cuales son precursoras de la degradación de la glucosa en un ambiente anaeróbico (Carretero, 2006).

### 2.2.1.1. Clasificación de las bebidas alcohólicas

La clasificación de las bebidas alcohólicas se puede dar en función al proceso de elaboración, por lo que se las puede dividir en aquellas que se obtienen por fermentación y aquellas que se obtienen por un proceso de destilación.

#### a) Bebidas fermentadas

Este tipo de bebida se produce a partir de cereales o frutas, los cuales son sometidos a la acción de ciertos microorganismos como levaduras que convierten el azúcar en alcohol. Las bebidas fermentadas más populares son la sidra, el vino y la cerveza.

El vino se obtiene de la fermentación del mosto o de uvas frescas, el grado alcohólico suele variar normalmente entre 10 y 13 grados. Por otro lado, la cerveza se elabora a partir de malta cervecera, el sabor característico de la cerveza que es amargo se consigue añadiendo lúpulo y el grado alcohólico suele oscilar entre 4 a 6 grados. Finalmente, la sidra se produce partiendo de manzanas las cuales son trituradas y posteriormente fermentadas, el grado alcohólico de este tipo de bebida se encuentra alrededor de los 5 grados (MINISTERIO DE SANIDAD Y CENTRO DE PUBLICACIONES, 2007, pp.37-39).

#### b) Bebidas destiladas:

De acuerdo al MINISTERIO DE SANIDAD Y CENTRO DE PUBLICACIONES, (2007, pp.38-39) las bebidas destiladas son producto de la eliminación de agua de las bebidas fermentadas mediante un proceso de destilación. El proceso de basa en la diferencia del punto de evaporación, mientras que a 78 °C se evapora el alcohol, el agua se evapora a 100 °C, algunas de las bebidas destiladas son:

- El coñac obtenido del proceso de destilación de vino.
- La ginebra hecho mediante la destilación de bayas.
- El whisky resultado de la combinación de cereales,
- El ron obtenido del proceso de destilación de melaza de la caña de azúcar previamente fermentada.
- Vodka, proveniente de varios cereales,

### 2.2.2. *Hidromiel*

El hidromiel es una bebida alcohólica clásica que se produce a través de la fermentación de miel diluida en agua y con levadura, se ha consumido históricamente en muchos países del mundo y se considera una de las primeras bebidas alcohólicas conocidas, el contenido de alcohol del hidromiel varía (8-18% v/v) en función principalmente de la proporción de agua y miel utilizada durante la dilución (Chitarrini et al., 2020, p.2).



**Ilustración 2-1.** Bombonas llenas de hidromiel

Fuente: (Wake, 2021)

El hidromiel es una bebida que se fabrica en numerosos países alrededor del mundo y se puede condimentar con especias como clavo, canela y nuez moscada, así como con hierbas como orégano, manzanilla y lavanda (Makwana y Hati, 2019, p.11).

La producción de hidromiel tradicional se basa en la fermentación de miel diluida en agua a través de la acción de la levadura. La producción está influenciada por varios factores como la cepa o tipo de levadura y la disponibilidad de nutrientes esenciales.

### 2.2.2.1. *Tipos de hidromiel*

De acuerdo a Vidrih y Hribar (2016, pp.331-333), las variedades de hidromiel se clasifican en los siguientes tipos:

a) **Melomel:**

Cuando la miel se somete a fermentación alcohólica mediante una cepa de levadura en presencia de jugo de frutas, se produce un tipo de hidromiel conocido como melomel, este tipo de hidromiel contiene las características sensoriales de la miel y la fruta escogida.

b) **Hidromiel con especias:**

El hidromiel aromatizado con diversas especias, también denominado metheglin y ha sido elaborado desde tiempos históricos.

c) **Hidromiel fortificado:**

Existen hidromieles que se elaboran utilizando una mayor cantidad de miel de lo que se acostumbra, lo que resulta en niveles elevados de azúcares no fermentados en el producto final. Entre estos se encuentran el hidromiel de saco y los hidromieles polacos dwojniak y poltorak.

d) **Hidromiel simple:**

Los hidromieles simples son aquellos que se producen exclusivamente con la combinación de miel y agua, sin la adición de otros ingredientes como los que se mencionaron anteriormente, suelen tener un sabor más suave y menos complejo que otros tipos de hidromiel, pero también permiten apreciar mejor el sabor y la calidad de la miel utilizada.

### 2.2.3. ***Miel***

La miel ha sido un producto natural muy popular en diversas culturas, esto, desde el comienzo de la civilización humana además dado que se usa ampliamente como edulcorante y en la preparación de postres, la miel sigue siendo un componente esencial en la alimentación a pesar de los tiempos.



La miel se mencionaba con frecuencia dentro de la medicina tradicional ya que posee un potencial terapéutico destacándose en el tratamiento de afecciones respiratorias y gastrointestinales, se han realizado estudios en la actualidad para corroborar los beneficios de la miel y estos han demostrado que resulta eficaz en el tratamiento de heridas en general al igual que para tratar problemas gástricos, se destaca su uso como agente microbiano (Ramalhosa et al., 2011, p.103).



**Ilustración 2-2:** Miel pura

**Fuente:** (Istock, 2016)

Más de 180 sustancias diferentes componen la miel, el cual es un producto natural con una composición química compleja, estos componentes incluyen carbohidratos, proteínas, aminoácidos, vitaminas, lípidos, compuestos aromáticos, ácidos fenólicos, fitoquímicos, entre otros. La composición de la miel es una mezcla única de ingredientes que le dan propiedades curativas y nutritivas que la medicina tradicional ha valorado durante siglos (Iglesias et al., 2014, p.12581).

#### 2.2.3.1. *Tipos de miel*

Hay una amplia variedad de clases de miel, que varían según la fuente de la flor y la época de recolección. A finales de mayo se produce la miel de primavera, la miel principal se produce entre junio y julio, y la miel tardía se produce entre agosto y septiembre. Cada tipo de miel tiene un sabor y un color distintivos, dependiendo de las flores que se hayan utilizado para su producción (Burbano y Cepeda, 2019, pp.41-42).

La producción apícola en el Ecuador se clasifica en tres tipos: multiflorales, monoflorales y miel de bosque, dependiendo de la fuente de néctar de las abejas, además, existen diferencias en la textura de las mieles, las mieles de rocío son menos dulces y más difíciles de solidificar, mientras que las mieles de flores son espesas y transparentes y tienen un sabor fresco y dulce (Burbano y Cepeda, 2019, pp.41-42).

**Tabla 2-1.** Tipos de miel

<b>Tipos de miel</b>	<b>Número</b>
Monoflorales	57 (18 nativas)
Ploflorales	197
Nativas	62

**Fuente:** Burbano & Cepeda, 2019

**Realizado por:** Jara, Natasha, 2023.

### 2.2.3.2. *Características generales de la miel*

Diferentes características como la tonalidad, la textura, el gusto y la fragancia afectan la clasificación botánica de la miel, su contenido nutritivo y el lugar de procedencia del néctar, al igual que sucede con muchos artículos en la categoría de alimentos procesados, de acuerdo a Gutierrez, (2016, pp.5-6) las características de la miel son:

#### a) **Consistencia**

La cantidad de azúcares sobresaturados en la miel, como la glucosa y la fructosa, determina la consistencia de la miel. Se puede observar un grado de fluidez total o parcial dependiendo de la cantidad de estos azúcares sobresaturados. Los azúcares en la miel pueden cristalizar y producir una textura granulada o sólida (Gutierrez, 2016, pp.5-6).

#### b) **Color**

La tonalidad de la miel puede oscilar entre un tono casi blanco y uno prácticamente negro, con matices intermedios como ámbar, rojizo, grisáceo y verdoso. La presencia de fosfato de calcio y hierro, así como el contenido vitamínico, son algunos de los factores que afectan el color de la miel.

Las variedades de miel más claras generalmente tienen más vitamina A, mientras que las variedades de miel más oscuras tienen más vitaminas B y C. Es importante destacar que se ha creado una escala cromática para facilitar la identificación de diferentes matices de miel. (Gutierrez, 2016, pp.5-6).

## Colores de la miel



**Ilustración 2-3.** Colores de la miel

**Fuente:** (El Cortijuelo San Benito, 2018)

### c) **Sabor**

La miel tiene un sabor único debido a sus componentes únicos, que son polifenoles y aminoácidos, además, los compuestos no volátiles que contribuyen a la dulzura natural de la miel y las técnicas precisas utilizadas durante la extracción de la miel tienen un impacto en el matiz del sabor (Gutierrez, 2016, pp.5-6).

d) **Aroma**

De acuerdo a Gutierrez, (2016, p.6) el olor característico de la miel está relacionado con la flor o planta que las abejas exploraron para recolectar néctar. Cada flor o planta produce un olor único que puede afectar el perfil distintivo del sabor y la fragancia de la miel. Dado que algunos de los componentes volátiles de la miel se oxidan con el tiempo, la interacción con oxígeno y otros elementos puede alterar su sabor y aroma. Por lo tanto, es recomendable elegir variedades de miel cruda o no procesada si desea disfrutar de su verdadero y completo sabor y fragancia.

*2.2.3.3. Azúcar en la miel*

La miel contiene una variedad de azúcares que sirven como fuente de carbono para el proceso de fermentación. Entre ellos, la fructosa y la glucosa son los monosacáridos más comunes y prevalentes (Cajas, 2019, pp.22-23).

En lo que respecta a los disacáridos presentes en la miel, el más importante es la sacarosa, que se encuentra en una proporción del 5 al 10% en peso. También se encuentran pequeñas cantidades de turanosa, maltulosa y maltosa, siendo un alto contenido de maltosa un indicio de posible adulteración con jarabe de azúcar o almidón hidrolizado, esto de acuerdo a (Cajas, 2019, pp.23).

**2.2.4. Mora**

Excepto en las regiones polares, las moras son frutas muy populares y se encuentran en todo el mundo, en las últimas décadas, el consumo de moras ha aumentado en todo el mundo. Se pueden consumir frescas, congeladas o procesadas para uso comercial en una variedad de alimentos y otros productos, como mermeladas, vinos, té, tintas, colorantes, cuero de frutas, helados, pasteles y productos medicinales (Milošević et al., 2012, p.322).

*2.2.4.1. Origen de la mora*

Se trata de plantas silvestres, en su mayoría originarias de las zonas frías y templadas de América del Norte y Eurasia, que se incluyen en el género de las zarzas, y que abarcan especies como las moras, frambuesas y moras rastreras. A pesar de que hay varias especies silvestres en Centro y Sudamérica no se puede afirmar que sean originarias de esta zona, ya que es probable que hayan sido introducidas y no hayan sido domesticadas por completo (Salcedo, 2019, p.9).

#### 2.2.4.2. Sabor de la mora

Las moras presentan una diversidad de sabores, los cuales son únicos y distintos entre las diversas especies. A pesar de que algunas similitudes pueden ser encontradas, cada tipo de mora tiene su propio sabor característico que es apreciado dentro del amplio espectro de frutas. El sabor generalmente agradable de las moras puede variar en términos de gusto, pero en general se puede afirmar que las moras son bayas que tienen un sabor agradable (Villarreal, 2009, p.18).

#### 2.2.4.3. Mora de castilla

*Rubus glaucus*, también conocida como mora de castilla, López y Gomez, (2008) enfatiza que es una especie de planta que produce frutos alargados de un intenso tono morado, mientras que sus hojas tienen una tonalidad verde azulada en su haz. Esta especie es posiblemente de origen silvestre y es de gran importancia económica ya que es ampliamente cultivada, se destaca que esta planta es capaz de adaptarse a distintas altitudes y temperaturas, lo que la hace una opción viable para su cultivo en distintas partes del mundo.



**Ilustración 2-4.** Mora de castilla

**Fuente:** López & Gomez, 2008 (Tecnología Para la Producción de Frutales de Clima Frio Moderado Compilación)

#### 2.2.4.4. Clasificación taxonómica de la mora de castilla

La mora es una planta arbustiva y perenne con un cuerpo erecto o semierecto, pertenece a la familia Rosácea y al género *Rubus*, este género se ha extendido por las regiones altas tropicales, con muchas especies que aún no han sido identificadas (Delgado, 2012, p.13).

**Tabla 2-2:** Clasificación taxonómica de la mora

<b>Categoría Taxonómica</b>	<b>División a la que pertenece</b>
Reino	Vegetal
Subreino	Embriyophyta
Clase	Angiosperma
Subclase	Dicotiledónea
Orden	Tubiflorales
Familia	Rosáceas
Género	Rubus
Especie	Glaucus

Fuente: Salcedo (2019)

Realizado por: Jara, Natasha, 2023.

#### 2.2.4.5. Propiedades nutricionales de la mora

Del trabajo de Villarroel, (2009, p.22) sobre el valor nutricional de las moras se puede resumir en la Tabla 2-3.

**Tabla 2-3.** Propiedades nutricionales y beneficios de la mora

<b>Característica</b>	<b>Beneficios y Contenido Nutricional</b>
Nutrientes	Rica fuente de vitamina C y otros cítricos, aporta calcio, hierro, potasio, ácidos orgánicos y taninos astringentes.
Tránsito intestinal	Utilizadas para mejorar el tránsito intestinal debido a su contenido de fibra.
Antioxidantes naturales	Abundancia de carotenoides y antocianos como antioxidantes.
Sistema nervioso y muscular	Cantidades de potasio que favorecen la generación y transmisión del impulso nervioso y la actividad muscular.
Bajo contenido calórico	Aptas para dietas debido a su bajo contenido calórico.

Fuente: (Villarroel, 2009, p.22)

Realizado por: Jara, Natasha, 2023.

#### 2.2.4.6. *Aplicaciones de la mora*

La mora de Castilla es una fruta altamente apreciada en el mercado, tanto para su consumo fresco como para su integración en la industria agroalimentaria, se destaca por su calidad superior, su alto contenido de sólidos solubles y su mayor rendimiento de pulpa en comparación con frutas similares. A pesar de tener un precio más elevado la industria prefiere utilizar la mora de castilla debido a su mayor rendimiento en pulpa, menciona también que una planta de mora de castilla puede producir más de 5 kg de fruta por planta en un solo ciclo productivo, lo que representa una alta productividad (Iza, 2018, p.15).

#### 2.2.5. *Levadura*

El término "levadura" se refiere a una amplia gama de hongos, incluidas tanto especies patógenas como no patógenas, siendo estas últimas útiles en diversas áreas. La fermentación de alimentos y bebidas es su principal función en la industria alimentaria, esto es posible gracias a la capacidad de ciertas especies de *Saccharomyces* para descomponer azúcares y producir alcohol y dióxido de carbono, entre otros productos. Durante mucho tiempo, esta capacidad se ha explotado en la producción de alimentos como pan, cerveza, vino y otras bebidas alcohólicas (Cajas, 2019, p.32).



**Ilustración 2-5.** Levadura

**Fuente:** (Andreea, 2014)

De acuerdo a Herrera et al., (2019, p.23) la cepa de levadura más frecuentemente utilizada en la fabricación industrial de bebidas alcohólicas es *Saccharomyces cerevisiae*, además no hay cepas de levadura comercialmente disponibles producidas específicamente para este tipo de producto en el caso del hidromiel, una bebida fermentada preparada a partir de miel diluida. Como resultado, puede ser difícil para los productores seleccionar una cepa de levadura que produzca el perfil de sabor adecuado.

Se destaca la importancia de la temperatura en la levadura la cual influye en gran medida en la velocidad de crecimiento, asimismo, también afecta en parte a los subproductos de la fermentación (Reinoso, 2017, p.5).

#### *2.2.5.1. Capacidad fermentativa en las levaduras*

La capacidad de la levadura para la fermentación puede ser influenciada por una serie de variables, incluyendo la temperatura, el pH, la ventilación y la composición del material fermentante. Por lo tanto, es crucial comprender cómo las levaduras son afectadas por las condiciones a las que están expuestas en el proceso para garantizar que los bienes producidos cumplan con los requisitos de calidad especificados (Alcázar, 2011, p. 29).

Se puede elegir las cepas que producen los cultivos iniciales y manejar la fermentación alcohólica de manera efectiva al ser consciente de cómo las levaduras afectan a características importantes como el aroma y el sabor.

#### **2.2.6. Fermentación**

Numerosos organismos realizan reacciones redox equilibradas de varias moléculas orgánicas en las cuales se libera energía, este proceso es conocido como fermentación. Existen muchos tipos distintos de fermentación, pero en los procesos fermentativos, sólo se genera una cantidad limitada de energía ya que los átomos de carbono en el componente orgánico sólo se oxidan parcialmente (Nieto, 2009, p.15).

##### *2.2.6.1. Fermentación alcohólica*

La fermentación alcohólica es un procedimiento del metabolismo que se inicia debido a una oxidación incompleta en condiciones en las que no hay oxígeno disponible, es decir, busca que una sustancia, se degrade o se perturbe en un entorno anaeróbico.



Este proceso implica la transformación o descomposición parcial de hidratos de carbono, en presencia de un microorganismo como levaduras culminando con la obtención de etanol, desprendimiento de dióxido de carbono para obtener como producto final alcohol en forma de etanol y dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) (Herrera et al., 2019, p.25).

#### 2.2.6.2. *Factores que afectan la fermentación alcohólica*

##### a) Temperatura

La temperatura es un factor de control crucial porque cuando supera los 28 °C, los compuestos aromáticos se evaporan y las levaduras comienzan a perecer lo que puede producir que se detenga el proceso de fermentación, esa es la razón por la cual se sugiere que la temperatura del proceso debe oscilar los 25°C, es importante destacar que la temperatura debe regularse durante todo el proceso, ya que el aumento de temperatura puede promover el desarrollo de bacterias indeseadas (Constante, 2015, pp.17-18).

##### b) Influencia de la concentración de azúcares en el metabolismo microbiano

Los azúcares del mosto son la principal fuente de carbono para el metabolismo de las levaduras. Como resultado, es fundamental considerar su contenido, ya que esto puede influir en el comportamiento, la rapidez de la fermentación y el crecimiento de la levadura, también se debe considerar que debido al aumento de la presión osmótica en el medio, una concentración de azúcar elevada es un factor de estrés para las levadura (Constante, 2015, p.18).

#### 2.2.7. *Grados Brix*

Una medida utilizada para medir el contenido de sólidos en solución dentro de un líquido son los grados Brix. Esta evaluación se aplica en diversos contextos, siendo notable su aplicación en la industria alimentaria, particularmente en la elaboración de bebidas alcohólicas, como el caso de la cerveza y el vino. Aunque el refractómetro se destaca como el dispositivo predominante en la medición de los grados Brix, también se pueden emplear alternativas instrumentales para este propósito (Herrera et al., 2019, p.25).

En el proceso de obtención de alcohol, los azúcares totales están relacionados con los grados Brix ya que mientras mayor sea la cantidad de grados Brix en el mosto mayor en la cantidad de azúcares totales del mosto (Herrera et al., 2019, p.25).

### **2.2.8. *Grado alcohólico***

El grado alcohólico hace referencia a la cantidad contenida de alcohol etílico en una bebida, se expresa por cada 100 ml en términos de volumen, su importancia radica en que permiten un consumo y una producción responsable de bebidas alcohólicas (Agencia Santafesina de Seguridad Alimentaria, 2010, p.1).

## CAPÍTULO III

### 3. MARCO METODOLÓGICO

#### 3.1. Localización del proyecto

El proyecto a realizar se llevará a cabo en la empresa VINOS CAMELIER, la cual se encuentra ubicada en la ciudad de Riobamba en las calles Av. Unidad Nacional 3001, en la plaza artesanal de la estación del ferrocarril.

**Tabla 3-1.** Características geográficas de la empresa VINOS CAMELIER

<b>Cantón</b>	Riobamba
<b>Parroquia</b>	Lizarzaburu
<b>Altitud</b>	2760
<b>Latitud</b>	1,4013 S
<b>Longitud</b>	78,3912 W
<b>Clima</b>	9°C a 20°C

**Fuente:** (Google Earth, 2023)

**Realizado por:** Jara, Natasha, 2023.



**Ilustración 3-1.** Localización de la empresa VINOS CAMELIER

**Fuente:** (Google Earth, 2023)

### 3.2. Análisis de materia prima

La materia prima que se caracterizará en este trabajo es la mora, ya que es la variante que se dará al hidromiel, por lo que se comprobará que cumpla con los requerimientos de la norma ecuatoriana.

#### 3.2.1. Caracterización de la mora

Para el proceso de caracterización de la mora se tomará en cuenta la normativa vigente en el Ecuador que es la norma INEN 2427, para lo cual se deben aplicar los diferentes ensayos:

**Tabla 3-2.** Requisitos físico-químicos de la mora de castilla

<b>Mora variedad Castilla</b>				
<b>Requisito</b>	<b>Unidad</b>	<b>Madurez de consumo</b>		<b>Método de ensayo</b>
		<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>	
Acidez titulable	Fracción de masa (expresada en porcentaje de ácido cítrico)	-	2,7	NTE INEN-ISO 750
Sólidos solubles totales	Fracción de masa expresada en porcentaje	9,0	-	INEN 2 337
Índice de madurez Sólidos solubles totales /acidez titulable	°Brix /% ácido cítrico	5,0	-	

**Fuente:** (NTE INEN 2427, 2016)

**Realizado por:** Jara, Natasha, 2023.

### 3.2.1.1. Acidez titulable

El ensayo se realiza de acuerdo a la normativa con el método potenciométrico, este método se lo puede definir como titulación potenciométrica y se lo realiza con una solución volumétrica patrón de hidróxido de sodio (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2013).



**Ilustración 3-2.** Potenciómetro

Fuente: Jara, Natasha. 2023

Posteriormente con los datos obtenidos se procede a calcular el porcentaje de acidez con la ecuación (3.1).

$$\% \text{ Acidez} = \frac{(V_{\text{NaOH}} * N_{\text{NaOH}} * M_{\text{eq-ácido}} * 100)}{V} \quad \text{Ec. (3.1)}$$

Dónde:

$V_{\text{NaOH}}$  = volumen de NaOH utilizado para la titulación

$N_{\text{NaOH}}$  = normalidad de NaOH

$M_{\text{eq-ácido}}$  = miliequivalentes del ácido = 0,064

### 3.2.1.2. *Sólidos solubles totales*

Se utiliza el método refractométrico para determinar el contenido de sólidos solubles en una solución acuosa. Este método se basa en la medición del porcentaje de masa de sacarosa en la solución, la cual debe tener el mismo índice de refracción que el producto analizado (INEN, 1985).

### 3.2.1.3. *Índice de madurez*

El índice de madurez se obtiene mediante la división entre el valor mínimo de los sólidos solubles totales (medidos en °Brix) por el valor máximo de la acidez titulable, y se expresa como °Brix por porcentaje de ácido cítrico como se presenta en la ecuación (3.2) (Servicio Ecuatoriano de Normalización, 2016).

$$\text{Índice de madurez} = \frac{\text{Sólidos solubles totales (°Brix)}}{\text{Acidez titulable}} \quad \text{Ec. (3.2)}$$

## 3.3. **Diseño del proceso de producción de hidromiel de mora**

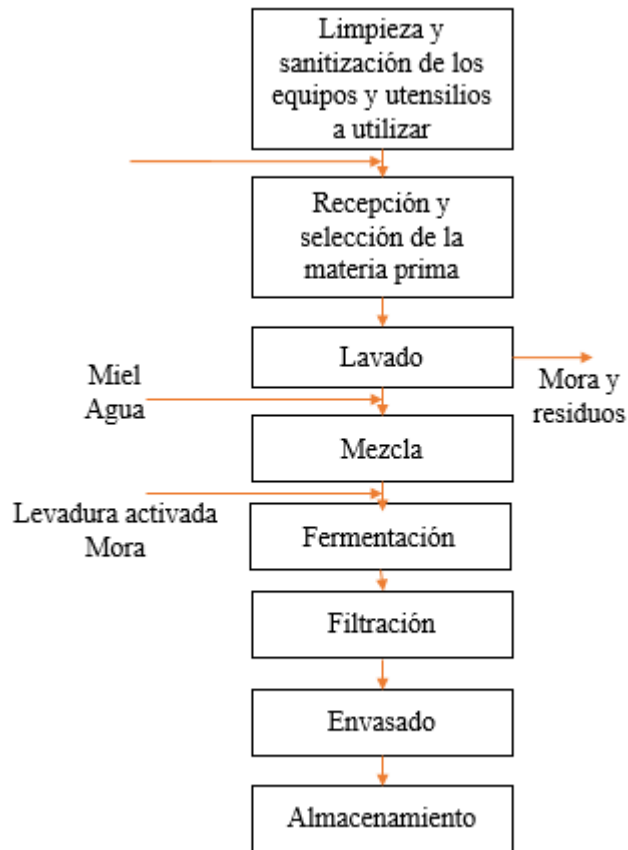
Para la obtención del hidromiel se deben realizar una serie de pasos para lograr la fermentación adecuada y obtener un producto final de calidad, por lo que se deben describir los parámetros de los procesos y operaciones unitarias a realizar.

### 3.3.1. *Selección del proceso*

Se ha determinado que se llevará a cabo un proceso en lotes, dado que la producción solicitada por la empresa es de 400 litros mensuales.

### 3.3.2. *Procesos y operaciones unitarias*

La preparación de hidromiel es un proceso que se divide en varias etapas las cuales se muestran en el diagrama de flujo en la Ilustración 3-3:



**Ilustración 3-3:** Diagrama de flujo de elaboración de hidromiel

Fuente: Jara, Natasha. 2023

### 3.3.2.1. Limpieza y sanitización de los equipos y utensilios a utilizar

Es una etapa importante preliminar al comienzo del proceso de obtención de hidromiel, se lo realiza con el fin de asegurarse de que los recipientes y equipos estén limpios y libres de cualquier residuo o microorganismo indeseable que pueda afectar el proceso y la calidad del producto final, en este caso se utilizó como sanitizante weicoper ácido paracético para eliminar cualquier microorganismo.

### 3.3.2.2. Recepción y selección de la materia prima

La etapa inicial en la preparación del hidromiel implica recolectar moras de castilla maduras de la variedad *Rubus glaucus* que estén en buen estado y no presenten signos de fermentación. Además, se toma una medición de los grados Brix de la fruta para determinar la cantidad de sólidos solubles que contiene.

### 3.3.2.3. *Lavado*

En el lavado se utiliza agua potable corriente para eliminar la suciedad, partículas y otros materiales que puedan contaminar la fruta.

### 3.3.2.4. *Mezcla*

Consiste en la dilución de la miel en agua, la relación agua - miel que se utilizó para el hidromiel es de 3 – 1, la mezcla se realizó en agua tibia a una temperatura de 35 °C, se evitó una temperatura mayor para conservar los compuestos de la miel.



**Ilustración 3-4.** Mezcla agua miel (3-1)

**Fuente:** Jara, Natasha. 2023

Se deja enfriar la mezcla y se añade la mora machacada, no se añade la mora triturada o la pulpa de la mora para que se conserve el sabor de la miel.





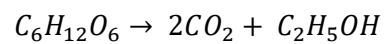
**Ilustración 3-5.** Mora machacada

Fuente: Jara, Natasha. 2023

#### 3.3.2.5. *Fermentación*

El mosto preparado se inocula con la levadura adecuada, la levadura utilizada fue *Saccharomyces cerevisiae* de LALVIN EC-1118, y se controla que el proceso se dé a temperaturas hasta de 25 °C, durante la fermentación del hidromiel de mora las levaduras transforman los azúcares presentes en el mosto en alcohol y dióxido de carbono, la fermentación sigue la siguiente ecuación química:

Glucosa → alcohol + dióxido de carbono

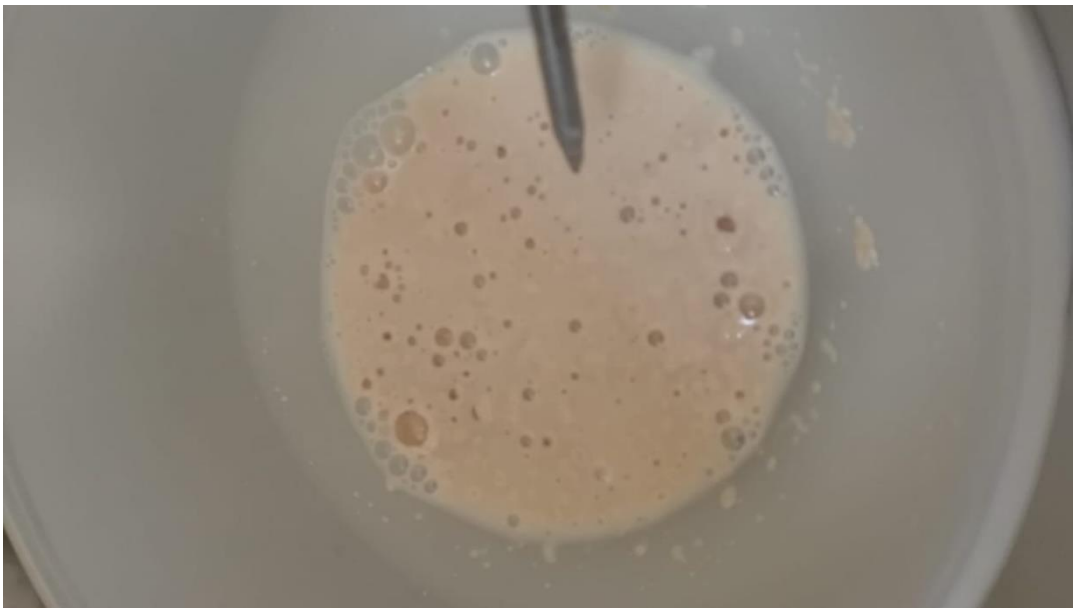




**Ilustración 3-6.** *Saccharomyces cerevisiae*

**Fuente:** Jara, Natasha. 2023

Se destaca que para que la levadura actúe correctamente sobre el mosto debe ser hidratada o activada antes de la mezcla, para esto se añade agua a la levadura teniendo en cuenta que la temperatura del agua debe ser de 35 °C a 37°C, se diluye la levadura hasta crear una mezcla uniforme y posterior a eso se añade la levadura al mosto. La activación previa de la levadura permite que la fermentación empiece adecuadamente.



**Ilustración 3-7.** Activación de la levadura

**Fuente:** Jara, Natasha. 2023

### 3.3.2.6. Filtración

El proceso de filtración permite clarificar y mejorar la calidad general eliminando sólidos suspendidos que se pueden encontrar en el hidromiel, también ayuda a mejorar la presentación final del producto.

### 3.3.2.7. Envasado

El hidromiel se envasará mediante una envasadora en botellas de vidrio oscuro para evitar la exposición del hidromiel a la luz intensa lo que podría afectar negativamente la calidad y las características organolépticas del producto.

### 3.3.3. Formulación

Para realizar el hidromiel de mora se realizó un proceso piloto donde se tuvo en cuenta un volumen de 5,25 litros, posteriormente se realizará el escalado de la materia prima para el volumen solicitado por la empresa.

Se muestra en la Tabla 3-3 la formulación utilizada para 5,25 litros de hidromiel de mora, se realizó una relación 1-3 de miel y agua.

**Tabla 3-3.** Formulación de hidromiel para 5,25 litros

<b>Materia prima</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad de medida</b>	<b>Observaciones</b>
Mora	0,6	kg	Mora fresca sin congelar
Miel	1,25	kg	Miel pura
Agua	3,75	l	Agua purificada
Levadura	0,002	kg	Encontrarse en previa refrigeración
<b>Total</b>	<b>5,602</b>	<b>l</b>	<b>Hidromiel de mora</b>

**Realizado por:** Jara, Natasha, 2023.

En la formulación piloto se observa aparte de la cantidad requerida para la elaboración del producto las condiciones en las que se deben encontrar antes del proceso.

### 3.3.4. Requisitos de entrada y salida de cada operación y proceso unitario

Se definirán los requisitos de la materia prima de entrada del proceso, esto implica determinar las características de la materia prima, se establecerán los criterios necesarios para las materias primas y los productos resultantes.

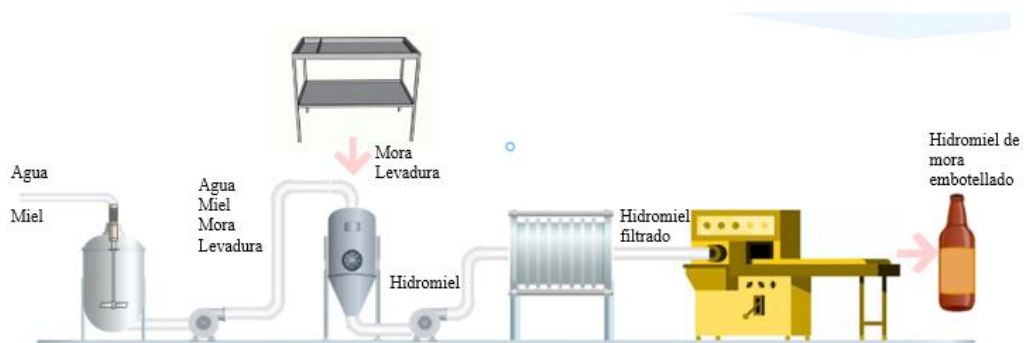
**Tabla 3-4.** Requisitos de entrada y salida del proceso de elaboración de hidromiel de mora

Proceso u operación unitaria	Entrada	Requisitos de entrada	Salida	Requisitos de salida	Cantidad producida
Lavado de materia prima	Mora	Forma redondeada y uniforme, sin signos de descomposición	Mora limpia	Moras limpias, libre de residuos	0,6 kg
Mezcla	Agua	Agua potable	Mezcla agua-miel	Mezclado y listo para la fermentación	5 l
	Miel	Miel pura, líquida de preferencia			
Fermentación	Mezcla agua-miel	Mezcla homogénea	Hidromiel fermentado y biomasa	Hidromiel fermentado	5,602 l
	Levadura	Levadura <i>Saccharomyces cerevisiae</i> en previa refrigeración			
Filtración	Hidromiel fermentado	Fermentación terminada y contenido de alcohol deseado	Hidromiel fermentada y filtrada	Hidromiel sin impurezas	5,25 l
Embotellado	Hidromiel fermentado y filtrada	Hidromiel sin impurezas ni sólidos suspendidos	Hidromiel embotellada	Embotellado en envases oscuros	5,25 l

Realizado por: Jara, Natasha, 2023.

### 3.3.5. Selección de maquinaria

Para la selección de la maquinaria se tendrá en cuenta el diagrama de proceso que se muestra en la Ilustración 3-8.



**Ilustración 3-8.** Diagrama de proceso de elaboración de hidromiel de mora

Fuente: Jara, Natasha. 2023

#### 3.3.5.1. Tanque de mezcla

El tanque de mezcla de paletas planas y con un sistema de calentamiento, que permite calentar y mezclar la miel y el agua de forma eficiente mediante la agitación mecánica y la dispersión de los componentes. Esto ayuda a asegurar que los ingredientes se mezclen bien y que la temperatura se mantenga dentro de los parámetros adecuados.

#### 3.3.5.2. Bomba lobular

Se utilizará una bomba lobular ya que es una bomba de desplazamiento positivo que se utiliza para el bombeo de líquidos de alta viscosidad y que contiene partículas sólidas o fibras en suspensión por lo que es adecuada para pasar la mezcla de agua y miel del tanque de mezcla al fermentador.

#### 3.3.5.3. Fermentador

Para la preparación industrial se necesitará un fermentador de acero inoxidable los cuales son ampliamente utilizados en la industria alimentaria y de bebidas debido a su alta higiene y facilidad de limpieza.

#### *3.3.5.4. Bomba de trasiego*

Una bomba de trasiego es un dispositivo que se utiliza para transferir líquidos de un recipiente a otro. La bomba funciona mediante la creación de un vacío en su interior, lo que permite succionar el líquido y luego expulsarlo a través de una tubería hacia el recipiente de destino. Las bombas de trasiego se utilizan comúnmente en la industria alimentaria, como en la elaboración de vino, cerveza o licores, para transferir líquidos entre diferentes etapas del proceso de producción.

#### *3.3.5.5. Filtro de placas y marcos*

El filtro de placas y marcos permitirá separar las partículas sólidas y las impurezas del hidromiel, esto permitirá mejorar su calidad purificando y aclarando el producto, este tipo de filtro es muy utilizado en la industria alimentaria y comúnmente se compone de acero inoxidable.

#### *3.3.5.6. Envasadora*

Es ideal para la producción de grandes cantidades de productos líquidos, como el hidromiel, ya que permite una alta velocidad de envasado y una precisión en el llenado.

### **3.3.6. Dimensionamiento de equipos**

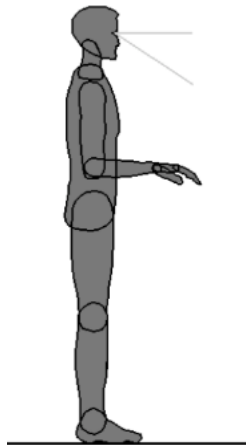
Para el dimensionamiento de los equipos se tendrá en cuenta un 20% de margen de seguridad, para garantizar que el proceso se realice sin inconvenientes.

#### *3.3.6.1. Mesa de separación*

Para el dimensionamiento de la mesa de separación se tendrá en cuenta que los trabajadores se encargarán de separar y seleccionar la mora a utilizar, por lo cual es fundamental que las dimensiones sean ergonómicas y que no afecte a los trabajadores durante su labor.

No se encontraron ecuaciones específicas que permitan determinar las dimensiones exactas de la mesa respecto al peso de mora con el que se trabajará por lo que el diseño de la mesa se enfocará en los aspectos ergonómicos descritos por (Human Factors and Ergonomics Society, 2007, p.10) norma que destaca que para lograr los beneficios de comodidad y productividad requeridos, los componentes de la estación de trabajo en su conjunto deben adaptarse al trabajador y a su labor. Para la selección y limpieza de la mora, se pensó en una posición bipíedea como la que se muestra en la imagen.

### Standing

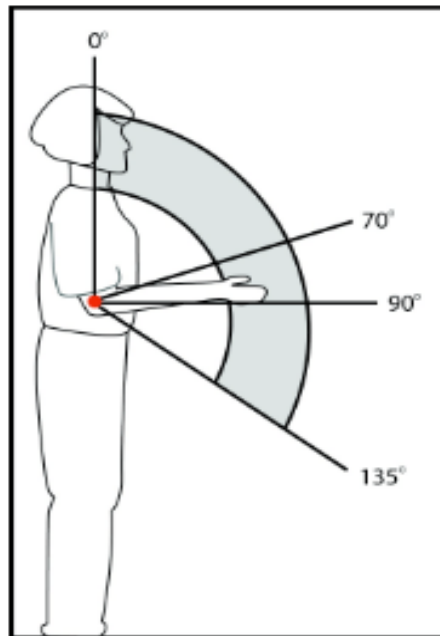


**Ilustración 3-9.** Posición bipedesta

**Fuente:** (Human Factors and Ergonomics Society, 2007 11 p)

Para la altura de la mesa se tendrá en cuenta que debe estar en la altura del codo para facilitar la labor de los trabajadores, por lo que la altura de la mesa será de 1,1 m.

La mesa también contará con una barandilla de seguridad para que la separación y limpieza de la materia prima se dé sin riesgos.



**Ilustración 3-10.** Postura que se debería optar en una estación de trabajo

**Fuente:** (Human Factors and Ergonomics Society, 2007, p.11)

Como se observa en la Ilustración 3-10, el rango que se considera adecuado para el movimiento de los codos es de 135° a 70°, teniendo en cuenta este aspecto en el ANEXO B se presenta la mesa propuesta para el proceso.

### 3.3.6.2. *Tanque mezclador*

Para el proceso de mezcla de los componentes se dimensionará un tanque de mezcla de doble chaqueta para el calentamiento de la mezcla, además se eligió un impulsor tipo turbina de disco con paletas planas ya que permite obtener una mezcla homogénea y con una distribución eficiente.

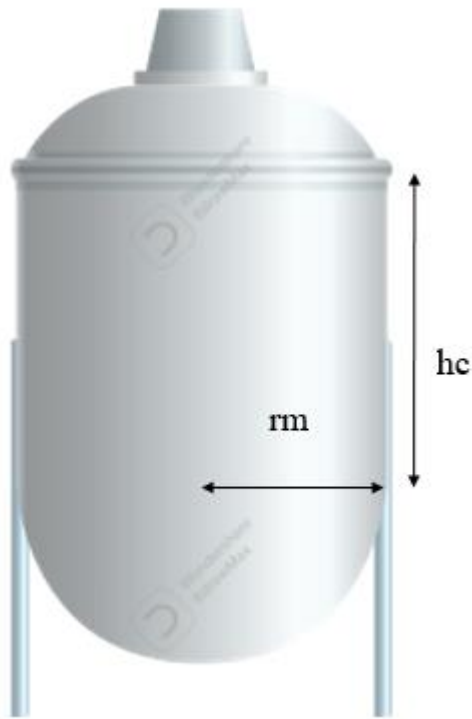
La capacidad de producción requerida para la empresa es de 400 litros, por lo que tanque de mezcla a utilizar debe tener un margen de seguridad para evitar posibles accidentes durante el proceso, el margen de seguridad será del 20%, el diámetro que se consideró adecuado es de 70 cm, la información resumida se presenta en la tabla 3-5.

**Tabla 3-5.** Datos iniciales del tanque de mezcla

Volumen útil	380,95 l
% de seguridad	20%
Volumen de seguridad	76,19 l
Volumen total	457,14 l
Diámetro	0,7 m
Radio	0,35 m

Realizado por: Jara, Natasha, 2023.





**Ilustración 3-11.** Geometría básica del tanque de mezcla

Fuente: Jara, Natasha. 2023

Para el cálculo de la altura de la parte cilíndrica se aplica la fórmula:

$$V_c = \pi \times r m^2 \times h_c \quad \text{Ec. (3.3)}$$

Donde:

$V_c$  = volumen de la parte cilíndrica de mezclador

$h_c$  = altura de la parte cilíndrica

$r m$  = radio del mezclador

Ya que solo se conoce el volumen total y no solo de la parte cilíndrica, se añade la fórmula de la parte inferior para un cuerpo semiesférico con la ecuación:

$$V_t = \pi \times r m^2 \times h_c + \frac{2}{3} \pi \times r m^3 \quad \text{Ec. (3.4)}$$

Donde:

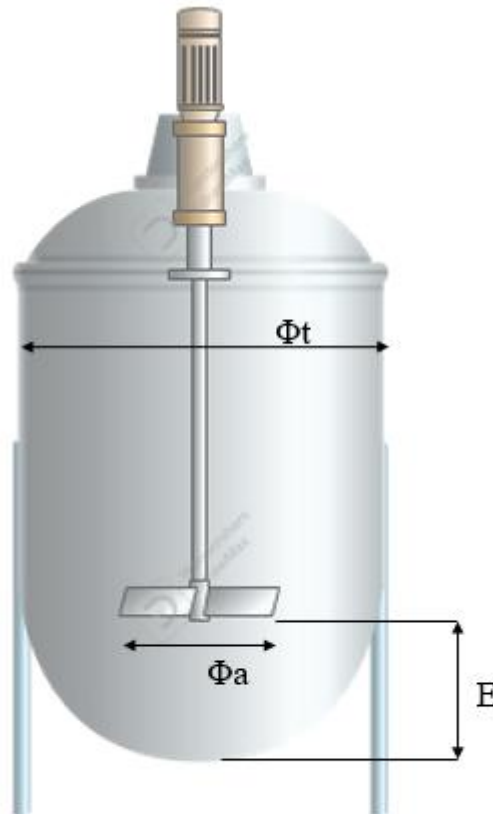
$V_t$  = volumen total

$\pi$  = pi

$h_c$  = altura de la parte cilíndrica

r = radio

Es importante el cálculo de la distancia entre la paleta y el fondo, para lo cual se aplicará la ecuación descrita en el trabajo de Calo, (2022, p.16) para semejanzas geométricas para un impulsor tipo turbina de disco con paletas planas.



**Ilustración 3-12.** Tanque de mezcla distancia entre el fondo y la paleta

**Fuente:** Jara, Natasha. 2023

La relación representada en la Ilustración 3-12 se muestra en la ecuación (3.5)

$$\frac{\Phi t}{\Phi a} = \frac{\Phi t}{E} = 3 \quad \text{Ec. (3.5)}$$

Donde:

Φt = diámetro del tanque

Φa = diámetro del agitador

E = distancia entre el fondo del tanque y el agitador

El ancho de las paletas se calculará con la ecuación (3.6).

$$Dp = \frac{\Phi a}{5} \quad \text{Ec. (3.6)}$$

Donde:

Dp = ancho de las paletas

$\Phi a$  = diámetro del agitador

El ancho de las placas deflectoras se calculará con la ecuación (3.7).

$$J = \frac{Dr}{12} \quad \text{Ec. (3.7)}$$

Donde:

J = ancho de las placas deflectoras

Dr = diámetro del tanque de mezcla

El diámetro de la chaqueta de calentamiento se calculará con la ecuación:

$$Dch = Dr + Dr \times 0,6 \quad \text{Ec. (3.8)}$$

Dch = diámetro de la chaqueta de calentamiento

Dr = diámetro del tanque de mezcla

Para el cálculo del espesor se necesita la presión para lo cual se aplicará la ecuación expresada en el trabajo de Martínez, (2004, p.16).

$$Pd = \text{mayor}(1,1 * P_o, 2 + P_o) \quad \text{Ec. (3.9)}$$

Donde:

Pd = presión del diseño

Po = Presión de operación

La presión de operación se tomará como la presión de agua sobrecalentada a 35 °C ya que no se generó vapor de agua, se va a ejercer presión sobre el sistema de acuerdo a la tabla de presión a diferentes temperaturas para agua sobrecalentada presentada en el ANEXO E la presión es de 5628 Pa.

Para el cálculo del espesor de la parte cilíndrica se aplica la ecuación:

$$Es = \frac{Pd * r}{2 * tmax * Ej - 0,6 * Pd} \quad \text{Ec. (3.10)}$$

Donde:

Es = espesor de la parte cilíndrica del mezclador en m

Pd = presión del diseño

Ej = eficiencia de la junta en las soldaduras

r = radio interno

tmax = tensión máxima admisible

Donde la tensión máxima admisible es el 25% de la resistencia a tracción del material, para lo cual se calcularía con la siguiente ecuación:

$$tmax = 0,25 * Tracción \quad \text{Ec. (3.11)}$$

Donde:

tmax = tensión máxima

Para determinar la resistencia a tracción se debe especificar el material de fabricación del mezclador, para lo cual se escogió acero inoxidable AISI 316 L debido a su alta resistencia a la corrosión y buena soldabilidad.

### 3.3.6.3. Fermentador

El proceso de cultivo por microorganismos se realiza en un fermentador, en este caso se optó uno sin paletas de mezclado ya que se busca que la levadura se desarrolle únicamente controlando la temperatura.

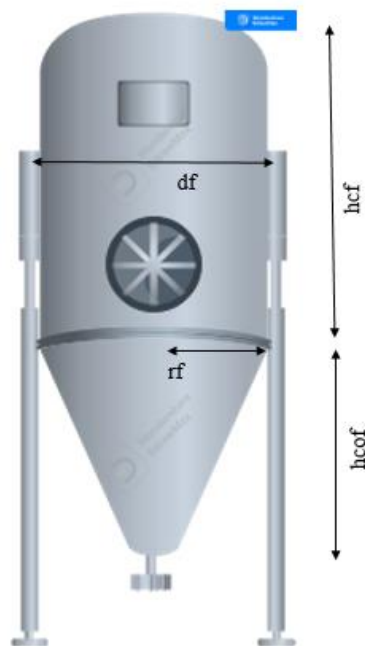
Como se mencionó antes, la capacidad de producción es de 400 litros, y al igual que el mezclador, el fermentador tendrá un margen de seguridad del 20%, el diámetro que se consideró adecuado es de 80 cm, la información resumida se presenta en la Tabla 3-6.

**Tabla 3-6.** Datos iniciales del fermentador

Volumen útil	426,81
% de seguridad	20%
Volumen de seguridad	85,362
Volumen total	512,172
Diámetro	0,74
Radio	0,37

Realizado por: Jara, Natasha, 2023.

A continuación en la ilustración se presenta de manera general la forma que se tendrá del fermentador.



**Ilustración 3-13.** Geometría básica del fermentador

Fuente: Jara, Natasha. 2023

En la imagen se observa que el fermentador contará con dos partes, una cilíndrica y una cónica para lo cual se calcularán dos alturas.

Teniendo como partida la ecuación para el volumen para la parte cilíndrica del fermentador:

$$V_{cf} = \pi \times r_f^2 \times h_{cf} \quad \text{Ec. (3.12)}$$

Donde:

$V_{cf}$  = volumen de la parte cilíndrica de fermentador

$h_{cf}$  = altura de la parte cilíndrica del fermentador

$r_f$  = radio del fermentador

Para el cálculo de la altura de la parte cónica del fermentador se utiliza la fórmula para un cuerpo cónico y se tiene en cuenta que el volumen corresponde a la diferencia del volumen total menos el volumen de la parte cilíndrica.

$$h_{cof} = \frac{3 \times V_{cof}}{\pi \times r_f^2} \quad \text{Ec. (3.13)}$$

Donde:

$V_{cof}$  = volumen de la parte cónica de fermentador

$h_{cof}$  = altura de la parte cónica del fermentador

$r_f$  = radio del fermentador

El diámetro de la chaqueta de calentamiento se calculará con la ecuación:

$$D_{chf} = D_r + D_f \times 0,6 \quad \text{Ec. (3.14)}$$

$D_{chf}$  = diámetro de la chaqueta de calentamiento

$D_f$  = diámetro del fermentador

El espesor se realizará con la misma ecuación (3.10).

La presión de operación se tomará como la presión de agua sobrecalentada a 20,8 °C que fue la temperatura máxima que se alcanzó durante la fermentación.

### 3.4. Pruebas físico-químicas del hidromiel de mora

Las pruebas se determinaron por la disposición de reactivos de laboratorio y tomando en cuenta también la caracterización del licor para determinar el tipo de licor obtenido, para lo cual se realizó la tabla presentada a continuación:

**Tabla 3-7:** Pruebas físico-químicos del hidromiel de mora

Prueba	Unidad	Método de ensayo
Alcohol, fracción volumétrica	%	Método alcoholimétrico
Azúcares totales	g/l	Método fenol-ácido sulfúrico
Densidad	g/l	Método del picnómetro

**Realizado por:** Jara, Natasha, 2023.

#### 3.4.1.1. Alcohol, fracción volumétrica

El primer parámetro que se consideró fue la fracción volumétrica o contenido de alcohol, se realiza mediante una destilación simple que se muestra en la Ilustración 3-14. Destilación del hidromiel de mora:



**Ilustración 3-14.** Destilación del hidromiel de mora

**Fuente:** Jara, Natasha. 2023

Una vez obtenido el destilado se mide mediante el alcoholímetro el contenido de alcohol presente en el destilado como se muestra en la **Ilustración 3-15**. Medida con el alcoholímetro



**Ilustración 3-15.** Medida con el alcoholímetro

Fuente: Jara, Natasha. 2023

Finalmente se calcula el contenido de alcohol de acuerdo a la temperatura mediante la tabla de corrección del ANEXO G.

#### 3.4.1.2. *Azúcares totales*

El método utilizado para cuantificar los azúcares totales es el método fenol-ácido sulfúrico, consiste en la adición de ácido sulfúrico y fenol a una dilución de 1ml aforado a 50 ml del hidromiel, la mezcla de la muestra y los dos reactivos se muestra en la Ilustración 3-16.





**Ilustración 3-16.** Muestra para toma de la absorbancia

Fuente: Jara, Natasha. 2023

Luego se procede a la toma de la absorbancia a 540 nm mediante el espectrofotómetro presentado en la siguiente Ilustración 3-17 y se trata señal obtenida mediante la curva de calibración.



**Ilustración 3-17.** Espectrofotómetro

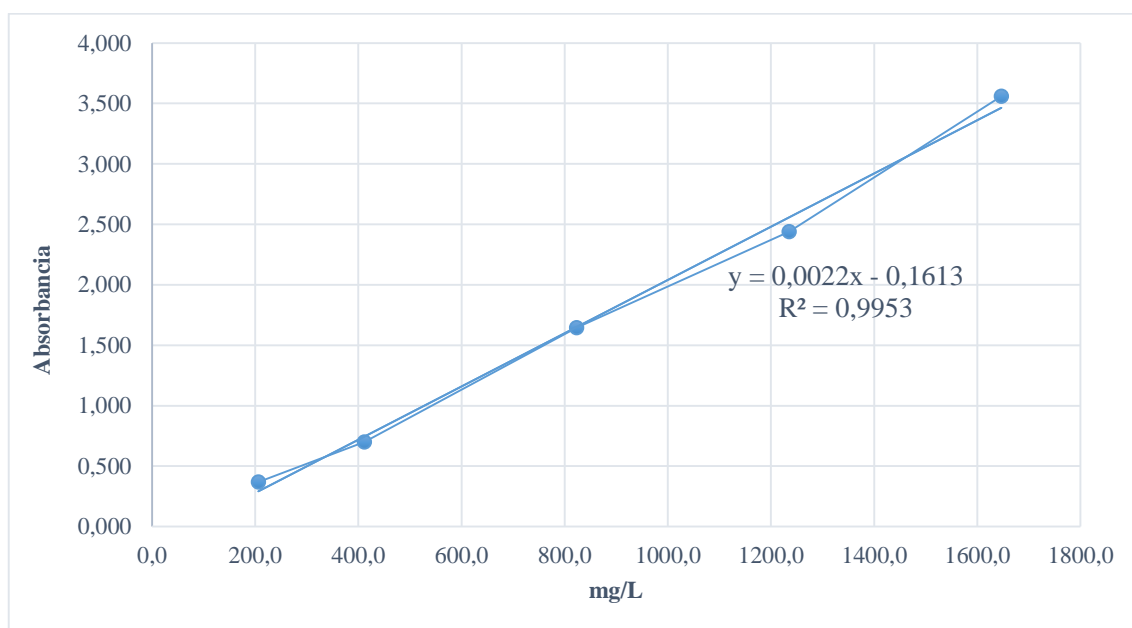
Fuente: Jara, Natasha. 2023

La curva de calibración se obtiene con un estándar 0,2058 en 100 ml (2058 mg/l) a una longitud de onda de 540 nm y una celda de 1 cm, los datos para realizar la curva de calibración se presentan en la Tabla 3-8.

**Tabla 3-8.** Datos de la curva de calibración

mg/l	Absorbancia	sln madre mg/l	v. sln. M madre ml	V final ml
205,8	0,370	2058	0,1	1
411,6	0,699	2058	0,2	1
823,2	1,644	2058	0,4	1
1234,8	2,438	2058	0,6	1
1646,4	3,560	2058	0,8	1

Fuente: (Laboratorio de química instrumental, 2023)



**Ilustración 3-18.** Curva de calibración de azúcares totales

Fuente: (Laboratorio de química instrumental, 2023)

Mediante la ecuación obtenida de la curva de calibración se realiza el cálculo para la determinación de los azúcares totales y se caracteriza el licor que se ha producido.

### 3.4.1.3. Densidad

Para la toma de la densidad se realizó el método del picnómetro que consiste en la toma de tres pesos como se muestra en la ecuación:

$$\rho_h = \frac{m_h - m_o}{m_a - m_o} * \rho_a \quad \text{Ec. (3.15)}$$

Donde:

$\rho_h$  = densidad del hidromiel

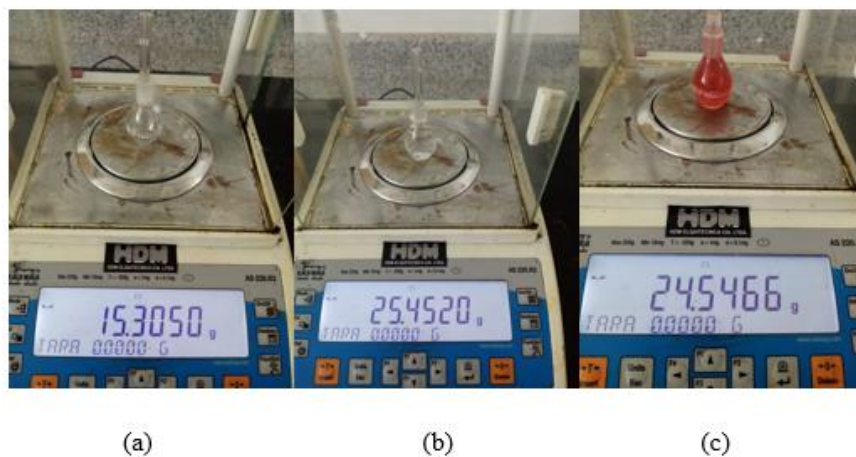
$m_h$  = masa del picnómetro con el hidromiel

$m_o$  = masa del picnómetro vacío

$m_a$  = masa del picnómetro con el agua

$\rho_a$  = densidad del agua

En la Ilustración 3-19 se observa la toma de los tres pesos para el cálculo de la densidad.



**Ilustración 3-19.** Toma de pesos para la densidad

Fuente: Jara, Natasha. 2023

- (a) masa del picnómetro vacío
- (b) masa del picnómetro con agua
- (c) masa del picnómetro con la muestra de hidromiel de mora

## CAPÍTULO IV

### 4. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

#### 4.1. Caracterización de la mora

Los resultados de la caracterización de la mora revelaron las siguientes características físicas: presentan una forma redondeada y uniforme, en cuanto al color, se observó una variación entre tonos rojos y morados intensos, en relación a la textura las moras mostraron una consistencia jugosa y suave al tacto, se destaca fue ser un producto fresco y sin signos de fermentación o descomposición.

##### 4.1.1. Concentración real de la solución patrón de hidróxido de sodio

La solución patrón se estandariza para encontrar la concentración real de NaOH presente. Los valores de concentración reales de la solución de patrón de hidróxido de sodio dan información importante sobre la exactitud y precisión de la disolución utilizada en el análisis químico. Los procedimientos de titulación se utilizan para calcular la concentración real de la solución estándar, que luego se compara con un valor teórico predeterminado.

**Tabla 4-1.** Estandarización de la solución de NaOH utilizada como titulante

Muestra	Volumen de la muestra (ml)	Volumen de NaOH titulante (ml)	Concentración de NaOH (N)
Muestra 1	10	8,9	0,11236
Muestra 2	10	9	0,11111
Muestra 3	10	9	0,11111
Promedio	10	8,996	0,11152

**Realizado por:** Jara, Natasha, 2023.

La concentración real de la solución patrón es 0,11152 N y el volumen del titulante 8,996 ml, se observa una diferencia de 0,01152 N entre la concentración real y la concentración teórica.

#### 4.1.2. Caracterización físico-química de la mora

El volumen de valoración obtenido del potenciómetro fue de 4,3 ml, conociendo que la masa de la muestra fue de 2,08 g se aplica la ecuación (3.1) para obtener la acidez titulable, con lo que se obtuvo un valor de 1,37 % ácido cítrico.

**Tabla 4-2:** Resultados de la caracterización físico-química de la mora

<b>Mora variedad Castilla</b>				
<b>Requisito</b>	<b>Unidad</b>	<b>Madurez de consumo</b>		<b>Valor obtenido</b>
		<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>	
Acidez titulable	Fracción de masa (expresada en porcentaje de ácido cítrico)	-	2,7	1,37
Sólidos solubles totales	Fracción de masa expresada en porcentaje	9,0	-	9
Índice de madurez Sólidos solubles totales /acidez titulable	°Brix /% ácido cítrico	5,0	-	5,11

**Realizado por:** Jara, Natasha, 2023.

Los resultados indican que la muestra seleccionada de la mora de castilla cumple con los requerimientos físico-químicos impuestos en la normativa ecuatoriana vigente.

#### 4.2. Formulación

Tomando en cuenta lo que se enunció en la formulación realizada para 5,25 litros de hidromiel en la Tabla 4-3, se lleva a cabo una relación para determinar la materia prima necesaria para 400 litros.

**Tabla 4-3.** Formulación para 400 litros de hidromiel de mora

<b>Materia prima</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad de medida</b>	<b>Observaciones</b>
Mora	45,71428571	kg	Mora fresca sin congelar
Miel	95,23809524	kg	Miel pura
Agua	285,7142857	l	Agua potable
Levadura	0,152380952	kg	Seguir instrucciones del fabricante

Realizado por: Jara, Natasha, 2023.

### 4.3. Proceso de fermentación

El proceso de fermentación se llevó a cabo teniendo en cuenta parámetros como temperatura y se realizó un seguimiento tanto a los grados Brix como a la gravedad específica.

#### 4.3.1. Temperatura de fermentación

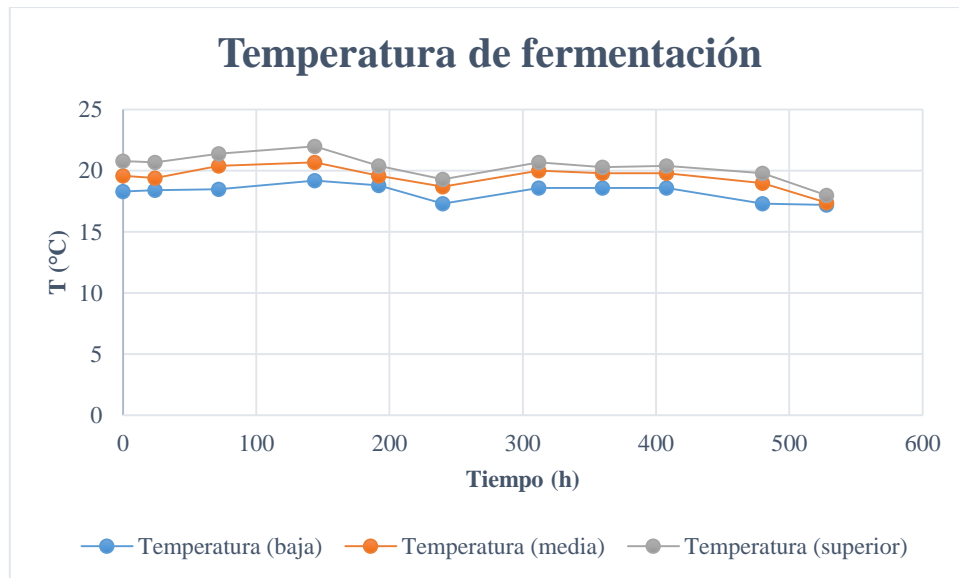
Un aspecto importante durante el proceso de fermentación es la temperatura a la que se realizó el hidromiel por lo cual se tomaron tres temperaturas, en la parte inferior, media y superior del fermentador, los resultados que se presentan en la Tabla 4-4 muestran una temperatura inferior de 17,4 °C y una temperatura máxima de 20,8 °C.

**Tabla 4-4.** Temperatura de fermentación

<b>Tiempo (días)</b>	<b>Tiempo (h)</b>	<b>Temperatura (baja)</b>	<b>Temperatura (media)</b>	<b>Temperatura (superior)</b>
0	0	18,3	19,6	20,8
1	24	18,4	19,4	20,7
3	72	18,5	20,4	21,4
6	144	19,2	20,7	22
8	192	18,8	19,6	20,4
10	240	17,3	18,7	19,3
13	312	18,6	20	20,7
15	360	18,6	19,8	20,3
17	408	18,6	19,8	20,4
20	480	17,3	19	19,8
22	528	17,2	17,4	18

Realizado por: Jara, Natasha, 2023.

En la siguiente ilustración se observa la tendencia de las tres temperaturas, notándose que la temperatura en la parte superior del fermentador es ligeramente mayor en comparación con las otras dos temperaturas, este hecho se puede justificar debido a que durante el proceso de fermentación se liberan gases y puede provocar un ligero aumento en la temperatura.



**Ilustración 4-1.** Temperatura vs tiempo de fermentación

Realizado por: Jara, Natasha, 2023.

Se analizan tres fases durante la fermentación, las cuales son:

Fase de iniciación de la fermentación: En esta etapa se observa un ligero aumento en la temperatura, como se observa en la ilustración esta fase ocurrió desde la hora 0 hasta la hora 144, durante este periodo se puede deducir que la levadura está realizando el proceso de fermentación adecuadamente.

Fase de temperatura constante: Desde la hora 192 se observa que la temperatura bajó ligeramente hasta la hora 240 lo se puede atribuir a las condiciones ambientales, pero luego retoma un patrón constante hasta la hora 408.

Fase de enfriamiento: Ocurrió un ligero descenso en la temperatura desde la hora 408 hasta el final de la fermentación, el proceso terminó con un temperatura baja de 17.2, una temperatura media de 17.4 y una temperatura superior de 18.

#### 4.3.2. °Brix y gravedad específica

Durante el proceso de fermentación también se realizó la toma de °Brix para posteriormente transformar esta medida a gravedad específica, esto mediante la utilización de la ecuación (4.1) para evidenciar que se concluyó la fermentación del hidromiel.

$$SG = \frac{^{\circ}\text{Brix}}{258,6 - \left( \frac{^{\circ}\text{Brix}}{258,2} \right) \times 227,1} + 1 \quad \text{Ec. (4.1)}$$

**Tabla 4-5.** °Brix y gravedad específica del hidromiel durante la fermentación

Tiempo (días)	Tiempo (h)	°Brix	Gravedad específica
0	0	16,09	1,0658218
1	24	14,11	1,0573136
3	72	10,46	1,0419407
6	144	9,85	1,0394100
8	192	9,05	1,0361076
10	240	8,64	1,0344222
13	312	7,41	1,0293951
15	360	7,01	1,0277696
17	408	6,85	1,0271206
20	480	6,55	1,0259058
22	528	6,45	1,0255014

Realizado por: Jara, Natasha, 2023.

Se observa la disminución el valor de °Brix a medida que avanza la fermentación, lo que indica una reducción en el contenido de azúcar y un aumento en el contenido de alcohol. En la Ilustración 4-2 se observa mejor la variación de °Brix en función del tiempo.

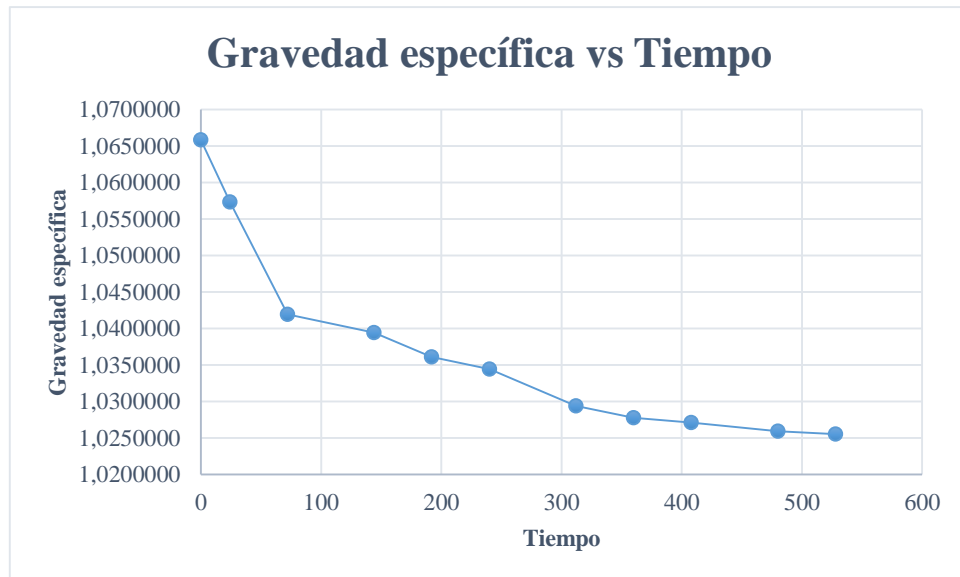




**Ilustración 4-2.** °Brix vs tiempo

Realizado por: Jara, Natasha, 2023.

En la Ilustración 4-2 se observa que entre las 24 y 72 horas existió un cambio significativo de los °Brix, esto se debe a que la actividad de la levadura es a menudo alta durante los primeros días de la fermentación, lo que resulta en una fermentación más rápida y una caída más marcada de la concentración de azúcar. Este cambio podría señalar que la levadura ha descubierto un entorno adecuado.



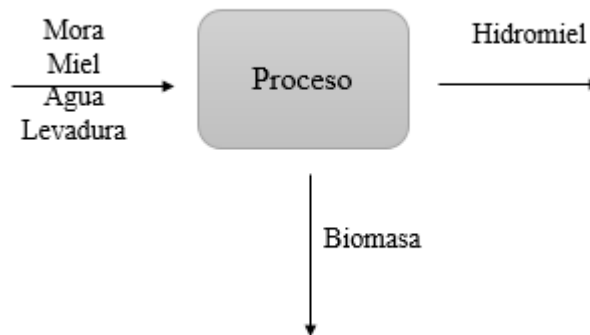
**Ilustración 4-3.** Gravedad específica vs tiempo

Realizado por: Jara, Natasha, 2023.

En la Ilustración 4-3 se observa que a medida que ocurre el proceso de fermentación se va equilibrando la gravedad específica, dando constancia que el proceso de fermentación está llegando a su fin.

#### 4.3.3. Balance de materia

Para realizar el balance general del proceso se reconocieron los componentes de la entrada y salida del proceso, para lo cual se toma como referencia la Ilustración 4-4.



**Ilustración 4-4.** Diagrama general de entrada y salida del proceso

Realizado por: Jara, Natasha, 2023.

El proceso general cuenta con una entrada y dos salidas, una salida representa el producto deseado, mientras que la biomasa es el residuo alimentario del proceso.

En la Tabla 4-6 se describen los componentes que ingresan al proceso, así como la fracción másica que representan en el flujo de entrada.

**Tabla 4-6.** Entrada del proceso de producción de hidromiel de mora.

<b>Entrada</b>			
<b>Componentes</b>	<b>Fracción másica</b>	<b>Peso</b>	<b>Unidad</b>
Mora	10,71046055	0,6	kg
Miel	22,31345948	1,25	kg
Agua	66,94037844	3,75	kg
Levadura	0,035701535	0,002	kg
<b>Total</b>	100	5,602	kg

Realizado por: Jara, Natasha, 2023.

En el proceso se obtuvo hidromiel y biomasa como residuo alimentario, en este caso la biomasa fueron los restos de la mora.

**Tabla 4-7.** Salida del proceso de producción de hidromiel de mora

<b>Salida</b>			
<b>Componentes</b>	<b>Fracción másica</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>
Hidromiel	93,75	5,25	kg
Biomasa	6,25	0,35	kg
Total	99,96429846	5,6	kg

Realizado por: Jara, Natasha, 2023.

Para el balance general se tiene:

$$\text{Entrada} = \text{Salida}$$

$$\text{mora} + \text{miel} + \text{agua} + \text{levadura} = \text{hidromiel de mora} + \text{biomasa}$$

$$0,6 \text{ kg} + 1,25 \text{ kg} + 3,75 \text{ kg} + 0,002 \text{ kg} = 5,25 \text{ kg} + 0,35 \text{ kg}$$

$$5,602 \text{ kg} = 5,6 \text{ kg}$$

La pérdida de materia durante el proceso se puede justificar debido al trasvase de la materia durante el proceso.

#### 4.3.4. Balance de energía

El balance de energía se realizó al proceso de calentamiento y mezcla de agua y miel, ya que el proceso de fermentación se produjo en un fermentador sin calentamiento, únicamente expuesto a las condiciones ambientales.

Para el balance de energía se identificaron las siguientes variables:

$$Q_e = Q_{abs} + U$$

**Tabla 4-8.** Parámetros de entrada de energía en el sistema

<b>Entrada</b>		
<b>Parámetro</b>	<b>Valor</b>	<b>Unidad</b>
Potencia	5000	W
Tiempo	300	s
Calor de entrada	1500	kJ

Realizado por: Jara, Natasha, 2023.

Para calcular el calor de entrada se tiene en cuenta la potencia y el tiempo que se demoró en llegar a la temperatura deseada que es de 38 °C, en este caso se demoró 5 minutos, por lo que se tuvo un calor de entrada de 1500 kJ.

**Tabla 4-9.** Calor absorbido.

<b>Absorbido</b>		
Agua	263,34	kJ
Miel	52,5	kJ
Calor absorbido	315,84	kJ

Realizado por: Jara, Natasha, 2023.

La absorción de calor se llevó a cabo por la materia prima que se mezcló y calentó, se calculó mediante la capacidad calórica de ambas sustancias.

**Tabla 4-10.** Energía interna

<b>Energía interna</b>		
Parámetro	Valor	Unidad de medida
Masa	4	kg
Capacidad calorífica	13,165	J/g°C
Variación de temperatura	21	°C
Energía interna	1105,86	kJ

Realizado por: Jara, Natasha, 2023.

La energía interna calculada fue de 1015,86 kJ, el balance de energía se resume reemplazando los datos en la ecuación:

$$1500 \text{ kJ} = 315,84 \text{ kJ} + 1105,86 \text{ kJ}$$

$$1500 \text{ kJ} = 1421 \text{ kJ}$$

Fue un sistema abierto por lo que existieron pérdidas de energía, en este caso existió una pérdida de calor de 78,3 kJ.

#### **4.4. Dimensionamiento**

##### **4.4.1. Dimensionamiento de la mesa de separación**

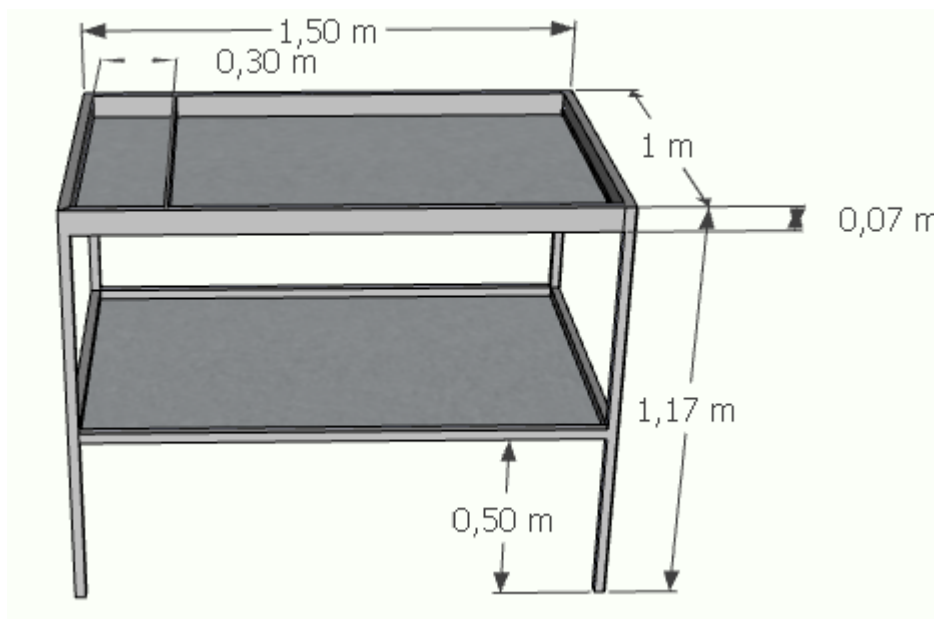
Para la mesa de separación se tuvieron únicamente las dimensiones presentadas en la siguiente tabla:

**Tabla 4-11.** Dimensiones de la mesa de separación

Parámetro	Valor	Unidad
Largo	1,5	m
Ancho	1	m
Altura	1,1	m
Barandilla de protección	0,07	m

Realizado por: Jara, Natasha, 2023.

Las dimensiones de la mesa de separación se pueden observar de mejor manera en la Ilustración 4-5.



**Ilustración 4-5.** Mesa de separación

Realizado por: Jara, Natasha, 2023.

#### 4.4.2. Dimensionamiento del tanque de mezcla

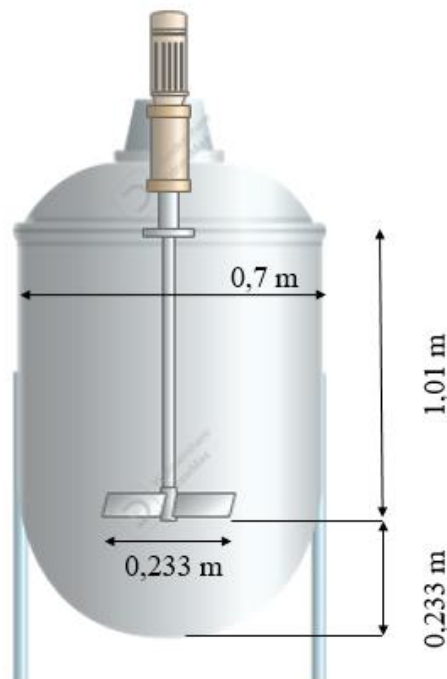
Aplicando las ecuaciones planteadas en el marco metodológico se obtuvieron los resultados presentados en la Tabla 4-12:

**Tabla 4-12.** Dimensiones del tanque de mezcla

Parámetro	Valor	Unidad de medida
Volumen total	480	l
Diámetro	0,7	m
Radio	0,35	m
Presión	5628	Kg/cm <sup>2</sup>
Altura total	1,36	m
Presión del diseño	0,26350899	MPa
Tracción del material	686	N/mm <sup>2</sup>
Tensión máxima	171,5	N/mm <sup>2</sup>
Ancho de las placas deflectoras	0,05833333	m
Diámetro de la chaqueta de calentamiento	1,12	m
Espesor	0,38387111	mm
Diámetro del agitador	0,23333333	m
Distancia entre el fondo y la paleta	0,23333333	m

Realizado por: Jara, Natasha, 2023.

La información presentada en la Tabla 4-12 se presenta visualmente en la Ilustración 4-6 donde se indican las medidas y su ubicación correspondiente en el tanque de mezcla.



**Ilustración 4-6.** Tanque de mezcla con dimensiones

Realizado por: Jara, Natasha, 2023.

#### 4.4.3. Dimensionamiento del fermentador

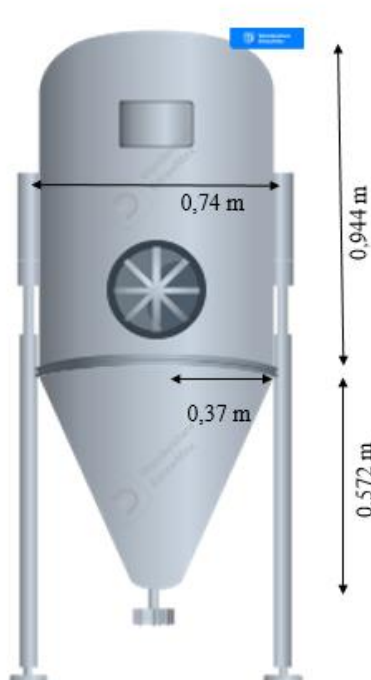
Aplicando las ecuaciones descritas en el marco metodológico para el dimensionamiento del fermentador se obtuvo los siguientes resultados.

**Tabla 4-13.** Dimensiones del fermentador

Parámetro	Valor	Unidad de medida
Volumen total	512,172	l
Diámetro	0,74	m
Radio	0,37	m
Presión	2471,8	Kg/cm <sup>2</sup>
Altura	1,51679311	m
Presión del diseño	0,225649735	MPa
Tracción del material	686	N/mm <sup>2</sup>
Tensión máxima	171,5	N/mm <sup>2</sup>
Espesor	0,347535815	mm

Realizado por: Jara, Natasha, 2023.

En la Ilustración 4-7 Fermentador con dimensiones. se observa las dimensiones requeridas para el fermentador.



**Ilustración 4-7** Fermentador con dimensiones.

Realizado por: Jara, Natasha, 2023.

#### 4.5. Pruebas físico-químicas del hidromiel

El contenido de alcohol de la muestra de hidromiel arrojó un valor de 15, pero este valor es un valor aparente por lo cual se debe corregir con la tabla de corrección de contenido de alcohol etílico a diferentes temperaturas que se encuentra en el ANEXO G, dando como resultado 15,2.

**Tabla 4-14.** Resultado de las pruebas físico-químicos del hidromiel

<b>Prueba</b>	<b>Unidad</b>	<b>Resultado</b>
Alcohol, fracción volumétrica	%	15,2
Azúcares totales	g/l	22,4
Densidad	g/l	0,91

Realizado por: Jara, Natasha, 2023.

El porcentaje de alcohol nos permite determinar si el hidromiel tiene los grados alcohólicos necesarios para su consumo, dentro de la norma INEN se considera apto para consumo a partir de los 15 grados alcohólicos por lo que el hidromiel de mora preparado cumple con este aspecto de la norma.

Mediante los azúcares totales es posible caracterizar el licor preparado, en este caso se obtuvo 22,4 g/L lo que indica que se obtuvo un licor seco.

#### 4.6. Inversión y precio de venta

##### 4.6.1. Inversión

La inversión se calculará con la base anterior impuesta de 400 l/mes.

##### 4.6.1.1. Maquinaria

La Tabla 4-15 presenta información detallada sobre el precio y la cantidad de equipos necesarios para la producción de hidromiel de mora. Al final de la tabla, se calcula el costo total de los equipos.



Se utilizarán equipos aptos para la industria alimentaria elaborados con acero inoxidable, se buscó información de equipos con características similares a los equipos dimensionados por lo que los datos que se muestran a continuación son un valor estimado, en el ANEXO H se indica la fuente de información de los precios.

**Tabla 4-15:** Costos de obtención de la maquinaria

<b>Equipo</b>	<b>Costo Unitario</b>	<b>Número de equipos</b>	<b>Costo total</b>
Bomba lobular de acero inoxidable	\$650,00	1	\$650,00
Tanque de mezcla	\$2.500,00	1	\$2.500,00
Bomba de trasiego	\$368,65	1	\$368,65
Mesa de separación	\$235,00	1	\$235,00
Fermentador	\$2.500,00	1	\$2.500,00
Filtro	\$3.000,00	1	\$3.000,00
Envasadora	\$11.405,00	1	\$11.405,00
<b>Total</b>			\$20.658,65

Realizado por: Jara, Natasha, 2023

#### **4.6.2. Costos directos de producción**

Dentro del costo de producción se tendrá en cuenta tanto los costos directos de fabricación, como los indirectos. Dentro de los costos directos se tiene en cuenta la materia prima y gastos energéticos, dentro de los indirectos se considerará el sanitizante y las botellas de envasado.

##### **4.6.2.1. Materia prima**

La base para el cálculo de la materia prima requerida es los 400 litros/mes, para lo cual se realizó una relación entre el costo de los 5,25 litros producidos en el presente estudio y los 400 litros deseados.

**Tabla 4-16.** Costos relacionados a la materia prima

Descripción	Cantidad de venta unitaria	Coste unitario	Cantidad total requerida (mensual)	Coste mensual
Mora	1 kg	\$2,20	45,7142857 kg	\$100,57
Miel	0,8 kg	\$6,50	95,2380952 kg	\$773,81
Agua	10 l	\$2,00	285,714286 l	\$57,14
Levadura	0,005 kg	\$3,50	0,15238095 kg	\$106,67
<b>Total</b>				<b>\$1.038,19</b>

Realizado por: Jara, Natasha, 2023.

#### 4.6.2.2. *Otros costos directos*

Se considerará el costo energético necesario para el funcionamiento del fermentador y el tanque de mezcla.

**Tabla 4-17.** Otros costos directos

Descripción	Costo unitario	Cantidad total requerida (mensual)	Coste mensual
Energía	\$0,09	33327,00 KW/h	\$2.666,16
<b>Total</b>			<b>\$5.036,78</b>

Realizado por: Jara, Natasha, 2023.

#### 4.6.3. *Costos indirectos de producción*

Para la producción se tendrá en cuenta costos que no están directamente relacionados a la producción.

**Tabla 4-18.** Costos indirectos de producción

Descripción	Cantidad unitaria de venta	Coste unitario	Cantidad total requerida (mensual)	Coste mensual
Sanitizante	1	\$ 5,35	51	\$ 26,75
Botellas	1	\$ 1,50	400	\$ 600,00
<b>Total</b>				<b>\$626,75</b>

Realizado por: Jara, Natasha, 2023.

#### 4.6.4. Depreciaciones

Es importante tener en cuenta la depreciación, ya que indica la disminución del valor de los activos fijos, en este caso la maquinaria requerida para el proceso a lo largo de su vida útil debido al desgaste.

**Tabla 4-19.** Depreciación de la maquinaria

Depreciación						
Descripción	Valor del activo	Número de unidades	Vida útil (años)	% Depreciación	Cargo por depreciación anual	Valor de depreciación total
Bomba lobular de acero inoxidable	\$650,00	1	10	10	\$65,00	\$65,00
Tanque de mezcla	\$2.500,00	1	20	5	\$125,00	\$125,00
Bomba de trasiego	\$368,65	1	10	10	\$36,87	\$73,73
Mesa de separación	\$235,00	1	10	10	\$23,50	\$23,50
Fermentador	\$2.500,00	1	20	5	\$125,00	\$125,00
Filtro	\$3.000,00	1	20	5	\$150,00	\$150,00
Envasadora	\$11.405,00	1	20	5	\$570,25	\$570,25
<b>Total</b>						<b>\$1.132,48</b>

Realizado por: Jara, Natasha, 2023.

#### 4.6.5. Precio

Para la determinación del precio se debe tomar en cuenta los costos fijos, variables y el margen de utilidad, para este último se utilizó un margen sugerido de 15%.

En el presente caso de estudio solo se dispone de costos fijos, por lo que la sumatoria de estos resulta en el costo total. Para calcular el precio de venta se utiliza la siguiente fórmula:

$$\text{Precio de venta} = \frac{\text{Costo total}}{(100\% - \text{Márgen de ganancia})} \quad \text{Ec. (4.2)}$$

**Tabla 4-20.** Resumen de costos

<b>Resumen de costos</b>		
<b>Costos</b>	<b>Mensual</b>	<b>Unitario</b>
Costos directos	\$3.704,35	\$9,26
Depreciaciones	\$94,37	\$0,25
Costos indirectos de fabricación	\$626,75	\$1,57
<b>Total</b>	<b>\$4.431,28</b>	<b>\$11,08</b>

Realizado por: Jara, Natasha, 2023.

Como resultado del análisis de costos se tiene que se requiere un total de \$4.431,28 al mes para la producción de 400 litros de hidromiel de mora, mientras que el costo unitario de producción es de \$11,08.

**Tabla 4-21.** Precio de venta

<b>Precio de venta</b>	
Costo de producción unitario	\$11,08
% Ganancia	15%
<b>Precio</b>	<b>\$13,03</b>

Realizado por: Jara, Natasha, 2023.

$$\text{Precio de venta} = \frac{11,08}{(100\% - 15\%)}$$

$$\text{Precio de venta} = \$ 13,03$$

El precio de venta al público se fija en \$13,03 esto basado en los costos de producción y en el porcentaje de ganancia requerido.

## **CAPÍTULO IV**

### **5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **5.1. Conclusiones**

- Se realizó la caracterización de la mora, obteniendo como resultado; 1,37 % de ácido cítrico; 9% de sólidos solubles y; 5,11 grados Brix /% ácido cítrico, todos estos valores se encuentran dentro de los límites de consumo establecidos en la norma INEN 2427 comprobando el cumplimiento de la misma.
- Se efectuaron los cálculos de ingeniería requeridos para el dimensionamiento del proceso de elaboración de hidromiel de mora, realizando la formulación para los 400 litros solicitados por la empresa y realizando el dimensionamiento de los equipos requeridos para el proceso.
- Se estimó el precio de venta al público mediante los costos totales y el porcentaje de utilidad solicitado siendo de \$13,03 por litro, teniendo en cuenta el precio de bebidas alcohólicas comercializadas en la actualidad se considera un precio accesible al público.

#### **5.2. Recomendaciones**

- Se recomienda realizar mantenimiento continuo a los equipos para evitar posibles fallos durante la realización del proceso de producción.
- Se recomienda la sanitización en la producción de cada lote para garantizar un producto de calidad y evitar que posibles microorganismos contaminantes o patógenos puedan afectar el proceso.
- Se recomienda realizar un monitoreo constante durante la producción de hidromiel de mora para asegurarse que el proceso se realice, corroborando la transformación de azúcares en alcohol.

## **BIBLIOGRAFÍA**

- AGENCIA SANTAFESINA DE SEGURIDAD ALIMENTARIA**, 2010. Grado Alcohólico En Vinos. [en línea]. S.l.: Disponible en: <https://www.assal.gov.ar/assa/documentacion/>.
- ALCÁZAR, E.**, *Capacidades Fermentativas y Generación de Volátiles de Cepas de Levadura Aisladas en Diferentes Estados Productores de Mezcal 1*. S.l.: 2011. s.n.
- ANDREEA, G.**, Drojdia de bere: beneficii si proprietati. [en línea]. 2014. Disponible en: [https://www.divahair.ro/diete\\_si\\_slabire/ghid\\_de\\_alimentatie/drojdia\\_de\\_bere:\\_beneficii\\_si\\_proprietati](https://www.divahair.ro/diete_si_slabire/ghid_de_alimentatie/drojdia_de_bere:_beneficii_si_proprietati).
- BURBANO, A. y CEPEDA, B.**, *Estrategias de Marketing para el producto Bee Happy Sweet Honey & Nuts de la empresa COAPIHELEC S.A. en la ciudad de Guayaquil*. S.l.: 2019. s.n.
- CAJAS, J.**, *EFFECTO DE TRES DILUCIONES Y DOS TIPOS DE LEVADURAS SOBRE LOS PARÁMETROS SENSORIALES , FISICOQUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS EN LA ELABORACIÓN DE HIDROMIEL*. S.l.: 2019. s.n.
- CALO, J.**, *DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN TANQUE DIDÁCTICO CON AGITADOR DE DOBLE CAMISA Y SERPENTÍN PARA EL LABORATORIO DE TRANSFERENCIA DE CALOR DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA TANQUE DE DOBLE CAMISA TRABAJO*. S.l.: 2022. s.n.
- CARRETERO, F.**, *INNOVACIÓN TECNOLÓGICA EN LA INDUSTRIA DE BEBIDAS*. S.l.: 2006. s.n.
- CHITARRINI, G., DEBIASI, L., STU, M., UEBEREGGER, E., ZEHETNER, E., JAEGER, H., ROBATSCHER, P. y CONTERNO, L.**, Volatile Profile of Mead Fermenting Blossom Honey and Honeydew Honey with or without Ribes nigrum. *Molecules*, vol. 25, 2020. DOI 10.3390/molecules25081818.
- CONSTANTE, G.**, *DETERMINACIÓN DE LA OSMOTOLERANCIA DE NUEVE CEPAS DE LEVADURAS AISLADAS DE FRUTOS DE MORA PARA LA APLICACIÓN INDUSTRIAL EN PROCESOS DE FERMENTACIÓN ALCOHÓLICA*. S.l.: 2015. s.n.
- DELGADO, F.**, *Manejo orgánico del cultivo de mora (Rubus sp.)*. S.l.: 2012. s.n.
- DIMITRUK, C.**, Productores apuestan a la hidromiel y multiplican la rentabilidad. [en línea]. 2017. Disponible en: <https://www.agritotal.com/nota/28563-productores-apuestan-a-la-hidromiel-y-multiplican-la-rentabilidad/>.
- EL CORTIJUELO SAN BENITO**, Miel Cruda y Pura. [en línea]. 2018. Disponible en:

<https://aceitecsb.com/es/miel-cruda-y-pura/>.

**GOOGLE EARTH, VINOS CAMELIER.** [en línea]. 2023. Disponible en: <https://earth.google.com/web/search/Caracas+%26+Avenida+Edelberto+Bonilla+Oleas,+Riobamba/@-1.68599138,-78.63055113,2734.61615776a,1064.13309396d,35y,-10.56993495h,0.20078795t,360r/data=Cp4BGnQSbgolMHg5MWQzYtliNjlkYmM1MDhkOjB4ODc3Mjc4ZTJiN2Q3NzFhORkNH2wMl>.

**GUPTA, J.K. y SHARMA, R.,** Review Paper Production technology and quality characteristics of mead and fruit-honey wines : A review Technology of mead. *Natural Product Radiance*, vol. 8, no. 4, 2009.

**GUTIERREZ, D.,** *RELACIÓN ESTADÍSTICA DE LAS PROPIEDADES QUÍMICAS, FÍSICAS Y MICROBIOLÓGICAS DE TRES MUESTRAS DE MIELES (Apis mellifera. L.) COMERCIALES, DISTRIBUIDAS EN SUPERMERCADOS DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO.* S.l.: 2016. UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA SEDE QUITO.

**HERRERA, J., LEÓN, L., TORRES, Y., CANO, N., HERRERA, A. y CUENCA, M.,** Evaluation and selection of commercial yeast for the alcohol fermentation process of mead. *Publicaciones e Investigación. Bogotá - Colombia*, vol. 13, no. 2, 2019.

**HUMAN FACTORS AND ERGONOMICS SOCIETY,** 2007. ANSI/HFES 100-2007: American National Standard for Human Factors Engineering of Computer Workstations.

**IGLESIAS, A., PASCOAL, A., CHOUPINA, A.B., CARVALHO, C.A., FEÁS, X. y ESTEVINHO, L.M.,** Developments in the Fermentation Process and Quality Improvement Strategies for Mead Production. *Molecules*, vol. 19, 2014. DOI 10.3390/molecules190812577.

**INEN,** NTE INEN 380. , 1985.

**INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN,** 2013. NTE INEN-ISO 750:2013.

**ISTOCK,** Las diferentes propiedades de la miel pura. [en línea]. 2016. Disponible en: [https://www.clarin.com/img/2016/04/14/ByXgGZ54g\\_1256x620.jpg](https://www.clarin.com/img/2016/04/14/ByXgGZ54g_1256x620.jpg).

**IZA, M.,** *Diferenciación morfoagronómica de seis cultivares de mora (Rubus glaucus Benth) en el valle de Tumbaco.* S.l.: 2018. s.n.

**LÓPEZ, J. y GOMEZ, R.,** *TECNOLOGIA PARA LA PRODUCCION DE FRUTALES DE CLIMA FRIO MODERADO COMPILACION.* S.l.: 2008. s.n.

**MAKWANA, M. y HATI, S.,** *Fermented Beverages and Their Health Benefits* [en línea]. S.l.:



Elsevier Inc. 2019. ISBN 9780128152713. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-815271-3.00001-4>.

**MARTÍNEZ, P.**, *Diseño de un tanque mezclador con sistema de calentamiento para la producción de protectores solares*. S.l.: 2004. s.n.

**MILOŠEVIĆ, T., MILOŠEVIĆ, N., GLIŠIĆ, I. y MLADENOVIĆ, J.**, Fruit quality attributes of blackberry grown under limited environmental conditions. , vol. 58, no. 7, 2012.

**MINISTERIO DE PRODUCCIÓN COMERCIO EXTERIOR INVERSIONES Y PESCA – ECUADOR**, 2022. Boletín Productivo Zona 6. *Boletín Productivo Zona 6*. S.l.:

**MINISTERIO DE SANIDAD Y CENTRO DE PUBLICACIONES**, 2007. INFORME SOBRE ALCOHOL. . S.l.:

**NIETO, H.**, *Evaluación de las condiciones de la fermentación alcohólica utilizando Saccharomyces cerevisiae y jugo de caña de azúcar como sustrato para obtener etanol* . S.l.: 2009. s.n.

**PEREIRA, A., OLIVEIRA, J., MENDES-FERREIRA, A., ESTEVINHO, L. y MENDES-FAIA, A.**, Mead and Other Fermented Beverages. , 2017. DOI <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-63666-9.00014-5>.

**PEREIRA, A.P., MENDES-FERREIRA, A., ESTEVINHO, L.M. y MENDES-FAIA, A.**, Improvement of mead fermentation by honey-must supplementation. *Institute of Brewing & Distilling*, vol. 121, no. June, 2015. DOI 10.1002/jib.239.

**RAMALHOSA, E., GOMES, T., PEREIRA, P., DIAS, T. y ESTEVINHO, M.**, Mead Production: Tradition Versus Modernity. *Advances in Food and Nutrition Research* [en línea], 1. vol. 63, 2011. ISSN 1043-4526. DOI 10.1016/B978-0-12-384927-4.00004-X. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-12-384927-4.00004-X>.

**REINOSO, P.**, *Diseño de una Bebida Alcohólica Fermentada a Base de Miel*. S.l.: 2017. s.n.

**SALCEDO, D.**, *Evaluación de características botánicas morfológicas y físico-químicas, y el contenido de polifenoles y vitamina C de cuatro cultivares de mora (Rubus glaucus) para determinar su estabilidad durante el período de cosecha*. S.l.: 2019. s.n.

**SERVICIO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN**, 2016. NORMA TÉCNICA ECUATORIANA NTE INEN 2427 FRUTAS FRESCAS. MORA. REQUISITOS.

**TRIDGE**, No Title. [en línea]. 2023. Disponible en: <https://www.tridge.com/es/intelligences/e/production>.

**VIDRIH, R. y HRIBAR, J.**, Mead : The Oldest Alcoholic Beverage The Importance of Honey in the Past. , 2016. DOI 10.1007/978-1-4899-7648-2.

**VILLARROEL, V.**, *EVALUACIÓN NUTRITIVA Y NUTRACEÚTICA DE LA MORA DE CASTILLA (Rubus glaucus) DESHIDRATADA A TRES POTENCIAS POR EL MÉTODO DE MICROONDAS*. S.l.: 2009. s.n.

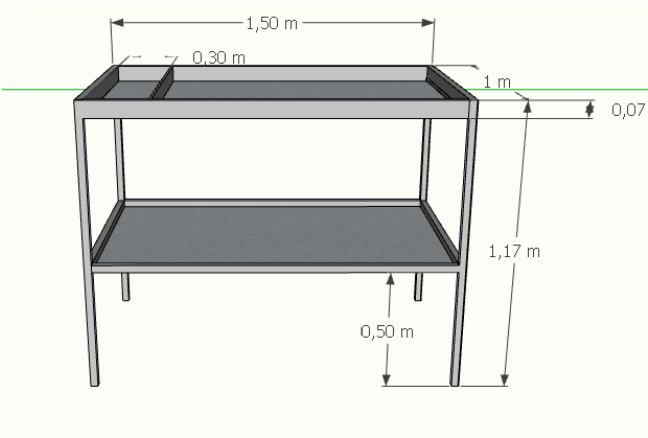
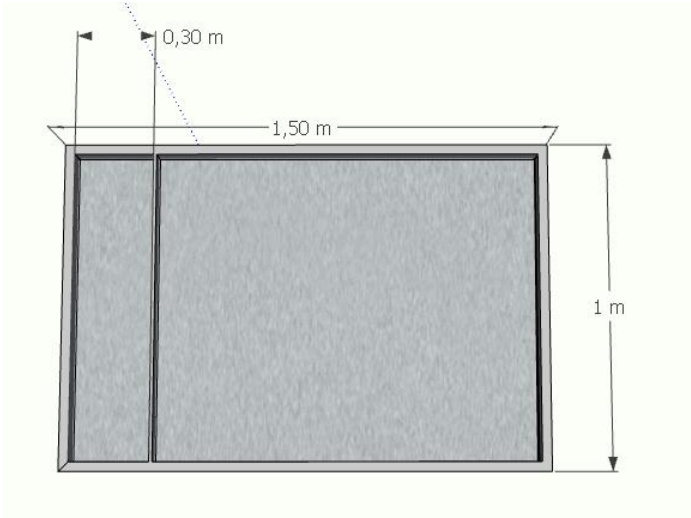
**WAKE, M.**, Mead, ancient drink of Vikings, now made and sold in Huntsville. [en línea]. 2021. Disponible en: <https://www.al.com/business/2021/11/mead-ancient-drink-of-vikings-now-made-and-sold-in-huntsville.html>.

## ANEXOS

### ANEXO A. EFICIENCIA DE JUNTA PARA UNIONES SOLDADAS

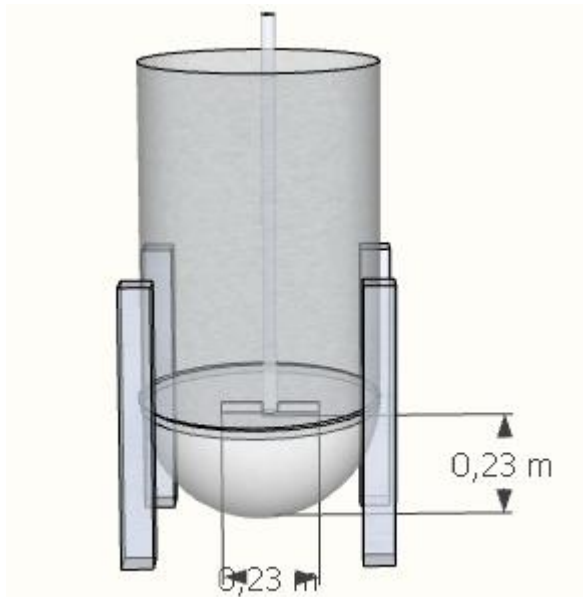
Tipo N°	Descripción	Limitaciones	Categoría	Radiografiado		
				(a) Total	(b) Parcial	(c) Nada
1	Juntas a tope de doble arco de soldadura, (con depósito de material en las superficies interna y externa) u otros medios que provean igual calidad en el interior y en el exterior de la superficie soldada para cumplir con los requerimientos de UW-35. Las juntas que usan topes metálicos que quedan adheridos están excluidas.	Ninguna	A, B, C y D	1,0	0,85	0,70
2	Juntas a tope de simple arco de soldadura, con respaldo, diferentes de las incluidas en 1.	(a) Ninguna excepto las mencionadas en (b) a continuación.	A, B, C y D	0,9	0,80	0,65
		(b) Uniones a tope circunferenciales con una placa desplazada respecto de la otra; ver UW-13(b)(4) y Figura 10, tipo 2 parte inferior.	A, B y C	0,9	0,80	0,65
3	Juntas a tope de simple arco de soldadura, sin respaldo.	Uniones circunferenciales a tope de espesor no mayor a 3/4" (16 mm) y de diámetro exterior no mayor a 24" (610mm).	A, B y C	NA	NA	0,60
4	Juntas a filete completas de doble solape.	(a) Soldaduras longitudinales de espesor no superior a 3/4" (16 mm).	A	NA	NA	0,55
		(b) Soldaduras circunferenciales de espesor no superior a 3/4" (16 mm).	B y C	NA	NA	0,55
5	Juntas a filete completas de simple solape con soldaduras tipo enchufada (plug weld) de acuerdo a UW-17.	(a) Soldaduras circunferenciales para cabezales de no más de 24" (610 mm) de diámetro exterior y no más de 1/2" (13 mm) de espesor.	B	NA	NA	0,50
		(b) Uniones circunferenciales para fijar cabezales <i>enchufados</i> de espesor nominal no mayor a 3/4" (16 mm) donde la distancia desde el centro de la soldadura tipo <i>enchufada</i> al extremo de la placa no es menor a 1,5 veces el diámetro del agujero para el encañisado (ver Figura 10, Tipo 5).	C	NA	NA	0,50
6	Juntas a filete completas de simple solape no enchufadas (sin plug welds).	Para fijar cabezales con presión del lado convexo a cuerpos cilíndricos que no requieren espesores superiores a 3/4" (16 mm), utilizando junta a filete sólo en el interior del cuerpo cilíndrico.	A y B	NA	NA	0,45
		Para fijar cabezales con presión exterior o interior a cuerpos cilíndricos de diámetro interior no mayor a 24" (610 mm) y que no requieren espesores superiores a 1/2" (6 mm), utilizando únicamente soldadura a filete en la parte exterior de la brida.	A y B	NA	NA	0,45
7	Juntas de esquina, penetración total, penetración parcial, y/o soldadura a filete.	Limitaciones dadas en la Figura UW-13.2 y en la Figura UW-16.1.	C y D	NA	NA	NA
8	Juntas en ángulo.	Cumplir U-2(g) para uniones Categoría B y C.	B, C y D	NA	NA	NA

**ANEXO B. MESA DE SEPARACIÓN**

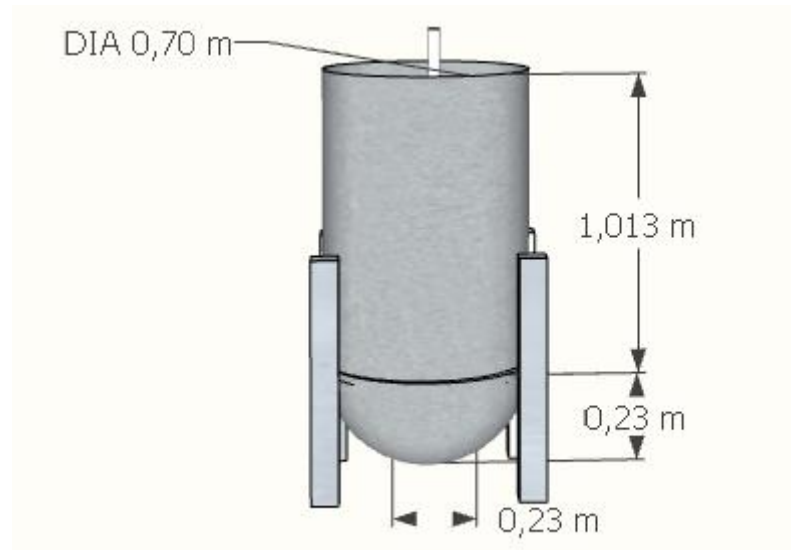


<p><b>MATERIAL</b> ACERO INOXIDABLE AISI 316 L</p>	<p><b>CATEGORÍA DEL DIAGRAMA</b></p>		<p><b>ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO</b> <b>FACULTAD DE CIENCIAS</b></p> <p><b>ELABORADO POR:</b> <b>JARA GAIBOR KARINA NATASHA</b></p>	<p><b>TÍTULO</b> MESA DE SEPARACIÓN</p>		
<p>a) Vista superior de la mesa b) Vista frontal de la mesa</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="radio"/> Aprobado</li> <li><input type="radio"/> Certificado</li> <li><input checked="" type="bullet"/> Información</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="radio"/> Preliminar</li> <li><input type="radio"/> Por aprobar</li> <li><input type="radio"/> Aprobado</li> </ul>	<p><b>LÁMINA</b></p>	<p><b>ESCALA</b></p>	<p><b>FECHA</b></p>	
			<p>1</p>	<p>1:1</p>	<p>2023-08-01</p>	

**ANEXO C. TANQUE DE MEZCLA**



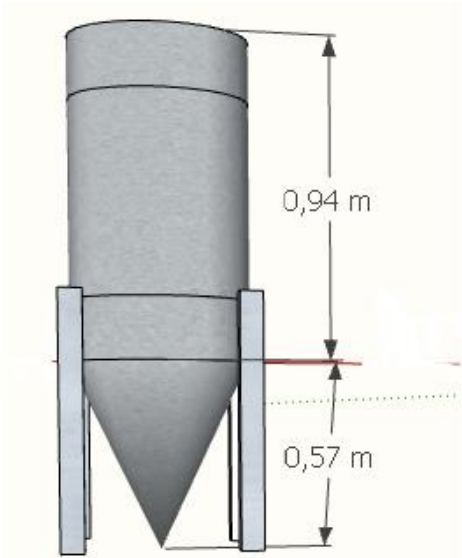
c)



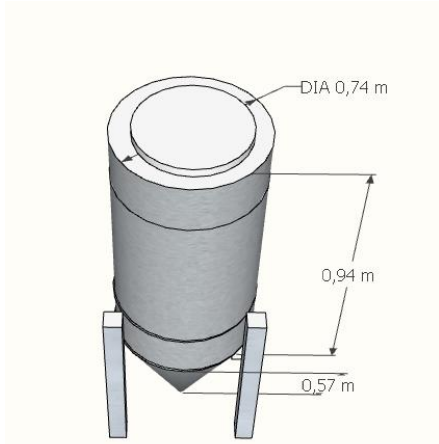
d)

<p><b>MATERIAL</b> ACERO INOXIDABLE AISI 316 L</p>	<p><b>CATEGORÍA DEL DIAGRAMA</b></p>		<p><b>ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO FACULTAD DE CIENCIAS</b></p>	<p><b>TÍTULO</b> TANQUE DE MEZCLA</p>		
<p>c) Dimensiones de la paleta respecto al tanque de mezcla d) Dimensiones del tanque de mezcla</p>	<p><input type="radio"/> Aprobado <input type="radio"/> Certificado <input checked="" type="radio"/> Información</p>	<p><input type="radio"/> Preliminar <input type="radio"/> Por aprobar <input type="radio"/> Aprobado</p>	<p><b>ELABORADO POR:</b> <b>JARA GAIBOR KARINA NATASHA</b></p>	<p><b>LÁMINA</b></p>	<p><b>ESCALA</b></p>	<p><b>FECHA</b></p>
				<p>1</p>	<p>1:1</p>	<p>2023-08-01</p>

**ANEXO D. FERMENTADOR**



e)



f)

<p><b>MATERIAL</b> ACERO INOXIDABLE AISI 316 L</p>		<p><b>CATEGORÍA DEL DIAGRAMA</b></p>		<p><b>ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO</b> <b>FACULTAD DE CIENCIAS</b></p>		<p><b>TÍTULO</b> TANQUE DE MEZCLA</p>		
<p>e) Vista frontal del fermentador</p>		<p>○ Aprobado ○ Certificado ● Información</p>	<p>○ Preliminar ○ Por aprobar ○ Aprobado</p>	<p><b>ELABORADO POR:</b> <b>JARA GAIBOR KARINA NATASHA</b></p>		<b>LÁMINA</b>	<b>ESCALA</b>	<b>FECHA</b>
<p>f) Vista superior del fermentador</p>				1	1:1	2023-08-01		

## ANEXO E. PRESIÓN DE AGUA SOBREALENTADA A DIFERENTES TEMPERATURAS

Temp., $T$ °C	Pres. sat., $P_{sat}$ kPa	Volumen específico, $m^3/kg$		Energía interna, kJ/kg			Entalpía kJ/kg			Entropía kJ/kg · K		
		Liq. sat., $v_f$	Vap. sat., $v_g$	Liq. sat., $u_f$	Evap., $u_{fg}$	Vap. sat., $u_g$	Liq. sat., $h_f$	Evap., $h_{fg}$	Vap. sat., $h_g$	Liq. sat., $s_f$	Evap., $s_{fg}$	Vap. sat., $s_g$
0.01	0.6113	0.001000	206.14	0.0	2 375.3	2 375.3	0.01	2 501.3	2 501.4	0.000	9.1562	9.1562
5	0.8721	0.001000	147.12	20.97	2 361.3	2 382.3	20.98	2 489.6	2 510.6	0.0761	8.9496	9.0257
10	1.2276	0.001000	106.38	42.00	2 347.2	2 389.2	42.01	2 477.7	2 519.8	0.1510	8.7498	8.9008
15	1.7051	0.001001	77.93	62.99	2 333.1	2 396.1	62.99	2 465.9	2 528.9	0.2245	8.5569	8.7814
20	2.339	0.001002	57.79	83.95	2 319.0	2 402.9	83.96	2 454.1	2 538.1	0.2966	8.3706	8.6672
25	3.169	0.001003	43.36	104.88	2 304.9	2 409.8	104.89	2 442.3	2 547.2	0.3674	8.1905	8.5580
30	4.246	0.001004	32.89	125.78	2 290.8	2 416.6	125.79	2 430.5	2 556.3	0.4369	8.0164	8.4533
35	5.628	0.001006	25.22	146.67	2 276.7	2 423.4	146.68	2 418.6	2 565.3	0.5053	7.8478	8.3531
40	7.384	0.001008	19.52	167.56	2 262.6	2 430.1	167.57	2 406.7	2 574.3	0.5725	7.6845	8.2570
45	9.593	0.001010	15.26	188.44	2 248.4	2 436.8	188.45	2 394.8	2 583.2	0.6387	7.5261	8.1648
50	12.349	0.001012	12.03	209.32	2 234.2	2 443.5	209.33	2 382.7	2 592.1	0.7038	7.3725	8.0763
55	15.758	0.001015	9.568	230.21	2 219.9	2 450.1	230.23	2 370.7	2 600.9	0.7679	7.2234	7.9913
60	19.940	0.001017	7.671	251.11	2 205.5	2 456.6	251.13	2 358.5	2 609.6	0.8312	7.0784	7.9096
65	25.03	0.001020	6.197	272.02	2 191.1	2 463.1	272.06	2 346.2	2 618.3	0.8935	6.9375	7.8310
70	31.19	0.001023	5.042	292.95	2 176.6	2 469.6	292.98	2 333.8	2 626.8	0.9549	6.8004	7.7553
75	38.58	0.001026	4.131	313.90	2 162.0	2 475.9	313.93	2 321.4	2 635.3	1.0155	6.6669	7.6824
80	47.39	0.001029	3.407	334.86	2 147.4	2 482.2	334.91	2 308.8	2 643.7	1.0753	6.5369	7.6122
85	57.83	0.001033	2.828	355.84	2 132.6	2 488.4	355.90	2 296.0	2 651.9	1.1343	6.4102	7.5445
90	70.14	0.001036	2.361	376.85	2 117.7	2 494.5	376.92	2 283.2	2 660.1	1.1925	6.2866	7.4791
95	84.55	0.001040	1.982	397.88	2 102.7	2 500.6	397.96	2 270.2	2 668.1	1.2500	6.1659	7.4159

**ANEXO F. CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS DE LOS ACEROS AISI**

<b>Características Mecánicas</b>				
<b>AISI</b>	<b>Resistencia a la Tracción</b>	<b>Límite Elástico</b>	<b>Dureza</b>	
	<b>Kg/mm<sup>2</sup></b>	<b>Kg/mm<sup>2</sup></b>	<b>H R<sub>b</sub> Máx.</b>	<b>Brinell Máx.</b>
201	70-80	30	95	201
301	52-75	21	88	185
302	52-70	21	88	183
302 B	55-75	21	88	183
303	52-70	21	90	180
304	50-70	21	88	183
304 L	50-65	18	88	183
304 H	75	30	92	183
304 LN	75	30	92	202
305	50-70	20	88	183
308	50-70	21	88	183
309	50-75	25	95	217
309 S	50-75	25	95	217
310	50-75	25	95	217
310 S	50-75	25	95	217
314	50-75	25	95	217
316	50-75	21	95	217
316 L	50-70	18	95	217
316 N	80	35	95	217
316 LN	75	30	95	217
316 Ti	50-78	25	95	217
317	55-75	25	90	217
317 L	80	35	95	217
321	55-75	25	88	183
321 H	75	30	95	217
347	55-75	25	92	201
348	55-75	25	92	201
403-410 S	45-60	24	90	183
405	42-53	25	88	183
410	45-88	30	95	217
416	45-74	24	98	215
420	55-77	33	95	220
430	45-62	25	90	185
430 F	45-63	25	-	185
431	84-92	65	-	270
440 A	65-80	30	95	-
440 B	75-85	40	-	-
446	52-60	31	90	185




**ANEXO G. TABLA DE CORRECCIÓN DE CONTENIDO DE ALCOHOL ETÍLICO A DIFERENTES TEMPERATURAS.**

Temperatura °C	Contenido aparente de alcohol etílico																								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
	Contenido real de alcohol etílico a 20 °C																								
10	1,8	2,9	3,9	4,9	6,0	7,1	8,1	9,2	10,3	11,4	12,6	13,7	14,9	16,0	17,2	18,4	19,6	20,8	22,0	23,1	24,3	25,5	26,6	27,7	28,8
11	1,8	2,8	3,8	4,9	5,9	7,0	8,1	9,1	10,2	11,3	12,4	13,6	14,7	15,9	17,0	18,2	19,3	20,5	21,7	22,8	24,0	25,1	26,2	27,3	28,4
12	1,7	2,7	3,6	4,8	5,9	6,9	8,0	9,0	10,1	11,2	12,3	13,4	14,5	15,7	16,6	17,9	19,1	20,2	21,4	22,5	23,6	24,7	25,8	26,9	28,0
13	1,7	2,7	3,7	4,7	5,8	6,8	7,9	8,9	10,0	11,1	12,2	13,3	14,0	15,5	16,6	19,7	18,8	19,9	21,1	22,2	23,3	24,4	25,5	26,6	27,6
14	1,6	2,6	3,6	4,7	5,7	6,7	7,8	8,8	9,9	11,0	12,0	13,1	14,2	15,3	16,4	17,5	18,6	19,7	20,0	21,9	23,0	24,0	25,1	26,2	27,2
15	1,5	2,5	3,5	4,6	5,6	6,6	7,7	8,7	9,8	10,8	11,9	12,9	14,0	15,1	16,2	17,2	18,3	19,4	20,5	21,6	22,6	23,7	24,8	25,8	26,9
16	1,4	2,4	3,5	4,5	5,5	6,5	7,6	8,6	9,6	10,7	11,7	12,8	13,8	14,9	15,9	17,0	18,1	19,1	20,2	21,2	22,3	23,4	24,4	25,4	26,5
17	1,3	2,3	3,4	4,4	5,4	6,4	7,4	8,4	9,5	10,5	11,5	12,6	13,6	14,7	15,7	16,7	17,8	18,8	19,9	20,9	22,0	23,0	24,1	25,1	26,1
18	1,2	2,2	3,2	4,3	5,3	6,3	7,3	8,3	9,3	10,3	11,4	12,4	13,4	14,4	15,5	16,5	17,5	18,6	19,6	20,6	21,6	22,7	23,7	24,7	25,7
19	1,1	2,1	3,1	4,1	5,1	6,1	7,1	8,2	9,2	10,2	11,2	12,2	13,2	14,2	15,2	16,3	17,3	18,3	19,3	20,3	21,3	22,3	23,3	24,4	25,4
20	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0	9,0	10,0	11,0	12,0	13,0	14,0	15,0	16,0	17,0	18,0	19,0	20,0	21,0	22,0	23,0	24,0	25,0
21	0,9	1,9	2,9	3,9	4,9	5,9	6,6	7,8	8,8	9,8	10,8	11,8	12,8	13,8	14,8	15,7	16,7	17,7	18,7	19,7	20,7	21,7	22,7	23,6	24,6
22	0,7	1,7	2,7	3,7	4,7	5,7	6,7	7,7	8,7	9,6	10,6	11,6	12,6	13,5	14,5	15,5	16,5	17,4	18,4	19,4	20,4	21,3	22,3	23,3	24,3
23	0,6	1,6	2,6	3,6	4,6	5,5	6,5	7,5	8,5	9,4	10,4	11,4	12,3	13,3	14,3	15,2	16,2	17,2	18,1	19,1	20,0	21,0	22,0	22,9	23,9
24	0,5	1,5	2,4	3,4	4,4	5,4	6,3	7,3	8,3	9,2	10,2	11,2	12,1	13,1	14,0	15,0	15,9	16,9	17,8	18,8	19,7	20,7	21,6	22,6	23,6
25	0,3	1,3	2,3	3,3	4,2	5,2	6,2	7,1	8,1	9,0	10,0	10,9	11,9	12,8	13,8	14,7	15,6	16,6	17,5	18,5	19,4	20,3	21,3	22,2	23,2
26	0,2	1,1	2,1	3,1	4,1	5,0	6,0	6,9	7,9	8,8	9,8	10,7	11,7	12,6	13,5	14,4	15,4	16,3	17,2	18,1	19,1	20,0	20,9	21,9	22,8
27		1,0	1,9	2,9	3,9	4,8	5,8	6,7	7,7	8,6	9,6	10,5	11,4	12,3	13,3	14,2	15,1	16,0	16,9	17,8	18,8	19,7	20,6	21,5	22,5
28		0,8	1,8	2,7	3,7	4,6	5,6	6,5	7,5	8,4	9,3	10,3	11,2	12,1	13,0	13,9	14,8	15,7	16,6	17,5	18,4	19,3	20,3	21,2	22,1
29		0,6	1,6	2,5	3,5	4,4	5,4	6,3	7,3	8,2	9,1	10,0	10,9	11,8	12,7	13,6	14,5	15,4	16,3	17,2	18,1	19	19,9	20,8	21,8
30		0,5	1,4	2,4	3,3	4,2	5,2	6,1	7,0	8,0	8,9	9,8	10,7	11,6	12,5	13,4	14,2	15,1	16,0	16,9	17,8	18,7	19,6	20,5	21,4

**ANEXO H. PRECIO Y FUENTE DE OBTENCIÓN DE MAQUINARIA**

Descripción	Precio	Fuente	Imagen
Bomba lobular de acero inoxidable	\$650,00	Alibaba	
Tanque de mezcla	\$2.500,00	Alibaba	
Bomba de trasiego	\$368,65	Manutan	
Mesa de separación	\$235,00	Mercado libre	
Fermentador	\$2.500,00	Alibaba	
Filtro	\$3.000,00	Alibaba	

Envasadora	\$11.405,00	Alibaba	
------------	-------------	---------	---



epoch

Dirección de Bibliotecas y  
Recursos del Aprendizaje

UNIDAD DE PROCESOS TÉCNICOS Y ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO Y  
DOCUMENTAL

REVISIÓN DE NORMAS TÉCNICAS, RESUMEN Y BIBLIOGRAFÍA

Fecha de entrega: 22 / 01 / 2024

<b>INFORMACIÓN DEL AUTOR/A (S)</b>
<b>Nombres – Apellidos:</b> Karina Natasha Jara Gaibor
<b>INFORMACIÓN INSTITUCIONAL</b>
<b>Facultad:</b> Ciencias
<b>Carrera:</b> Ingeniería Química
<b>Título a optar:</b> Ingeniera Química
<b>f. Analista de Biblioteca responsable:</b> Ing. Rafael Inty Salto Hidalgo



2086-DBRA-UPT-2023