



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**

**FACULTAD DE CIENCIAS**

**CARRERA INGENIERIA EN BIOTECNOLOGÍA AMBIENTAL**

**SIMULACIÓN Y APROVECHAMIENTO DE LA PLACENTA DEL  
CACAO CCN51 (RAMILLA) PARA LA OBTENCIÓN DE NÉCTAR  
DE CACAO**

Trabajo de Titulación

Tipo: Proyecto Técnico

Presentado para optar al grado académico de:

**INGENIERO EN BIOTECNOLOGÍA AMBIENTAL**

**AUTOR:** CARLOS JAVIER BARRIONUEVO CASTRO

**DIRECTOR:** Dr. FAUSTO MANOLO YAULEMA GARCÉS, PhD.

Riobamba – Ecuador

2023

© 2022, Carlos Javier Barrionuevo Castro

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

Yo, CARLOS JAVIER BARRIONUEVO, declaro que el presente Trabajo de Titulación es de mi autoría y los resultados de este son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

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

Riobamba, 30 de marzo de 2023






**Carlos Javier Barrionuevo Castro**

**C.I. 171765020-2**

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS**  
**CARRERA INGENIERÍA EN BIOTECNOLOGÍA AMBIENTAL**

El Tribunal del Trabajo de Titulación certifica que: El Trabajo de Titulación; tipo: Proyecto Técnico. **SIMULACIÓN Y APROVECHAMIENTO DE LA PLACENTA DEL CACAO CCN51 (RAMILLA) PARA LA OBTENCIÓN DE NECTAR DE CACAO** realizado por el señor: **CARLOS JAVIER BARRIONUEVO CASTRO**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del Trabajo de Titulación, 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. Johanna Elizabeth Ayala Izurieta, Mgs.<br><b>PRESIDENTE DEL TRIBUNAL</b>      | <br>_____   | 2023-03-30   |
| Dr. Fausto Manolo Yaulema Garcés, PhD.<br><b>DIRECTOR DE TRABAJO DE TITULACIÓN</b> | <br>_____ | 2023-03-30   |
| Ing. Juan Carlos González García, PhD.<br><b>ASESOR DE TRABAJO DE TITULACIÓN</b>   | <br>_____ | 2023-03-30   |

## **DEDICATORIA**

El presente trabajo se lo dedico a mi amorosa madre Catalina Castro, ella una mujer del tiempo donde todavía existía la inocencia y se amaba de verdad, ella que en su andar nunca se rindió y siguió adelante; no sé, no sé cómo lo hace, pero sigue aquí con vida alado mío y siempre la amaré por que con solo ver su silueta en la frontera de la realidad me da valor para poder continuar en mi realidad, disputando batallas enteras con solo recordarla a ella. Muchas gracias, hermana por tus consejos y tu apoyo, gracias también a mis sobrinos que son el motivo de muchas sonrisas y alegría.

Carlos

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios y a mi familia.

Carlos

## ÍNDICE DE CONTENIDO

|                              |      |
|------------------------------|------|
| ÍNDICE DE TABLAS.....        | xi   |
| ÍNDICE DE ILUSTRACIONES..... | xii  |
| ÍNDICE DE ANEXOS.....        | xiii |
| RESUMEN.....                 | xiv  |
| SUMMARY.....                 | xv   |

### CAPÍTULO I

|        |                                    |   |
|--------|------------------------------------|---|
| 1.     | DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA.....      | 1 |
| 1.1.   | Planteamiento del problema.....    | 1 |
| 1.2.   | Formulación del problemas.....     | 1 |
| 1.3.   | Justificación.....                 | 1 |
| 1.4.   | Objetivos.....                     | 2 |
| 1.4.1. | <i>Objetivo general</i> .....      | 2 |
| 1.4.2. | <i>Objetivos específicos</i> ..... | 2 |

### CAPÍTULO II

|          |  |   |
|----------|--|---|
| 2.       | MARCO TEÓRICO.....   | 3 |
| 2.1.     | Referencias teóricas.....  | 3 |
| 2.1.1.   | <i>Clasificación botánica</i> .....                                    | 3 |
| 2.1.1.1. | <i>Origen</i> .....  | 3 |
| 2.1.1.2. | <i>Clasificación taxonómica del cacao</i> .....                        | 3 |
| 2.1.2.   | <i>Factores ambientales para su desarrollo</i> .....                   | 4 |
| 2.1.2.1. | <i>Temperatura</i> .....   | 4 |
| 2.1.2.2. | <i>Viento y sombra</i> .....   | 4 |
| 2.1.2.3. | <i>Distribución y suelo</i> .....                                      | 4 |
| 2.1.2.4. | <i>Precipitación</i> .....   | 4 |
| 2.1.3.   | <i>Morfología</i> .....  | 6 |
| 2.1.4.   | <i>Tipos de cacao</i> .....  | 6 |
| 2.1.5.   | <i>Cacao CCN-51</i> .....  | 6 |
| 2.1.5.1. | <i>Cosecha y recolección del cacao</i> .....                           | 7 |
| 2.1.5.2. | <i>Propiedades, composición química del clon de cacao CCN-51</i> ..... | 7 |

|           |   |    |
|-----------|---|----|
| 2.1.6.    | <i>Néctar de cacao</i> .....  | 7  |
| 2.1.6.1.  | <i>Néctares de frutas</i> .....   | 8  |
| 2.1.6.2.  | <i>Néctares de hortalizas</i> .....   | 8  |
| 2.1.6.3.  | <i>Composición del néctar de cacao</i> .....  | 8  |
| 2.1.7.    | <i>Propiedades de la placenta de cacao</i> .....                                    | 12 |
| 2.1.7.1.  | <i>Propiedades fisicoquímicas</i> .....   | 12 |
| 2.1.7.2.  | <i>Propiedades del análisis proximal de la placenta del cacao</i> .....             | 12 |
| 2.1.7.3.  | <i>Calidad de cacao CCN51</i> .....   | 13 |
| 2.1.8.    | <i>El cacao en Sudamérica y Ecuador</i> .....                                       | 13 |
| 2.1.9.    | <i>Superficie de cultivo del cacao en el Ecuador</i> .....                          | 14 |
| 2.1.10.   | <i>Tipos de cacao cultivados en el Ecuador</i> .....                                | 14 |
| 2.1.11.   | <i>Uso del exudado y placenta del cacao para la obtención de subproductos</i> ..... | 14 |
| 2.1.12.   | <i>Cacao CCN5I como una alternativa para el Ecuador</i> .....                       | 14 |
| 2.1.13.   | <i>Cacao híbrido CCN-51 cuenta con certificación de calidad Ecuador</i> .....       | 15 |
| 2.1.14.   | <i>Economía circular</i> .....  | 16 |
| 2.1.14.1. | <i>La economía circular se basa en 3 principios</i> .....                           | 16 |
| 2.1.14.2. | <i>Características claves de la economía circular</i> .....                         | 16 |
| 2.1.14.3. | <i>Factores Instrumentales en la Economía</i> .....                                 | 17 |
| 2.1.15.   | <i>DWSIM - chemical process simulator</i> .....                                     | 17 |
| 2.1.15.1. | <i>Características del software DWSIM</i> .....                                     | 17 |
| 2.1.15.2. | <i>Normativa Internacional DWSIM</i> .....  | 19 |

### CAPÍTULO III

|          |   |    |
|----------|---|----|
| 3.       | <b>MARCO METODOLÓGICO</b> .....   | 20 |
| 3.1.     | <b>Tipo de investigación</b> .....  | 20 |
| 3.2.     | <b>Identificación de variables</b> .....                                    | 20 |
| 3.3.     | <b>Localización</b> .....   | 20 |
| 3.4.     | <b>Población de estudio y muestra</b> .....                                 | 20 |
| 3.5.     | <b>Herramientas de validación</b> .....                                     | 21 |
| 3.6.     | <b>Ingeniería del proceso</b> .....   | 21 |
| 3.7.     | <b>Materiales, reactivos y equipos</b> .....                                | 22 |
| 3.8.     | <b>Procedimiento de la investigación técnica</b> .....                      | 22 |
| 3.8.1.   | <i>Elaboración de un néctar bebible a partir del residuo de cacao</i> ..... | 22 |
| 3.8.1.1. | <i>Formulaciones para obtener el néctar</i> .....                           | 22 |
| 3.8.1.2. | <i>Recopilación de información</i> .....                                    | 23 |



|          |  |    |
|----------|--|----|
| 3.8.1.3. | <i>Elaboración del néctar</i> .....                      | 23 |
| 3.8.1.4. | <i>Formulación de tratamientos</i> .....                 | 24 |
| 3.8.1.5. | <i>Análisis bromatológicos</i> .....                     | 24 |
| 3.8.1.6. | <i>Análisis fisicoquímicos</i> .....                     | 25 |
| 3.8.2.   | <b><i>Proceso de simulación software DWSIM</i></b> ..... | 25 |
| 3.8.2.1. | <i>Selección del software</i> .....                      | 25 |
| 3.8.2.2. | <i>Elección componentes de simulación</i> .....          | 26 |
| 3.8.2.3. | <i>Elección de paquetes termodinámicos</i> .....         | 27 |
| 3.8.2.4. | <i>Clonación del sistema de unidades</i> .....           | 27 |
| 3.8.2.5. | <i>Homogeneizador</i> .....                              | 29 |
| 3.8.2.6. | <i>Calentador</i> .....                                  | 30 |
| 3.8.2.7. | <i>Mezclador de néctar</i> .....                         | 30 |
| 3.8.2.8. | <i>Pasteurización</i> .....                              | 31 |
| 3.8.2.9. | <i>Filtro</i> .....                                      | 32 |
| 3.8.3.   | <b><i>Evaluación de la simulación</i></b> .....          | 34 |

## CAPÍTULO IV

|          |   |    |
|----------|---|----|
| 4.       | <b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> .....   | 35 |
| 4.1.     | <b>Cálculos técnicos</b> .....  | 35 |
| 4.1.1.   | <b><i>Placenta CCN51</i></b> .....  | 35 |
| 4.1.1.1. | <i>Cálculos bromatológicos</i> .....  | 35 |
| 4.1.1.2. | <i>Cálculos fisicoquímicos</i> .....  | 39 |
| 4.1.2.   | <b><i>Néctar</i></b> .....  | 41 |
| 4.1.2.1. | <i>Cálculos fisicoquímicos</i> .....  | 41 |
| 4.2.     | <b>Análisis y resultados bromatológicos físicos químicos de la placenta y néctar de cacao</b> ..... | 41 |
| 4.2.1.   | <b><i>Análisis bromatológicos</i></b> .....   | 41 |
| 4.2.1.1. | <i>Placenta CCN51</i> .....   | 42 |
| 4.2.2.   | <b><i>Análisis fisicoquímicos</i></b> .....   | 42 |
| 4.2.2.1. | <i>Placenta CCN51</i> .....   | 43 |
| 4.2.2.2. | <i>Néctar</i> .....   | 43 |
| 4.3.     | <b>Análisis de los resultados de la simulación</b> .....  | 44 |
| 4.3.1.   | <b><i>Resultado de la simulación en DWSIM</i></b> .....   | 44 |
| 4.3.1.1. | <i>Selección de tratamiento</i> .....   | 44 |
| 4.3.1.2. | <i>Propiedades de diseño del simulacro del proceso</i> .....  | 44 |

|               |  |    |
|---------------|--|----|
| <b>4.3.2.</b> | <b><i>Diagrama del proceso de simulación</i></b> .....                             | 46 |
| <b>4.4.</b>   | <b>Comparación con la cantidad de néctar obtenido a nivel de laboratorio</b> ..... | 47 |
|               | <b>CONCLUSIONES</b> .....  | 49 |
|               | <b>RECOMENDACIONES</b> .....   | 50 |
|               | <b>BIBLIOGRAFÍA</b>  |    |
|               | <b>ANEXOS</b>  |    |

## ÍNDICE DE TABLAS

|                    |  |    |
|--------------------|--|----|
| <b>Tabla 1-1:</b>  | Clasificación taxonómica del cacao .....   | 3  |
| <b>Tabla 2-2:</b>  | Características bromatológicas del clon CCN-51 .....                                 | 7  |
| <b>Tabla 3-2:</b>  | Dilución de la pulpa con agua.....   | 9  |
| <b>Tabla 4-2:</b>  | °Brix deseado.....   | 10 |
| <b>Tabla 5-2:</b>  | Porcentaje de estabilizante según la fruta .....                                     | 11 |
| <b>Tabla 6-2:</b>  | Propiedades físico-químicas .....  | 12 |
| <b>Tabla 7-2:</b>  | Propiedades de análisis proximal.....  | 13 |
| <b>Tabla 8-2:</b>  | Características básicas DWSIM.....   | 18 |
| <b>Tabla 1-2:</b>  | Variables de estudio.....  | 20 |
| <b>Tabla 2-3:</b>  | Materiales de la producción.....   | 22 |
| <b>Tabla 3-3:</b>  | Formulación del néctar .....   | 22 |
| <b>Tabla 1-4:</b>  | Cálculos para obtener el porcentaje de fibra de la placenta de cacao CCN51 .....     | 35 |
| <b>Tabla 2-4:</b>  | Pesos de la muestra de la placenta de cacao CCN51 .....                              | 36 |
| <b>Tabla 3-4:</b>  | Cálculos para obtener el porcentaje de cenizas de la placenta de cacao CCN51 .....   | 37 |
| <b>Tabla 4-4:</b>  | Pesos de la muestra de la placenta de cacao CCN51 .....                              | 37 |
| <b>Tabla 5-4:</b>  | Cálculos para obtener el porcentaje de grasas de la placenta de cacao CCN51... ..    | 38 |
| <b>Tabla 6-4:</b>  | Pesos de las muestras de la placenta de cacao CCN51 .....                            | 38 |
| <b>Tabla 7-4:</b>  | Cálculos para obtener el porcentaje de humedad de la placenta de cacao CCN51 .....   | 38 |
| <b>Tabla 8-4:</b>  | Cálculos para obtener el porcentaje de proteínas de la placenta de cacao CCN51 ..... | 39 |
| <b>Tabla 9-4:</b>  | Análisis bromatológicos de la placenta CCN51.....                                    | 42 |
| <b>Tabla 10-4:</b> | Análisis físicoquímicos de la placenta CCN51 .....                                   | 43 |
| <b>Tabla 11-4:</b> | Análisis físicoquímicos del néctar de cacao .....                                    | 43 |
| <b>Tabla 12-4:</b> | Formulación del tratamiento.....   | 44 |
| <b>Tabla 13-4:</b> | Propiedades de la simulación de proceso de néctar .....                              | 44 |
| <b>Tabla 14-4:</b> | Propiedades de salida de corriente de cada proceso.....                              | 45 |
| <b>Tabla 15-4:</b> | Resultado de la simulación vs experimental .....                                     | 47 |
| <b>Tabla 16-4:</b> | Margen de error.....   | 47 |
| <b>Tabla 17-4:</b> | Margen de error grados brix .....  | 48 |

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

|                          |   |    |
|--------------------------|---|----|
| <b>Ilustración 1-2:</b>  | Datos climatológicos .....                        | 5  |
| <b>Ilustración 1-3:</b>  | Proceso de elaboración del tratamiento 2.....     | 21 |
| <b>Ilustración 2-3:</b>  | Introducción del DWSIM.....                       | 25 |
| <b>Ilustración 3-3:</b>  | Configuración del programa.....                   | 26 |
| <b>Ilustración 4-3:</b>  | Elección de elementos.....                        | 26 |
| <b>Ilustración 5-3:</b>  | Elección de unidades.....                         | 27 |
| <b>Ilustración 6-3:</b>  | Sistema de unidades .....                         | 28 |
| <b>Ilustración 7-3:</b>  | Conexiones del homogeneizador .....               | 29 |
| <b>Ilustración 8-3:</b>  | Etapa 1 de proceso.....                           | 29 |
| <b>Ilustración 9-3:</b>  | Tipo de cálculo en la mezcla de componentes ..... | 30 |
| <b>Ilustración 10-3:</b> | Etapa 2 del proceso .....                         | 30 |
| <b>Ilustración 11-3:</b> | Propiedades del néctar sin refinar .....          | 31 |
| <b>Ilustración 12-3:</b> | Etapa 3 del proceso .....                         | 31 |
| <b>Ilustración 13-3:</b> | Parámetros etapa de pasteurizado.....             | 32 |
| <b>Ilustración 14-3:</b> | Etapa 4 del proceso .....                         | 32 |
| <b>Ilustración 15-3:</b> | Salidas del filtro .....                          | 33 |
| <b>Ilustración 16-3:</b> | Etapa 5 del proceso .....                         | 33 |
| <b>Ilustración 1-4:</b>  | Diseño del proceso del néctar.....                | 46 |

## **ÍNDICE DE ANEXOS**

**ANEXO A:** EQUIPOS DE PRACTICA

**ANEXO B:** LIMPIEZA DE LA MATERIA PRIMA

**ANEXO C:** PROCESO DE EXTRACCIÓN

**ANEXO D:** ANÁLISIS DE LA MATERIA PRIMA

**ANEXO E:** EQUIPO INDUSTRIAL

**ANEXO F:** ANÁLISIS DE LA BEBIDA DE NÉCTAR

**ANEXO G:** EMBOTELLAMIENTO DEL NÉCTAR

## RESUMEN

El presente estudio se basó en simular la obtención de un néctar a partir de un residuo sólido proveniente de la placenta de cacao CCN-51. Se realizó el análisis bromatológico a la placenta. El néctar se obtuvo mediante homogenización con agua comercial, preservantes y placenta de cacao CCN-51, luego se calentó la mezcla a 33 grados Celsius. En la pasteurización se utilizó una temperatura de 82 grados Celsius por 3 minutos. La fase experimental se realizó en los laboratorios de la ESPOCH en Riobamba, a cada tratamiento experimental se analizó parámetros fisicoquímicos como pH y grados brix. Mediante los grados brix se seleccionó al tratamiento 2 con cantidades de: 6 litros de agua, 1 kilogramo de azúcar y 1 kilogramo de placenta de cacao CCN-51. Luego se procedió a introducir la formulación del tratamiento al software DWSIM. Los resultados de la simulación se obtuvieron en la corriente de salida, esta corriente se determinó que se obtuvo 7,8 litros de néctar y 15,11 de grados brix en comparación con el 16,5 de grados brix y los 7,1 litros presente en lo experimental. Para evaluar la simulación se comparó las cantidades de flujo de néctar obtenida tanto en la simulación como en el desarrollo experimental, obteniendo un error del 10% en la cantidad final y de un 8,4% en grados brix, dicho valor al ser menor o igual del 10% nos refleja una cercanía entre los valores de las corrientes validando así la simulación. Se concluye que el segundo tratamiento experimental fue el apto para su proceso de elaboración y simulación, además se determinó que la placenta es un candidato óptimo para utilizarlo como una nueva herramienta para el proceso de elaboración de néctar con placenta de cacao. Se recomienda seguir formulando diferentes bebidas con el fin de aprovechar su valor nutritivo.

**Palabras clave:** <RESIDUO SÓLIDO>, < PLACENTA DE CACAO>, <PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS>, <SOFTWARE DWSIM >, <CANTIDAD FINAL>, < GRADOS BRIX>, <TRATAMIENTO EXPERIMENTAL>.



0642-DBRA-UTP-2023

## SUMMARY

This study aimed to simulate the production of nectar from a solid residue from the CCN-51 cacao placenta. Bromatological analysis was performed on the placenta. The nectar was obtained by homogenization with commercial water, preservatives and CCN-51 cocoa placenta; then, the mixture was heated to 33 degrees Celsius. For pasteurization, a temperature of 82 degrees Celsius was used for 3 minutes. The experimental phase was carried out in the ESPOCH laboratories in Riobamba. Physicochemical parameters such as pH and brix degrees were analyzed for each experimental treatment. Through the brix degrees, treatment two was selected with 6 litres of water, 1 kilogram of sugar and 1 kilogram of CCN-51 cocoa placenta. Then the treatment formulation was entered into the DWSIM software. The simulation results were obtained in the output current; this current was determined to be obtained 7.8 litres of nectar and 15.11 brix degrees compared to 16.5 brix degrees and the 7.1 litres present in the experimental. To evaluate the simulation the amounts of nectar flow obtained both in the simulation and the experimental development were compared, obtaining an error of 10% in the final amount and 8.4% in brix degrees., said value being less than or equal to 10% reflects a closeness between the values of the currents, thus validating the simulation. It is concluded that the second experimental treatment was suitable for its elaboration and simulation process; it was also determined that the placenta is an optimal candidate to use as a new tool for elaborating nectar with the cocoa placenta. It is recommended to continue formulating different drinks to take advantage of their nutritional value.

**Keywords:** <SOLID RESIDUE>, <COCOA PLACENTA>, <PHYSICOCHEMICAL PARAMETERS>, <DWSIM SOFTWARE>, <FINAL AMOUNT>, <BRIX DEGREES>, <EXPERIMENTAL TREATMENT>.



Ing. Angel Paul Obregón Mayorga, Mgs.

C.I. 0601927122

# CAPÍTULO I

## 1. DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA

### 1.1. Planteamiento del problema

Ecuador es uno de los más importantes exportadores de cacao a países de Europa y América del Norte por su excelente sabor y aroma. Según el Banco Central del Ecuador, el cacao y sus productos procesados representan el 2,8 por ciento del producto interno bruto, equivalente a entre 200,3 millones y 206,3 dólares estadounidenses.

En Santo Domingo de los Tsáchilas se cultivan 19.837 ha (Anzules et al. 2018). Sin embargo, la cadena de valor de este producto no se aprovecha en su totalidad debido a la falta de conocimiento sobre los servicios y bienes que se pueden adquirir. Entre las variedades hibridadas más recientes destaca la variedad de cacao CCN-51; actualmente es una de las fortalezas tecnológicas del país, tanto por su resistencia a plagas y enfermedades como por sus excepcionales niveles de productividad. A pesar de tener un alto contenido de carbohidratos, fibra, cenizas y proteínas que le otorgan buenas características nutricionales y agradables características organolépticas como olor y sabor, la placenta de cacao se desecha durante las cosechas durante el proceso de curación. Sin embargo, la producción y diseño de extractores de néctar de cacao requiere largas jornadas en el desarrollo de balances de materia por el método convencional, lo que resulta en una importante inversión en tiempo y costos de producción. Esto nos ha llevado a buscar nuevas alternativas que ayuden a mejorar los procesos, como el uso de herramientas tecnológicas que nos permitan simular procesos en un tiempo comparativamente menor, reduciendo así los costos de producción.

### 1.2. Formulación del problema

¿Es posible simular la obtención de un néctar de cacao a partir de un residuo sólido proveniente de la placenta del cacao CNN51?

### 1.3. Justificación

Examinando el problema, el presente trabajo se basará en el diseño y simulación de la obtención de un néctar de cacao (CCN-51) a partir de la placenta del cacao. De esta manera aprovechar la producción de esta materia prima que no son utilizadas por la industria y obteniendo un nuevo valor agregado a la producción.



El uso de software de simulación se ha convertido en una herramienta muy elemental en la industria, lo que ha ayudado a reducir los riesgos y problemas que pueden surgir al implementar máquinas o un nuevo material, además de crear nuevas fuentes de trabajo en la economía local.

#### **1.4. Objetivos**

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

Simular la obtención de un néctar a partir de un residuo sólido proveniente de la placenta del cacao CCN-51

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

- Elaborar un néctar bebible a partir del residuo de cacao CCN-51 proveniente de la placenta.
- Simular el proceso de obtención del néctar de cacao en el software DWSIM.
- Evaluar la simulación comparando la cantidad de néctar obtenido a nivel de laboratorio.

## CAPÍTULO II

### 2. MARCO TEÓRICO

#### 2.1. Referencias teóricas

##### 2.1.1. Clasificación botánica

###### 2.1.1.1. Origen

Según Anecacao y Corpei (2018, p.6), el cacao se originó en las estribaciones andinas de la cuenca del Amazonas, desde donde se extendió naturalmente al resto del continente.

Un clon de cacao fue creado en 1965 por el científico ecuatoriano Homero Castro a través de la doble hibridación del material genético de las especies de Trinitario y Forastero amazónicos. Este nuevo clon, conocido como CCN51, tiene un mayor potencial de rendimiento y resistencia a hongos generalizados.

Clone CCN5 1 es una alternativa de producción adecuada debido a estas cualidades. Este tipo de cacao puede desarrollar cualidades de alta calidad con el proceso de fermentación correcto (Bustamante et al., 2016, p.8). Crespo y Crespo (2017, p.6) coinciden en que el clon CCN5I resultó de los esfuerzos de cruzamiento con cultivares de Trinitaria y otras variedades en busca de un clon de calidad superior y alta productividad resistente a las enfermedades que más comúnmente afectan a los huertos de cacao: la escoba de la bruja, y Mal del Machete

###### 2.1.1.2. Clasificación taxonómica del cacao

**Tabla 1-1:** Clasificación taxonómica del cacao

|                  |                        |
|------------------|------------------------|
| <b>Reino:</b>    | <i>Plantae</i>         |
| <b>División:</b> | <i>Magnoliophyta</i>   |
| <b>Clase:</b>    | <i>Magnoliopsida</i>   |
| <b>Orden:</b>    | <i>Malvales</i>        |
| <b>Familia:</b>  | <i>Esterciliaceae</i>  |
| <b>Género:</b>   | <i>Theobroma</i>       |
| <b>Especie:</b>  | <i>Theobroma cacao</i> |

Fuente: (Mejía , 2000, p.8).

Realizado por: Barrionuevo, C., 2022.

## ***2.1.2. Factores ambientales para su desarrollo***

### *2.1.2.1. Temperatura*

Las plantaciones de cacao requieren un rango de temperatura entre 30 y 32 grados centígrados en su máxima y 18 a 21 grados centígrados en su mínima para un crecimiento adecuado (WOOD 1982). Aunque datos de Tafo, Ghana nos revelan que pueden soportar cambios de temperatura extremas de 33.8° C, siendo las temperaturas bajas a los 21° C las determinantes en la floración, influyendo en las estaciones de cosecha (Enríquez y Salazar, 1987, p.5).

### *2.1.2.2. Viento y sombra*

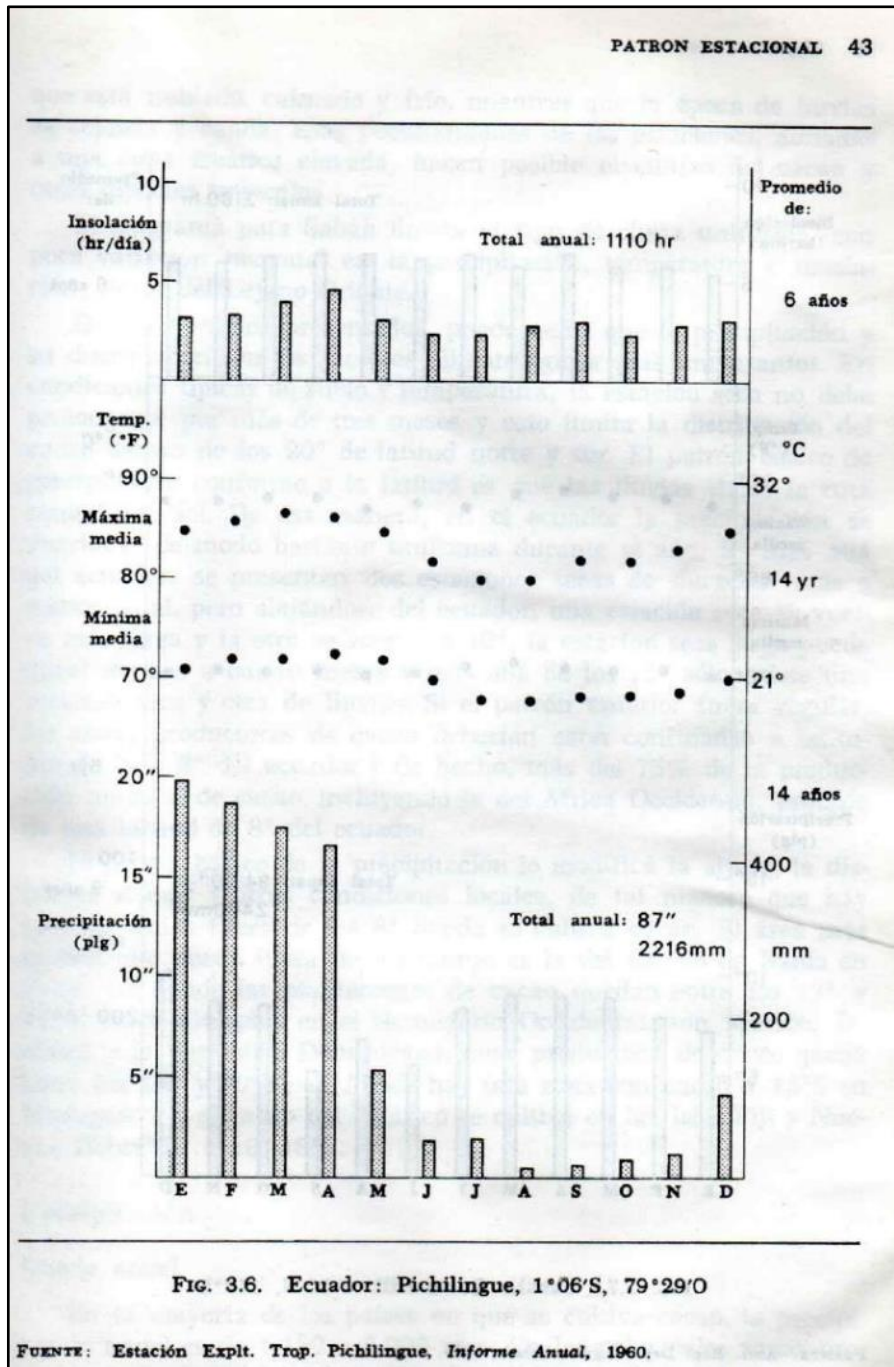
El viento y la sombra en una plantación de cacao juegan un papel muy importante en el crecimiento del cacao, porque sobre todo se recomienda reducir la cantidad de radiación, regular la actividad de formación de la planta y protegerla del viento y del mal clima que pueden provocar sequedad. Las hojas se caen debido al secado. Por este motivo, en zonas ventosas es necesario sembrar plantas que funcionen como cortavientos (Sánchez y Dubon, 2018, p,7).

### *2.1.2.3. Distribución y suelo*

El cacao crece en suelos francos a franco arcillosos y francos arenosos con buena retención y se puede encontrar en elevaciones que van desde 0 hasta más de 600 metros sobre el nivel del mar. Su respuesta a las influencias climáticas varía según la región de cultivo. Un promedio mensual de 75 a 80 por ciento de humedad relativa y 75 a 80 por ciento de agua.(Andrade, 2007, p.8).

### *2.1.2.4. Precipitación*

Se requiere una precipitación anual de 1500 a 2000 milímetros de agua, ya que, si las precipitaciones son mayores a 3000 mm, provocan lixiviaciones en el suelo acidificándolos, por otro lado, si las lluvias son menores de 1250 mm, existe la posibilidad que existan más pérdidas por evapotranspiración, sugiriendo una técnica de cultivo por riego. Y si vamos a un estado de condiciones ideales sería también, una estación seca de no más de tres meses (Murillo et al, 2016, p.7).



**Ilustración 1-2:** Datos climatológicos

Fuente: (WOOD, 1982).

Como se puede observar en la Ilustración 1-2, los meses de enero a abril las precipitaciones son aproximadamente más de 400 mm de agua mensual, con una temperatura media máxima de 32°C en los primeros 4 meses del año y una temperatura media mínima de 21°C en los siguientes meses del año (Camino, 2018, p.6).

### **2.1.3. Morfología**

Los árboles de cacao crecen de 8 a 10 metros de altura con una raíz pivotante recta con tallos que forman una capa densa y plana debajo de los restos de hojas. Sus hojas son de color rojizo cuando son jóvenes y cuando alcanzan la edad adulta cambian a color verde. Las flores se desarrollan en la madera vieja del tallo y las ramas principales, sus frutos crecen en racimos cuando están maduros, en forma de espigas amarillas, rojizas o violetas. Dentro de la mazorca se encuentran las semillas, cubiertas por una mucosidad y adheridas a una placenta (Hardy, 2017, p.6).

### **2.1.4. Tipos de cacao**

No es cierto hablar de diversidad, sino que los cacaos se dividen en tres grupos, dos especies genéticamente distintos, criollos y forasteros; el otro es el resultado del cruce entre los dos primeros grupos, llamados híbridos o trinitarios (Arbeláez, 2010, p.90).

- **Criollos:** El término criollo, por su aroma y sabor, está asociado al cacao de alto valor organoléptico, obtenido de almendras gruesas, de color claro y aromáticas. También está vinculado a referenciar a los de Nicaragua y México (González, 2007, p.8).
- **Forastero:** También llamado amazónico por ser originario de la Amazonía, es un cacao de sabor y aroma ligero, pero con mayor contenido de grasa, producido principalmente en Trinidad, África, Ecuador y Brasil. Tiene una cáscara gruesa y lisa sin surcos sobresalientes. (Arbelaez, 2010, p.5).
- **Híbridos:** Entre las variedades de cacao híbrido, destaca el de origen trinitense, que es un cruce entre el cacao criollo y el cacao extranjero, la calidad es cercana al cacao extranjero pero tiene un sabor a cacao delicado (Enríquez y Salazar, 2017, p.8). Actualmente, CCN51 es el nombre de varios clones (Suárez, et al., 1994, p.7).

### **2.1.5. Cacao CCN-51**

La productividad del cacao CCN51 es cuatro veces mayor que el promedio mundial, y también tiene un mayor contenido de grasa y peso, así como una mejor fermentación y homogeneidad. Fomentando una mayor aceptación de la capacidad del cacao para resistir plagas y enfermedades en la industria (Cadny, 2019, p.8). Prefieren usarlo para la extracción de manteca de cacao a pesar de que esta variedad híbrida de alto rendimiento se cultiva ampliamente y depende de pocas industrias de procesamiento de chocolate (Codini, 2017, p.9).

### 2.1.5.1. Cosecha y recolección del cacao

La cosecha de cacao es más que una cosecha corta, con dos de las cosechas principales más abundantes y varias otras cosechas secundarias a lo largo del año. Para una cosecha abundante, es importante distinguir las vainas maduras por su cambio de color, que varía según la variedad de cacao (Ramírez, 2018, p.5). Después de cosechar las mazorcas de cacao, las que aún están bien maduras y libres de enfermedades se agrupan para su aislamiento. Esto se hace manualmente usando un mazo o ahora un machete corto con una trituradora de cacao. Las mazorcas en mal estado deben abrirse en el campo y luego desecharse y enterrarse en el campo. Operadores profesionales con machetes cargan entre 2.000 y 5.000 espigas por día. Después de dividir la mazorca para que las semillas, el mucílago y la placenta queden expuestas, se retiran los granos de cacao, generalmente en un cubo de basura de plástico. Al recolectar los granos de cacao en el barril, no mezcle la placenta con los granos de cacao. Si lo hace, debe ser eliminado ya que el productor lo considera una impureza que afecta la calidad del producto (FEDECACAO, 2019).

### 2.1.5.2. Propiedades, composición química del clon de cacao CCN-51

El cacao tiene beneficios para la salud en términos de alimentos tanto medicinales como estéticos. El escaso conocimiento de los beneficios de los derivados del cacao ha significado que esta industria no esté muy extendida en el Ecuador.

**Tabla 2-2:** Características bromatológicas del clon CCN-51

| <b>Composición</b> | <b>Cantidad</b> |
|--------------------|-----------------|
| Grasa              | 53,9%           |
| Proteína           | 14,0%           |
| Fibra              | 2,2%            |
| Cenizas            | 2.7%            |

**Fuente:**(Perea, Ramirez y Villamizar 2011).

**Realizado por:** Barrionuevo, C., 2022.

### 2.1.6. Néctar de cacao

Se considera néctar a una bebida no alcohólica elaborada a base de purés, jugos o concentrados de los mismos mezclados con agua y azúcar, miel árabe y/o edulcorantes y se puede dividir en néctar de frutas y néctar de vegetales (INEN-CODEX 2014, p.6)

La cadena productiva se optimiza cuando utilizamos la placenta de cacao, un subproducto de la cosecha de cacao que antes era considerado como una impureza y desechado por el recolector, como componente en la preparación del néctar.

#### *2.1.6.1. Néctares de frutas*

El néctar de frutas es un producto no fermentado, pero fermentable, se obtiene agregando o no azúcar, miel, almíbar y/o edulcorantes, a este también se le pueden agregar otras sustancias como saborizantes, compuestos volátiles, pulpa y células. Cabe señalar que todos estos componentes deben pertenecer a la misma fruta de la que se elabora el néctar y deben obtenerse por medios físicos apropiados (INEN-CODEX, 2014, p.9).

#### *2.1.6.2. Néctares de hortalizas*

El néctar de plantas se obtiene por adición de agua, puede contener o no azúcar, miel, edulcorantes, jarabe, se agrega a un jugo o jugo concentrado de vegetales, y puede provenir de un solo vegetal o de una mezcla de varios vegetales (INEN-CODEX, 2014, p.4).

#### *2.1.6.3. Composición del néctar de cacao*

Está compuesto por frutas, agua, azúcar, ácido cítrico, conservantes y estabilizantes:

- **Frutas:** Se eligen mazorcas sanas, libres de impurezas y muy bien lavadas.
- **Agua:** Use solo agua limpia de alta calidad con poco contenido de sal y libre de materias extrañas. Las cantidades de agua que se usan para diluir la pulpa se enumeran en la Tabla 3 a continuación. Donde 1 significa "una" parte de pulpa y 3 significa "tres" partes de agua si usamos la relación "uno a tres" (Cabezas, 2015, p.2).

**Tabla 3-2:** Dilución de la pulpa con agua

| <b>Fruta</b> | <b>Dilución<br/>Pulpa: Agua</b> |
|--------------|---------------------------------|
| Maracuyá     | 1: 4-5                          |
| Granadilla   | 1: 2-2.5                        |
| Cocona       | 1: 3-5                          |
| Piña         | 1: 2-2.5                        |
| Guanábana    | 1: 3-3.5                        |
| Manzana      | 1: 2-3                          |
| Durazno      | 1: 2-2.5                        |
| Uva Borgoña  | 1: 2-3                          |
| Tamarindo    | 1: 6-12                         |
| Poroporo     | 1: 4.5                          |
| Mango        | 1: 2.5-3                        |
| Berenjena    | 1: 5                            |
| Tuna         | 1: 3                            |
| Mora         | 1: 3                            |

**Fuente:**(Coronado y Rosales, 2019, p.8).

**Realizado por:** Barrionuevo, C., 2022.

- **Azúcar:** Cuando se formula el néctar, se suele añadir una determinada cantidad de azúcar, en función del contenido de azúcar presente en la fruta elegida para la preparación. Es cierto que todas las frutas tienen sus azúcares naturales, pero si diluyes la pulpa con agua, tiende a desprenderse. Para los néctares, el porcentaje de sólidos solubles (°Brix) corresponde a los azúcares que contienen. Por esta razón, para el néctar, se recomiendan 13-12 grados Brix para el producto final, como se indica en la tabla 4 (Peralta, 2015, p.67).



**Tabla 4-2:** °Brix deseado

| Fruta       | Dilución<br>Pulpa: Agua |
|-------------|-------------------------|
| Maracuyá    | 13 - 14                 |
| Granadilla  | 13                      |
| Cocona      | 13                      |
| Piña        | 12.5 - 13               |
| Guanábana   | 13                      |
| Manzana     | 12.5 - 13               |
| Durazno     | 12.5 - 13               |
| Uva Borgoña | 13                      |
| Tamarindo   | 14 - 15                 |
| Poro poro   | 13                      |
| Mango       | 12.5 - 13               |
| Berenjena   | 14                      |
| Tuna        | 13                      |
| Mora        | 12                      |

**Fuente:** (Coronado y Hilario, 2001, p.8).

**Realizado por:** Barrionuevo, C., 2022.

Para el cálculo de azúcar necesaria en el néctar se recomienda medir los °Brix inicial que se obtiene con la dilución de la pulpa con agua utilizando un refractómetro, aplicando la siguiente fórmula (Medina, 2017, p.6).

$$(1) \text{Cantidad de Azúcar} = \frac{(\text{cantidad de pulpa diluida}) * (\text{Brix final} - \text{Brix inicial})}{100 - \text{°Brix final}}$$

- Cantidad de pulpa diluida: expresada en kg.
- Brix final: valor final deseado a obtener 13, como durante la pasteurización se obtiene una mayor concentración de azúcar, al valor deseado se le resta 1°Brix.
- Brix inicial: valor calculado en la dilución de la pulpa con el agua.
- **Ácido cítrico:** Así como todas las frutas tienen sus azúcares naturales, cada una tiene su propia acidez, pero esta acidez tiende a corregirse cuando la pulpa se diluye con agua. Esta sustancia se usa como saborizante y regulador de pH en la industria, mantenerlo por debajo de

4.5 para evitar la proliferación microbiana, para saber cuánto ácido cítrico se necesita podemos seguir los siguientes pasos (Rosales, 2021, p.12):

- Toma de la muestra del néctar.
- Calculó del pH en un pH-metro.

Nuestra adición de ácido cítrico previamente pesado se basó en las lecturas del medidor de pH, y continuamos haciéndolo hasta que la muestra se estabilizó en un pH de 3 punto 8, que es un buen pH para el néctar. Tomamos nota de la cantidad de ácido cítrico que se agregó a la muestra y, en términos generales, calculamos cuánto se debe agregar a la solución completa (Rosales, 2021, p.12).

Por ejemplo: si tomamos 0.25 litros de muestra y se agregaron 0.2 g de ácido cítrico para llegar a un pH de 3.8 entonces para 10 litros de néctar de cacao, cual es la cantidad para agregar:

$$X = \frac{10 \text{ litros de néctar} * 0.2 \text{ g de } C_6H_8C_7}{0.25 \text{ litros de néctar}} = 8 \text{ g de } C_6H_8C_7$$

- **Estabilizante:** Estos se emplean para darle consistencia y detener la sedimentación de las partículas constituyentes del néctar. El tipo más popular es CMC (Carboxi Metil Celulosa), que soporta temperaturas de pasteurización y soporta pH ácido sin alterar las propiedades naturales del néctar. Podemos ver en la tabla 5 cuánto estabilizador se necesita para el néctar en función de la cantidad de pulpa que hay en los frutos. De acuerdo con una fórmula general, determinamos cuánto ácido cítrico se debe agregar a la solución completa después de realizar un seguimiento de cuánto se agregó a la muestra (Chávez, 2019, p.6).

**Tabla 5-2:** Porcentaje de estabilizante según la fruta

| Frutas   | % de estabilizante |
|--|--------------------|
| Mayor cantidad de pulpa<br>Por ejemplo: Manzanas, mangos, duraznos       | 0.07%              |
| Menor cantidad de pulpa<br>Por ejemplo; Granadilla, maracuyá, poro poro. | 0.10—0.15%         |

**Fuente:** (Coronado Trinidad y Hilario Rosales 2001).

**Realizado por:** Barrionuevo, C., 2022.

Se aconseja combinar la CMC con el azúcar y añadirla al néctar justo antes de que alcance el punto de ebullición para evitar la formación de grumos.

- **Conservantes:** Se recomienda el uso de conservantes como el sorbato de potasio y el benzoato de sodio en concentraciones de 0,045 por ciento. La cantidad de conservante se obtiene a partir de la multiplicación del porcentaje de conservante por la suma del agua añadida más la pulpa representada en kilogramos (Trinidad y Hilario, 2021, p.7).

$$Cantidad\ de\ conservante(g) = \frac{0.045 * agua * 1\ kg}{100} g\ de\ conservante$$

El conservante debe considerarse de la misma manera que debe agregarse antes de la ebullición, luego de combinarse con el azúcar y el estabilizante.

### 2.1.7. Propiedades de la placenta de cacao

#### 2.1.7.1. Propiedades fisicoquímicas

Para obtener los resultados de la Tabla 6, según Rodríguez (2018, p.8), se licuaron 20 g de placenta y 80 ml de agua destilada hasta homogeneizar, luego se filtró usando una malla nylon, con prensado manual, para obtener el material filtrado y analizado.

**Tabla 6-2:** Propiedades físico-químicas

| Parámetro                          | Valor obtenido |
|------------------------------------|----------------|
| Sólidos solubles (°Brix)           | 12.4           |
| Acidez titulable (% ácido cítrico) | 0.8            |
| pH                                 | 4.41           |

**Fuente:**(Quimbita y Rodríguez 2008).

**Realizado por:** Barrionuevo, C., 2022.

#### 2.1.7.2. Propiedades del análisis proximal de la placenta del cacao

En la siguiente tabla se detalla la cantidad de sólidos totales, proteína fibra, cenizas, grasa y azúcares, realizados por el Departamento de Ciencia de Alimentos y Biotecnología, de la EPN (Vera, 2013, 2019).

**Tabla 7-2:** Propiedades de análisis proximal

| <b>Parámetro</b>                     | <b>Valor Obtenido</b> |
|--------------------------------------|-----------------------|
| Sólidos totales ( $\frac{g}{100g}$ ) | 22.30                 |
| Proteína ( $\frac{g}{100g}$ )        | 1.38                  |
| Fibra cruda ( $\frac{g}{100g}$ )     | 4.62                  |
| Cenizas ( $\frac{g}{100g}$ )         | 1.28                  |
| Grasa ( $\frac{g}{100g}$ )           | 0.21                  |
| Fructosa ( $\frac{g}{100g}$ )        | 4229.17               |
| Glucosa ( $\frac{g}{100g}$ )         | 4901.26               |
| Sacarosa ( $\frac{g}{100g}$ )        | LND                   |

Fuente:(Vera 2013).

Realizado por: Barrionuevo, C., 2022.

### 2.1.7.3. Calidad de cacao CCN51

La calidad del cacao se manifiesta principalmente después de la cosecha, cuando los granos son procesados en condiciones adecuadas para sufrir diversas transformaciones bioquímicas que contribuyen a las propiedades organolépticas (aroma y sabor). La fermentación del cacao es una actividad importante en la que la pulpa de la semilla es metabolizada por microorganismos para producir compuestos como etanol y ácido acético, que contribuyen a cambios fisicoquímicos importantes en las almendras (Morales et al., 2020, p.5).

### 2.1.8. El cacao en Sudamérica y Ecuador

Existen diferentes variedades de cacao que se cultivan en América del Sur, destacándose Ecuador, Brasil, Perú, Colombia y Venezuela. (MINAGRI, 2016, p.5) En Ecuador, el investigador Castro-Zurita desarrolló en 1965 un híbrido conocido como clon CCN 51, siglas de Castro Naranjal Collection 51 y se caracteriza por la tolerancia a las enfermedades, su calidad y productividad. Ecuador y Perú son conocidos por los mejores granos de cacao y el fino aroma. Posteriormente, el 22 de junio de 2005, fue considerado “producto de alta productividad” con cualidades distintas al cacao nacional por acuerdo ministerial (ANECACAO, 2019, p.4). También está el cacao nacional del Ecuador, que se destaca por su conocido sabor y posee diversas cualidades distintivas que lo hacen especial y único (Andrade et al., 2019, p.3).

### ***2.1.9. Superficie de cultivo del cacao en el Ecuador***

En Ecuador se cultivan, principalmente, dos variedades de cacao, uno de ellos único en el mundo, conocido con el nombre de Cacao Arriba (Nacional) y la otra variedad llamada Híbrido (CCN-51). La superficie cultivada de cacao en la Región Costa representa el 84% de la superficie total del país, mientras que en la Región Sierra representa el 8% y el resto, que incluye la Región Oriental y las zonas de conflicto, representa el 8% (ProEcuador, 2015, p.1). En la producción de cacao y sus derivados se genera un residuo importante, y debido a que contiene vitamina C y una pequeña cantidad de proteína, puede servir de base para la creación de nuevos productos (Vivanco, 2020, p.6).

### ***2.1.10. Tipos de cacao cultivados en el Ecuador***

En Ecuador se cultivan principalmente dos variedades de cacao

- Cacao Fino de Aroma: Recibe los nombres de Criollo o Nacional, y su tonalidad distintiva es el amarillo. Es crucial para la creación de chocolate artesanal porque tiene un sabor y aroma distintivos.
- Cacao CCN-51: También conocida como la Colección Castro Naranjal, esta colección de tonos rojos es reconocida por su alto rendimiento en la extracción de productos semielaborados, que son componentes cruciales en la fabricación masiva de chocolate (Prensa-El Universo, 2020, p.7).

### ***2.1.11. Uso del exudado y placenta del cacao para la obtención de subproductos***

El cultivo del cacao representa un rubro importante en la economía ecuatoriana ya que es reconocido a nivel mundial como un producto de altísima calidad y exquisito aroma. En los cultivos de cacao, el exudado y la placenta se descartan durante el proceso de maduración, por lo que este trabajo tiene como objetivo apreciar estos elementos. A pesar de sus agradables cualidades organolépticas, como olor y sabor, la placenta y los exudados de los granos de cacao actualmente se eliminan durante el curado en Ecuador (Quimbita, 2018, p.1).

### ***2.1.12. Cacao CCN51 como una alternativa para el Ecuador***

CCN51 es actualmente muy conocido entre muchos industriales americanos y europeos por sus excelentes características físicas y de sabor. Esto está en línea con la evolución de la oferta y la demanda. El peso promedio de 100 semillas es de 130 a 135 gramos, lo que lo convierte en el

grano más pesado disponible en el mercado mundial. Su tamaño homogéneo, color, sabor y forma también son cualidades que se aconsejan durante el proceso industrial. El cacao de Ghana, que se considera comparable a este (Romero, 2019, p.2).

Ahora es posible obtener cacao con buen sabor a chocolate gracias al nuevo sistema de presecado antes de la fermentación, que se utiliza para hacer chocolate y productos semiacabados como la manteca de cacao y la torta (Chuca, 2017, p.2).

Por otro lado, el cacao CCN5 1 tiene un mayor rendimiento industrial y es más rentable desde el punto de vista económico porque tiene un contenido de grasa promedio de 52%, que es superior al del cacao SI% Nacional. Por ello, el precio que se paga en el mercado internacional es comparable al precio promedio de los tres grados comerciales de cacao de la variedad nacional, con la salvedad de que, bajo un sistema de cultivo, el rendimiento anual por hectárea es de 2 a 2 punto 5 métricos. montones. en comparación con 1 tonelada de cacao de los Estados Unidos cultivado en condiciones comparables (Villalba, 2018, p.4).

Costa de Marfil es el mayor productor de cacao del mundo, está experimentando una disminución de las cosechas de cacao, pero el malestar en esta nación alienta las perspectivas de los precios del mercado. También se han encontrado ricos yacimientos de petróleo en Ghana, el segundo productor más grande del mundo, que pueden atraer mano de obra a esta industria nueva y más lucrativa. Este año se instituyó un impuesto a la exportación del 10% en Indonesia, el tercer productor más grande del mundo, y los analistas predicen que no beneficiará a la industria del cacao (Zapata, 2019, p.3).

### ***2.1.13. Cacao híbrido CCN-51 cuenta con certificación de calidad Ecuador***

4 de septiembre de 2019, Guayaquil. - El 2 de septiembre de 2019, el MAGAP autorizó el registro de cultivar Cacao Híbrido CCN-51 a través de la Subsecretaría de Producción Agropecuaria y la Dirección de Gestión de Recursos Agropecuarios. Desde que fue adquirida en la década de 1960 por el productor Homero Castro Zurita en el cantón Naranjal, provincia del Guayas, esta variedad de cacao es autóctona del Ecuador. Los beneficios de cultivar esta variedad de cacao incluyen la adaptabilidad a los diferentes climas del país, altos rendimientos de cultivo con un buen manejo del cultivo y resistencia a plagas y enfermedades. El cacao CCN-51 cuenta con las propiedades organolépticas requeridas por el mercado mundial con un adecuado proceso poscosecha. La Ley Orgánica de Agrobiodiversidad, Semillas y Fomento de la Agricultura Sostenible, cuyo artículo 39 exige el registro de variedades ante la Autoridad Agropecuaria Nacional, es el marco legal bajo el cual se otorgó el registro (MAE, 20219, p.5).

#### *2.1.14. Economía circular*

Los modelos económicos circulares están ganando importancia en comparación con los modelos económicos lineales, que se basan en fuentes de recursos y energía siempre disponibles y de bajo costo sin la necesidad de gestionar o utilizar los residuos generados durante la producción. Al mismo tiempo, el concepto de economía circular genera más confianza y viabilidad a través de modelos de negocio innovadores, el ecodiseño, la prolongación de la vida útil y la prevención de residuos, ya que genera resultados positivos al generar flujos renovables, minimizar riesgos y optimizar recursos de retorno.

##### *2.1.14.1. La economía circular se basa en 3 principios*

- Conservación y mejora del capital natural: incluida la facilitación de flujos de nutrientes, selección de tecnologías óptimas y productivas.
- Optimización del rendimiento de los recursos: mientras aumentamos la vida útil y la reutilización de materiales en la cadena de producción, también estamos optimizando el rendimiento de los recursos.
- Promueve la efectividad del sistema: Cuando existe un sistema eficiente en la cadena productiva, independientemente de la actividad económica, se reducen los riesgos y las externalidades negativas (como la contaminación ambiental).

##### *2.1.14.2. Características claves de la economía circular*

Reducción de insumos y menor consumo de recursos naturales: Esto significa que todos los recursos se utilizan de manera óptima y eficiente, con un bajo consumo global de energía y agua, con una mejora continua constante que reduce progresivamente la importación de recursos naturales.

- Compartir en mayor medida la energía y los recursos renovables y reciclables: La extracción sostenible de materias primas mediante la sustitución de recursos no renovables por materiales renovables y/o reciclados.
- Reducción de emisiones: El uso de equipos más eficientes y menos contaminantes mejora la cadena productiva y reduce las emisiones.
- Reducir la pérdida de materiales y desperdicios: En el momento en que llega la materia prima se transforma, y en ocasiones los componentes que la componen valen la redundancia, solo constituyen parte del material utilizable para hacer un producto, por eso es necesario valorar

el valor para identificar lo que puedo hacer con mis residuos y cómo convertirlos en un subproducto de valor añadido.

- Mantener alto el valor de los bienes, las piezas y los recursos dentro de la economía.: Cuando se fabrican productos de buena calidad se extiende la vida útil de un producto, a esto añádele que esté hecho con materiales de alto valor reciclable, obtienes un valor de los materiales de acuerdo con la economía

#### *2.1.14.3. Factores instrumentales en la economía*

- Modelos Innovadores de negocio: Se detallan los modelos de innovación.
- Sistemas productos—servicios: El sistema toma como punto de partida las necesidades de los usuarios o consumidores, y combina productos y servicios para que los consumidores puedan satisfacer sus necesidades.
- Segunda vida de materiales y productos: Las empresas en general suelen utilizar esta herramienta para ahorrar en su economía mediante la recuperación o la contratación.

#### *2.1.15. DWSIM - Chemical process simulator*

El software DWSIM es un simulador de procesos comerciales de código abierto que se puede descargar gratis y se ejecuta en todas las plataformas. También tiene una interfaz muy intuitiva y fácil de usar para que pueda realizar simulaciones de estado en cualquier momento. El modelado termodinámico incluye una sección sobre herramientas de caracterización de petróleo crudo y soporte del sistema de reacción (DWSIM, 2020, p.2).

##### *2.1.15.1. Características del software DWSIM*

Junto con muchas de las funciones que se encuentran en los simuladores comerciales, DW-SIM tiene una interfaz gráfica de usuario que es fácil de entender y usar. Permite todas las operaciones unitarias, el modelado termodinámico complejo, el soporte del sistema operativo y los procesos de utilización de petróleo crudo.



**Tabla 8-2:** Características básicas DWSIM

| Característica         | Detalles  |
|------------------------|---|
| Operaciones unitarias  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mezclador</li> <li>• Splitter</li> <li>• Separador</li> <li>• Bomba</li> <li>• Compresor</li> <li>• Expansor</li> <li>• Calentador-enfriador</li> <li>• Válvulas</li> <li>• Segmentos de cañería</li> <li>• Columna de destilación (método shortcut)</li> <li>• Intercambiador de calor</li> <li>• Reactores</li> <li>• Placa orificio</li> <li>• Columnas de destilación/absorción</li> <li>• Separador de sólidos</li> <li>• Filtros</li> </ul>        |
| Modelos termodinámicos | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Peng-Robinson</li> <li>• Soave-Redlich-Kwong</li> <li>• Lee-Kesler</li> <li>• Lee-Kesler-Plöcker</li> <li>• UNIFAC, UNIFAC modificado (Dortmund), UNIQUAC y UNIQUAC extendido</li> <li>• NRTL</li> <li>• COSMO-SAC</li> <li>• LIQUAC</li> <li>• PC-SAFT</li> <li>• FPROPS</li> <li>• CoolProp</li> <li>• Chao-Seader</li> <li>• Grayson-Streed</li> <li>• Ley de Raoult</li> <li>• Tablas de vapor IAPWS-IF97</li> <li>• Agua marina IAPWS-08</li> </ul> |

Fuente: DWSIM, 2022.

Realizado por: Barrionuevo, C., 2022.

En la programación de DW-SIM se sigue el estándar CAPE-OPEN. Con la ayuda del estándar de ingeniería de procesos CAPE-OPEN, las interfaces de componentes de modelado de varias piezas de software se pueden combinar para crear soluciones de simulación que sean más interoperables. Las empresas operadoras, las empresas de tecnología, las instituciones académicas y los grandes simuladores comerciales (como Aspen Plus o Aspen Hysys) contribuyeron al desarrollo de este

estándar. Siendo la primera implementación de código abierto del estándar CAPE-OPEN, DWSIM ha recibido elogios.

#### *2.1.15.2. Normativa Internacional DWSIM*

Según la licencia DWSIM en su sitio web, se detalla que la disposición en la que se basa el software es: la licencia es del tipo LGPL (GNU Lesser General Public License), que es una licencia libre publicada por la Free Software Foundation Permitido alternativa a las licencias pagas para garantizar la libertad de compartir y cambiar versiones de un programa para mantener su estado gratuito (DWSIM, 2020, p.1.)

## CAPÍTULO III

### 3. MARCO METODOLÓGICO

#### 3.1. Tipo de investigación

La presente investigación fue de carácter descriptiva y experimental, ya que se realizó y analizó la simulación de extracción de néctar de cacao en un periodo de tiempo, permitiendo obtener datos del producto, aprovechando este residuo orgánico. A demás el estudio tuvo un enfoque cuantitativo debido a que las variables obtenidas son medibles.

#### 3.2. Identificación de variables

**Tabla 1-2:** Variables de estudio

| <b>Dependiente</b>  | <b>Independiente</b> | <b>Intervinientes</b>  |
|---|----------------------|------------------------|
| Calidad del néctar<br>(Análisis Bromatológicos<br>y fisicoquímicos) | Volumen de placenta  | Formulación del néctar |

Realizado por: Barrionuevo, C., 2022.

#### 3.3. Localización

Se realizaron análisis y experimentos en diferentes laboratorios de la Facultad de Ciencias, ubicados en la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. El residuo utilizado para este estudio se deriva del cacao CCN51 trabajando con la placenta del propio material como materia prima.

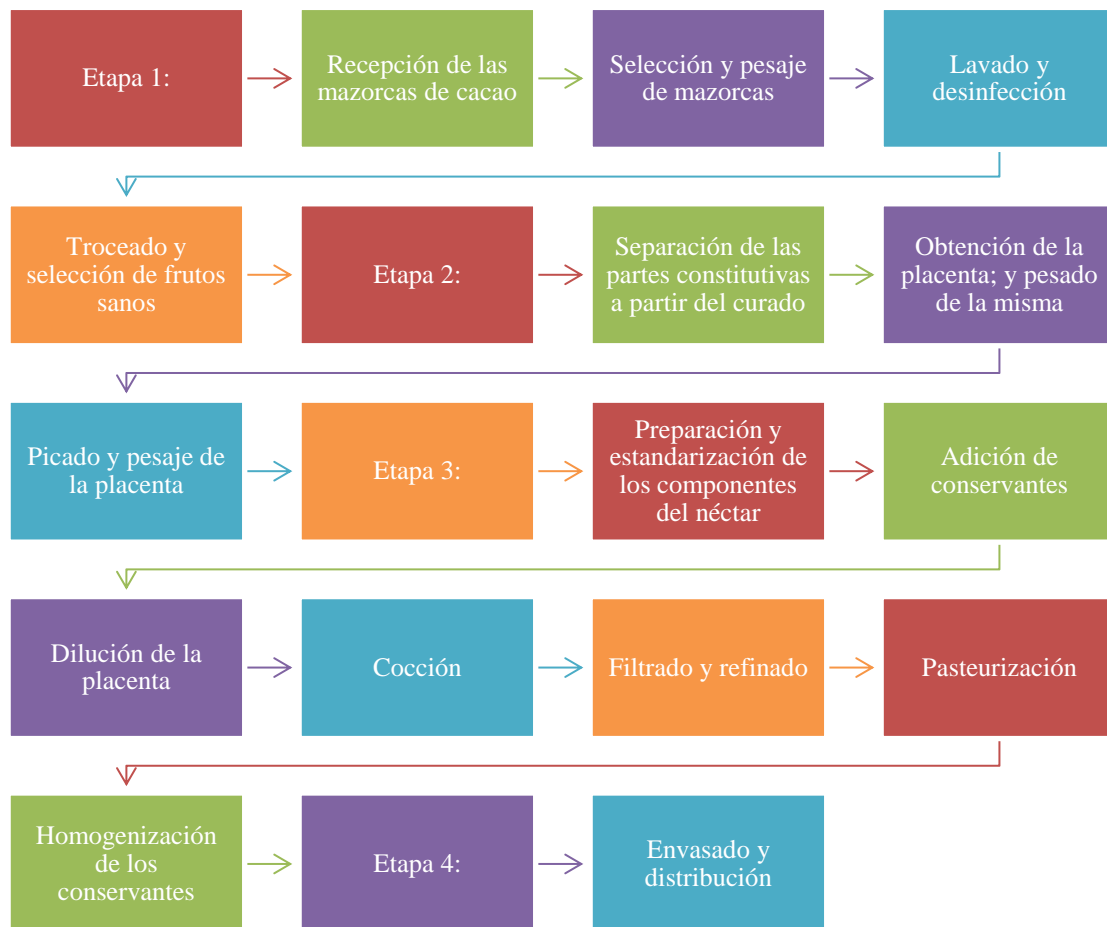
#### 3.4. Población de estudio y muestra

La población de estudio en esta investigación corresponde al lote de la producción de néctar utilizando placeta del de cacao CCN51. EL tamaño de la muestra fue toda la población estudiada (7 litros de néctar). Y como método de muestreo se utilizó el no probabilística criterial, porque depende de las condiciones físicas de la muestra de placenta de cacao.

### 3.5. Herramientas de validación

La presente investigación utilizó normas y la observación experimental como técnica, ya que parte fundamental del desarrollo fue realizar y simular la obtención del néctar del residuo de la placenta de cacao. Como instrumentos se utilizó refractómetro, multiparámetro y el software DWSIM.

### 3.6. Ingeniería del proceso



**Ilustración 1-3:** Proceso de elaboración del tratamiento 2

**Realizado por:** Barrionuevo, C., 2022.

### 3.7. Materiales, reactivos y equipos

**Tabla 2-3:** Materiales de la producción

| <b>Materiales</b>     | <b>Reactivos</b>           | <b>Equipos</b>                    |
|-----------------------|----------------------------|-----------------------------------|
| Cacao                 | Conservante                | Olla                              |
| Cuchillos             | Azúcar                     | Muflas                            |
| Endulzante            | Agua                       | Secador                           |
| Vaso de precipitación | Yodo                       | Licudora                          |
| Termómetro            | Hipoclorito de cloro       | Equipo de Titulación              |
| Botellas de vidrio    | Hidróxido de sodio (0.1 N) | Multímetro                        |
| Crisoles              | Ácido sulfúrico            | Dor-filer                         |
|                       | Hidroxipropano             | Balanza                           |
|                       | Hidróxido de potasio       | Bomba de vacío                    |
|                       | Agua destilada             | Horno de mufla                    |
|                       | Antiespumante (Octanol)    | Estufa                            |
|                       | Acetona                    | Desecador                         |
|                       | Sulfato de sodio           | Reverberos                        |
|                       | Sulfato de cobre           | Balón de aforo                    |
|                       |                            | Tubos de digestión macro kjeldhal |
|                       |                            | Refractómetro                     |

Realizado por: Barrionuevo, C., 2022.

### 3.8. Procedimiento de la investigación técnica

#### 3.8.1. Elaboración de un néctar bebible a partir del residuo de cacao

##### 3.8.1.1. Formulaciones para obtener el néctar

**Tabla 3-3:** Formulación del néctar

| <b>T 1</b>  | <b>T 2</b>  | <b>T 3</b>  |
|---|---|---|
| <b>Agua:</b> 8 lt<br><b>Placenta:</b> 1,5 kg<br><b>Azúcar:</b> 1,5 kg | <b>Agua:</b> 6 lt<br><b>Placenta:</b> 1 kg<br><b>Azúcar:</b> 1 kg | <b>Agua:</b> 4 lt<br><b>Placenta:</b> 0.5 kg<br><b>Azúcar:</b> 0.5 kg |

Realizado por: Barrionuevo, C., 2022.

- Selección del mejor tratamiento

Se utilizó los grados brix para determinar que tratamiento fue el mejor. Ya que los expertos consideran que un néctar debe estar entre los 13 a 18 °Brix.

#### *3.8.1.2. Recopilación de información*

Para recolectar la información, se empleó el análisis bibliométrico como una herramienta que facilitó la exploración de los principales autores y obras que se encontraron en los trabajos de titulación, libros y artículos encontrados en las bibliotecas virtuales mediante la búsqueda de palabras clave.

#### *3.8.1.3. Elaboración del néctar*

- Etapa 1.

El proceso comenzó con la selección de la materia prima separando lo buenos de lo percurido, identificada la materia prima se procedió a pasar a recepción para proceder a la desinfección donde se utilizó agua e hipoclorito y se procedió a pesar.

- Etapa 2.

Con la materia ya listas, se procedió al curado que es el troceo del material llevando a la separación de la semilla y de la placenta con la que se va a elaborar la bebida; Este proceso se realiza hasta obtener la cantidad deseada. Ya lista con la placenta de cacao se procedió a picar en pequeños pedazos de forma manual para evitar cualquier amargura en el producto final.

- Etapa 3

Una vez troceada y curado el residuo se procedió diluirlo con agua a una temperatura de 33°C durante 20 minutos, luego se añadió el endulzante, preservantes y esperamos 5 minutos. Después de ese tiempo se procedió a filtrar o refinar el líquido, quitando así toda impureza que pueda alterar su sabor. Con el líquido ya filtrado se llevó a pasteurizar el producto a una temperatura de 82°C durante 2 minutos cuidando que la presión no sobrepase de los 10 psi. Con el néctar listo se procedió a envasar el producto.

#### *3.8.1.4. Formulación de tratamientos*

Para la formulación del néctar se aplicó método de prueba y error.

#### *3.8.1.5. Análisis bromatológicos*

- Humedad

Se pesó los crisoles y se anotó su valor inicial, luego se procedió a desecar en el contenedor a 105 °C por 3 horas, después nuevamente se pesaron los crisoles obteniendo el peso sin humedad.

- Proteína

Se pesó 0,5 g de muestra seca y se colocaron en el tubo de digestión macro Kjeldhal. Se utilizó un balde de 2000 ml de capacidad y 20 ml de ácido sulfúrico. Luego se agregan 1.8 gramos de sulfato de sodio y 0.2 gramos de sulfato de cobre, esperamos un rato para obtener los datos para calcular la proteína.

- Grasas

Para el análisis de grasas se utilizó la norma INEN 8262 que especifica el ensayo, la técnica y las zonas a analizar en la muestra.

- Cenizas

Se utilizó la determinación de ceniza húmeda, donde se tararon 9 crisoles de 30 mL cada uno, luego se pesaron 2 gramos de las muestras, se rotularon los crisoles y se expusieron a 105°C por 40 minutos. Pasado ese tiempo, se pesó de nuevo para que finalmente se aplique la fórmula.

- Fibra

Se utilizó el método de Weede, los reactivos que se utilizaron fue ácido sulfúrico, agua destilada e hidróxido de potasio.

- Azúcares totales

Para la determinación de los azúcares totales presentes en la placenta de cacao, se realizaron diluciones, luego se procedió a centrifugar por 5 minutos pasando a través de un filtro.

### 3.8.1.6. Análisis fisicoquímicos

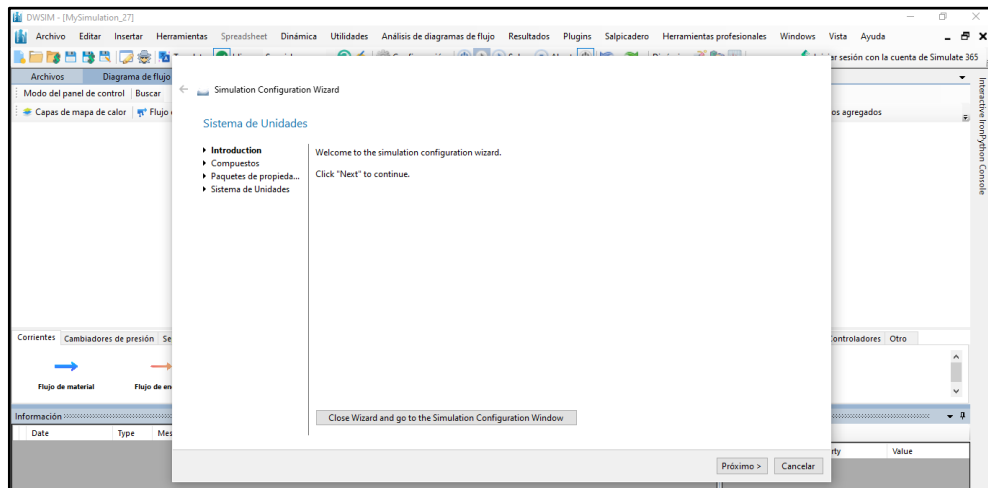
Para el análisis fisicoquímico, las muestras de placenta se prepararon de la siguiente manera:

- Se peso 20 g de placenta, se añadió 80 mL de agua destilada y se mezcló completamente durante 1 minuto.
- El homogeneizado se colocó en una malla de nylon y se exprimió manualmente para obtener el filtrado.
- Se utilizó un multiparámetro y un refractómetro para saber su pH y °Brix respectivamente
- Se utilizó equipo de titulación para calcular la acidez del residuo y del producto (néctar)

### 3.8.2. Proceso de simulación software DWSIM

#### 3.8.2.1. Selección del software

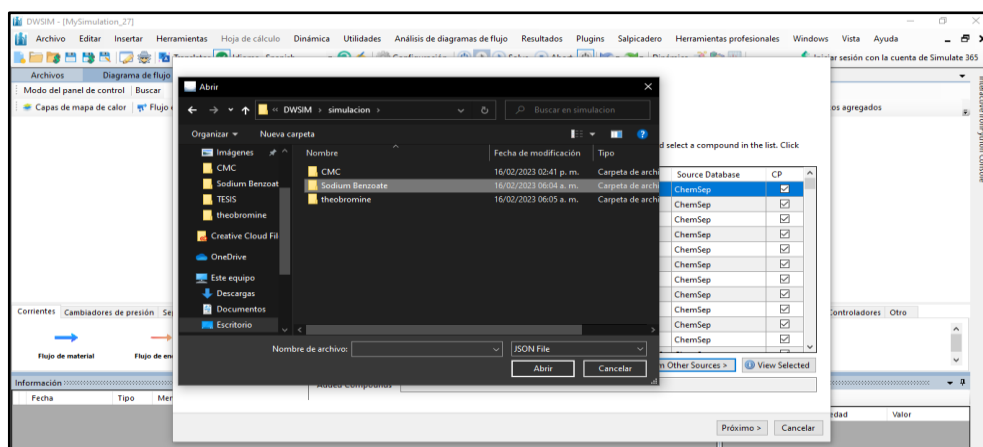
Como primer paso en el proceso de simulación en DWSIM, se seleccionó, creó y configuró un nuevo modelo, donde como primer punto se tuvo una introducción, después se seleccionó los compuestos químicos que se utilizó en la simulación.



**Ilustración 2-3:** Introducción del DWSIM

**Realizado por:** Barrionuevo, C., 2022.





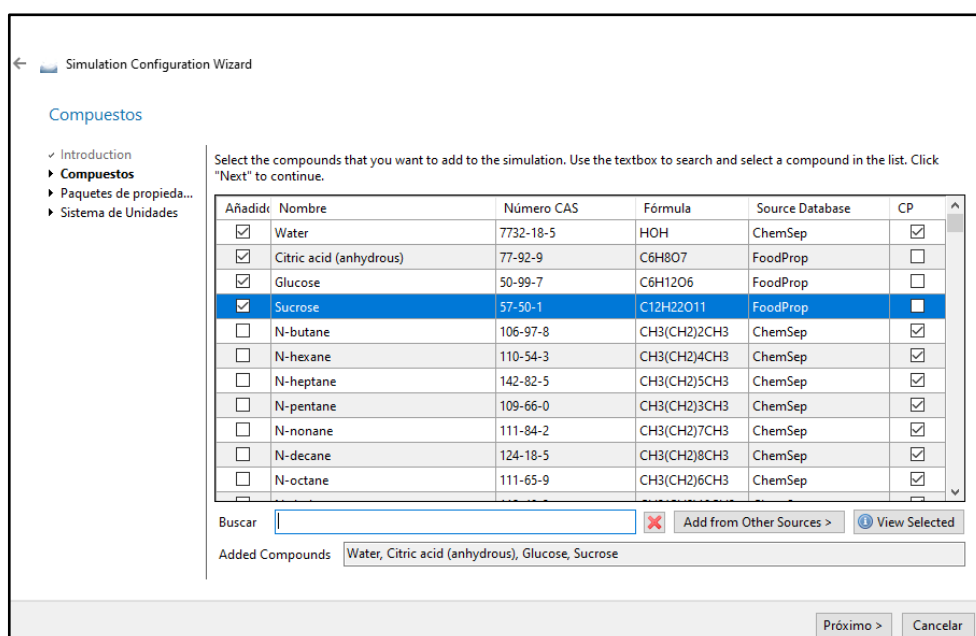
**Ilustración 3-3:** Configuración del programa

**Realizado por:** Barrionuevo, C., 2022.

### 3.8.2.2. Elección componentes de simulación

La selección de componentes se realizó al comienzo de la simulación y los cuales fueron utilizados en todo momento.

La interfaz para configuración y personalizar una simulación en DWSIM es la ventana de configuración de la simulación. El usuario puede controlar los elementos de la simulación en esta ventana (DWSIM 6.3, 2020, p.15).



**Ilustración 4-3:** Elección de elementos

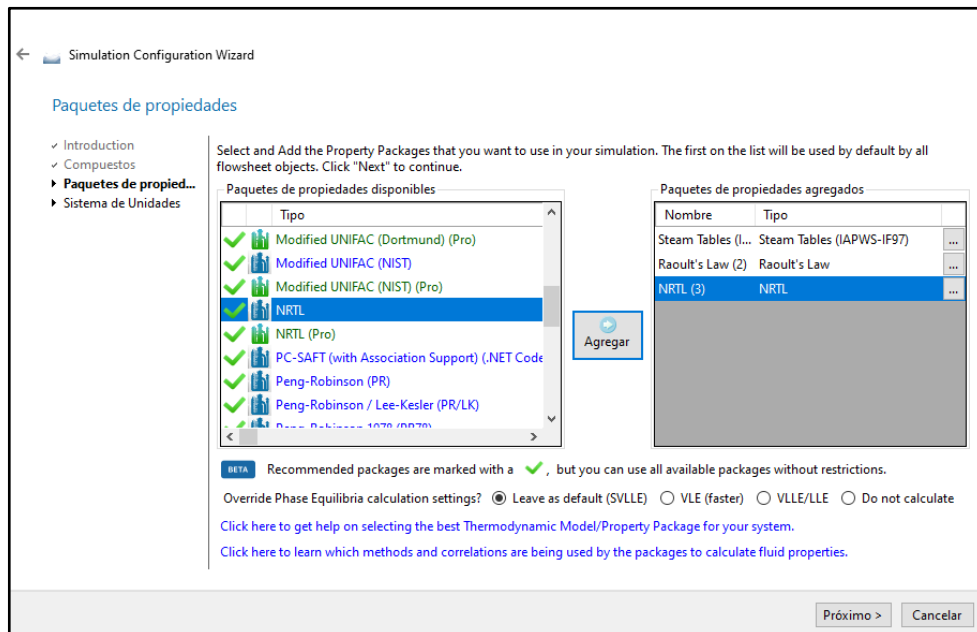
**Realizado por:** Barrionuevo, C., 2022.

### 3.8.2.3. Elección de paquetes termodinámicos

La elección del paquete de termodinámica permitió realizar el correcto funcionamiento del proceso en la simulación. El paquete de propiedades (modelo termodinámico), permitió configuración el ambiente de las reacciones, el sistema de unidades y el formato de los números, entre otras opciones.

El paquete de paquetes de termodinámica utilizado es el siguiente:

- NRTL (este paquete nos permite mezclar compuestos de diferentes fases)
- Ley de Raoult (similar a la ley de los gases ideales, pero para líquidos),
- Se utilizó un Steam table (IAPWS-IF97) para tratar la entrada de agua tratada en la simulación.
- Peng-Robinson (nos ayuda a entender los factores de compresibilidad, condiciones supercríticas).



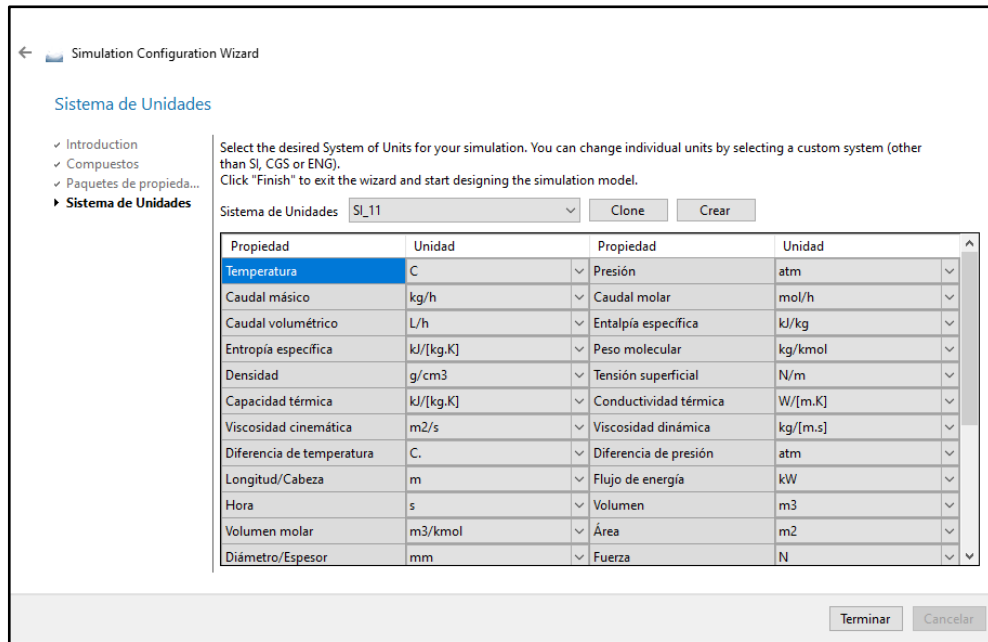
**Ilustración 5-3:** Elección de unidades

Realizado por: Barrionuevo, C., 2022.

### 3.8.2.4. Clonación del sistema de unidades

Se clono el sistema de unidades para adaptar las unidades ingresadas y utilizadas en el DWSIM y en el experimento.

El Sistema conto con 3 unidades básicas que están presentes en DWSIM: Sistema SI (seleccionado por defecto), Sistema CGS y Sistema Inglés (Imperial).

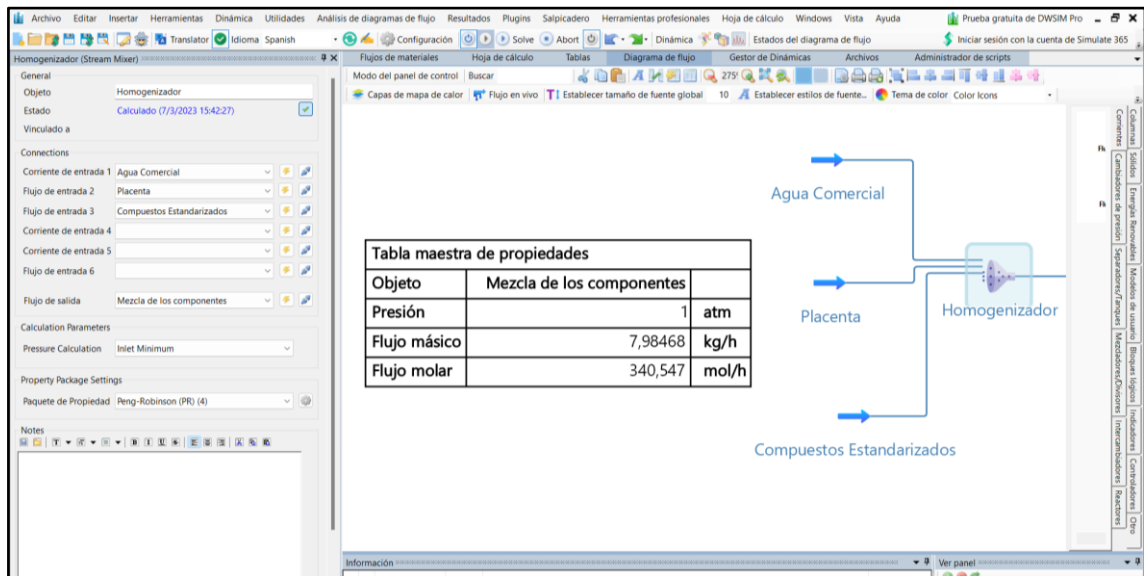


### Ilustración 6-3: Sistema de unidades

Realizado por: Barrionuevo, C., 2022.

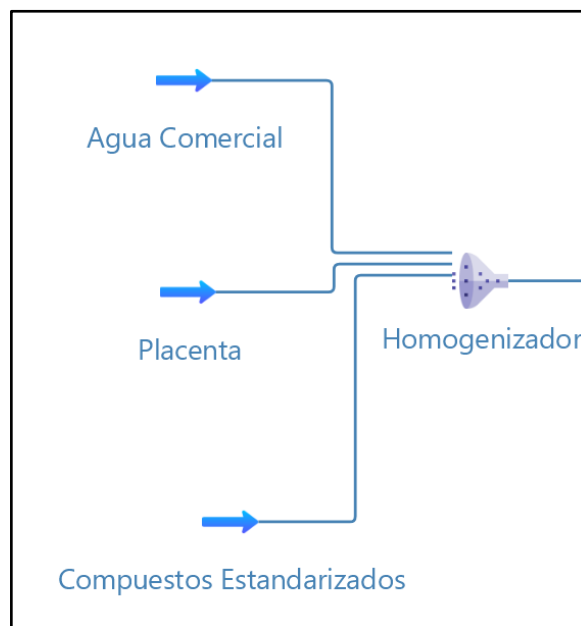
### 3.8.2.5. Homogeneizador

Se utilizó un homogeneizador (Stream mixer), en el cual se seleccionó conexiones para una buena ejecución, como corriente de entrada se usó agua comercial y como entrada de flujo se utilizó la placenta de cacao. Una vez ingresados los compuestos (agua comercial, placenta y compuestos estandarizados) se procedió a simular la mezcla.



**Ilustración 7-3:** Conexiones del homogeneizador

Realizado por: Barrionuevo, C., 2022.

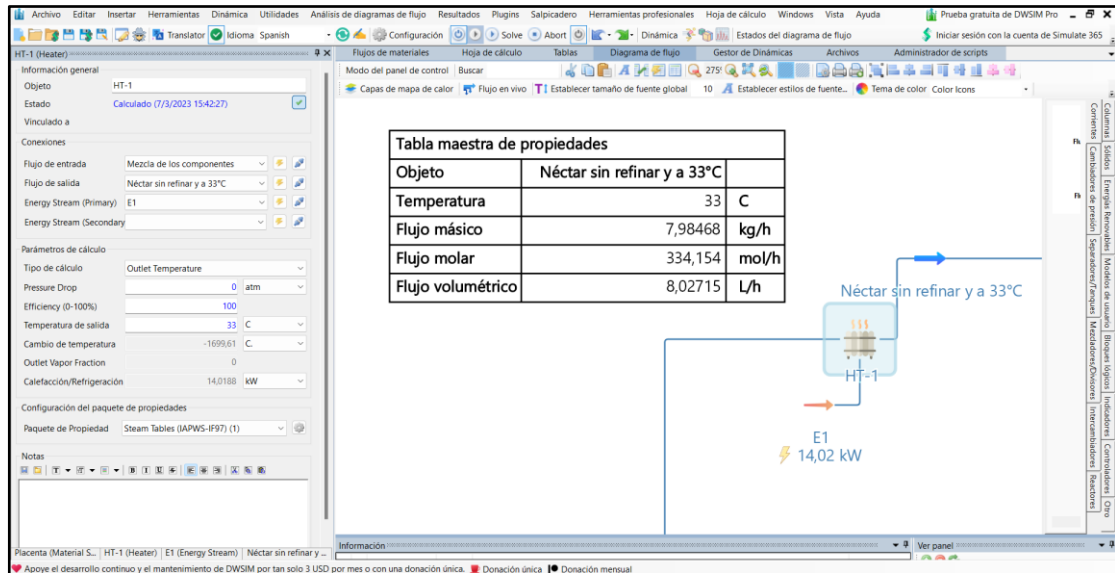


**Ilustración 8-3:** Etapa 1 de proceso

Realizado por: Barrionuevo, C., 2022.

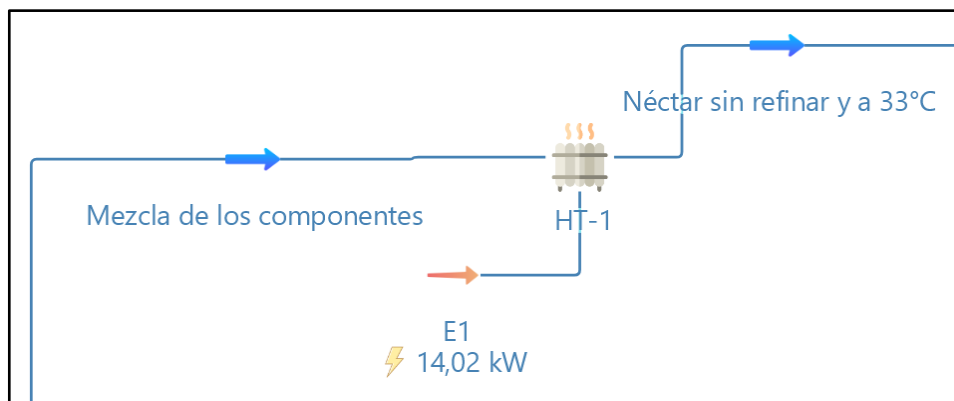
### 3.8.2.6. Calentador

Con la mezcla de los compuestos ya ejecutada se agregó un calentador, esta vez se utilizó como flujo de entrada la “mezcla de componentes”, y como flujo de salida se obtuvo el néctar sin refinar a una temperatura de 33°C. Para su funcionamiento se utilizó una corriente eléctrica (14 kW).



**Ilustración 9-3:** Tipo de cálculo en la mezcla de componentes

Realizado por: Barrionuevo, C., 2022.

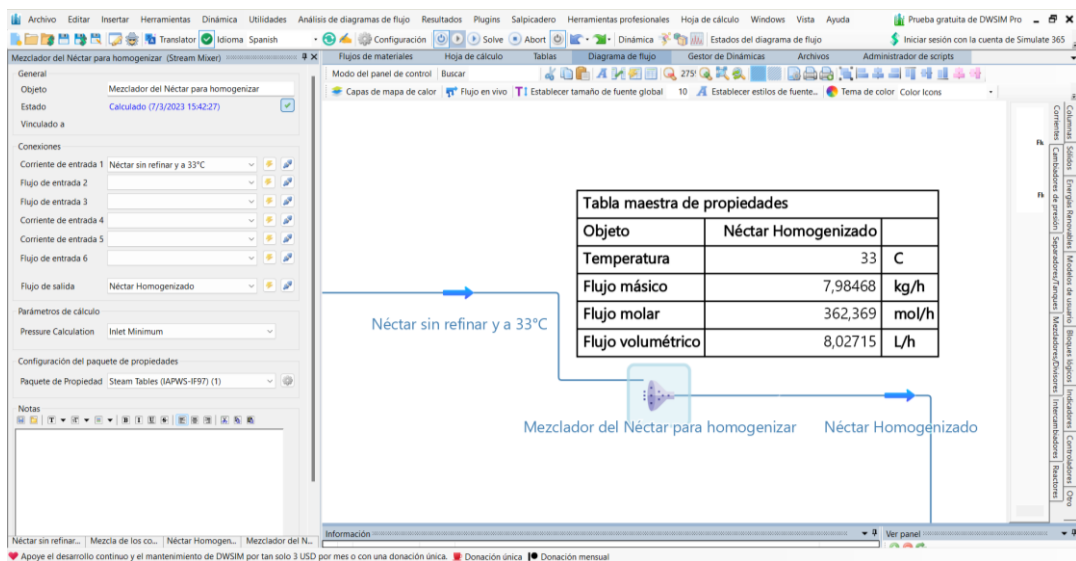


**Ilustración 10-3:** Etapa 2 del proceso

Realizado por: Barrionuevo, C., 2022.

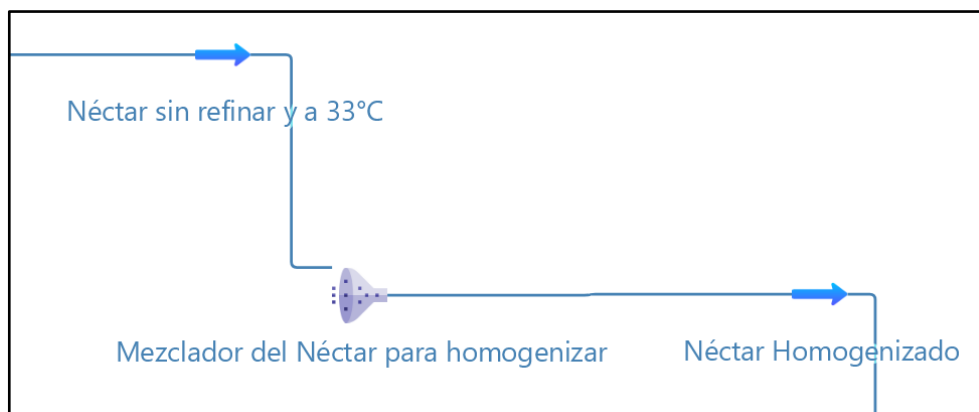
### 3.8.2.7. Mezclador de néctar

Se seleccionó un mezclador (Stream mixer), la corriente de entrada que se utilizó fue el néctar sin refinar. Como parámetro de cálculo, se seleccionó la herramienta "cálculo de presión", que funcionará con una entrada mínima. Y como salida de flujo se obtuvo el néctar homogeneizado.



**Ilustración 11-3:** Propiedades del néctar sin refinar

Realizado por: Barrionuevo, C., 2022.

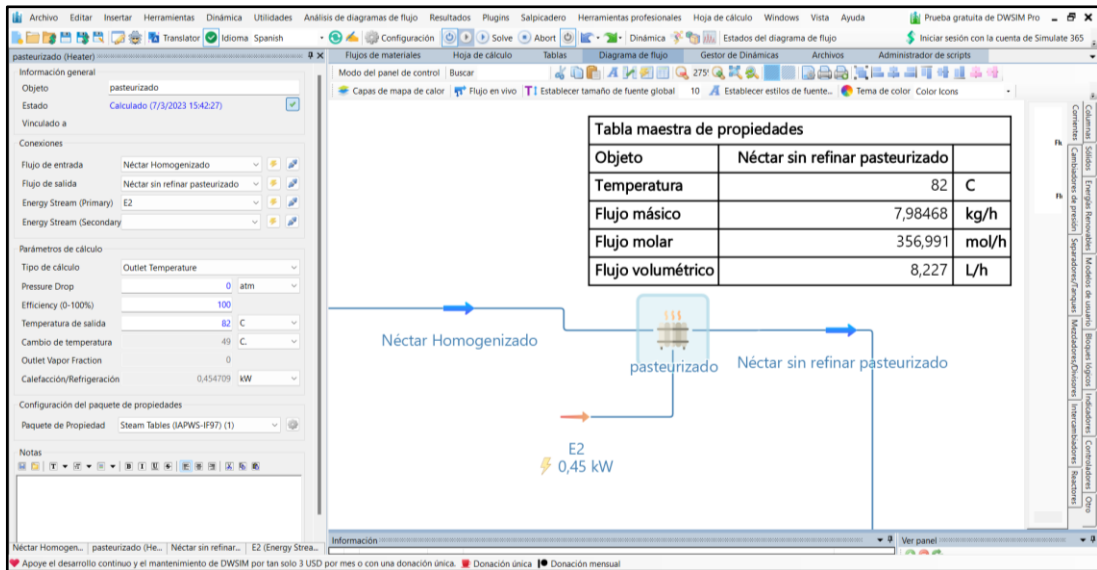


**Ilustración 12-3:** Etapa 3 del proceso

Realizado por: Barrionuevo, C., 2022.

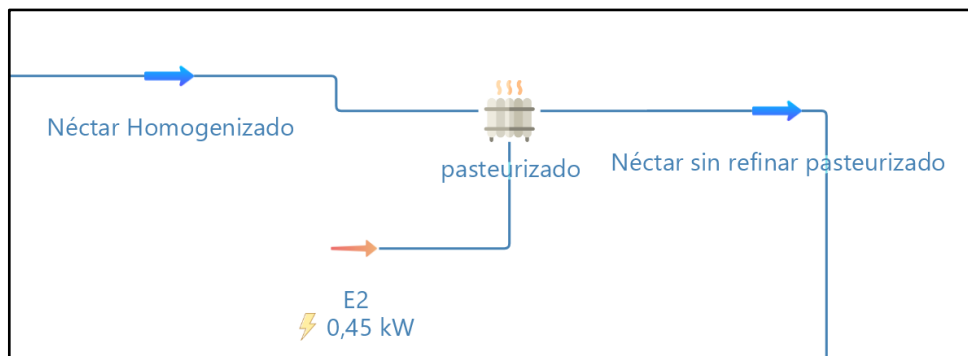
### 3.8.2.8. Pasteurización

Para el proceso de pasteurización se seleccionó un calentador. De igual manera, las conexiones que se utilizó fue el néctar homogeneizado como flujo de entrada, una corriente de energía (0.55 kw). El tipo de cálculo que se uso fue la herramienta de "temperatura de salida". Con los parámetros ya establecidos se obtendrá un flujo de salida que es el producto pasteurizado.



**Ilustración 13-3:** Parámetros etapa de pasteurizado

Realizado por: Barrionuevo, C., 2022.

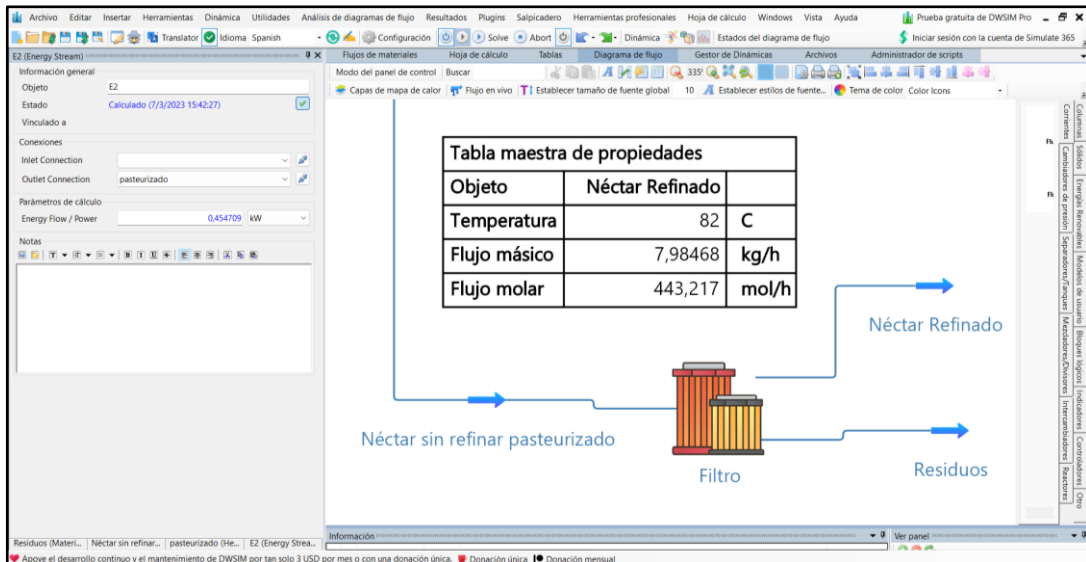


**Ilustración 14-3:** Etapa 4 del proceso

Realizado por: Barrionuevo, C., 2022.

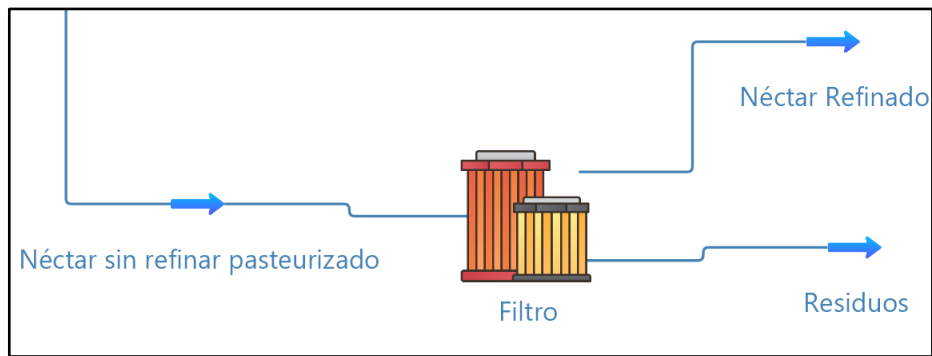
### 3.8.2.9. Filtro

Se agregó un filtro y se utilizó como insumo el néctar pasteurizado sin refinar del proceso anterior, en este proceso se obtuvieron dos salidas que fue el néctar refinado para embotellar y un porcentaje de residuo.



**Ilustración 15-3:** Salidas del filtro

Realizado por: Barrionuevo, C., 2022.



**Ilustración 16-3:** Etapa 5 del proceso

Realizado por: Barrionuevo, C., 2022.



### ***3.8.3. Evaluación de la simulación***

- Con los resultados y análisis obtenidos, se elaboró el simulacro en el software DWSIM del proceso de obtención del néctar de cacao.
- Se agregaron flujos de materia y energía, luego se utilizó paquetes termodinámicos en el software.
- Los métodos utilizados fueron modelos termodinámicos utilizados para el desarrollo matemático que permitieron evaluar el comportamiento térmico.
- Después de establecer los parámetros de simulación, ejecutamos en la computadora y comparamos los resultados del software DWSIM con los obtenidos a nivel de laboratorio.

## CAPÍTULO IV

### 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1. Cálculos técnicos

##### 4.1.1. Placenta CCN51

##### 4.1.1.1. Cálculos bromatológicos

- Fibra (%)

$$\% \text{ Fibra} = \frac{W1 - W2}{W0} * 100$$

**Tabla 1-4:** Cálculos para obtener el porcentaje de fibra de la placenta de cacao CCN51

| Muestra 1   | Muestra 2   | Muestra 3   |
|---|---|---|
| C1: Crisol= 32,994 g  | C2: Crisol= 30,113 g  | C1: Crisol= 30,103 g  |
| Wo: 1,011 g<br>W1: 33,089 g<br>W2: 32,993 g                   | Wo: 1,030 g<br>W1: 30,209 g<br>W2: 30,111 g                   | Wo: 1,031 g<br>W1: 30,190 g<br>W2: 30,100 g                   |
| % acidez: $\frac{33,089 - 32,993}{1,011 g} * 100$<br>%: 9,495 | % acidez: $\frac{30,209 - 30,111}{1,030 g} * 100$<br>%: 9,514 | % acidez: $\frac{30,190 - 30,100}{1,031 g} * 100$<br>%: 8,729 |
| <b>Promedio: 9,333 %</b>                                      |   |   |

Realizado por: Barrionuevo, C., 2022.

- Cenizas  $\left(\frac{g}{100 gr}\right)^2$

**Tabla 2-4:** Pesos de la muestra de la placenta de cacao CCN51

| <b>Muestra</b> | <b>Tratamiento</b> | <b>Peso vacío<br/>M (gr)</b> | <b>Peso de<br/>muestra<br/>húmeda (gr)</b> | <b>Crisol +<br/>muestra M1<br/>(gr)</b> | <b>Incineración<br/>M2 (gr)</b> |
|----------------|--------------------|------------------------------|--|---|---------------------------------|
| C              | C-1                | 26,847                       | 2,060                                      | 28,907                                  | 26,871                          |
|                | C-2                | 29,189                       | 2,078                                      | 31,267                                  | 29,215                          |
|                | C-3                | 30,605                       | 2,072                                      | 32,677                                  | 30,634                          |
| A              | A-1                | 26,610                       | 2,063                                      | 28,673                                  | 26,631                          |
|                | A-2                | 25,532                       | 2,002                                      | 27,554                                  | 25,572                          |
|                | A-3                | 26,8320                      | 2,054                                      | 28,886                                  | 26,849                          |
| O              | O-1                | 22,855                       | 2,099                                      | 29,954                                  | 22,888                          |
|                | O-2                | 26,523                       | 2,021                                      | 28,544                                  | 26,552                          |
|                | O-3                | 30,286                       | 2,065                                      | 32,351                                  | 30,320                          |

Realizado por: Barrionuevo, C., 2022.

Fórmula

$$\text{Cenizas (Xc)}: \frac{M2-M}{M1-M} * 100$$

**Tabla 3-4:** Cálculos para obtener el porcentaje de cenizas de la placenta de cacao CCN51

| Muestra | Tratamiento | Cálculo   | Porcentaje | Promedio de % |
|---------|-------------|---|------------|---------------|
| C       | C-1         | $\frac{26,871 - 26,847}{28,907 - 26,847} * 100$ | 1,17       | 1,258         |
|         | C-2         | $\frac{29,215 - 29,189}{31,267 - 29,189} * 100$ | 1,25       |               |
|         | C-3         | $\frac{30,634 - 30,605}{32,677 - 30,605} * 100$ | 1,4        |               |
| A       | A-1         | $\frac{26,631 - 26,610}{28,673 - 26,610} * 100$ | 1,02       |               |
|         | A-2         | $\frac{25,572 - 25,552}{27,554 - 25,552} * 100$ | 1          |               |
|         | A-3         | $\frac{26,849 - 26,832}{28,880 - 26,832} * 100$ | 0,83       |               |
| O       | O-1         | $\frac{22,888 - 22,855}{24,954 - 22,855} * 100$ | 1,57       |               |
|         | O-2         | $\frac{26,552 - 26,523}{28,544 - 26,523} * 100$ | 1,43       |               |
|         | O-3         | $\frac{30,320 - 30,286}{32,351 - 30,286} * 100$ | 1,65       |               |

Realizado por: Barrionuevo, C., 2022.

- Grasas  $(\frac{g}{100 gr})^2$

**Tabla 4-4:** Pesos de la muestra del mucílago de cacao CCN51

| Muestra 1          | Muestra 2           | Muestra 3           |
|--------------------|---------------------|---------------------|
| Vacío (P): 58,714  | vacío (P): 175,648  | vacío (P): 158,948  |
| Grasa (P1): 58,718 | Grasa (P1): 175,652 | Grasa (P1): 158,953 |
| m= 2,001 gr        | m= 2,000 gr         | m= 2,013 gr         |

Realizado por: Barrionuevo, C., 2022.

Formula

$$\% = \frac{P1 - P}{m} * 100$$

**Tabla 5-4:** Cálculos para obtener el porcentaje de grasas de la placenta de cacao CCN51

| Muestra 1                                  | Muestra 2                          | Muestra 3                                    |
|--|------------------------------------|--|
| $\% = \frac{58,718 - 58,714}{2,001} * 100$ | $\% = \frac{175,652}{2,000} * 100$ | $\% = \frac{158,961 - 158,953}{2,013} * 100$ |
| $\% = 0,2$                                 | $\% = 0,2$                         | 0,24   |
| Promedio $\% = 0,213$                      |                                    |  |

Realizado por: Barrionuevo, C., 2022.

- Humedad  $(\frac{g}{100 gr})^2$

**Tabla6-4:** Pesos de las muestras de la placenta de cacao CCN51

| Muestra | Peso de muestra (m) [gr] | Crisol vacío (M) [gr] | Crisol + muestra (M1) [gr] | Crisol + muestra desecada (M2) [gr] |
|---------|--------------------------|-----------------------|----------------------------|-------------------------------------|
| C       | 10,000                   | 100,120               | 110,120                    | 103,281                             |
| A       | 10,011                   | 91,207                | 101,215                    | 93,925                              |
| O       | 10,024                   | 81,284                | 91,308                     | 84,144                              |

Realizado por: Barrionuevo, C., 2022.

Formula

$$\% = \frac{D}{m} * 100$$

D (Diferencia): (M1-M2)

m=masa muestra

**Tabla 7-4:** Cálculos para obtener el porcentaje de humedad de la placenta de cacao CCN51

| Muestra | Cálculo                           | Resultado |
|---------|-----------------------------------|-----------|
| C       | $\% = \frac{6,839}{10} * 100$     | 68,39     |
| A       | $\% = \frac{6,839}{10,011} * 100$ | 72,90     |

|   |                                   |       |
|---|-----------------------------------|-------|
| O | $\% = \frac{7,164}{10,024} * 100$ | 71,64 |
|   | <b>Promedio</b>                   | 71,29 |

Realizado por: Barrionuevo, C., 2022.

- Proteínas  $(\frac{g}{100 gr})^2$

$$\%P = 1,4 * f * v * \frac{N}{m}$$

Donde:

f: 6,25 (cte INEN 1334: 22008)

v: volumen consumido de HCl

N: normalidad

m: peso de la muestra (0.5 gr)

**Tabla 8-4:** Cálculos para obtener el porcentaje de proteínas de la placenta de cacao CCN51

| Muestra | Cálculo  | Resultado |
|---------|--|-----------|
| C       | $\%P = \frac{1,4 * 6,25 * 3,4 mL * 0,1 N}{0.500 gr}$ | 5,95      |
| A       | $\%P = \frac{1,4 * 6,25 * 2,3 mL * 0,1 N}{0.501 gr}$ | 4,017     |
| O       | $\%P = \frac{1,4 * 6,25 * 3,1 mL * 0,1 N}{0.500 gr}$ | 5,250     |
|         | <b>Promedio</b>                                      | 5,072     |

Realizado por: Barrionuevo, C., 2022.

#### 4.1.1.2. Cálculos fisicoquímicos

- Acidez titulante

$$\% acidez = \frac{B * N * K}{W} * 100$$

B: Na (OH) consumido en titulación

N: Normalidad Na (OH) = (0,1) N eq/L

K: pKa (cte de acidez del ácido predominante en la fruta)

Formula:  $C_6H_8O_7$

N:  $0,1 \left(\frac{eq}{L}\right)$  [N]

W: 10 mL de muestra

K= 64,04 g/eq

Ac.1

$$\% \text{ acidez} = \frac{1,6 \text{ mL} * 0,1 \frac{eq}{L} * 64,04 \text{ g/eq}}{10 \text{ mL}} = 1,024 \text{ g/L}$$

Ac.2

$$\% \text{ acidez} = \frac{1,5 \text{ mL} * 0,1 \frac{eq}{L} * 64,04 \text{ g/eq}}{10 \text{ mL}} = 0,96 \text{ g/L}$$

Ac.3

$$\% \text{ acidez} = \frac{1,5 \text{ mL} * 0,1 \frac{eq}{L} * 64,04 \text{ g/eq}}{10 \text{ mL}} = 0,96 \text{ g/L}$$

Ac.4

$$\% \text{ acidez} = \frac{1,7 \text{ mL} * 0,1 \frac{eq}{L} * 64,04 \text{ g/eq}}{10 \text{ mL}} = 1,008 \text{ g/L}$$

Ac.5

$$\% \text{ acidez} = \frac{1,4 \text{ mL} * 0,1 \frac{eq}{L} * 64,04 \text{ g/eq}}{10 \text{ mL}} = 0,833 \text{ g/L}$$

Ac.6

$$\% \text{ acidez} = \frac{1,3 \text{ mL} * 0,1 \frac{eq}{L} * 64,04 \text{ g/eq}}{10 \text{ mL}} = 0,833 \text{ g/L}$$

Promedio: 0,942

#### 4.1.2. Néctar

##### 4.1.2.1. Cálculos fisicoquímicos

- Acidez titulante

$$\% \text{ acidez} = \frac{B * N * K}{W} * 100$$

Ac.1

$$\% \text{ acidez} = \frac{1,4 \text{ mL} * 0,1 \frac{\text{eq}}{\text{L}} * 64,04 \text{ g/eq}}{10 \text{ mL}} = 0,896 \text{ g/L}$$

Ac.2

$$\% \text{ acidez} = \frac{1 \text{ mL} * 0,1 \frac{\text{eq}}{\text{L}} * 64 \text{ g/eq}}{10 \text{ mL}} = 0,640 \text{ g/L}$$

Ac.3

$$\% \text{ acidez} = \frac{1,1 \text{ mL} * 0,1 \frac{\text{eq}}{\text{L}} * 64,04 \text{ g/eq}}{10 \text{ mL}} = 0,704 \text{ g/L}$$

Promedio: 0,747 g/L

## 4.2. Análisis y resultados bromatológicos físicos químicos de la placenta y néctar de cacao

### 4.2.1. Análisis bromatológicos

Los resultados del análisis bromatológico para la muestra de placenta de cacao CCN51 fueron los siguientes.



#### 4.2.1.1. Placenta CCN51

**Tabla 9-4:** Análisis bromatológicos de la placenta CCN51

| Parámetro                                | Valor    |
|--|----------|
| Humedad $(\frac{g}{100 gr})^2$           | 71,293 % |
| Proteína                                 | 5,072 %  |
| Grasas $(\frac{g}{100 gr})^2$            | 0,212 %  |
| Cenizas $(\frac{g}{100 gr})^2$           | 1,258 %  |
| Fibra                                    | 9,333 %  |
| Azúcares totales $(\frac{mg}{100 gr})^2$ | 9,13 %   |

Realizado por: Barrionuevo, C., 2022.

La placenta de cacao CCN51 tuvo un alto contenido de humedad de hasta el 71% y es rico en proteínas. La presencia de grasa fue casi nula al 0,212%; con un 1,3% de cenizas y un 9,33% de fibras. El azúcar restante total de 9,33%.

**Discusión:** El contenido de humedad de la placenta de cacao CCN51 fue de 71%, similar al 77,7% obtenido por Quimbita (2008, p. 88), en su estudio, quien evaluó la placenta de cacao para bebidas alcohólicas; en cuanto a proteína, grasa, ceniza y fibra en términos de porcentajes son 5%, 0.2%, 1.26% y 9.33%, similar a Caiza (2018, p. 3), quien en su estudio sobre el uso del cacao indicó que la proteína, grasa, ceniza y fibra tenían 1.38, 0.21, 4.62 y 1.28% respectivamente, se observó que nuestras muestras de placenta contenían el doble de fibra y por tanto tenía un mayor porcentaje de proteína que el indicado por Caiza en su estudio. El azúcar total de la placenta es del 9,13%, que difiere ligeramente del 13,10% obtenido en el estudio de Álava (2020, p. 34).

#### 4.2.2. Análisis fisicoquímicos

El análisis fisicoquímico de la muestra de placenta de cacao CCN51 reveló los siguientes datos.

#### 4.2.2.1. Placenta CCN51

**Tabla 10-4:** Análisis fisicoquímicos de la placenta CCN51

| Parámetro    | Valor   |
|--------------|---------|
| Acidez total | 0,943 % |
| Grados brix  | 2,943   |
| pH           | 4,557   |

Realizado por: Barrionuevo, C., 2022.

La placenta del cacao CCN51 tuvo 0,9 % de acidez, 2,9 °brix y un pH de 4,5.

**Discusión:** La acidez del residuo es de 0,9%, similar al 0,8% obtenido por Quimbita (2008, p.87) en el estudio que realizó sobre la preparación de un producto bebible. Seguimiento de grados brix y pH de 2.94% y 4.557 respectivamente, siendo diferente de 12.4° Brix y 4.41 de pH según Quimbita en su estudio.

#### 4.2.2.2. Néctar

**Tabla 11-4:** Análisis fisicoquímicos del néctar de cacao

| Parámetro    | Valor   |
|--------------|---------|
| Acidez total | 0,747 % |
| Grados brix  | 16,57   |
| pH           | 3,90    |

Realizado por: Barrionuevo, C., 2022.

El néctar de cacao alcanzó una acidez total de 0,747%, un contenido de 16,57 °Brix y un pH de 3,9.

**Discusión:** El néctar obtuvo 16,42°Brix, que difiere ligeramente del de Yugcha (2016, p. 26) quien recibió 15,42°Brix; Según Coronado (2019, p.6), los néctares deben tener un contenido de azúcar que puede variar entre 13 y 18 °Brix. El pH de la bebida es de 3,90, diferente al 4,19 obtenido por Yugcha; Según la norma INEN 2337:2008, establece que el pH de una bebida de néctar no debe exceder de 4,5. Todos estos análisis permiten clasificar el producto como una bebida de néctar.

### 4.3. Análisis de los resultados de la simulación

#### 4.3.1. Resultado de la simulación en DWSIM

##### 4.3.1.1. Selección de tratamiento

Se realizaron 3 combinaciones, de las cuales el tratamiento 2 fue el mejor candidato, con un Brix de 16.57 al ser analizado en laboratorio. Ya que para que una bebida sea considerada néctar, el Brix debe estar entre 13 y 18 Brix. (tabla 12-4).

**Tabla 12-4:** Formulación del tratamiento

| Tratamiento | Grados brix |
|-------------|-------------|
| T1          | 21,32       |
| T2          | 16,57       |
| T3          | 11,98       |

Realizado por: Barrionuevo, C., 2022.

##### 4.3.1.2. Propiedades de diseño del simulacro del proceso

Las cantidades que se ingresó para cada entrada de simulación provinieron de pruebas cuando el producto se fabricó a nivel de laboratorio para determinar las cantidades actuales óptimas para el proceso de creación del producto.

**Tabla 13-4:** Propiedades de la simulación de proceso de néctar

| Corriente          | Resultado  | Porcentaje |
|--------------------|------------|------------|
| Placenta           | 1000 kg    | 12,5 %     |
| Grados Brix        | 15,52      |            |
| Cantidad de néctar | 7,8 litros |            |

Realizado por: Barrionuevo, C., 2022.

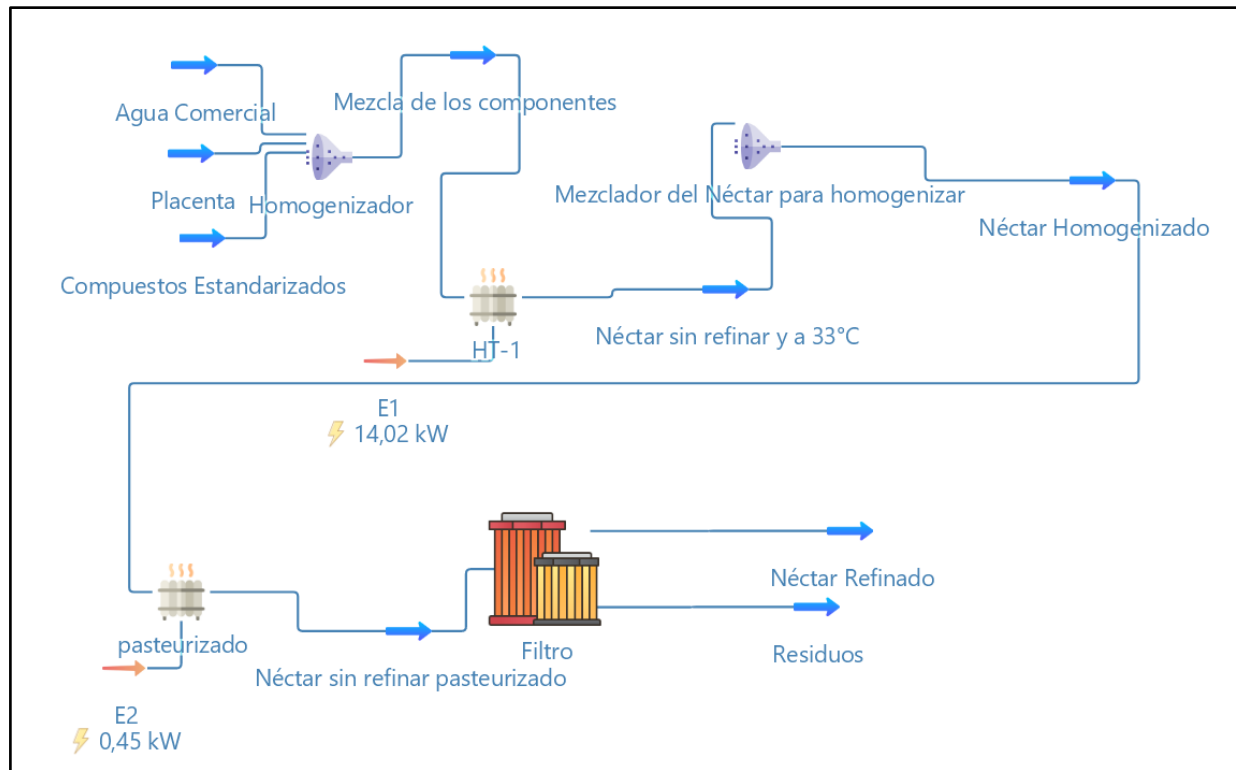
Por lo tanto, para obtener la corriente de la placenta ingresada al programa de simulación, fue del 12,5% de los 8 kg determinados en la receta para obtener la bebida. 12,5% de placenta en 8 kg de ingredientes de néctar es 1 kg. En las simulaciones se obtuvo un Brix de néctar de 15,52, que representa el contenido final de azúcar de la bebida, lo que facilitó las comparaciones con los resultados obtenidos en el tramo experimental (tabla 13-4).

**Tabla 14-4:** Propiedades de salida de corriente de cada proceso

|                                    |                              |                                 |       |
|------------------------------------|------------------------------|---------------------------------|-------|
| Mezcla de componente               | Tabla maestra de propiedades |                                 |       |
|                                    | Objeto                       | Mezcla de los componentes       |       |
|                                    | Presión                      | 1                               | atm   |
|                                    | Flujo másico                 | 7,98468                         | kg/h  |
|                                    | Flujo molar                  | 340,547                         | mol/h |
| Néctar sin refinar                 | Tabla maestra de propiedades |                                 |       |
|                                    | Objeto                       | Néctar sin refinar y a 33°C     |       |
|                                    | Temperatura                  | 33                              | C     |
|                                    | Flujo másico                 | 7,98468                         | kg/h  |
|                                    | Flujo molar                  | 334,154                         | mol/h |
| Néctar homogenizado                | Tabla maestra de propiedades |                                 |       |
|                                    | Objeto                       | Néctar Homogenizado             |       |
|                                    | Temperatura                  | 33                              | C     |
|                                    | Flujo másico                 | 7,98468                         | kg/h  |
|                                    | Flujo molar                  | 362,369                         | mol/h |
| Néctar sin refinar<br>pasteurizado | Tabla maestra de propiedades |                                 |       |
|                                    | Objeto                       | Néctar sin refinar pasteurizado |       |
|                                    | Temperatura                  | 82                              | C     |
|                                    | Flujo másico                 | 7,98468                         | kg/h  |
|                                    | Flujo molar                  | 356,991                         | mol/h |
| Néctar Refinado                    | Tabla maestra de propiedades |                                 |       |
|                                    | Objeto                       | Néctar Refinado                 |       |
|                                    | Temperatura                  | 82                              | C     |
|                                    | Flujo másico                 | 7.98468                         | kg/h  |
|                                    | Flujo molar                  | 443.217                         | mol/h |

Realizado por: Barrionuevo, C., 2022.

### 4.3.2. Diagrama del proceso de simulación



**Ilustración 1-4:** Diseño del proceso del néctar

**Realizado por:** Barrionuevo, C., 2022.

La simulación que se creó para producir néctar de cacao a partir de residuos de placenta se muestra con todo detalle en la ilustración 1-4.

#### 4.4. Comparación con la cantidad de néctar obtenido a nivel de laboratorio

**Tabla 15-4:** Resultado de la simulación vs experimental

| DWSIM       | Parámetro               | EXPERIMENTAL |
|-------------|-------------------------|--------------|
| 6 litros    | Volumen inicial de Agua | 6 litros     |
| 1 kg        | Cantidad de placenta    | 1 kg         |
| 1 kg        | Cantidad de Azúcar      | 1 kg         |
| 7,81 litros | Volumen final néctar    | 7,1 litros   |
| 15,11       | °Brix                   | 16,5         |

Realizado por: Barrionuevo, C., 2022.

La tabla 15-4- muestra los resultados obtenidos en la investigación, se comparó la simulación con la parte experimental, donde se obtuvo que en el programa DWSIM el volumen final (cantidad) fue de 7,81 litros y a nivel de laboratorio con 7,1 litros.

**Tabla 16-4:** Margen de error

|  |             |                                 |
|--|-------------|---------------------------------|
| Valor Aproximado   | 7,81 litros | Néctar refinado DWSIM           |
| Valor Real   | 7,1 litros  | Néctar refinado<br>EXPERIMENTAL |
| $\% = \frac{\text{Valor Real} - \text{Valor Simulacro}}{\text{Valor Real}} * 100$ $\% = \frac{7,1\text{litros} - 7,81\text{ litros}}{7,1\text{ litros}} * 100$ $\% \text{ error} = 10$ |             |                                 |

Realizado por: Barrionuevo, C., 2022.

El margen de error en la cantidad final obtenida fue de un 10% (tabla). Esta diferencia puede ser por varios factores externos como la perdida de agua durante el proceso del hervido, la pasteurizar o al filtrar teniendo como resultado perdido de material. Del mismo modo sucede con los grados brix, con un margen de error de 8%.

**Tabla 17-4:** Margen de error grados brix

|  |             |                                 |
|--|-------------|---------------------------------|
| Valor Aproximado   | 15,11 °Brix | Néctar refinado DWSIM           |
| Valor Real   | 16,5 °Brix  | Néctar refinado<br>EXPERIMENTAL |
| $\% = \frac{Valor Real - Valor Simulacro}{Valor Real} * 100$ $\% = \frac{16,5 \text{ °Brix} - 15,11}{16,5 \text{ °Brix}} * 100$ $\% error = 8,4$ |             |                                 |

Realizado por: Barrionuevo, C., 2022.

## CONCLUSIONES

- Una vez realizadas las diferentes formulaciones para la obtención de la bebida, se determinó que el tratamiento 2 obtuvo las condiciones óptimas para ser considerado néctar bajo la normatividad vigente. Donde se elaboró con las siguientes especificaciones: 6 litros de agua comercial, 1kg de azúcar y 1kg de placenta de cacao CCN-51. El nivel de azúcar contenido en la bebida fue de 16,5 brix.
- La simulación en el software DWSIM nos permitió observar cómo se realizó el diseño por etapas la producción de néctar utilizando la placenta de cacao ccn-51 como una nueva alternativa. Además, se determinó la composición, características y cantidad final de cada corriente dentro de la simulación.
- Para determinar la eficiencia de la simulación se comparó las corrientes de salida como la cantidad de azúcar (Brix) obtenidos tanto en la simulación (15,1) como en el laboratorio (16,5). Con una tasa de error existente del 8,4 %, esta comparación muestra que la simulación logró un grado Brix cercano al nivel esperado previamente determinado en el laboratorio. La cantidad final de néctar en la simulación fue de 7,8 litros y a nivel de laboratorio se obtuvo 7,1 litros con un error del 10%.



## **RECOMENDACIONES**

- Se recomienda tener agua caliente separada para la recuperación de líquido que pueda estar presente al hacer el néctar.
- A la hora de diseñar el proceso en el software, es buena idea volver a comprobar la configuración antes de iniciar la ejecución, ya que elegir el paquete equivocado cada vez nos dará datos erróneos.
- Se recomienda a seguir experimentando con diferentes concentraciones para mejorar el neta de cacao utilizando la placenta para su elaboración

## BIBLIOGRAFÍA

**ANDRADE RIVERA, J. et al.** "Propiedades físicas y químicas de cultivar de cacao de Ecuador y Perú ". *Scielo*, vol. 1, nº 1 (2019), (Ecuador) p.3.

**ANDRADE SALAZAR, David Eduardo.** "Selección de sitios para la producción del cacao en un sistema agroforestal". *Sefarad* [en línea], 2007, (Ecuador) 1(2), p. 8. [Consulta: 20 enero 2023]. ISSN 1547-8965. Disponible en: <https://cacaomovil.com/site/guide/diseño-y-establecimiento-del-cacao/16/seleccion-de-sitios-para-la-produccion-del-cacao-en-un-sistema-agroforestal>

**ARBALAEZ ZACUR, Gregorio A.** "Sabores únicos con impacto positivo: el futuro del cacao amazónico ecuatoriano". *Scielo* [en línea], 2010, (Ecuador) 5(22), p. 5. [Consulta: 20 enero 2023]. ISSN 1854-7854. Disponible en: <https://www.proamazonia.org/sabores-unicos-con-impacto-positivo-el-futuro-del-cacao-amazonico-ecuatoriano/>

**CABEZA AGUIRRE, Gerardo.** *La producción del cacao como insumo sustentable en el micro emprendedor*. Quito-Ecuador: Andes S.A, 2015, p.2.

**CADNY DAILY, Gustavo.** "Variedad CCN51: una amenaza para la industria del cacao". *Scielo* [en línea], 2019, (Ecuador) 2(7), p. 13. [Consulta: 20 enero 2023]. ISSN 6524-7852. Disponible en: <https://perfectdailygrind.com/es/2019/07/19/variedad-ccn-51-una-amenaza-para-la-industria-del-cacao/>

**CAMINO DUCHICELA, Katherine L.** "Ciclo hidrológico del Ecuador y su estado actual". *Scielo* [en línea], 2018, (Ecuador) 6(5), p. 6. [Consulta: 20 enero 2023]. ISSN 1565-7414. Disponible en: [http://caminos.udc.es/info/asignaturas/grado\\_itop/415/pdfs/coleccion%20de%20problemas.pdf](http://caminos.udc.es/info/asignaturas/grado_itop/415/pdfs/coleccion%20de%20problemas.pdf)

**CHAVÉZ, Luis.** *La producción de cacao en la costa ecuatoriana*. Guayaquil-Ecuador: San Gregorio, 2019, p.6.

**CHUCA LLASHUA, Miguel Antonio.** *La agricultura, una nueva herramienta que se está olvidando*. Argentina: Tula, 2017, p.2

**CODINI, Melina, K.** "Obtención y utilización de la manteca de cacao". *Dialnet* [en línea], 2017, (Ecuador) 1(2), p. 9. [Consulta: 20 enero 2023]. ISSN 3234-4531. Disponible en:

<https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwihyLPs9uX8AhXRfDABHZifA64QFnoECA8QAQ&url=https%3A%2F%2Fdialnet.unirioja.es%2Fdescarga%2Farticulo%2F3331434.pdf&usg=AOvVaw0XcPORS7bh4tCvOpW5ACuZ&cshid=1674759951443713>

**EL UNIVERSO.** *Sequias arruinan la producción de cacao en la costa ecuatoriana.* [blog]. [consulta: 20 enero 2023]. Disponible en: <https://www.eluniverso.com/larevista/2020/07/29/nota/7923513/cacao-propiedades-beneficios/>

**ENRIQUEZ CALICA, Karina Antonella. & SALAZAR OJEDA, Mario David.** “El mito de las 3 variedades de cacao”. *Dialnet* [en línea], 2018, (Ecuador) 21(65), p. 8. [Consulta: 20 enero 2023]. ISSN 1215-8622. Disponible en: <https://perfectdailygrind.com/es/2018/09/27/el-mito-de-las-3-variedades-de-cacao/>

**FEDE CACAO.** *La industria del cacao en México.* México: Tuschama Editoriales, 2019, p.21

**GIRON, Mario. Et al.** “Interpretación de un mal clima para la agricultura”. *Dialnet* [en línea], 2018, (Ecuador) 1(5), p. 2. [Consulta: 20 enero 2023]. ISSN 1525-7852. Disponible en: <https://www.uv.mx/cienciahombre/revistae/vol25num3/articulos/xocolatl/>

**INTILLAMA MUSU.** "Propiedades de un néctar ". *Scielo*, vol. 3, n° 3 (2014), (Ecuador) p.6.

**MAE.** *El cacao híbrido en el Ecuador y su certificación* [en línea]. México: Tuschama Editoriales, 2019. [Consulta: 20 enero 2023]. Disponible en: <https://www.agricultura.gob.ec/cacao-hibrido-ccn-51-cuenta-con-certificacion-de-calidad/#:~:text=Entre%20los%20beneficios%20que%20trae,resistente%20a%20enfermedades%20y%20plagas.>

**MORALES QUIROZ, Juan Leonardo. Et al.** "An appraisal of ecolabelling from a design perspective". *Design Studies*, vol. 1, n° 2 (2020), (United State of America) p.5.

**MURILLO SOLANO, José. Et al.** “Requerimientos hídricos de cuatro gramíneas de corte para uso eficiente de agua en el caribe seco colombiano”. *Dialnet* [en línea], 2016, (Ecuador) 1(3), p. 7. [Consulta: 20 enero 2023]. ISSN 1511-8399. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/ccta/v15n1/v15n1a08.pdf>

**PAEZ RODRIGUEZ, Sara Victoria.** Aprovechamiento de lo cacao en la provincia de las guayas. (Trabajo de titulación). (Maestría) Universidad Central del Ecuador, Ecuador. 2019. pp. 2-3.

**PERALTA QUISHPE, José.** "El cacao ecuatoriano uno de los más deseados". *Scielo*, vol. 3, n° 12 (2015), (Argentina) p.67.

**PERCANTIER, Jhoana.** Elaboración de néctar a base de proceso matemático, en simulación para el cantón penipe (Trabajo de titulación). (Maestría) Universidad Central del Ecuador, Ecuador. 2019. pp. 20-23.

**QUIMBITA, Francisco.** Uso del exudado y placenta del cacao para la obtención de subproductos [En línea] (Trabajo de titulación). (Maestría) Universidad de Caldas, Manizales, Colombia. 2018. p. 1. [Consulta: 2023-01-20]. Disponible en: <http://rte.espol.edu.ec/index.php/tecnologica/article/view/272/193>

**RODRIGUEZ FERNANDEZ, M.** "El uso de insecticidas arruina la producción de arroz y cacao". *Scielo*, vol. 5, n° 23 (2018), (Ecuador) p.8.

**ROMERO ACURIO, Vladimir.** "El cacao ccn-51 es uno de los productos más deseados por el mercado del cacao gracias a su fácil cultivo". *Scielo*, vol. 1, n° 2 (2019), (Ecuador) p.2.

**ROSALES REICHSE** "Cultivos monótonos es una mala vida del recurso suelo". *Scielo*, vol. 1, n° 3 (2021), (Colombia) p.12.

**SANCHEZ QUILLINTANA, Juan Carlos. & DUMBO M. Luis A.** "El cultivo de cacao ". *Scielo*, vol. 1, n° 2 (2018), (Ecuador) p.7.

**SUEREZ ALLUA, Marco Diego. Et al.** "El cultivo en el ecuador". *Scielo*, vol. 2, n° 1 (2017), (Ecuador) p.67.

**TRINIDAD IMPERIO, J. & HILARIO, G.** "Simulación de proceso industrial: Equipos nuevo de trituración". *Scopus*, vol. 32, n° 11 (2015), (Puerto Rico) p.67.

**VILLALBA MALDONADO, H.** "El cacao un producto demandado en todo el mundo". *Scopus*, vol. 1, n° 1 (2015), (Puerto Rico) p.4.

**VIVANCO CARPIO, D.** "Caracterización físico-química de la cascarilla de *Theobroma cacao* L, variedades Nacional y CCN-51". *Scopus*, vol. 3, n° 2 (2020), (Ecuador) p.6.

**ZAPATA CHUSIG, Viviana Fernanda.** "Análisis a las bebidas provenientes de Suramérica: análisis de calidad". *Scielo*, vol. 2, n° 1 (2020), (Ecuador) p.6.

## ANEXOS

### ANEXO A: EQUIPOS DE PRACTICA



**ANEXO B: LIMPIEZA DE LA MATERIA PRIMA**



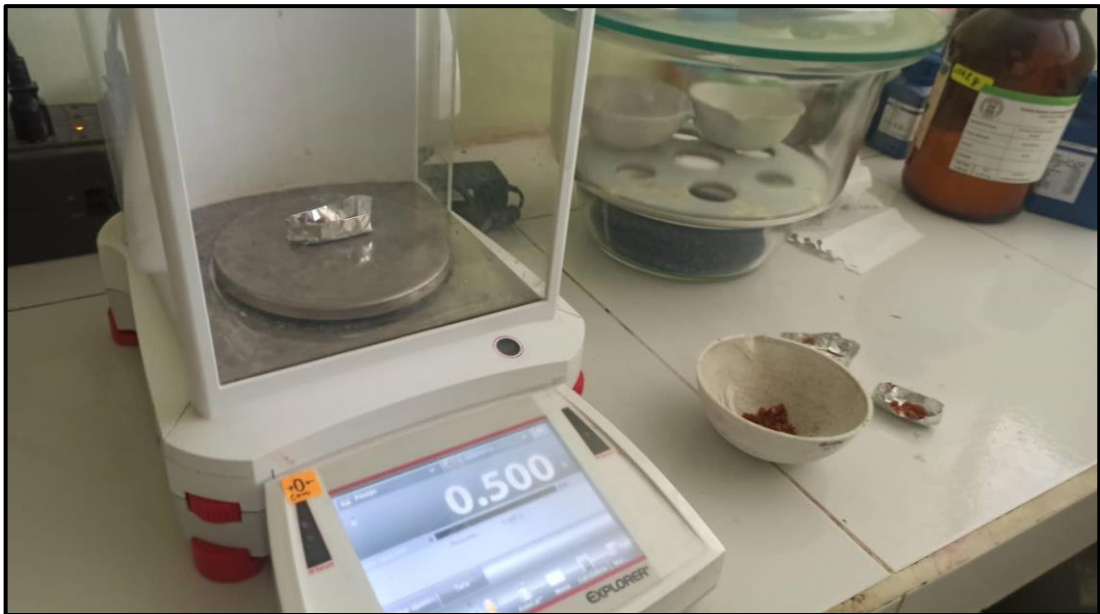


## ANEXO C: PROCESO DE EXTRACCIÓN





**ANEXO D: ANÁLISIS DE LA MATERIA PRIMA**



**ANEXO E: EQUIPO INDUSTRIAL**

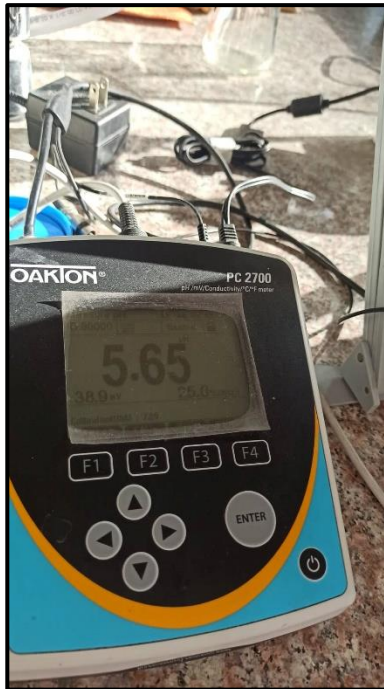


## ANEXO F: ANÁLISIS DE LA BEBIDA DE NÉCTAR





## ANEXO G: EMBOTELLAMIENTO DEL NÉCTAR





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: 08 / 06 / 2023

|  |
|--|
| <b>INFORMACIÓN DEL AUTOR/A (S)</b>   |
| <b>Nombres – Apellidos:</b> Carlos Javier Barrionuevo                              |
| <b>INFORMACIÓN INSTITUCIONAL</b>   |
| <b>Facultad:</b> Ciencias  |
| <b>Carrera:</b> Ingeniería en Biotecnología Ambiental                              |
| <b>Título a optar:</b> Ingeniero Biotecnólogo Ambiental                            |
| <b>f. Analista de Biblioteca responsable:</b> Ing. Rafael Inty Salto Hidalgo, MSc. |



0642-DBRA-UTP-2023