



# UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y DE LA SALUD

CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA

PROCESOS Y PARÁMETROS DE OPERACIÓN DE UN INGENIO  
AZUCARERO EN EL ECUADOR

PEÑA OTACOMA DARLING MICHAEL  
INGENIERO QUÍMICO

MACHALA  
2020



# UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y DE LA SALUD

CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA

PROCESOS Y PARÁMETROS DE OPERACIÓN DE UN INGENIO  
AZUCARERO EN EL ECUADOR

PEÑA OTACOMA DARLING MICHAEL  
INGENIERO QUÍMICO

MACHALA  
2020



# UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y DE LA SALUD

CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA

EXAMEN COMPLEXIVO

PROCESOS Y PARÁMETROS DE OPERACIÓN DE UN INGENIO AZUCARERO EN  
EL ECUADOR

PEÑA OTACOMA DARLING MICHAEL  
INGENIERO QUÍMICO

CHERREZ ZURITA

MACHALA, 27 DE FEBRERO DE 2020

MACHALA  
27 de febrero de 2020

**Nota de aceptación:**

Quienes suscriben, en nuestra condición de evaluadores del trabajo de titulación denominado PROCESOS Y PARÁMETROS DE OPERACIÓN DE UN INGENIO AZUCARERO EN EL ECUADOR, hacemos constar que luego de haber revisado el manuscrito del precitado trabajo, consideramos que reúne las condiciones académicas para continuar con la fase de evaluación correspondiente.



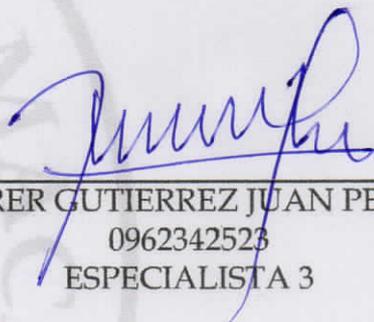
---

CHÉRREZ ZURITA  
0703607424  
TUTOR - ESPECIALISTA 1



---

GUAMÁN GUAMÁN ANA LUCIA  
1104101751  
ESPECIALISTA 2



---

FERRER GUTIERREZ JUAN PEDRO  
0962342523  
ESPECIALISTA 3

Fecha de impresión: miércoles 19 de febrero de 2020 - 11:33

# TRABAJO COMPLEXIVO

*por* Darling Peña

---

**Fecha de entrega:** 31-ene-2020 08:01a.m. (UTC-0500)

**Identificador de la entrega:** 1249270217

**Nombre del archivo:** Tema\_pr\_ctico\_Pe\_a\_Darling.docx (380.11K)

**Total de palabras:** 2476

**Total de caracteres:** 12471

## CLÁUSULA DE CESIÓN DE DERECHO DE PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO DIGITAL INSTITUCIONAL

El que suscribe, PEÑA OTACOMA DARLING MICHAEL, en calidad de autor del siguiente trabajo escrito titulado PROCESOS Y PARÁMETROS DE OPERACIÓN DE UN INGENIO AZUCARERO EN EL ECUADOR, otorga a la Universidad Técnica de Machala, de forma gratuita y no exclusiva, los derechos de reproducción, distribución y comunicación pública de la obra, que constituye un trabajo de autoría propia, sobre la cual tiene potestad para otorgar los derechos contenidos en esta licencia.

El autor declara que el contenido que se publicará es de carácter académico y se enmarca en las disposiciones definidas por la Universidad Técnica de Machala.

Se autoriza a transformar la obra, únicamente cuando sea necesario, y a realizar las adaptaciones pertinentes para permitir su preservación, distribución y publicación en el Repositorio Digital Institucional de la Universidad Técnica de Machala.

El autor como garante de la autoría de la obra y en relación a la misma, declara que la universidad se encuentra libre de todo tipo de responsabilidad sobre el contenido de la obra y que asume la responsabilidad frente a cualquier reclamo o demanda por parte de terceros de manera exclusiva.

Aceptando esta licencia, se cede a la Universidad Técnica de Machala el derecho exclusivo de archivar, reproducir, convertir, comunicar y/o distribuir la obra mundialmente en formato electrónico y digital a través de su Repositorio Digital Institucional, siempre y cuando no se lo haga para obtener beneficio económico.

Machala, 27 de febrero de 2020



PEÑA OTACOMA DARLING MICHAEL  
0705201903

## **DEDICATORIA**

A Dios Jehová por su guía y fortaleza que ha instaurado en mí y más aún por haberme dado a una excelente persona como madre.

A quien ha sido en mi vida una parte fundamental a lo largo de mi carrera profesional tanto por sus consejos, así como por su apoyo financiero y más aún por fomentar en mí, el siempre seguir adelante sin rendirse ante cualquier adversidad que se presente en mi vida mi mamá, María Ofelia Otacoma Toapanta que es el motor que me impulsa hacia las metas propuestas.

Por su apoyo que me supieron brindar en los momentos que lo necesite y por formar parte de una de las metas de mi vida mis hermanos, Enrique y Jefferson.

**Darling Michael Peña Otacoma.**

## **AGRADECIMIENTO**

Mi agradecimiento a Dios por ser pilar fundamental en esta meta cumplida y por sobre todo por darme la oportunidad de formar parte de una maravillosa familia que me ha inculcado valores primordiales y consejos de gran valor.

Agradezco a mi madre, María Ofelia Otacoma Toapanta y hermanos Manuel, Jefferson y Maykel por su apoyo incondicional y por ser parte de mi inspiración para lograr mis metas propuestas. A mi padre, Manuel Peña por haber formado en mí un carácter inquebrantable que me permite persistir en las adversidades de la vida.

Agradezco a una noble persona mi tío, Feliciano Guanoluisa de quien he recibido su apoyo en los momentos indicados.

**Darling Michael Peña Otacoma.**

## **RESUMEN**

En Ecuador la producción de azúcar es realizada por los ingenios: Coazúcar, San Carlos, Valdez, Isabel María, Miguel Ángel, y San Juan, que se encuentran en la región Costa y los ingenios Monterrey y del Norte ubicados en la región Sierra, de los cuales los primeros tres son los de mayor producción en el país.

El propósito de los ingenios azucareros del Ecuador es producir azúcar de calidad, para aquello se realizan varios procesos que van desde el cultivo y cosecha de la caña, así como la recepción y preparación de la misma, molienda, purificación, evaporación, cristalización, centrifugación secado y envasado. Para esto se lleva a cabo el control de parámetros como temperatura, presión, volumen, etc.

Cumpliendo con los estándares de calidad establecidos, (TABLA 9. ANEXOS) la industria azucarera del Ecuador tuvo un total de producción de 572,588 TM de azúcar en el 2018, actividad agrícola que representa el 8.7% del PIB nacional.

**Palabras claves:** ingenio azucarero, estándares de calidad, PIB nacional.

## **ABSTRACT**

In Ecuador, sugar production is carried out by the sugar mills: Coazúcar, San Carlos, Valdez, Isabel María, Miguel Ángel, and San Juan, which are located in the Costa region and the Monterrey and North mills located in the Sierra region of which the first three are those of greater production in the country.

The purpose of the sugar mills of Ecuador is to produce quality sugar, for that several processes are carried out that range from the cultivation and harvest of the cane, as well as the reception and preparation of it, milling, purification, evaporation, crystallization, centrifugation Drying and packaging For this, the control of parameters such as temperature, pressure, etc. is carried out.

Complying with the established quality standards, (TABLE 9. ANNEXES) Ecuador's sugar industry had a total production of 572,588 MT of sugar in 2018, an agricultural activity that represents 8.7% of the national GDP.

**Keywords:** sugar mill, quality standards, national GDP.

## ÍNDICE

INTRODUCCIÓN.....	1
OBJETIVOS.....	2
Objetivo General.....	2
Objetivos Específico.....	2
1.    DESARROLLO.....	3
1.1    Industria Azucarera en el Ecuador.....	3
1.2    Ingenio Azucarero.....	4
1.3    Caña de azúcar.....	5
1.4    Características del cultivo.....	6
2.    METODOLOGÍA.....	7
2.1    Proceso de producción.....	7
2.1.1    Recepción de caña.....	9
2.1.2    Preparación de caña.....	9
2.1.3    Molienda.....	9
2.1.4    Purificación.....	9
2.1.5    Evaporación.....	10
2.1.6    Cristalización.....	11
2.1.7    Centrifugación.....	11
2.1.8    Secado.....	12
2.1.9    Envasado.....	13

3. CONCLUSIONES .....	14
4. BIBLIOGRAFÍA .....	15
ANEXOS .....	17

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Proceso de elaboración del azúcar con sus respectivas entradas .....	8
Figura 2. Diagrama de flujo del proceso de producción de azúcar estándar .....	18

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Ingenios azucareros del Ecuador .....	5
Tabla 2. Parámetros de control del área de molienda.....	9
Tabla 3. Parámetros de control del área de purificación .....	10
Tabla 4. Parámetros de control del área de evaporación .....	11
Tabla 5. Parámetros de control del área de cristalización .....	11
Tabla 6. Parámetros de control del área de centrifugación.....	12
Tabla 7. Parámetros de control del área de secado.....	12
Tabla 8. Parámetros de control del área de envasado.....	13
Tabla 9. Requisitos de calidad para el azúcar blanco .....	17

## INTRODUCCIÓN

La industria azucarera del Ecuador contribuye en el desarrollo agrícola y tecnológico, generando empleo y bienestar a familias ecuatorianas.

El cultivo de caña de azúcar a gran escala se ubica en 5 zonas: Loja, Cañar, Guayas, los Ríos e Imbabura en los cuales existen ocho ingenios, siendo los de mayor producción los ingenios San Carlos, Valdez y COAZÚCAR aportando con el 90% de producción a nivel nacional.<sup>1</sup>

En el proceso de convertir el jugo de caña en cristales y purificarlos, los ingenios azucareros empiezan con el cultivo y su cosecha que se realiza al tener una altura de 3 y 4 m, la misma que se la realiza entre los 12 y 18 meses de haber iniciado su cultivo, seguido de procesos de industriales para llegar a obtener el producto.<sup>1</sup>

En el 2018, la cosecha se inició en el mes de junio para el ingenio Valdez y en julio para los ingenios COAZÚCAR y San Carlos. En la zafra de este año se cosecharon 76,158.1 ha, obteniendo 5,527,598.7 toneladas de caña molida, permitiendo alcanzar una producción de 490,016 TM de azúcar. Según el informe de FENAZÚCAR, determina que los ingenios de menor producción en Ecuador produjeron: IANCEM 32,752; Monterrey 26,578; San Juan 11,800 y Miguel Ángel 11,442 TM de azúcar. La industria azucarera del Ecuador tuvo una producción total de 572,588 TM de azúcar en la zafra de 2018.<sup>2</sup>

## **OBJETIVOS**

### **Objetivo General**

Identificar los procesos operativos de un ingenio azucarero en el Ecuador, mediante la revisión bibliográfica, para verificar la obtención de un producto de calidad.

### **Objetivos Específico**

- Identificar las zonas de mayor producción de caña de azúcar, por tratarse de la materia prima de los procesos a estudiar.
- Detallar los procesos en la industria azucarera a nivel nacional e indicar los parámetros de operación de los mismos.

## **1. DESARROLLO**

### **1.1 Industria Azucarera en el Ecuador**

En Ecuador la industria del azúcar, en contraste con otros países es pequeña en cuanto a su producción, es una industria vanguardista del país, que abarca todo el proceso agroindustrial de la caña de azúcar, actividad agrícola que representa el 8.7% del PIB nacional.<sup>3</sup>

La caña de azúcar es uno de los cultivos principales del Ecuador, considerando las áreas de cultivo y el valor que producen, así como la generación directa de empleos. Las principales provincias en la producción de azúcar se encuentran en Guayas, Imbabura, Cañar, Loja y Los Ríos, aunque el rubro se produce prácticamente en todo el país a excepción de las provincias de Tungurahua, Sucumbíos y Galápagos.<sup>4</sup>

Las provincias Cañar, Loja y Guayas, son los productores del 97% del volumen total del país. La provincia de Manabí es un productor de caña marginal, cuya finalidad no es la producción de azúcar ya que las áreas cañeras son utilizadas para la producción de diversos subproductos con una importante aceptación en la provincia.<sup>4</sup>

Según la investigación del Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC) la producción de caña de azúcar (para azúcar) alcanzó una superficie agropecuaria de 5,3 millones de hectáreas (ha), en el 2018 superando el cultivo de otros productos. La caña de azúcar tuvo una producción total de 7'502.251 toneladas métricas; el 87,1% de la producción la concentró el Guayas.<sup>5</sup>

A causa de las excelentes condiciones del cultivo de la caña de azúcar, se obtuvieron beneficios mayores. Lo que permitió un crecimiento del 4% en volumen de producción en el 2018.<sup>6</sup>

## **1.2 Ingenio Azucarero**

En un ingenio el objetivo primordial es la fabricación de azúcar, la cual se consigue mediante procesos que transforman a la caña en azúcar, se explica brevemente a continuación: Luego de la cosecha de la caña se transporta esta materia prima en camiones donde se pesan y se descargan para el lavado previo al ingreso a los molinos para extraer el jugo. En el clarificador el jugo es purificado pasando al evaporador de múltiple efecto consiguiendo la concentración para formación de la meladura. Esta pasa a los tachos para que se formen los cristales de sacarosa, las mismas que en las centrífugas son separadas de las mieles, en la última etapa del proceso los cristales húmedos pasan al secador y finaliza con el envasado.<sup>7</sup>

La utilidad de un ingenio precisa de la calidad y cantidad de la caña industrializada, del aprovechamiento de la capacidad y rendimiento en fábrica. El porcentaje de rendimiento se lo expresa en (toneladas de azúcar/toneladas de caña).<sup>8</sup>

Dentro del territorio ecuatoriano los ingenios azucareros se hallan en la Costa y Sierra donde cada uno cuenta con extensiones para el cultivo a continuación se detalla sus ubicaciones.<sup>9</sup>

**Tabla 1. Ingenios azucareros del Ecuador**

<b>Ingenios Azucareros</b>	<b>Información</b>
1. San Carlos	Se ubica en la provincia del Guayas, expresamente en los cantones de Naranjito, Marcelino Maridueña y el Triunfo. Extensión que comprende 25.000 hectáreas de cultivo de caña de azúcar.
2. Valdez	Ingenio que se localiza en el cantón Milagro provincia del Guayas. La industria Valdez posee para su cultivo de caña 23.780 hectáreas.
3. Coazúcar	Se localiza en la provincia del Guayas en el cantón La Troncal, a 76 kilómetros del puerto principal del país. Dispone para el área de cultivo de la caña de azúcar 23.262 hectáreas que comprendidas entre el ingenio y de terceros
4. Isabel María	Se encuentra en el cantón Babahoyo, provincia de Los Ríos. En el inicio de esta industria azucarera se la denominó Santa Rosa la misma que tiene 1.500 hectáreas.
5. Miguel Ángel	Se ubica al Este de la provincia del Guayas, cuyo cantón se denomina El Triunfo.
6. San Juan	Se localiza en el cantón Playas al Oeste del Guayas.
7. Del Norte	Se sitúa en Imbabura, Ibarra. Posee una superficie de cultivo de 46.000 hectáreas.
8. Monterrey	Situada en la ciudad de Catamayo, provincia de Loja. Industria que trabaja 1653 hectáreas para el cultivo y posterior cosecha de la caña.

Fuente: Elaboración Propia

### **1.3 Caña de azúcar**

La caña de azúcar es una planta que los europeos ingresaron consigo durante su migración al continente americano, siendo las cañas nobles, gruesas, dulces y suaves (*Saccharum officinarum*), que se adjudica que procede de la especie *S. robustum*; y que por la hibridación con las especies cultivadas *S. barberi*, *S. sinense* y la especie silvestre *Saccharum*

*spontaneum*, que originó a los híbridos (*Saccharum hybrids*) que hoy en día se cultivan en todo el mundo para producir azúcar.<sup>10</sup>

A nivel mundial, el cultivo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum L.*) es uno de los preferidos en las regiones tropicales y subtropicales. Cultivo que representa ser el máximo edulcorante del planeta. El azúcar tiene una amplia gama de usos desde industriales a domésticos; para la producción de ron y alcohol utilizando las mieles, para la industria de bebidas y alimentos, en la elaboración de sustancias orgánicas, la levadura, como alimento para animales usando la melaza, etc.<sup>11</sup>

Según la Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua, Espac, del INEC (2016) el 62 % se dedicó a la producción de azúcar y etanol, y un 38 % a la panela y aguardiente artesanal.<sup>4</sup>

#### **1.4 Características del cultivo**

La caña de azúcar se caracteriza por su gran capacidad para adaptarse a diferentes terrenos de cultivo y climas como también por su capacidad para generar materia verde y seca (más de 100 t ha año<sup>-1</sup>) por unidad de área. Al ser una planta C4, conserva la humedad con mayor eficiencia, perdiendo 277 moléculas de agua por molécula de CO<sub>2</sub> fijada. Por su facultad fotosintética y características fenotípicas capta la energía solar para transformarla en biomasa de una manera eficaz.<sup>12</sup>

Para el cultivo de la caña de azúcar se utiliza una parte o fragmento de la misma, a manera de semilla, posterior a su cultivo en un lapso de 6 meses adquiere un 85% humedad lo que permite el crecimiento de la caña debido al alargamiento de sus células, los azúcares que se forman se dividen en dos partes, una que se aloja en los entrenudos que al madurar forma la fibra, y la otra que se almacena como sacarosa; finalizando con su cosecha a los 12 meses de su desarrollo.<sup>7</sup>

## **2. METODOLOGÍA**

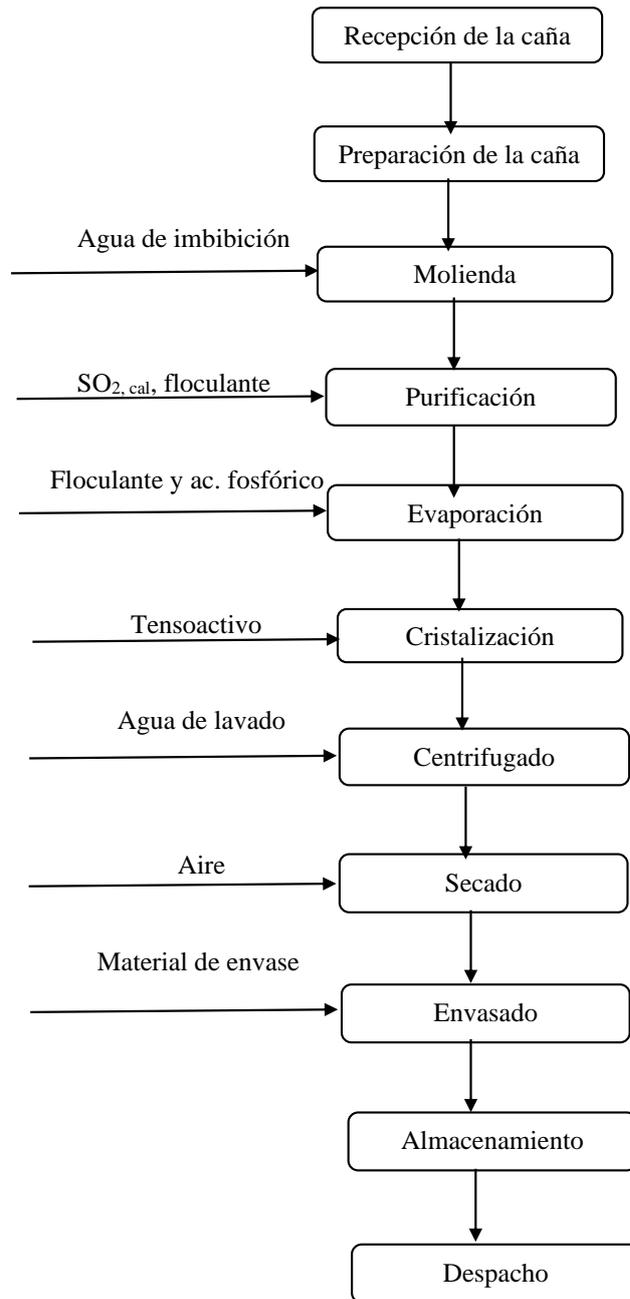
La industria azucarera en Ecuador es realizada desde el cultivo hasta su comercialización pasando por una serie de procesos, (FIGURA 2. ANEXOS) los cuales permiten la competencia a nivel internacional.

En el 2018 los ingenios Valdez, San Carlos y Coazúcar tuvo una producción de 490,016 TM de azúcar. Según la información de FENAZÚCAR los ingenios Monterrey, San Juan, Miguel Ángel e IANCEM produjeron 82,572 TM de azúcar.<sup>2</sup>

### **2.1 Proceso de producción**

La producción de azúcar es una industria de relevancia para el país por ello se toman medidas de control a lo largo de su producción que satisfacen a sus consumidores.

Para su producción los ingenios aprovechan el clima de las regiones Sierra y Costa para que su crecimiento sea rápido y de calidad el cual está comprendido entre unos 11 a 17 meses, esto depende de la calidad de la semilla y el terreno de cultivo.<sup>13</sup>



**Figura 1. Proceso de elaboración del azúcar con sus respectivas entradas**

Fuente: Córdova, 2017.<sup>13</sup>

### 2.1.1 Recepción de caña

Al ingresar la caña a la planta azucarera se realiza el peso con la ayuda de una báscula, en esta etapa se realiza el primer control de calidad tomando muestras de la materia prima, acto que se realizará simultáneamente.

### 2.1.2 Preparación de caña

La preparación de la caña comienza con la descarga de la misma por medio de grúas y pasan a las mesas alimentadoras para eliminar todo residuo que proviene de los campos de cultivo aplicando agua a altas temperaturas. Después de la limpieza, la caña es introducida a una picadora y desfibradora.<sup>13</sup>

### 2.1.3 Molienda

En la molienda se usan molinos de rodillo que poseen la capacidad de 1100 toneladas por día, proceso en el cual se emplean seis molinos cuyo objetivo es la máxima extracción del líquido rico en sacarosa. Para obtener un mayor rendimiento en la extracción se introduce agua a temperaturas que van desde los 60 a 80 °C, esto es realizado en el último molino y se lo conoce como agua de imbibición.

**Tabla 2. Parámetros de control del área de molienda**

Parámetros de control	
<b>Temperatura agua de imbibición</b>	60-80 °C
<b>Presión utilizada en molinos</b>	200 psi
<b>% de Sacarosa aceptable</b>	> 50%

Fuente: Elaboración Propia

### 2.1.4 Purificación

Para realizar la purificación del jugo extraído en la molienda se requiere de factores como: la adición de óxido de calcio (cal), la aplicación de calor y la sedimentación-decantación, lo que

permite eliminar materiales colorantes como también parte de material péptido. La calidad del producto terminado va a depender en gran medida de un buen clarificado.<sup>13</sup>

**Tabla 3. Parámetros de control del área de purificación**

<b>Parámetros de control</b>	
<b>pH del jugo crudo</b>	5.2 – 5.5
<b>pH del jugo sulfitado</b>	4.2 – 4.5
<b>Temperatura de ingreso del jugo</b>	50 – 55 °C
<b>pH del jugo clarificado</b>	6.6 – 6.8
<b>Temperatura del agua</b>	60 °C
<b>Humedad en cachaza</b>	70 – 80 %

Fuente: Elaboración Propia

### **2.1.5 Evaporación**

En la evaporación lo que se desea es eliminar el exceso de agua que contiene el jugo proveniente del clarificador, ya que contiene un 85% de agua y un 15% de sólidos, y lo que se desea obtener es una meladura o jarabe con un 58-65 °Brix.

Para este efecto, se emplean una serie de evaporadores de efecto múltiple al vacío, el jugo ingresa a un pre-evaporador el cual eleva la temperatura hasta la ebullición del líquido produciendo vapores que circulan a lo largo de los evaporadores continuos a manera de calefacción consiguiendo un menor punto de ebullición en cada uno, para aquello se baja el nivel de la presión de manera sucesiva.<sup>13</sup>

**Tabla 4. Parámetros de control del área de evaporación**

Parámetros de control	
<b>Presión de vapor</b>	22 – 25 psi
<b>Temperatura del jugo precalentado</b>	114 – 118 °C
<b>Temperatura de la meladura</b>	55 – 60 °C
<b>pH de la meladura clarificada</b>	6.6 – 6.8

Fuente: Elaboración Propia

### 2.1.6 Cristalización

Esta operación se realiza en tachos al vacío en el cual la meladura es transformada en cristales. La sustancia que resulta se la conoce como masa cocida la misma que contiene cristales y miel. Para conseguir una concentración mayor del azúcar se aplica un método de tres cocimientos consiguiendo una cristalización óptima.<sup>13</sup>

**Tabla 5. Parámetros de control del área de cristalización**

Parámetros de control	
<b>Pureza de la mezcla</b>	76 – 80 %
<b>Temperatura de enfriamiento</b>	40 – 45 °C
<b>Temperatura de calentamiento</b>	50 – 60 °C
<b>Contextura de la masa</b>	92 – 94 %

Fuente: Elaboración Propia

### 2.1.7 Centrifugación

En la centrífuga es depositada la masa (miel y sacarosa cristalizada) para ser separadas mediante movimientos giratorios a altas revoluciones, en el transcurso de la centrifugación la

masa requiere de ciclos de lavado con agua caliente o vapor en determinado tiempo dependiendo de la calidad que se desee obtener.

**Tabla 6. Parámetros de control del área de centrifugación**

Parámetros de control	
<b>Concentración de cristales</b>	35 – 40 %
<b>Agua de lavado</b>	0.4 – 0.8 litros/min
<b>Humedad del azúcar</b>	0.3 – 0.8 %
<b>Temperatura de agua de lavado</b>	85 – 100 °C
<b>Presión de agua de lavado</b>	50 psi
<b>Tiempo total del ciclo</b>	180 – 200 segundos

Fuente: Elaboración Propia

### 2.1.8 Secado

El secado se lo realiza poniendo en contacto el azúcar con aire caliente a contracorriente a una temperatura próxima a los 60 °C, para ello el azúcar húmedo es llevada hasta la secadora por medio de un elevador. El azúcar debe poseer un aproximado de 0.02 – 0.04 % de humedad evitando así los grumos.<sup>13</sup>

**Tabla 7. Parámetros de control del área de secado**

Parámetros de control	
<b>Vapor de calefacción</b>	150 psi
<b>Humedad de azúcar</b>	< 0.075 %
<b>Temperatura aire secado</b>	50 – 60 °C

Fuente: Elaboración Propia

### 2.1.9 Envasado

Previo al envasado se realiza una serie de análisis de control de calidad que se vienen realizando desde la centrifugación para tener un producto de calidad de exportación. Así el envasado se lo comercializa en empaques de: 50, 12, 5, 2 y 1 kg.<sup>13</sup>

**Tabla 8. Parámetro de control para envasado**

Parámetros de control	
<b>Humedad del azúcar</b>	0.02 – 0.05 %

Fuente: Elaboración Propia

### 3. CONCLUSIONES

- Se ubicaron las zonas de mayor producción de caña de azúcar en el país, concentrándose en las regiones Costa y Sierra precisamente en las provincias de Guayas, Imbabura, Loja, Cañar y los Ríos siendo las áreas de cultivo a nivel industrial.
- Mediante de revisión bibliográfica se obtuvo conocimiento de los procesos que se operan en los ingenios azucareros en el Ecuador dando un mayor conocimiento que abarca toda operación para obtener un producto de calidad.
- Sé preciso los procesos en la industria azucarera y los parámetros operativos (temperatura, presión, pH, etc.) que se realizan para la obtención del producto terminado desde la molienda hasta el envasado los mismos que cumplen con las normas técnicas ecuatorianas INEN 0259.

#### 4. BIBLIOGRAFÍA

- (1) Yépez Ortiz, A. L. Sustitución Del Clarificante Octapol Con Celite En Los Análisis de Polarimetría de Muestras Obtenidas En El Proceso de Extracción de Sacarosa En Caña de Azúcar, Universidad Técnica del Norte, 2017.
- (2) Ecuador, I. A. C. de I. de la C. de A. del. Informe Anual. *CINCAE*. 2018, p 57.
- (3) Azucareros, A. (Asociación E. de T. Los Primeros 20 Años Del Centro de Investigación de La Caña de Azúcar Del Ecuador. 2019, p 5.  
<https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>.
- (4) Cartay, R.; García Briones, M.; Meza Moreira, D.; Intriago Estrella, J.; Romero Macías, F. Caracterización Económica de Un Productor de Aguardiente En Junín, Manabí, Ecuador. *ECA Sinerg*. **2018**, *10* (1), 85.  
[https://doi.org/10.33936/eca\\_sinergia.v10i1.1213](https://doi.org/10.33936/eca_sinergia.v10i1.1213).
- (5) Cuichán Maritza, Julio Márquez, D. O. Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua. *INEC*. 2018, p 16.
- (6) Banco Central del Ecuador. Reporte de Coyuntura Sector Agropecuario. April 2019, p 52.
- (7) Vivanco Lozano, E. Ingenio Azucarero Modelo s.a. de c.v. Comunicación Sobre El Progreso. *Grupo Porres*. 2018, p 79.
- (8) Candi Ashanti, D.-M.; Humberto, B.-Á.; Rodolfo, S.-E. Prevención, Minimización y Control de La Contaminación Ambiental En Un Ingenio Azucarero de México. *Ing. Investig. y Tecnol*. **2014**, *15* (4), 549–560. [https://doi.org/10.1016/s1405-7743\(14\)70653-5](https://doi.org/10.1016/s1405-7743(14)70653-5).

- (9) Cevallos, A. M.; Garc, E. A. Recuperación de Sacarosa En La Cosecha Mecánica En Verde de Caña de Azúcar. *ESPAM Cienc.* **2017**, 8 (2), 85–89.
- (10) Mendoza, J. Centro de Investigación de La Caña de Azúcar Del Ecuador. *CINCAE* **2018**, 20 (5), 23.
- (11) González- Ibarra, C. V.; Mancilla- Villa, Oscar Raúl Guevara- Gutiérrez, R. D.; Hernández- Vargas, Omar Palomera- García, C.; Can- Chulim, Á.; Huerta-Olague, J. de J.; Ortega- Escobar, H. M.; Olguin-López, J. L.; Paz- González, J. Rentabilidad de La Caña de Azúcar Con Manejo Orgánico y Convencional. *Idesia* **2018**, 36 (3), 5–13.
- (12) Lagos Burbano, E.; Castro Rincón, E. Caña de Azúcar y Subproductos de La Agroindustria Azucarera En La Alimentación de Rumiantes. *Agron. Mesoam.* **2019**, 30 (3), 917–934. <https://doi.org/10.15517/am.v30i3.34668>.
- (13) Córdova Coronel Suldery Michelle. Modelo de Mejora Continua Para El Proceso de Molienda En El Ingenio Azucarero Monterrey “MALCA,” Universidad del Azuay, 2017.
- (14) Instituto Ecuatoriano de Normalización. Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 259. Azúcar Blanco. Requisitos. *Nte Inen 259 (2017)*. Quito August 2017, p 7.

## ANEXOS

**Tabla 9. Requisitos de calidad para el azúcar blanco**

REQUISITO	UNIDAD	MÍNIMO	MÁXIMO	MÉTODO DE ENSAYO
Polarización a 20 °C	°Z	99.4	----	NTE INEN 264
Humedad	%	----	0.075	NTE INEN 265
Cenizas de conductividad	%	----	0.10	NTE INEN 267
Azúcares reductores	%	----	0.10	GS2/9-6
Color	UI	----	350	GS2/3-9
Dióxido de azufre (SO <sub>2</sub> )	mg/kg	----	50	NTE INEN 274
Materia insoluble en agua	mg/kg	----	150	
Arsénico (As)	mg/kg	----	1.0	NTE INEN 269
Cobre (Cu)	mg/kg	----	2.0	GS2/3-29
Plomo (Pb)	mg/kg	----	0.5	NTE INEN-ISO 6633

Fuente: INEN 0259, 2000.<sup>14</sup>

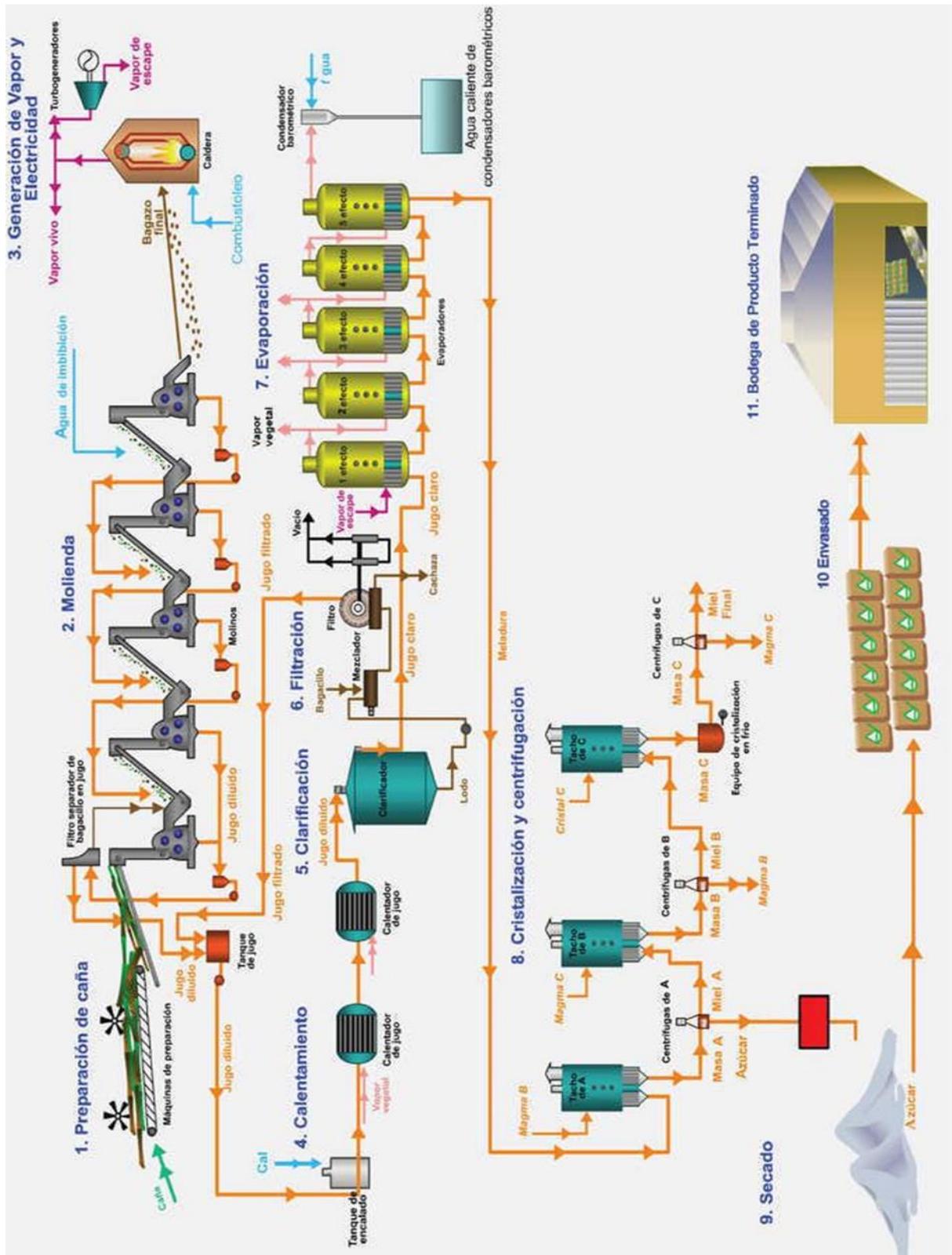


Figura 2. Diagrama de flujo del proceso de producción de azúcar estándar

Fuente: Domínguez et. Al., 2014.<sup>8</sup>