



# **ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**

**FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS  
CARRERA INGENIERÍA EN INDUSTRIAS PECUARIAS**

**“SUSTITUCIÓN PARCIAL DE SEMILLAS DE CACAO  
(*Theobroma cacao* L) POR ALGARROBA (*Prosopis pallida*) EN LA  
FORMULACIÓN DE CHOCOLATE ARTESANAL”**

**Trabajo de Titulación**

Tipo: Trabajo Experimental

Presentado para optar al grado académico de:  
**INGENIERA EN INDUSTRIAS PECUARIAS**

**AUTORA:**  
**JOSELYN LIZBETH SOLÓRZANO BARRIONUEVO**

Riobamba – Ecuador

2023



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS**  
**CARRERA INGENIERÍA EN INDUSTRIAS PECUARIAS**

**“SUSTITUCIÓN PARCIAL DE SEMILLAS DE CACAO**  
**(*Theobroma cacao L*) POR ALGARROBA (*Prosopis pallida*) EN LA**  
**FORMULACIÓN DE CHOCOLATE ARTESANAL”**

**Trabajo de Titulación**

Tipo: Trabajo Experimental

Presentado para optar al grado académico de:  
**INGENIERA EN INDUSTRIAS PECUARIAS**

**AUTORA:** JOSELYN LIZBETH SOLÓRZANO BARRIONUEVO

**DIRECTORA:** Dra. SANDRA ELIZABETH LÓPEZ SAMPEDRO. Mg

Riobamba – Ecuador

2023

© 2022, **Joselyn Lizbeth Solórzano Barrionuevo**

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

Yo, Joselyn Lizbeth Solórzano Barrionuevo, declaro que el presente Trabajo de Titulación es de mi autoría y los resultados del mismo son auténticos.

Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

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

Riobamba, 11 de enero de 2023

**Joselyn Lizbeth Solórzano Barrionuevo**

**180531804-3**

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**

**FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS**

**CARRERA INGENIERÍA EN INDUSTRIAS PECUARIAS**

El Tribunal del Trabajo de Titulación certifica que: El Trabajo de Titulación: Tipo: Trabajo Experimental, **SUSTITUCIÓN PARCIAL DE SEMILLAS DE CACAO (*Theobroma Cacao L*) POR ALGARROBA (*Prosopis Pallida*) EN LA FORMULACIÓN DE CHOCOLATE ARTESANAL**, realizado por la señorita: **JOSELYN LIZBETH SOLÓRZANO BARRIONUEVO**, 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.

**FIRMA**

**FECHA**

Ing. Tatiana Elizabeth Sánchez Herrera  
**PRESIDENTA DEL TRIBUNAL**

\_\_\_\_\_

2023-01-11

Dra. Sandra Elizabeth López Sampedro. Mg  
**DIRECTORA DEL TRABAJO  
DE TITULACIÓN**

\_\_\_\_\_

2023-01-11

Ing. Luis Antonio Velasco Matveev  
**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

\_\_\_\_\_

2023-01-11

## **DEDICATORIA**

Dedico la presente tesis a mi madre Margarita Barrionuevo y mi padre José Solórzano, por confiar en mí, y por ayudarme día a día a cumplir mis objetivos ya que en todo momento me han apoyado en los momentos difíciles y me alentaron a no rendirme, y más que nada, por su amor. A mis hermanas Dayana y Solange, por ser parte importante de mi vida y por ese cariño incondicional que me han dado. A mi hijo por su infinito amor.

Joselyn

## **AGRADECIMIENTOS**

Mi más profundo agradecimiento primeramente a Dios, por haberme permitido llegar hasta este punto, darme salud y paciencia para culminar mi carrera, a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, con especial afecto a la Facultad de Ciencias Pecuarias, mi directora de tesis la Dra. Sandra López, asesor de tesis Ing. Antonio Velasco, quienes me guiaron en el transcurso de este proceso, a mi novio Darío por su constante apoyo, a mis mejores amigas que me ayudaron siempre Margarita y Jenny.

Joselyn

## TABLA DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	xii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xiii
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	xiv
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xv
RESUMEN.....	xvi
ABSTRACT.....	xvii
INTRODUCCIÓN.....	1

## CAPÍTULO I

<b>1.</b>	<b>MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>2</b>
<b>1.1.</b>	<b>Cacao.....</b>	<b>2</b>
<b>1.1.1.</b>	<i>Definición.....</i>	<i>2</i>
<b>1.1.2.</b>	<i>Taxonomía.....</i>	<i>2</i>
<b>1.1.3.</b>	<b>Composición Nutricional.....</b>	<b>3</b>
<b>1.1.3.1.</b>	<i>Composición de los granos de cacao fermentados y desecados al aire.....</i>	<i>3</i>
<i>1.1.3.1.1.</i>	<i>Proteínas y aminoácidos.....</i>	<i>3</i>
<i>1.1.3.1.2.</i>	<i>Teobromina y cafeína.....</i>	<i>3</i>
<i>1.1.3.1.3.</i>	<i>Lípidos.....</i>	<i>3</i>
<i>1.1.3.1.4.</i>	<i>Carbohidratos.....</i>	<i>3</i>
<i>1.1.3.1.5.</i>	<i>Compuestos fenólicos.....</i>	<i>3</i>
<i>1.1.3.1.6.</i>	<i>Ácidos orgánicos.....</i>	<i>3</i>
<i>1.1.3.1.7.</i>	<i>Compuestos volátiles.....</i>	<i>3</i>
<i>1.1.3.1.8.</i>	<i>Compuestos aromáticos.....</i>	<i>4</i>
<b>1.1.3.2.</b>	<b>Composición de los granos enteros de cacao.....</b>	<b>4</b>
<b>1.1.4.</b>	<i>Propiedades.....</i>	<i>4</i>
<b>1.1.5.</b>	<b>Requisitos físicos y calidad para los granos de cacao.....</b>	<b>5</b>
<b>1.1.6.</b>	<b>Clasificación de los granos de cacao.....</b>	<b>6</b>
<i>1.1.6.1.</i>	<i>Cacao criollo.....</i>	<i>6</i>
<i>1.1.6.2.</i>	<i>Cacao forastero.....</i>	<i>6</i>
<i>1.1.6.3.</i>	<i>Cacao trinitario.....</i>	<i>6</i>
<b>1.2.</b>	<b>Algarroba.....</b>	<b>6</b>
<i>1.2.1.</i>	<i>Definición.....</i>	<i>6</i>
<i>1.2.2.</i>	<i>Taxonomía.....</i>	<i>8</i>

1.2.3.	<i>Propiedades</i> .....	8
1.2.4.	<i>Beneficios</i> .....	8
1.2.5.	<i>Características</i> .....	9
1.2.5.1.	<i>Organolépticas</i> .....	9
1.2.6.	<i>Requisitos</i> .....	9
1.2.6.1.	<i>Requisitos Fisicoquímicos</i> .....	9
1.2.7.	<i>Composición de la algarroba</i> .....	9
1.2.7.1.	<i>Composición bromatológica</i> .....	9
1.2.7.2.	<i>Composición nutricional</i> .....	10
1.3.	<b>Chocolate</b> .....	10
1.3.1.	<i>Definición</i> .....	10
1.3.2.	<i>Composición nutricional</i> .....	11
1.3.3.	<b>Requisitos según INEN</b> .....	12
1.3.3.1.	<i>Requisitos específicos</i> .....	12
1.3.3.2.	<i>Requisitos microbiológicos</i> .....	12
1.3.4.	<b>Clasificación</b> .....	13
1.3.4.1.	<i>Chocolate amargo</i> .....	13
1.3.4.2.	<i>Chocolate con leche</i> .....	13
1.3.4.3.	<i>Chocolate blanco</i> .....	13
1.3.4.4.	<i>Chocolate gianduja</i> .....	14
1.3.4.5.	<i>Chocolate para mesa</i> .....	14
1.3.4.5.1.	<i>Chocolate para mesa semiamargo</i> .....	14
1.3.4.5.2.	<i>Chocolate para mesa amargo</i> .....	14
1.3.5.	<b>Edulcorantes permitidos</b> .....	14
1.3.5.1.	<i>Edulcorantes naturales</i> .....	14
1.3.5.1.1.	<i>Azúcar blanco</i> .....	15
1.3.5.1.2.	<i>Azúcar morena</i> .....	15
1.3.5.1.3.	<i>Azúcar lustre o en polvo</i> .....	15
1.3.5.1.4.	<i>Azúcar de vainilla</i> .....	15
1.3.5.1.5.	<i>Azúcar invertido</i> .....	15
1.3.5.2.	<b>Edulcorantes sintéticos</b> .....	15
1.3.5.2.1.	<i>E 951</i> .....	15
1.3.5.2.2.	<i>E 950</i> .....	15
1.3.5.2.3.	<i>E 954</i> .....	15
1.3.5.2.4.	<i>E 952</i> .....	15
1.3.6.	<b>Fabricación industrial del chocolate</b> .....	16

1.3.6.1.	<i>Cultivo y cosecha</i> .....	16
1.3.6.2.	<i>Desgrane</i> .....	16
1.3.6.3.	<i>Fermentación</i> .....	16
1.3.6.4.	<i>Secado</i> .....	16
1.3.6.5.	<i>Ensacado y transporte</i> .....	16
1.3.6.6.	<i>Trituración</i> .....	16
1.3.6.7.	<i>Torrefacción</i> .....	17
1.3.6.8.	<i>Molienda</i> .....	17
1.3.6.9.	<i>Mezclado</i> .....	17
1.3.6.10.	<i>Refinación</i> .....	18
1.3.6.11.	<i>Conchado</i> .....	18
1.3.6.12.	<i>Templado y mezcla con ingredientes</i> .....	18
1.3.6.13.	<i>Moldeo</i> .....	18
1.3.6.14.	<i>Embajale</i> .....	19
1.3.6.15.	<i>Distribución y comercialización</i> .....	19
1.4.	<b>Indicador financiero beneficio/costo</b> .....	19
1.4.1.	<i>Criterio de análisis</i> .....	19
1.4.2.	<i>Fórmula</i> .....	19

## CAPÍTULO II

2.	<b>MARCO METODOLÓGICO</b> .....	20
2.1.	<b>Localización y duración del experimento</b> .....	20
2.2.	<b>Unidades Experimentales</b> .....	20
2.3.	<b>Tratamientos y Diseño Experimental</b> .....	20
2.4.	<b>Análisis Estadísticos y Pruebas de Significancia</b> .....	21
2.5.	<b>Materiales, Equipos, Reactivos e Insumos</b> .....	21
2.5.1.	<i>Materiales</i> .....	21
2.5.2.	<i>Equipos</i> .....	22
2.5.3.	<i>Reactivos</i> .....	23
2.5.4.	<i>Insumos</i> .....	24
2.6.	<b>Mediciones experimentales</b> .....	24
2.6.1.	<b>Análisis Físico-Químicos</b> .....	24
2.6.1.1.	<i>En la semilla de algarroba</i> .....	24
2.6.1.2.	<i>En el chocolate artesanal</i> .....	25
2.6.2.	<b>Análisis microbiológicos</b> .....	25

<b>2.6.3.</b>	<b>Análisis sensorial</b> .....	25
<b>2.7.</b>	<b>Procedimiento experimental</b> .....	25
<b>2.7.1.</b>	<b>Formulación</b> .....	25
<b>2.7.2.</b>	<b>Balance de Masa</b> .....	26
<b>2.7.3.</b>	<b>Rendimiento y Mermas</b> .....	27
2.7.3.1.	<i>Algarroba</i> .....	27
2.7.3.2.	<i>Cacao</i> .....	28
2.7.3.3.	<i>Azúcar</i> .....	28
2.7.3.4.	<i>Chocolate</i> .....	28
<b>2.7.4.</b>	<b>Diagrama de procesos de la elaboración del chocolate artesanal con algarroba</b> .....	29
<b>2.7.5.</b>	<b>Procedimiento de la elaboración del chocolate artesanal con algarroba</b> .....	31
<b>2.7.5.1.</b>	<b>Algarroba</b> .....	31
2.7.5.1.1.	<i>Recolección</i> .....	31
2.7.5.1.2.	<i>Recepción</i> .....	31
2.7.5.1.3.	<i>Selección</i> .....	31
2.7.5.1.4.	<i>Lavado</i> .....	31
2.7.5.1.5.	<i>Desvainado</i> .....	31
2.7.5.1.6.	<i>Pesaje</i> .....	31
2.7.5.1.7.	<i>Secado</i> .....	31
2.7.5.1.8.	<i>Tostado</i> .....	31
2.7.5.1.9.	<i>Molienda</i> .....	31
2.7.5.1.10.	<i>Tamizaje</i> .....	32
2.7.5.1.11.	<i>Almacenamiento</i> .....	32
<b>2.7.5.2.</b>	<b>Cacao</b> .....	32
2.7.5.2.1.	<i>Recepción</i> .....	32
2.7.5.2.2.	<i>Selección</i> .....	32
2.7.5.2.3.	<i>Desgrane</i> .....	32
2.7.5.2.4.	<i>Pesaje</i> .....	32
2.7.5.2.5.	<i>Fermentación y secado</i> .....	32
2.7.5.2.6.	<i>Tostado o torrefacción</i> .....	32
2.7.5.2.7.	<i>Descascarillado</i> .....	33
2.7.5.2.8.	<i>Molienda</i> .....	33
<b>2.7.5.3.</b>	<b>Chocolate</b> .....	33
2.7.5.3.1.	<i>Mezcla de los ingredientes</i> .....	33
2.7.5.3.2.	<i>Temperado</i> .....	33

2.7.5.3.3.	<i>Moldeado y enfriado</i> .....	33
2.7.5.3.4.	<i>Desmoldado</i> .....	33
2.7.5.3.5.	<i>Empaquetado</i> .....	33
2.7.5.3.6.	<i>Almacenado</i> .....	33
<b>2.8.</b>	<b>Metodología de evaluación</b> .....	<b>34</b>
<b>2.8.1.</b>	<b>Análisis Físico-Químicos</b> .....	<b>34</b>
<b>2.8.1.1.</b>	<b><i>En la semilla de algarroba</i></b> .....	<b>34</b>
2.8.1.1.1.	<i>Tamizaje fitoquímico</i> .....	34
2.8.1.1.2.	<i>Cenizas</i> .....	34
2.8.1.1.3.	<i>Carbohidratos</i> .....	35
2.8.1.1.3.1.	<i>Prueba de Molish</i> .....	36
2.8.1.1.3.2.	<i>Prueba de Seliwanoff</i> .....	36
2.8.1.1.3.3.	<i>Prueba de Fehling</i> .....	36
2.8.1.1.3.4.	<i>Prueba de Benedict</i> .....	37
<b>2.8.1.1.4.</b>	<b><i>Azúcares totales</i></b> .....	<b>37</b>
<b>2.8.1.2.</b>	<b><i>En el chocolate Artesanal</i></b> .....	<b>38</b>
2.8.1.2.1.	<i>Humedad por Termobalanza</i> .....	38
2.8.1.2.2.	<i>Materia grasa por Goldfish</i> .....	38
2.8.1.2.3.	<i>Extracto seco (%)</i> .....	40
2.8.1.2.4.	<i>Calcio (%)</i> .....	40
2.8.1.2.5.	<i>pH</i> .....	42
2.8.1.2.6.	<i>Acidez (%)</i> .....	42
<b>2.8.2.</b>	<b>Análisis microbiológicos</b> .....	<b>43</b>
2.8.2.1.	<i>Aerobios mesófilos (UFC/g)</i> .....	43
2.8.2.2.	<i>Coliformes totales</i> .....	45
2.8.2.3.	<i>Mohos y levaduras</i> .....	46
<b>2.8.3.</b>	<b>Análisis sensorial</b> .....	<b>47</b>
2.8.3.1.	<i>Prueba hedónica</i> .....	47

### CAPÍTULO III

<b>3.</b>	<b>MARCO DE ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS</b> .....	<b>48</b>
<b>3.1.</b>	<b>Análisis físicos y químicos</b> .....	<b>48</b>
<b>3.1.1.</b>	<b><i>Resultados de los análisis en las semillas de algarroba</i></b> .....	<b>48</b>
3.1.1.1.	<i>Tamizaje fitoquímico</i> .....	48
3.1.1.2.	<i>Cenizas</i> .....	49

3.1.1.3.	<i>Carbohidratos</i> .....	50
3.1.1.4.	<i>Azúcares totales</i> .....	51
<b>3.1.2.</b>	<b>Resultados de los análisis en el chocolate artesanal</b> .....	<b>52</b>
3.1.2.1.	<i>Humedad</i> .....	53
3.1.2.2.	<i>Materia grasa</i> .....	54
3.1.2.3.	<i>Extracto seco</i> .....	55
3.1.2.4.	<i>Calcio</i> .....	56
3.1.2.5.	<i>pH</i> .....	57
3.1.2.6.	<i>Acidez</i> .....	58
<b>3.2.</b>	<b>Resultados de los análisis microbiológicos (UFC/g)</b> .....	<b>59</b>
3.2.1.	<i>Aerobios mesófilos</i> .....	59
3.2.2.	<i>Coliformes totales</i> .....	60
3.2.3.	<i>Mohos y levaduras</i> .....	61
<b>3.3.</b>	<b>Análisis Sensorial</b> .....	<b>62</b>
3.3.1.	<i>Olor</i> .....	62
3.3.2.	<i>Sabor</i> .....	63
3.3.3.	<i>Color</i> .....	63
3.3.4.	<i>Textura</i> .....	64
<b>3.4.</b>	<b>Análisis Económico</b> .....	<b>64</b>
3.4.1.	<i>Beneficio/Costo</i> .....	66
<b>CONCLUSIONES</b> .....		<b>67</b>
<b>RECOMENDACIONES</b> .....		<b>68</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>		
<b>ANEXOS</b>		

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1-1:</b>	Taxonomía del cacao .....	2
<b>Tabla 2-1:</b>	Valor nutricional de los granos enteros de cacao .....	4
<b>Tabla 3-1:</b>	Requisitos físicos y calidad para los granos de cacao .....	5
<b>Tabla 4-1:</b>	Taxonomía del algarrobo ( <i>Prosopis pallida</i> ) .....	8
<b>Tabla 5-1:</b>	Características organolépticas de la algarroba .....	9
<b>Tabla 6-1:</b>	Requisitos fisicoquímicos de la algarroba .....	9
<b>Tabla 7-1:</b>	Características bromatológicas de la algarroba .....	9
<b>Tabla 8-1:</b>	Valor Nutricional de la Algarroba.....	10
<b>Tabla 9-1:</b>	Valor nutricional del chocolate y sus 2 tipos. ....	11
<b>Tabla 10-1:</b>	Requisitos específicos para los chocolates.....	12
<b>Tabla 11-1:</b>	Requisitos microbiológicos para los chocolates.....	13
<b>Tabla 12-2:</b>	Esquema del experimento .....	20
<b>Tabla 13-2:</b>	Esquema del ANOVA .....	21
<b>Tabla 14-2:</b>	Formulación experimental del chocolate artesanal con diferentes niveles de algarroba por cada repetición .....	25
<b>Tabla 15-2:</b>	Balance de masa de los insumos utilizados en la elaboración del chocolate artesanal .....	26
<b>Tabla 16-2:</b>	Balance de masa para la elaboración del chocolate artesanal con diferentes niveles de algarroba .....	27
<b>Tabla 17-3:</b>	Cuadro resumen de los análisis físico-químicos realizados a las semillas de algarroba tostada y sin tostar procedentes del cantón Patate.....	48
<b>Tabla 18-3:</b>	Tamizaje fitoquímico para la detección de alcaloides usando reactivo de Dragendorff en las semillas de algarroba tostada y sin tostar. ....	48
<b>Tabla 19-3:</b>	Análisis cualitativo para la identificación de carbohidratos en las semillas de algarroba tostada (A1) y sin tostar (A2).....	50
<b>Tabla 20-3:</b>	Cuadro resumen de los análisis físico-químicos realizados en el chocolate artesanal con niveles de 0%, 10%, 20% y 30% respectivamente .....	52
<b>Tabla 21-3:</b>	Cuadro resumen de los análisis microbiológicos de las barras de chocolate artesanal con niveles de 0%, 10%, 20% y 30% de algarroba. ....	59
<b>Tabla 22-3:</b>	Análisis económico de las tabletas de chocolate con niveles de algarroba del 0%, 10%, 20% y 30% respectivamente .....	65

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1-1:</b>	Cacao ( <i>Theobroma cacao L</i> ) .....	2
<b>Figura 2-1:</b>	Árbol de algarrobo del caserío San Javier perteneciente al cantón Patate. ....	7
<b>Figura 3-1:</b>	Árbol de algarrobo ( <i>Prosopis pallida</i> ) de la ciudad de Patate.....	7
<b>Figura 4-2:</b>	Recolección de vainas de algarroba.....	84
<b>Figura 5-2:</b>	Recepción de las vainas de algarroba .....	84
<b>Figura 6-2:</b>	Selección de las vainas de algarroba.....	84
<b>Figura 7-2:</b>	Desvainado de las algarrobas .....	84
<b>Figura 8-2:</b>	Pesaje de las algarrobas.....	85
<b>Figura 9-2:</b>	Secado de las semillas de algarroba.....	85
<b>Figura 10-2:</b>	Tostado de las semillas de algarroba.....	85
<b>Figura 11-2:</b>	Molienda de las algarrobas.....	85
<b>Figura 12-2:</b>	Almacenamiento de las algarrobas .....	85
<b>Figura 13-2:</b>	Desgrane de las mazorcas del cacao .....	85
<b>Figura 14-2:</b>	Fermentación y Secado de los granos de cacao .....	85
<b>Figura 15-2:</b>	Tostado de las semillas de cacao .....	85
<b>Figura 16-2:</b>	Descascarillado del cacao.....	85
<b>Figura 17-2:</b>	Molienda del cacao .....	86
<b>Figura 18-2:</b>	Mezcla de los ingredientes (cacao, algarroba y azúcar).....	86
<b>Figura 19-2:</b>	Temperado del chocolate artesanal con algarroba .....	86
<b>Figura 20-2:</b>	Desmoldado del chocolate artesanal de algarroba .....	86

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1-2:</b>	Diagrama de procesos de la elaboración del chocolate artesanal con algarroba.....	30
<b>Gráfico 2-3:</b>	Porcentaje de cenizas en semillas tostadas y sin tostar de algarroba .....	49
<b>Gráfico 3-3:</b>	Porcentaje de azúcares totales en función de glucosa y fructosa de las semillas tostadas y sin tostar de algarroba.....	51
<b>Gráfico 4-3:</b>	Porcentaje de humedad en los chocolates con y sin algarroba .....	53
<b>Gráfico 5-3:</b>	Porcentajes de materia grasa en las tabletas de chocolate artesanal con y sin algarroba .....	54
<b>Gráfico 6-3:</b>	Porcentajes de extracto seco en las tabletas de chocolate artesanal con y sin algarroba.....	55
<b>Gráfico 7-3:</b>	Porcentajes de calcio en las tabletas de chocolate artesanal con y sin algarroba.....	56
<b>Gráfico 8-3:</b>	pH de las tabletas de chocolate artesanal con y sin algarroba .....	57
<b>Gráfico 9-3:</b>	Porcentajes de acidez en las tabletas de chocolate artesanal con y sin algarroba.....	58
<b>Gráfico 10-3:</b>	Aerobios mesófilos en las barras de chocolate artesanal con niveles de algarroba de 0%, 10%, 20% y 30% .....	59
<b>Gráfico 11-3:</b>	Coliformes totales (UFC/cm <sup>3</sup> ) en las barras de chocolate artesanal con y sin algarroba.....	60
<b>Gráfico 12-3:</b>	Mohos y levaduras (UFC/cm <sup>3</sup> ) en las barras de chocolate artesanal con y sin algarroba .....	61
<b>Gráfico 13-3:</b>	Análisis sensorial del parámetro de olor en las barras de chocolate artesanal con los diferentes tratamientos de algarroba .....	62
<b>Gráfico 14-3:</b>	Porcentaje del nivel de agrado del parámetro de sabor en las barras de chocolate artesanal con los diferentes tratamientos de algarroba .....	63
<b>Gráfico 15-3:</b>	Prueba sensorial del parámetro color de los chocolates artesanales con 0%, 10%, 20%, y 30% de algarroba .....	63
<b>Gráfico 16-3:</b>	Análisis sensorial para el parámetro textura de los chocolates artesanales con 0%, 10%, 20%, y 30% de algarroba .....	64

## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>ANEXO A:</b>	ANÁLISIS BROMATOLÓGICOS DE LAS SEMILLAS DE ALGARROBA ( <i>Prosopis pallida</i> ) Y SEMILLAS DE CACAO ( <i>Theobroma cacao L</i> ).....	80
<b>ANEXO B:</b>	ANÁLISIS BROMATOLÓGICO AL CHOCOLATE ARTESANAL CON NIVELES DE 0%, 10%, 20% Y 30% DE ALGARROBA.....	80
<b>ANEXO C:</b>	ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS AL CHOCOLATE ARTESANAL CON NIVELES DE 0%, 10%, 20%, Y 30% DE ALGARROBA.....	81
<b>ANEXO D:</b>	BOLETA DE EVALUACIÓN DEL ANÁLISIS SENSORIAL DEL CHOCOLATE ARTESANAL CON NIVELES DE 0%, 10%, 20% Y 30% DE ALGARROBA .....	82
<b>ANEXO E:</b>	ANOVA DE LOS ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICOS REALIZADOS AL CHOCOLATE ARTESANAL CON NIVELES DE 0%, 10%, 20% Y 30% DE ALGARROBA .....	83
<b>ANEXO F:</b>	ANOVA DE LOS ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS REALIZADOS AL CHOCOLATE ARTESANAL CON NIVELES DE 0%, 10%, 20% Y 30% DE ALGARROBA .....	84
<b>ANEXO G:</b>	PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL DE LA ELABORACIÓN DEL CHOCOLATE ARTESANAL CON ALGARROBA .....	84

## RESUMEN

El objetivo de este estudio fue elaborar chocolate artesanal a partir de la sustitución parcial de semillas de cacao (*Theobroma cacao L*) por semillas de algarroba (*Prosopis pallida*). Se obtuvo las barras de chocolate mediante el 10, 20 y 30% de algarroba frente a un tratamiento control sin semillas de algarroba, para los tres tratamientos con tres repeticiones, mediante secado, tostado, molienda y mezcla de algarroba, cacao y azúcar, posteriormente, se realizó análisis sensorial según los parámetros color, olor, sabor y textura mediante una prueba de aceptabilidad hedónica con escala de uno a tres en una boleta de catación aplicada a 40 estudiantes. Para el análisis estadístico se aplicó un Análisis de varianza (ANOVA), y separación de medias según Tukey con  $p < 0,05$ , a continuación, se ejecutó los análisis físico-químicos en la semilla el cual mostró 35,94% de azúcares totales, 2,93% de minerales y negativo en el tamizaje fitoquímico para presencia alcaloides; por el contrario, en el chocolate, el mejor tratamiento fue T3 al 30% de algarroba ya que mostró mayor contenido en Materia Grasa 6,01 %, Calcio 1,92%, y, obtuvo mayor aceptación en la catación con 99% en color, 98% olor, 100% sabor y 98% textura, mientras que el tratamiento control destacó en Extracto Seco 98,57% y Acidez 0,42%, en los análisis microbiológicos se reportó ausencia de coliformes totales, mohos y levaduras, sin embargo, se detectó presencia de aerobios mesófilos, en cambio, en el análisis económico se determinó los costos de producción y la relación de beneficio costo que fue de 1,26\$. Se concluye que, el chocolate elaborado con 30% de algarroba se consideró un alimento altamente nutritivo por su bajo contenido en calorías y su alto valor nutricional. Se recomienda realizar más pruebas con la algarroba los cuales podrían mejorar las propiedades físico-químicas, sensoriales, y nutricionales del chocolate.

**Palabras Clave:** <TECNOLOGÍA Y CIENCIAS AGROPECUARIAS>, <CACAO (*Theobroma cacao L*)>, <ALGARROBA (*Prosopis pallida*)>, <CHOCOLATE>, <PATATE (CANTÓN)>

## ABSTRACT

The objective of this study was to elaborate artisan chocolate from the partial substitution of cocoa seeds (*Theobroma cacao L*) for carob seeds (*Prosopis pallida*). Chocolate bars were obtained with 10, 20 and 30% carob seeds versus a control treatment without carob seeds. For the three treatments with three replicates, by drying, roasting, grinding and mixing carob, cocoa and sugar. Subsequently, sensory analysis was performed according to the parameters of color, smell, taste and texture by means of a hedonic acceptability test with a scale of one to three on a tasting form applied to 40 students. For the statistical analysis, an analysis of variance (ANOVA) was applied, and separation of means according to Tukey with  $p < 0.05$ , followed by physical-chemical analysis of the seed, which showed 35.94% of total sugars, 2.93% of minerals and negative in the phytochemical screening for the presence of alkaloids; on the other hand, in the chocolate, the best treatment was T3 at 30% carob as it showed a higher content in Fat Matter 6.01%, Calcium 1.92%. The taste obtained greater acceptance with 99% in color, 98% odor, 100% flavor and 98% texture, while the control treatment stood out in Dry Extract 98, 57% and acidity 0.42%. The microbiological analysis showed the absence of total coliforms, molds and yeasts was. However, the presence of mesophilic aerobes was detected. In addition, the economic analysis the production costs and the benefit-cost ratio was determined to be \$1.26. It is concluded that chocolate made with 30% carob was considered a highly nutritious food because of its low calorie content and high nutritional value. Further tests with carob are recommended, which could improve the physicochemical, sensory, and nutritional properties of chocolate.

**Keywords:** <AGRICULTURAL TECHNOLOGY AND SCIENCES>, <CACAO (*Theobroma cacao L*)>, <CARROBA (*Prosopis pallida*)>, <CHOCOLATE>, <PATATE (CANTON)>.

0153-DBRA-UPT-2023

Dra. Gloria Isabel Escudero Orozco MsC.

CI. 0602698904

## INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de investigación tiene la finalidad de promover chocolates saludables realizados con algarrobas silvestres procedentes del cantón Patate, provincia del Tungurahua, ya que estas semillas son nula o escasamente aprovechadas en nuestro país en la incorporación de este u otros productos, por su escaso cultivo. Según estadísticas de (El Universo, 2018) existen sólo 90,03 hectáreas cultivadas de algarroba en la actualidad, por lo que no es muy demandada en nuestro país, sin embargo, en el interior de estas vainas se encuentra esta semilla, que tiene sabor a chocolate por lo cual usan como sustituto del cacao en países europeos, Estados Unidos, Brasil, entre otros, (FAO, 2016) Por el contrario, el cacao es considerado uno de las materias primas de más alta calidad para fabricar el chocolate a nivel mundial, lo que origina, que el 65% del cacao fino de aroma se exporte el mundo, (ANECACAO, 2021).

El cacao tras un proceso de industrialización comúnmente elaborado con una pasta de cacao en polvo y azúcar pulverizado se convierte en chocolate comercializado en: tabletas, bombones, coberturas, relleno, y un sin fin de producciones más, obtenidos a partir de esta mezcla, con otros productos o frutos secos. (ANECACAO, 2021) Por su alto contenido de grasa y azúcar, lo convierte en un producto riesgoso para algunas personas con enfermedades celíacas, hipertensión, diabetes y obesidad, por tal motivo este chocolate elaborado a partir de la sustitución parcial de las semillas de algarroba, se enfoca en dichos grupos vulnerables y en el gran valor nutritivo que poseen las semillas de algarroba, debido a que, contienen gran cantidad de azúcares propios y menos grasa que el chocolate industrializado, tornándose, en un producto con excelentes beneficios ya que posee menor cantidad de calorías lo cual permite que su consumo sea más intensivo gracias a que no integra daños a la salud (Lamadrid Ibáñez, 2019).

Por lo cual este trabajo de titulación pretende Elaborar chocolate artesanal a partir de la sustitución parcial de semillas de cacao (*Theobroma cacao L*) por semillas de algarroba (*Prosopis pallida*) y cumplir con los objetivos planteados:

- ❖ Caracterizar físico-químicamente las semillas de algarroba del cantón Patate, provincia de Tungurahua, Identificar el porcentaje óptimo de sustitución (10%, 20% y 30%) de las semillas de algarroba en la formulación de chocolate artesanal
- ❖ Evaluar las características físico-químicas, microbiológicas y sensoriales del chocolate artesanal formulado con semillas de algarroba
- ❖ Calcular la rentabilidad del producto por medio del indicador financiero beneficio/costo.

# CAPÍTULO I

## 1. MARCO TEÓRICO

### 1.1. Cacao

#### 1.1.1. Definición

Según (Jaimez, y otros, 2018 pág. 9) es la semilla procedente del fruto del árbol *Theobroma cacao L*, ha sido la única especie en el género *Theobroma* aprovechada por siglos comercialmente para la elaboración de chocolates y sus derivados (Mendoza López, y otros, 2016 pág. 2), de forma aplanada y acomodada en 5 hileras dentro del fruto, (Consejo Europeo de Información sobre la Alimentación, 2020 pág. 3). Además, (Editorial Etecé, 2021 pág. 7) es una baya de gran tamaño; de unos 30cm de largo, ovalada, carnosa, cuya coloración tiende del amarillo al púrpura. Dentro de cada mazorca de cacao se encuentran entre 30 y 40 semillas, incrustadas en una pulpa, éste, puede pesar unos 450 gramos al madurar.



**Figura 1-1:** Cacao (*Theobroma cacao L*)

Fuente: (Dostert, y otros, 2016)

#### 1.1.2. Taxonomía

**Tabla 1-1:** Taxonomía del cacao

Taxonomía del cacao	
<b>Reino:</b>	Plantae
<b>Subreino:</b>	Tracheobionta
<b>División:</b>	Magnoliophyta
<b>Clase:</b>	Magnoliopsida
<b>Subclase:</b>	Dilleniidae
<b>Familia:</b>	Malvaceae
<b>Subfamilia:</b>	Byttnerioideae
<b>Tribu:</b>	Theobromeae
<b>Género:</b>	<i>Theobroma</i>
<b>Especie:</b>	<i>T. cacao L.</i>

Fuente: (Dostert, y otros, 2016)

Realizado por: Solórzano, Joselyn. 2022

### **1.1.3. Composición Nutricional**

#### ***1.1.3.1. Composición de los granos de cacao fermentados y desecados al aire***

##### *1.1.3.1.1. Proteínas y aminoácidos*

Representa el 60% del nitrógeno total del cacao, por ejemplo, en los granos sin tratar, presenta:  $\alpha$ -amilasa,  $\beta$ -fructosidasa y  $\beta$ -glucosidasa, las cuáles se inactivan especialmente en el tratamiento del cacao. (Gómez Pastor, 2020 pág. 2)

##### *1.1.3.1.2. Teobromina y cafeína*

Se encuentra en una cantidad del 1,2% y produce acción estimulante. La cafeína en el cacao es muy inferior en una proporción 10 veces menor a la teobromina.

##### *1.1.3.1.3. Lípidos*

La grasa de cacao presenta un 97-99% de triglicéridos, un 0,5-2% de ácidos grasos libres (esteárico, palmítico principalmente) y sustancias insaponificables (estearinas y purinas).

##### *1.1.3.1.4. Carbohidratos*

Compuestos mayoritariamente por almidón. Asimismo, están formados por: pentosanos, galactanos, mucílagos y celulosa, también, en los carbohidratos solubles encontramos: estaquiosa, rabinosa y sacarosa. (Gómez Pastor, 2020 pág. 3) Los azúcares reductores que se han formado en la hidrólisis de la sacarosa durante la fermentación proporcionan un aroma en la etapa del tostado.

##### *1.1.3.1.5. Compuestos fenólicos*

Formados por cotiledones y estos a su vez por células parenquimatosas que en su mayoría son pequeñas y que entremezcladas forman células mayores que almacenan polifenoles.

##### *1.1.3.1.6. Ácidos orgánicos*

Lo forman el ácido acético unido al ácido cítrico, succínico y málico. Dichos ácidos son formados en la fermentación y dan un sabor característico al cacao. (Gómez Pastor, 2020 pág. 4)

##### *1.1.3.1.7. Compuestos volátiles*

Produce el aroma característico en el cacao. Dan el sabor amargo astringente que tienen los granos de cacao formado en la fermentación. (Gómez Pastor, 2020 pág. 4)

#### 1.1.3.1.8. *Compuestos aromáticos*

Los más abundantes son el ácido acético seguido en una concentración menor por 3-Metilbutanal y 2-Metilbutanal. (Gómez Pastor, 2020 pág. 5)

#### 1.1.3.2. **Composición de los granos enteros de cacao**

**Tabla 2-1:** Valor nutricional de los granos enteros de cacao

	<b>Por 100g de porción comestible</b>
Energía (Kcal)	381
Proteínas (g)	9,8
Lípidos totales (g)	8,1
AG saturados (g)	4,86
AG monoinsaturados (g)	2,14
AG poliinsaturados (g)	0,76
$\omega$ -3 (g)*	-
Linoleico ( $\omega$ -6) (g)	0,762
Colesterol (mg/1000 Kcal)	0
Hidratos de carbono (g)	67,1
Agua (g)	15
Calcio (mg)	40
Hierro (mg)	4,4
Magnesio (mg)	-
Zinc (mg)	-
Sodio (mg)	950
Potasio (mg)	1500
Fósforo (mg)	709
Selenio ( $\mu$ g)	16,7
Tiamina (mg)	0,04
Riboflavina (mg)	0,14
Equivalentes niacina (mg)	2,6
Vitamina B <sub>6</sub> (mg)	0,07
Folatos ( $\mu$ g)	38
Vitamina A: Eq. Retinol ( $\mu$ g)	6,6
Vitamina D ( $\mu$ g)	0
Vitamina E (mg)	0,4

Fuente: (Gómez Pastor, 2020)

Realizado por: Solórzano, Joselyn. 2022.

#### 1.1.4. **Propiedades**

❖ Aporta importantes nutrientes, como la fibra que ayuda a regular el tránsito intestinal.

- ❖ Ayuda a regular la presión arterial y el colesterol.
- ❖ Contiene mayor cantidad de antioxidantes que otros productos como el vino o el té verde, estos actúan contra los radicales libres y protegen las células.
- ❖ Efectos analgésicos, antiinflamatorios y antimicrobiales, gracias a su defensa del sistema inmune. (Pesquet, 2019 pág. 3)
- ❖ Presencia de flavonoides, que ayudan a aumentar la elasticidad e hidratación de la piel.
- ❖ Alto en antioxidantes: el cacao es tan rico en antioxidantes.
- ❖ Alivia el estrés: gracias a la teobromina, que estimula el sistema nervioso central.
- ❖ Funciona como diurético. (Melara, 2021 pág. 7)

### 1.1.5. Requisitos físicos y calidad para los granos de cacao

**Tabla 3-1:** Requisitos físicos y calidad para los granos de cacao

Requisitos	Cacao Fino			Cacao CCN51		Método de ensayo
	A.S.S.S	A.S.S	A.S.E	C.S.S	C.S.C	
Humedad, máximo, %*	7	7	7	7	7	NTE-INEN-ISO 2291
Peso de 100 granos, g	>130	>120 a 130	100 a 120	>125	110-125	<sup>a</sup>
Granos fermentados, mínimo, %	75	65	53	68	55	NTE-INEN-ISO 1114
Granos violetas, máximo, %	15	21	25	18	26	NTE-INEN-ISO 1114
Granos pizarrosos, máximo, %	9	12	18	12	15	NTE-INEN-ISO 1114
Granos mohosos, máximo, %	1	2	4	2	4	NTE-INEN-ISO 1114
<b>TOTALES</b> (análisis sobre 100 granos), mínimo	100	100	100	100	100	
Granos defectuosos, máximo, %	0	1	3	1	3	<sup>b</sup>
Material relacionado al cacao, máximo, %	1	1	1	1	1	<sup>b</sup>
Material extraño, máximo, %	0	0	0	0	0	<sup>b</sup>

\*El símbolo % (por ciento) representa al número 0,01, que expresa a la fracción másica.

<sup>a</sup> masa determinada por medio de una balanza u otro instrumento equivalente.

<sup>b</sup> determinado en 500 g de muestra.

NOTA. Se permite la presencia de granza solo en el Cacao A.S.E y en el Cacao C.S.C en un máximo del 1,5%

Fuente: (NTE INEN 176, 2018 pág. 4)

Realizado por: Solórzano, Joselyn. 2022

## **1.1.6. Clasificación de los granos de cacao**

Según la botánica se clasifica en:

### ***1.1.6.1. Cacao criollo***

Surgen hace más de 3000 años, este cacao comprende árboles delgados; los frutos tienen una mazorca delgada de color rojo, presenta un rendimiento escaso, aunque sus semillas muestran una alta calidad, (Dostert, y otros, 2016 pág. 5) y poseen color castaño claro, un aroma delicado y muy característico y un olor de cacao dulce. Se cultiva principalmente en Venezuela y en los países del Caribe. (Consejo Europeo de Información sobre la Alimentación, 2020 pág. 3). El 5 al 10 % de la producción mundial de cacao se origina de las formas Criollo

### ***1.1.6.2. Cacao forastero***

En su estructura posee fruto verde, un pericarpio grueso, semillas redondeadas y ligeramente aplanadas de coloración violeta. (Dostert, y otros, 2016 pág. 5) Presenta más resistencia a enfermedades que el cacao criollo, aunque su calidad es inferior. Es la variedad de cacao más cultivada en el mundo con muchísima diferencia, ya que su cultivo tiene cerca del 80% de la producción mundial, considerándose el grupo comercialmente más importante. Su cultivo se da en países de África Occidental y Brasil. (Gómez Pastor, 2020 pág. 8)

### ***1.1.6.3. Cacao trinitario***

Son híbridos procedentes de la mezcla del cacao criollo y del cacao forastero, tiene una calidad inferior, aunque tiene mayor resistencia y mayor productividad en comparación con el cacao criollo. (Dostert, y otros, 2016 pág. 5)

## **1.2. Algarroba**

### ***1.2.1. Definición***

Comúnmente conocido como guarango, kiawe, bayahonda, pertenece a la familia de las leguminosas. (FAO, 2016 pág. 1) o científicamente llamado *Prosopis pallida*. Sus frutos se encuentran dentro de una vaina, verdes al inicio y se secan conforme maduran, concentran compuestos bioactivos que contribuyen a cuidar la salud ya que, aporta fitoesteroles, proteínas, vitaminas y minerales. (Delgado Villanueva, y otros, 2020 pág. 15) Es un producto muy parecido al chocolate en cuanto a consistencia, sabor, color y su composición nutricional es destacada superando el cacao. Este alimento es dulce en su estado natural y no contiene ningún tipo de aditivo o químico. Por otro lado, a diferencia del cacao, es libre de teobromina y cafeína. (Delgado Villanueva, y otros, 2020 pág. 16).



**Figura 2-1:** Árbol de algarrobo del caserío San Javier perteneciente al cantón Patate.

**Fuente:** Solórzano, Joselyn. 2022

Fruto del árbol de algarrobo, se presenta en forma de vainas de color anaranjado a rojizo y cáscara revestida en el interior por una pulpa azucarada que cubre las semillas de color marrón.



**Figura 3-1:** Árbol de algarrobo (*Prosopis pallida*) del cantón Patate

**Realizado por:** Solórzano, Joselyn. 2022

La algarroba crece en vainas largas, flexibles, que inmaduras se asemejan a las habas por su color verde y gran tamaño. Pero, a diferencia de la mayoría de legumbres, esas mismas vainas se vuelven comestibles al madurar, con unas semillas oscuras, de forma almendrada y tamaño variable, que molido en forma de harina se utiliza en las industrias, son muy duras e imposibles de consumir en crudo sin ser antes procesadas. (Fuchs, 2020 pág. 2)

### 1.2.2. Taxonomía

**Tabla 4-1:** Taxonomía de la algarroba (*Prosopis pallida*)

Taxonomía de la algarroba	
<b>Reino:</b>	Plantae
<b>División:</b>	Fanerógama Magnoliophyta
<b>Clase:</b>	Dicotiledónea Magnoliopsida
<b>Orden:</b>	Fabales
<b>Familia:</b>	Fabaceae
<b>Subfamilia:</b>	Mimosoideae
<b>Tribu:</b>	Mimoseae
<b>Género:</b>	<i>Prosopis</i>
<b>Especie:</b>	<i>P. pallida</i>

Fuente: (Liogier, 2016)

Realizado por: Solórzano, Joselyn. 2022

### 1.2.3. Propiedades

- ❖ Rica en proteína, calcio, hierro, fibra dietética y azúcares.
- ❖ Usada como sucedánea del café y del cacao.
- ❖ Ayuda a una buena digestibilidad.
- ❖ Antioxidantes y potentes protectores que evitan la formación de las cancerígenas nitrosaminas.
- ❖ Antiinflamatoria y antirreumática y bactericida.

### 1.2.4. Beneficios

- ❖ Los diabéticos lo consumen por su alto contenido en fibra y proteínas que ayuda a reducir los niveles de azúcar en el flujo sanguíneo tras las comidas.
- ❖ No incurre en un alto consumo de calorías.
- ❖ Reduce los niveles de colesterol en sangre, especialmente los del colesterol malo, gracias a su gran contenido en taninos.
- ❖ Contiene fibras que ayudan a la recuperación del tránsito intestinal.

## 1.2.5. Características

### 1.2.5.1. Organolépticas

**Tabla 5-1:** Características organolépticas de la algarroba

<b>Aspecto</b>	Homogéneo, libre de grumos, exento de toda sustancia o material extraño a su naturaleza.
<b>Aroma</b>	Intenso, característico de algarroba
<b>Sabor</b>	Característico de algarroba, dulce, ligeramente amargo y astringente.
<b>Color</b>	Cercano al beige o beige oscuro, dependiendo del grado de secado

Fuente: (NTP 209.602, 2007 pág. 4)

Realizado por: Solórzano, Joselyn. 2022

## 1.2.6. Requisitos

### 1.2.6.1. Requisitos Fisicoquímicos

**Tabla 6-1:** Requisitos fisicoquímicos de la algarroba

Componentes	Valores	Método Analítico
<b>Humedad, %</b>	Máximo 5	AOAC Official Method 925.10. Solids (Total) and Moisture in Flour
<b>Proteína cruda, %</b>	7 – 15	AOAC Official Method 979.09. Protein in Grains
<b>Cenizas, %</b>	Máximo 5	AOAC Official Method 923.03. Ash of Flour
<b>Aflatoxinas B1, B2, G1, G2 (ppb)</b>	Máximo 10	AOAC Official Method 968.22. Aflatoxins in Peanuts and Peanut Products

Fuente: (NTP 209.602, 2007 pág. 5)

Realizado por: Solórzano, Joselyn. 2022

## 1.2.7. Composición de la algarroba

### 1.2.7.1. Composición bromatológica

**Tabla 7-1:** Características bromatológicas de la algarroba

Componente	Contenido por 100g
<b>Proteínas (g)</b>	5,9
<b>Grasa (g)</b>	2,2
<b>Carbohidratos totales (g)</b>	75,3
<b>Sacarosa</b>	28-43
<b>Azúcares reductores: Glucosa, Fructosa y Maltosa</b>	12-17
<b>Fibra (g)</b>	13,4
<b>Agua (g)</b>	14,6
<b>Celulosa</b>	10
<b>Ligninas</b>	25
<b>Taninos</b>	10 – 18
<b>Carotenoides (µg)</b>	300-400

Fuente: (Alzate Tamayo, y otros, 2018 pág. 6)

Realizado por: Solórzano, Joselyn. 2022

### 1.2.7.2. Composición nutricional

**Tabla 8-1:** Valor nutricional de la algarroba

	% por 100	mg por 100 gramos
Almidón	1	
Azufre	0,05	
Calcio	0,2-0,4	140-152
Calorías	290-315	
Carbohidratos Totales	40-60	
Cobre		0,5-0,6
Fibra	10-13	
Fósforo	0,11-0,2	80-100
Grasas	1-3	0,65-0,85
Hierro		2,95-5,85
Magnesio	0,12	20-50
Manganeso		0,5 – 0,6
Potasio	0,75	825 – 985
Selenio (µg)		3,2 – 5,2
Sodio	0,04 – 0,05	24 – 35
Vitamina A (UI)		14 – 20
Vitamina B1		0,5 – 0,6
Vitamina B2		0,29 - 0,46
Vitamina B3		1,9 – 2,5
Vitamina B5		0,045 – 0,055
Vitamina B6		0,36 0,46
Vitamina B9 (µg)		200 – 300
Vitamina C		3,5 - 4,5
Vitamina E (µg)		0,2 – 0,3
Zinc		0,85 – 0,95

Fuente: (Martínez, y otros, 2018 pág. 10)

Realizado por: Solórzano, Joselyn. 2022

## 1.3. Chocolate

### 1.3.1. Definición

Según (NTE INEN 621, 2010 pág. 2) el Chocolate, es el nombre genérico de los productos homogéneos que se obtienen por un proceso adecuado de fabricación a partir de materias de cacao que pueden combinarse con productos lácteos, azúcares y/o edulcorantes, emulsionantes, aromas.

Sustancia alimenticia que se elabora con una pasta de cacao en polvo y azúcar pulverizado y que se presenta en diversas formas y variedades según los procesos de elaboración utilizados y los ingredientes añadidos. (Oxford Languages, 2016 pág. 1)

Además, es el alimento que se obtiene a partir de la mezcla de granos de cacao tostados y molidos (a esta mezcla se le llama pasta de cacao), manteca de cacao (que es la grasa de las semillas de cacao) y azúcar, del mismo modo, se le pueden añadir otros ingredientes, como leche o frutos secos, emulgentes, aromas, etc. (Cárdenas, 2017 pág. 4)

### 1.3.2. Composición nutricional

**Tabla 9-1:** Valor nutricional del chocolate y sus 2 tipos.

<b>Comparación de la composición en macro y micronutrientes del chocolate</b>			
<b>Contenido por 100 gramos</b>	<b>Chocolate</b>	<b>Chocolate con leche</b>	<b>Chocolate blanco</b>
Energía (kcal)	449-534	511-542	529
Proteínas (g)	4,2-7,8	6,1-9,2	8
Hidratos de carbono (g)	47-65	54,1-60	58,3
Almidón	3,1	1,1	-
Azúcares (g)	50,1-60	54,1-56,9	58,3
Fibra (g)	5,9-9	1,8	-
Grasas (g)	29-30,6	30-31,8	30,9
Grasa saturada (g)	15,1-18,2	17,6-19,9	18,2
G. monoinsaturada (g)	8,1-10	9,6-10,7	9,9
G. Poliinsaturada (g)	0,7-1,2	1,0-1,2	1,1
Sodio (g)	0,02-0,08	0,06-1,12	0,11
Potasio (g)	0,4	0,34-0,47	0,35
Calcio (mg)	35-63	190-214	270
Fósforo	167-287	199-242	230
Hierro (mg)	2,2-3,2	0,8-2,3	0,2
Magnesio (mg)	100-113	45-86	26
Zinc (mg)	1,4-2,0	0,2-0,9	0,9
Vitamina A (UI)	3	150-165	180
Vitamina E (mg)	0,25-0,3	0,4-0,6	1,14
Vitamina B1 (mg)	0,04-0,07	0,05-0,1	0,08
Vitamina B6 (mg)	0,04-0,05	0,05-0,11	0,07
Ácido fólico (µg)	6-10	5-10	10

**Fuente:** (Unidad Editorial Revistas S.L.U, 2017 pág. 12)

**Realizado por:** Solórzano, Joselyn. 2022

### 1.3.3. Requisitos según INEN

#### 1.3.3.1. Requisitos específicos

El producto ensayado de acuerdo a las normas correspondientes debe cumplir con los requisitos establecidos en la siguiente tabla:

**Tabla 10-1:** Requisitos específicos para los chocolates.

REQUISITO	Chocolate	Chocolate dulce corriente	Chocolate sin edulcorar	Chocolate para cobertura	Chocolate con leche	Chocolate con leche para cobertura	Chocolate blanco	Método de ensayo
	Min Max	Min Max	Min Max	Min Max	Min Max	Min Max	Min Max	
Manteca de cacao	18	18	50 58	31			20	NTE INEN 535
Extracto seco desengrasado de cacao	14	12	14	2,5	2,5	2,5		NTE INEN 539
Total de extracto seco de cacao	35	30		35	25	25	20	
Materia grasa de leche					3,5	3,5		
Extracto seco magro de leche					10,5	10,5	10,5	NTE INEN 539
Materia grasa total					25	31	24,5	NTE INEN 535

Fuente: (NTE INEN 621, 2010 pág. 5)

Realizado por: Solórzano, Joselyn. 2022

#### 1.3.3.2. Requisitos microbiológicos

- ❖ El producto analizado debe cumplir con los siguientes requisitos microbiológicos:
- ❖ No debe contener sustancias originadas por microorganismos en cantidades que puedan representar un peligro para la salud.
- ❖ Debe estar exento de microorganismos patógenos.

Además, el producto ensayado de acuerdo a las normas correspondientes debe cumplir con los requisitos microbiológicos establecidos en la siguiente tabla:

**Tabla 11-1:** Requisitos microbiológicos para los chocolates

	<b>N</b>	<b>M</b>	<b>M</b>	<b>C</b>	<b>Método de ensayo NTE INEN</b>
Aerobios mesófilos	5	2,0 x 10 <sup>4</sup>	3,0 x 10 <sup>4*</sup>	2	1529-5
Aerobios mesófilos	5	2,0 x 10 <sup>4</sup>	5,0 x 10 <sup>4</sup>	2	1529-5
Coliformes totales	5	0	1,0 x 10 <sup>2</sup>	2	1529-7
Mohos y levadura	5	1,0 x 10 <sup>2</sup>	1,0 x 10 <sup>3</sup>	2	1529-10

\* Solo para chocolate con leche

**Fuente:** (NTE INEN 621, 2010 pág. 5)

**Realizado por:** Solórzano, Joselyn. 2022

**En donde:**

**n**= Número de unidades de muestra

**c**= Número de unidades defectuosas

**m**= Nivel de aceptación

**UFC**= Unidades formadoras de colonias

**M**= Nivel de rechazo

**UP**= Unidades propagadoras

**1.3.4. Clasificación**

**1.3.4.1. Chocolate amargo**

En algunas regiones también descrito como chocolate semidulce, oscuro o “chocolat fondant”) (Codex Alimentarius, 2016 pág. 3) deberá contener, referido al extracto seco, no menos del 35% de extracto seco total de cacao, del cual el 18%, por lo menos, será manteca de cacao y el 14%, por lo menos, extracto seco magro de cacao.

**1.3.4.2. Chocolate con leche**

En relación con el extracto seco, no menos del 25% de extracto seco de cacao (incluido un mínimo del 2,5% de extracto seco magro de cacao) y un mínimo especificado de extracto seco de leche entre el 12% y el 14% (incluido un mínimo entre el 2,5% y el 3,5% de materia grasa de la leche). (Codex Alimentarius, 2016 pág. 3) El extracto seco de leche se refiere a la adición de ingredientes lácteos en sus proporciones naturales, salvo que la grasa de leche podrá agregarse o eliminarse.

**1.3.4.3. Chocolate blanco**

El chocolate blanco deberá contener, en extracto seco, no menos del 20% de manteca de cacao y no menos del 14% de extracto seco de leche (incluido un mínimo de grasa de leche entre el 2,5% y el 3,5%). (Codex Alimentarius, 2016 pág. 4)

#### ***1.3.4.4. Chocolate gianduja***

El chocolate gianduja es obtenido con un contenido mínimo de extracto seco de cacao del 32%, incluido un contenido mínimo de extracto seco desgrasado de cacao del 8% y, de sémola fina de avellana que contenga al menos el 20% y no más del 40%. Y se pueden agregar:

- ❖ Leche y/o extracto seco de leche obtenido por evaporación, en proporciones tales que el producto final no contiene más del 5% extracto seco de leche (Codex Alimentarius, 2016 pág. 6).
- ❖ Almendras, avellanas y otras variedades de nueces, enteras o en sémola, en cantidades que, en combinación con la sémola de avellanas, no representen más del 60% del producto.

#### ***1.3.4.5. Chocolate para mesa***

Chocolate para mesa es el chocolate no refinado donde el tamaño del grano de azúcar es mayor a 70 micras, deberá contener, en relación con el extracto seco, no menos del 20% de extracto seco de cacao (incluido un mínimo del 11% de manteca de cacao y del 9% de extracto seco magro de cacao). (Codex Alimentarius, 2016 pág. 6)

##### ***1.3.4.5.1. Chocolate para mesa semiamargo***

El chocolate para mesa semiamargo deberá contener, en relación con el extracto seco, no menos del 30% de extracto seco de cacao (incluido un mínimo del 15% de manteca de cacao y del 14% de extracto seco magro de cacao). (Codex Alimentarius, 2016 pág. 7)

##### ***1.3.4.5.2. Chocolate para mesa amargo***

El chocolate para mesa amargo deberá contener, en relación con el extracto seco, no menos del 40% de extracto seco de cacao (incluido un mínimo del 22% de manteca de cacao y del 18% de extracto seco magro de cacao). (Codex Alimentarius, 2016 pág. 7)

### **1.3.5. Edulcorantes permitidos**

#### ***1.3.5.1. Edulcorantes naturales***

##### **Azúcar**

Químicamente es una sustancia orgánica sólida, generalmente blanca, soluble en agua, y de sabor muy dulce, se extrae especialmente de la caña dulce y de la remolacha; (Oxford Languages, 2020 pág. 1) se emplea como edulcorante nutritivo y generalmente se presenta en polvo de cristales pequeños. Esta incorporación no sólo sirve al dulzor, también contribuye a la estructura, reología del mismo, siendo así el responsable de las propiedades sensoriales como:

sabor y textura del mismo (Palacio Vásquez, y otros, 2017 pág. 2). Son el tercer sólido añadido al chocolate, suele ser una mezcla de sacarosa, fructosa y glucosa, participa en las reacciones de Maillard, los azúcares añadidos deben ser previamente pulverizados a tamaños de unas 20 micras. Y estas pueden ser:

#### ***1.3.5.1.1. Azúcar blanco***

Usualmente el azúcar de mesa de color blanco sometido al proceso de refinado.

#### ***1.3.5.1.2. Azúcar morena***

Puede ser de caña o remolacha azucarera; conserva impurezas que le dan un color y sabor característicos propios de la repostería integral. (Palacio Vásquez, y otros, 2017 pág. 3)

#### ***1.3.5.1.3. Azúcar lustre o en polvo***

Sus partículas muy finas, se disuelven muy rápidamente, inclusive en frío. (Sánchez, 2019 pág. 5)

#### ***1.3.5.1.4. Azúcar de vainilla***

Azúcar en polvo al que se agrega un 10% de extracto de vainilla natural. (Palacio Vásquez, y otros, 2017 pág. 3)

#### ***1.3.5.1.5. Azúcar invertido***

A partir del azúcar común más una solución de agua y azúcar tratada con ácido. (Sánchez, 2019 pág. 5) Es ocupado en heladería por su propiedad anticongelante, ya que, evita la recristalización, por lo cual proporciona una textura maleable, suave y cremosa.

### **1.3.5.2. Edulcorantes sintéticos**

Se conocen también como edulcorantes intensos aspartamo. (Sánchez, 2019 pág. 6) Tales como:

#### ***1.3.5.2.1. E 951***

Acesulfame K; 150 veces más dulce que el azúcar y se suele aplicar en los refrescos light.

#### ***1.3.5.2.2. E 950***

Sacarina; 300 veces más azucarado, se utiliza tanto en alimentos como en bebidas dietéticas.

#### ***1.3.5.2.3. E 954***

Ciclamato; es 30 veces más dulce que el azúcar. (Palacio Vásquez, y otros, 2017 pág. 4)

#### ***1.3.5.2.4. E 952***

Hasta 400 veces más edulcorante y no aportan calorías, se exhiben en forma de polvo o en comprimidos. (Palacio Vásquez, y otros, 2017 pág. 4)

### **1.3.6. Fabricación industrial del chocolate**

#### ***1.3.6.1. Cultivo y cosecha***

En las regiones productoras de cacao se hacen 2 cosechas al año pues las mazorcas maduran cada 4-6 meses. El agricultor las recoge del árbol seccionándolas por el tallo cuidadosamente.

#### ***1.3.6.2. Desgrane***

Las mazorcas se desgranar, partiéndolas por la mitad con ayuda del machete para extraer la pulpa y las semillas.

#### ***1.3.6.3. Fermentación***

La pulpa y semillas pasan un proceso de fermentación en cajas o entre hojas de bananero cuyo objetivo es evitar que las semillas germinen, eliminar la pulpa viscosa e iniciar el desarrollo del aroma. Este proceso dura entre 4 y 7 días.

Consiste en amontonar los granos durante varios días con el fin de que los microorganismos descompongan el mucílago (la pulpa blanca y azucarada que envuelve los granos), aumente la temperatura para producir la muerte del germen o embrión y se inicien los cambios bioquímicos y las reacciones enzimáticas en el interior de las almendras, que van a ser los responsables de la formación de los compuestos precursores del sabor a chocolate.

#### ***1.3.6.4. Secado***

Por último, se exponen al sol para su secado, necesario para disminuir la humedad de las semillas para permitir la conservación de sus cualidades. Esta actividad, se la realiza de forma inmediata para evitar malos olores y la presencia de hongos y mohos en el interior de las almendras, el objetivo es disminuir el porcentaje de agua hasta obtener un grano con una humedad máxima de 6,7%; que permiten el ingreso de los rayos solares y almacenan el calor.

#### ***1.3.6.5. Ensacado y transporte***

Las semillas de cacao, ya fermentadas, secas y enfriadas serán almacenadas en sacos para ser transportadas a las fábricas de chocolate.

#### ***1.3.6.6. Trituración***

Una vez llega a la fábrica las semillas de cacao pasan por un proceso de limpieza y una vez limpias, las semillas son trituradas, partiéndose en trocitos más pequeños. Las semillas de cacao son de un tamaño similar a una almendra y también tienen una ligera cáscara. Por ello, una vez

trituras se separa la cáscara de semillas de cacao a través de unos aspiradores, gracias a que pesa menos. Las semillas ya limpiadas y trituradas, llamada “grué” pasará a ser tostada en el proceso de torrefacción. (Nestlé, 2021 pág. 3)

#### ***1.3.6.7. Torrefacción***

También conocido como Tostado es un delicado proceso que impacta el color, el aroma y el sabor del producto final, pues es en este proceso donde la semilla de cacao desarrolla más de 400 aromas. Las semillas de cacao se tuestan a una temperatura que oscila entre 120 y 150°C durante un tiempo variable que puede llegar a 25 minutos. (Nestlé, 2021 pág. 3) Temperatura y tiempo de tostado son las variables claves a controlar para obtener un sabor y otro de chocolate, Durante este proceso suceden cambios químicos como la reacción de Maillard, la cual causa modificaciones en los aminoácidos libres y azúcares reductores que conducen a la formación de aromas, sabores y cambio de color. Conseguir el punto exacto de torrefacción es clave para obtener después el mejor chocolate.

#### ***1.3.6.8. Molienda***

Una vez tostadas las semillas de cacao son molidas de nuevo. (Nestlé, 2021 pág. 4) En el molido, se obtiene la reducción del tamaño de la partícula de los cotiledones hasta un diámetro de 2 a 10 µm, en ella se consigue pedazos de cotiledones de 5 mm de diámetro. Luego se realiza la molienda la cual rompe las células de 30 µm de diámetro que contiene lípidos. No se debe ejecutar en temperaturas de ambiente altas (mayores a 25 °C) ya que debido a la alta capacidad higroscópica del producto se produce grumos en la molienda, éstas alcanzan mayor temperatura, y gracias a que el cacao tiene un alto contenido en materia grasa (manteca) se convierte, después de molido, en una masa líquida llamada pasta o licor de cacao que irá directamente al mezclado, reducir el tamaño a este producto se lo llama pasta de cacao. El alto contenido de grasa del cacao (50-55%), provoca que a temperaturas superiores a 50° C la pasta alcance una consistencia de fluido viscoso, la causa de este comportamiento es el punto de fusión de los lípidos que está entre 17 – 36 ° C, dependiendo del tipo de forma de cristal.

#### ***1.3.6.9. Mezclado***

Para elaborar el chocolate se vierten en una mezcladora diferentes ingredientes en función del tipo de chocolate:

- ❖ Chocolate negro: pasta de cacao, manteca de cacao, azúcar.
- ❖ Chocolate con leche: pasta de cacao, manteca de cacao, azúcar y leche.
- ❖ Chocolate blanco: manteca de cacao, azúcar y leche.

#### ***1.3.6.10. Refinación***

La textura de esta mezcla de ingredientes es granulosa por lo que se hace pasar por unas máquinas con cinco rodillos por los que va avanzando la mezcla a la vez que disminuyendo el tamaño de las partículas hasta obtener un polvo fino. (Nestlé, 2021 pág. 4) Es un proceso esencial pues confiere al chocolate gran parte de su finura y calidad.

#### ***1.3.6.11. Conchado***

Durante este proceso se agita y amasa el licor de cacao con potentes agitadores mecánicos, con objeto de obtener las propiedades necesarias. En esta fase se producen las reacciones de caramelización, evaporándose la humedad y eliminando los ácidos volátiles que queden en el chocolate excluyendo así los sabores indeseados y obteniendo una emulsión perfecta, por un período que oscila entre uno y tres días, el licor de cacao se refina en la conchadora a una temperatura entre 50-60 °C. (Proaño Zambrano, 2017 pág. 50) Para que la mezcla alcance toda su finura y untuosidad y acabe de desarrollar todos los aromas, el cacao se somete al proceso de conchado, proceso en que la mezcla será amasada durante horas o incluso durante días, y donde perderá parte de los aromas amargos y ácidos y desarrollará todos los aromas más preciados en el chocolate. (Nestlé, 2021 pág. 4) También se incorpora aroma natural de vainilla que permitirá darle el gusto definitivo deseado. Es el conchado, junto con la torrefacción, el otro proceso clave en la elaboración de chocolate.

#### ***1.3.6.12. Templado y mezcla con ingredientes***

En el caso de querer fabricar chocolate con otros ingredientes: avellanas, almendras, galleta, etc., es el momento de incorporarlos. (Nestlé, 2021 pág. 5) Cuando el producto es pasado al temperador, se forman unos cristales estables de manteca de cacao que hacen que el producto tenga brillo y se despegue perfectamente del molde.

Siempre que, el producto se mantenga en un lugar fresco y seco estará en las condiciones adecuadas para su consumo. En el temperador el chocolate es enfriado muy lentamente, de la temperatura de unos 45°C en los tanques, a unos 28 o 30°C.

#### ***1.3.6.13. Moldeo***

Por último, es hora de dar al chocolate la forma deseada vertiéndolo en moldes (tabletas, bombones, chocolatinas, entre otros) después, se hacen pasar por un túnel de enfriado.

#### **1.3.6.14. Embajale**

Se utilizan capas limitadas de papel de aluminio. La razón por la cual el papel de aluminio es uno de los materiales de embalaje más sostenibles es porque se puede fundir y usar fácilmente una y otra vez.

#### **1.3.6.15. Distribución y comercialización**

A la salida los chocolates están listos para ser envasados y distribuidos, siempre a una temperatura controlada entre 15 y 17°C para garantizar que lleguen en perfecto estado. (Nestlé, 2021)

### **1.4. Indicador financiero beneficio/costo**

El indicador beneficio costo es el resultado de dividir el valor actualizado de los ingresos para el valor actualizado de los egresos. Esta relación mide cuantas unidades monetarias genera de ingresos un proyecto de inversión por cada unidad monetaria de egresos. (Profima, 2018 pág. 1)

#### **1.4.1. Criterio de análisis**

$B/C > 1$ : fluctuaciones de los ingresos mayores al de los egresos, el proyecto es rentable

$B/C = 1$ : fluctuaciones de los ingresos son iguales al de los egresos, el proyecto es indiferente

$B/C < 1$ : fluctuaciones de los ingresos menores al de los egresos, el proyecto no es rentable

#### **1.4.2. Fórmula**

$$\frac{B}{C} = \text{Costo por unidad del producto} \left( \frac{\text{Costos de producción}}{\text{Unidades producidas}} \right) + \% \text{ de utilidad}$$

## CAPÍTULO II

### 2. MARCO METODOLÓGICO

#### 2.1. Localización y duración del experimento

La elaboración del chocolate artesanal se realizó en los laboratorios de Procesamiento de Alimentos, Bromatología y Microbiología de la facultad de Ciencias Pecuarias de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, ubicada en la Av. Panamericana Sur Km 1 ½, el mismo que tuvo una duración de 120 días.

#### 2.2. Unidades Experimentales

La unidad experimental estuvo constituida por 12 barras de 100 g de chocolate artesanal formulados con semillas de algarroba.

#### 2.3. Tratamientos y Diseño Experimental

En el presente trabajo se empleó 3 tratamientos con semillas de algarroba respectivamente, comparándolo con 1 tratamiento control y se empleó 3 repeticiones por cada tratamiento, además, se designó un diseño completamente al azar (DCA) utilizando la siguiente fórmula:

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \epsilon_{ij}$$

Dónde

$Y_{ij}$  = Valor del parámetro en determinación.

$\mu$  = Efecto de la media por observación.

$\alpha_i$  = Efecto de los tratamientos.

$\epsilon_{ij}$  = Efecto del error experimental.

**Tabla 12-2:** Esquema del experimento

Niveles de semilla de algarroba (%)	Código Tratamientos	Repeticiones	Tamaño de la Unidad Experimental	Total barras/Tratamiento
0	T0	3	1	3
10	T1	3	1	3
20	T2	3	1	3
30	T3	3	1	3
<b>TOTAL</b>				<b>12</b>

Fuente: Excel, 2022

Realizado por: Solórzano, Joselyn. 2022

## 2.4. Análisis Estadísticos y Pruebas de Significancia

- ❖ Análisis de varianza (ANOVA) para las diferencias de las medias.
- ❖ Separación de medias según la prueba de Tukey ( $P \leq 0,05$ ).

**Tabla 13-2:** Esquema del ANOVA

Fuente de variación		Grados de libertad (GL)
Total	(n-1)	11
Tratamientos	(t-1)	3
Error experimental	(n-1)-(t-1)	8

Fuente: Excel, 2022

Realizado por: Solórzano, Joselyn. 2022

## 2.5. Materiales, Equipos, Reactivos e Insumos

### 2.5.1. *Materiales*

- ❖ Bandejas.
- ❖ Moldes de silicona y aluminio.
- ❖ Cuchillo.
- ❖ Ollas.
- ❖ Recipientes.
- ❖ Tamizador.
- ❖ Cucharas.
- ❖ Papel Aluminio.
- ❖ Fundas.
- ❖ Papel Film.
- ❖ Tanque de gas.
- ❖ Frascos de vidrio.
- ❖ Matraces Erlenmeyer.
- ❖ Probeta.
- ❖ Tubos de Ensayo.
- ❖ Gradillas.

- ❖ Pipetas volumétricas.
- ❖ Pinzas.
- ❖ Crisoles de porcelana.
- ❖ Mandil.
- ❖ Mascarilla.
- ❖ Guantes.
- ❖ Vaso de precipitación.
- ❖ Papel parafilm.
- ❖ Papel filtro.
- ❖ Mecheros.
- ❖ Desecador.
- ❖ Goteros.
- ❖ Bureta.
- ❖ Cajas Petri.
- ❖ Vidrio reloj.
- ❖ Dedal de grasa de vidrio y celulosa.
- ❖ Algodón.
- ❖ Frasco de vidrio de recuperador de Hexano.
- ❖ Vaso Beacker de extracción de grasa.
- ❖ Asa de platino.
- ❖ Cucharas desechables.
- ❖ Vasos desechables.
- ❖ Fichas de evaluación.

#### **2.5.2. Equipos**

- ❖ Balanza.
- ❖ Termómetro.
- ❖ Molino eléctrico.

- ❖ Cocina.
- ❖ Batidora.
- ❖ Refrigeradora.
- ❖ Horno.
- ❖ pH metro.
- ❖ Estufa.
- ❖ Mufla.
- ❖ Aparato de acidez titulable.
- ❖ Termobalanza marca RADWAG®
- ❖ Hornillas Eléctricas.
- ❖ Aparato de extracción Goldfish.
- ❖ Autoclave.
- ❖ Contador de colonias.
- ❖ Incubador regulable.

### 2.5.3. *Reactivos*

- ❖ Hexano.
- ❖ Metanol.
- ❖ Ácido Clorhídrico.
- ❖ Reactivo Dragendorff.
- ❖ Reactivo de Molish.
- ❖ Ácido sulfúrico.
- ❖ Reactivo Seliwanoff.
- ❖ Etanol purificado.
- ❖ Reactivo de Fehling.
- ❖ Azul de metileno.
- ❖ Reactivo de Benedict.
- ❖ Ácido Nítrico.

- ❖ Oxalato de Amonio.
- ❖ Permanganato de Potasio.
- ❖ Solución alcohólica rojo de metilo.
- ❖ Hidróxido de amonio al 2%.
- ❖ Hidróxido de Sodio 0,1N.
- ❖ Fenolftaleína.
- ❖ Alcohol Etílico.
- ❖ Agua destilada.
- ❖ Solución de Fehling A.
- ❖ Solución de Fehling B.
- ❖ Agar para recuento en placa (Plate Count Agar).
- ❖ Agar Cristal Violeta-Rojo neutro bilis (VRB).
- ❖ Agar extracto de malta.

#### **2.5.4. Insumos**

- ❖ Algarroba.
- ❖ Cacao.
- ❖ Azúcar morena.

### **2.6. Mediciones experimentales**

#### **2.6.1. Análisis Físico-Químicos**

##### *2.6.1.1. En la semilla de algarroba*

- ❖ Tamizaje fitoquímico.
- ❖ Cenizas.
- ❖ Carbohidratos.
- ❖ Prueba de Molish.
- ❖ Prueba de Seliwanoff.

- ❖ Prueba de Fehling.
- ❖ Prueba de Benedict.
- ❖ Azúcares totales.

#### 2.6.1.2. En el chocolate artesanal

- ❖ Humedad (%).
- ❖ Materia grasa por Goldfish.
- ❖ Extracto seco (%).
- ❖ Calcio (%).
- ❖ pH.
- ❖ Acidez (%).

#### 2.6.2. Análisis microbiológicos

- ❖ Aerobios mesófilos (UFC/g).
- ❖ Coliformes totales.
- ❖ Mohos y levaduras.

#### 2.6.3. Análisis sensorial

- ❖ Prueba hedónica.

### 2.7. Procedimiento experimental

#### 2.7.1. Formulación

La formulación del chocolate artesanal se muestra en la siguiente tabla:

**Tabla 14-2:** Formulación experimental del chocolate artesanal con diferentes niveles de algarroba del 0%, 10%, 20% y 30%

Tratamientos	T0		T1		T2		T3	
	%	g	%	g	%	g	%	g
Algarroba	0	0	10	12	20	23	30	34
Cacao	60	66	55	60	51	55	46	50
Azúcar	40	44	35	38	29	32	24	26

Fuente: Excel, 2022

Realizado por: Solórzano, Joselyn. 2022

### 2.7.2. Balance de Masa

**Tabla 15-2:** Balance de masa de los insumos utilizados en la elaboración del chocolate artesanal

	<b>PROCESOS</b>	<b>ENTRADAS (Kg)</b>	<b>PÉRDIDAS (Kg)</b>	<b>SALIDAS (Kg)</b>
<b>Algarroba</b>	Recolección	3	0	3
	Recepción	3	0	3
	Selección	3	0,02	2,98
	Lavado	2,98	0	2,98
	Desvainado	2,98	0,5	2,48
	Pesaje	2,48	0	2,48
	Secado	2,48	0,2	2,28
	Tostado	2,28	0,05	2,23
	Molienda	2,23	0,2	2,03
	Tamizaje	2,03	0,9	1,13
	Enfriamiento y almacenamiento	1,13	0	<b>1,13</b>
	<b>PROCESOS</b>	<b>ENTRADAS (Kg)</b>	<b>PÉRDIDAS (Kg)</b>	<b>SALIDAS (Kg)</b>
<b>Cacao</b>	Recepción	<b>3,5</b>	0	3,5
	Pesaje	3,5	0	3,5
	Fermentación y secado	3,5	0,3	3,2
	Tostado o torrefacción	3,2	0,2	3
	Descascarillado y pesaje	3	0,5	2,5
	Molienda	2,5	0,3	<b>2,2</b>
	<b>PROCESOS</b>	<b>ENTRADAS (Kg)</b>	<b>PÉRDIDAS (Kg)</b>	<b>SALIDAS (Kg)</b>
<b>Azúcar</b>	Recepción	2	0	2
	Molienda	2	0,02	1,98
	Tamizaje	1,98	0,02	1,96
	Almacenamiento	1,96	0,01	<b>1,95</b>

Fuente: Excel,2022

Realizado por: Solórzano, Joselyn. 2022

El balance de masa presentado en las Tabla 15-2 muestra las entradas, salidas y pérdidas de los insumos utilizados durante el proceso de transformación a chocolate, en el caso de la algarroba inicia con 3 Kg y al final del proceso queda con 1,13 Kg, el cacao ingresa al proceso con 3,5 Kg y termina en 2,2 Kg y el azúcar ingresa con 2 Kg y sale del proceso con 1,95 Kg.

**Tabla 16-2:** Balance de masa para la elaboración del chocolate artesanal con diferentes niveles de algarroba

	<b>PROCESOS</b>	<b>ENTRADAS (g)</b>	<b>PÉRDIDAS (g)</b>	<b>SALIDAS (g)</b>
	Mezcla de los ingredientes (algarroba + cacao + azúcar)	<b>118</b>	4	114
	Temperado	114	3	111
<b>Chocolate</b>	Moldeado y enfriado	111	5	106
	Desmoldado	106	4	102
	Empaquetado	102	2	100
	Almacenado	100	0	<b>100</b>

Fuente: Excel, 2022

Realizado por: Solórzano, Joselyn. 2022

El balance de masa presentado en las Tabla 18-2 muestra de manera práctica la cantidad idónea para realizar una tableta de chocolate con los niveles de 0%, 10%,20% y 30% de algarroba de 100g, además, se observa una pérdida de 18g del producto lo que representa que el chocolate se queda en los materiales y equipos tras cada cambio de proceso.

### 2.7.3. Rendimiento y Mermas

El cálculo del rendimiento para todos los tratamientos se efectuó mediante la siguiente fórmula:

$$\% \text{ Rendimiento} = \frac{\text{Peso final}}{\text{Peso inicial}} \times 100$$

El cálculo de las mermas para todos los tratamientos se realizó por medio de la siguiente fórmula:

$$\% \text{ Mermas} = 100\% - \% \text{ Rendimiento}$$

#### 2.7.3.1. Algarroba

$$\% \text{ Rendimiento} = \frac{1,13 \text{ Kg}}{3 \text{ Kg}} \times 100$$

$$\% \text{ Rendimiento} = 38\%$$

$$\% \text{ Mermas} = 100\% - \% \text{ Rendimiento}$$

$$\% \text{ Mermas} = 100\% - 38\%$$

$$\% \text{ Mermas} = 62\%$$

La algarroba presentó un rendimiento del 38% y una merma del 62%, por lo, que, en el futuro se buscaría un tratamiento diferente de la semilla para aumentar su rendimiento ya que la mayor parte de la materia prima sufre pérdidas.

#### 2.7.3.2. Cacao

$$\% \text{ Rendimiento} = \frac{2,2 \text{ Kg}}{3,5 \text{ Kg}} \times 100$$

$$\% \text{ Rendimiento} = 63\%$$

$$\% \text{ Mermas} = 100\% - \% \text{ Rendimiento}$$

$$\% \text{ Mermas} = 100\% - 63\%$$

$$\% \text{ Mermas} = 37\%$$

El cacao tuvo un rendimiento del 63% y una merma del 37% lo que indica un balance ya que no representa pérdidas representativas.

#### 2.7.3.3. Azúcar

$$\% \text{ Rendimiento} = \frac{1,95 \text{ Kg}}{2 \text{ Kg}} \times 100$$

$$\% \text{ Rendimiento} = 97\%$$

$$\% \text{ Mermas} = 100\% - \% \text{ Rendimiento}$$

$$\% \text{ Mermas} = 100\% - 97\%$$

$$\% \text{ Mermas} = 3\%$$

El azúcar tuvo un rendimiento del 97% y una merma del 3% lo que es beneficioso ya que se descarta mínimamente.

#### 2.7.3.4. Chocolate

$$\% \text{ Rendimiento} = \frac{100 \text{ g}}{118 \text{ g}} \times 100$$

$$\% \text{ Rendimiento} = 85\%$$

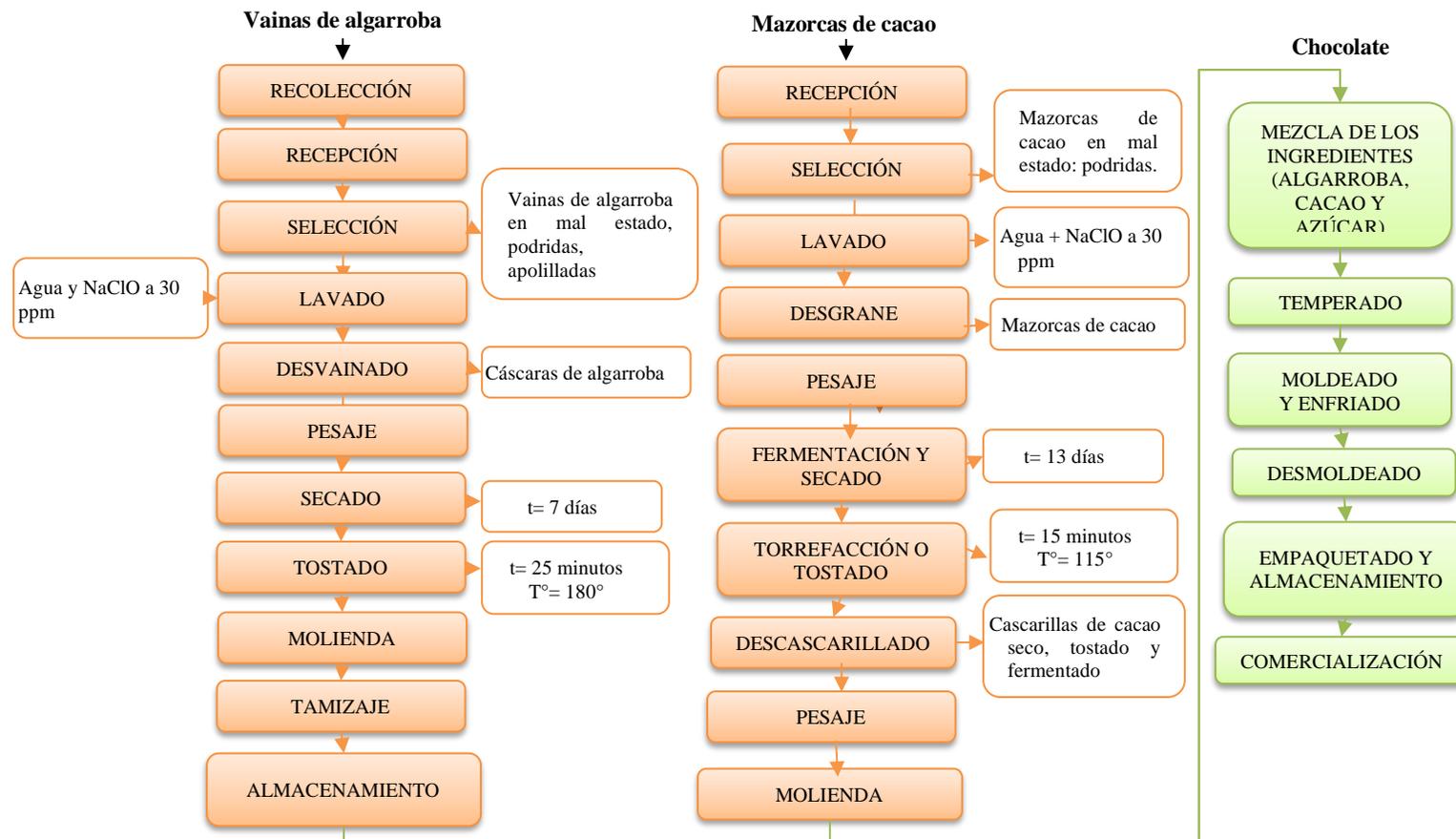
$$\% \text{ Mermas} = 100\% - \% \text{ Rendimiento}$$

$$\% \text{ Mermas} = 100\% - 85\%$$

$$\% \text{ Mermas} = 15\%$$

El chocolate tuvo un rendimiento del 85% y una merma del 15% lo que es crucial ya que, indica que, en los diferentes procesos no se queda demasiada cantidad de producto en los materiales, equipos y recipientes utilizados.

#### **2.7.4. Diagrama de procesos de la elaboración del chocolate artesanal con algarroba**



**Gráfico 1-2:** Diagrama de procesos de la elaboración del chocolate artesanal con algarroba

Realizado por: Solórzano, Joselyn. 2022

## **2.7.5. Procedimiento de la elaboración del chocolate artesanal con algarroba**

### **2.7.5.1. Algarroba**

#### **2.7.5.1.1. Recolección**

Se recolectó las vainas de algarroba en el caserío de San Javier del cantón Patate, provincia de Tungurahua.

#### **2.7.5.1.2. Recepción**

Se procedió a la recepción de las vainas de algarrobas.

#### **2.7.5.1.3. Selección**

Se seleccionaron las mejores vainas y se descartaron las algarrobas podridas y apollilladas por insectos y se pesaron.

#### **2.7.5.1.4. Lavado**

Después, se lavaron las vainas de algarrobas con agua y se agregó una solución de hipoclorito de sodio a una concentración de 30 ppm es decir, 0,03 ml de NaClO en un litro de agua.

#### **2.7.5.1.5. Desvainado**

Posteriormente, se retiraron las semillas de las vainas de las algarrobas.

#### **2.7.5.1.6. Pesaje**

Se pesaron las semillas de algarroba para establecer el rendimiento del producto.

#### **2.7.5.1.7. Secado**

A continuación, las semillas de algarrobas se secaron al sol por siete días, para reducir su humedad hasta que alcance un porcentaje  $\leq 2\%$ .

#### **2.7.5.1.8. Tostado**

Transcurrido estos días las algarrobas secadas al sol se someten al tostado en un horno por 25 minutos a 180°C.

#### **2.7.5.1.9. Molienda**

Seguidamente se procedió a la molienda de las algarrobas a través de un molino eléctrico para la reducción de su tamaño.

#### **2.7.5.1.10. Tamizaje**

Luego, se tamizaron las algarrobas pulverizadas por el molino en un colador, separándolo en 2 partes: una parte gruesa formada por carozos y semillas, y otra parte más fina formada por la pulpa triturada hasta obtener un polvo fino homogéneo.

#### **2.7.5.1.11. Almacenamiento**

Una vez logrado el polvo de harina de algarroba se almacenó en fundas en un lugar fresco y seco.

### **2.7.5.2. Cacao**

#### **2.7.5.2.1. Recepción**

Se procedió a la recepción de las mazorcas de cacao y pesaron.

#### **2.7.5.2.2. Selección**

Se separaron las semillas en mal estado de las mazorcas del cacao en buen estado y se pesaron.

#### **2.7.5.2.3. Desgrane**

Posteriormente, se retiraron las semillas de las mazorcas del cacao.

#### **2.7.5.2.4. Pesaje**

Se pesaron 3Kg de granos de cacao.

#### **2.7.5.2.5. Fermentación y secado**

Luego, el cacao desgranado se acopió en el suelo encima de una cubierta plástica para que no se ensucie, durante 13 días al sol para evitar la germinación de la semilla y reducir su humedad al 6%.

#### **2.7.5.2.6. Tostado o torrefacción**

Seguidamente se procedió al tostado de los granos de cacao, este proceso se realizó en un horno durante 15 minutos a una temperatura de 115°C con la finalidad de brindar el color y sabor deseados al chocolate.

#### **2.7.5.2.7. Descascarillado**

Inmediatamente se removió las cascarillas que recubren las semillas del cacao y se pesaron para establecer el rendimiento del producto.

#### **2.7.5.2.8. Molienda**

Después se molió las semillas secas, fermentadas y descascarilladas del cacao hasta obtener la pasta de cacao.

### **2.7.5.3. Chocolate**

#### **2.7.5.3.1. Mezcla de los ingredientes**

A continuación, se procedió al mezclado con la batidora de los siguientes ingredientes: pasta de cacao, manteca de cacao, harina de algarroba y azúcar, después se obtiene una pasta homogénea, preparada.

#### **2.7.5.3.2. Temperado**

Luego la pasta homogénea previamente mezclada y batida se deja reposar en recipientes a temperatura ambiente para la formación de cristales estables de manteca de cacao que hacen que el producto tenga brillo y se despegue perfectamente del molde.

#### **2.7.5.3.3. Moldeado y enfriado**

Se vertió la masa líquida de cacao con algarroba en moldes de aluminio y silicona, a baja temperatura en el refrigerador por 20 minutos.

#### **2.7.5.3.4. Desmoldado**

Transcurrido el tiempo del enfriamiento se procede a sacar el chocolate de los moldes de silicona y aluminio, adquiriendo su forma definitiva.

#### **2.7.5.3.5. Empaquetado**

Se procedió al empaquetado de las tabletas de chocolate en papel aluminio.

#### **2.7.5.3.6. Almacenado**

Finalmente se almacenó en un lugar fresco y seco.

## **2.8. Metodología de evaluación**

### **2.8.1. Análisis Físico-Químicos**

#### **2.8.1.1. En la semilla de algarroba**

##### **2.8.1.1.1. Tamizaje fitoquímico**

Según (Torres Inungaray, y otros, 2017 pág. 2) el análisis cualitativo para la identificación de alcaloides tiene como objetivo determinar la presencia de determinados metabolitos secundarios, en dependencia de sus propiedades estructurales y la solubilidad de cada uno de ellos, (Pereira Cabrera, y otros, 2019 pág. 6) permitiendo su identificación en uno u otro solvente (agua, alcohol y éter) presentes en especies vegetales, los cuales pueden ser fenoles y polifenoles, quinonas, flavonas y flavonoides, taninos, cumarinas, terpenoides y aceites esenciales, alcaloides, etc.

#### **Procedimiento**

1. Las semillas de algarroba fueron previamente secadas por 8 días.
2. Luego se molieron. (Torres Inungaray, y otros, 2017 pág. 4)
3. Posteriormente, se maceró 0,5g de algarroba tostada, algarroba sin tostar, cacao y cacao sin tostar, cada una de estas semillas en 10 ml de hexano durante 12 horas.
4. Luego se filtró con papel filtro y se recuperó la muestra de semilla.
5. Transcurrido este tiempo se agregó 10 ml de metanol (MeOH) y 2ml de ácido clorhídrico (HCl) al 50%, se agita y se filtra hasta que el filtrado sea completamente transparente hasta pH ácido.
6. Dejar reposar 24 horas.
7. Transcurrido este tiempo se calentó por 10 minutos a 60°C agitando constantemente.
8. Se enfrió y se filtró con papel filtro, obteniendo los extractos de cada muestra.
9. A cada extracto, se agregó 5 gotas de reactivo Dragendorff y se consideró como positiva las muestras en las que aparece un precipitado.

##### **2.8.1.1.2. Cenizas**

Se incinera a  $600^{\circ}\pm 1^{\circ}\text{C}$  la muestra de algarroba a determinar y se pesa el residuo que corresponde a las cenizas. (NTE INEN 533, 2013 pág. 2)

## Procedimiento

1. Se pesó los crisoles vacíos.
2. Se tararon los crisoles vacíos.
3. Se llevaron a la estufa por 3 horas a 65°C.
4. Transcurrido este tiempo se sacó los crisoles respectivamente con una pinza y se procedió a llevarlos al desecador por 1 hora.
5. Posteriormente los crisoles fueron pesados en una balanza analítica nuevamente.
6. En los crisoles tarados se colocó 1g de muestras de algarroba tostada, algarroba sin tostar, cacao y cacao sin tostar previamente triturado.
7. Después se calcinaron las muestras en hornillas eléctricas hasta que cesen el humo.
8. Luego se colocaron los crisoles en la mufla durante 4 horas.
9. Pasado este tiempo se deja enfriar las muestras en la mufla por 1 hora para luego transferirlas al desecador por otra hora.
10. Finalmente pesar los crisoles con la muestra de cenizas.

## Cálculos

1. El contenido de ceniza total en la muestra, expresado en porcentaje de masa (NTE INEN 533, 2013 pág. 3) , se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$\% \text{ Cenizas Totales} = \frac{(P_f - P_i)}{P_m} \times 100$$

### En donde:

$P_f$  = Peso final del crisol (con muestra calcinada) en g.

$P_i$  = Peso inicial del crisol (vacío) en g.

$P_m$  = Peso de la muestra en g.

### 2.8.1.1.3. Carbohidratos

Se realizaron 4 pruebas cualitativas para la determinación de Carbohidratos.

#### *2.8.1.1.3.1. Prueba de Molish*

Reacción de furfural e hidroximetil-furfural con  $\alpha$ -naftol, dando lugar a derivados de color púrpura. Es una prueba general de azúcares. (Abril Díaz, y otros, 2016 pág. 5)

#### **Procedimiento**

En varios tubos de ensayo por separado se colocó: 0,5 g de algarroba tostada, algarroba sin tostar, cacao y cacao sin tostar previamente triturado, (en caso de ser sólida añadir 1 ml de etanol y agitar hasta disolver), se añadió 5 gotas de reactivo de Molish luego cuidadosamente dejar caer por las paredes del tubo 1ml de Ácido sulfúrico concentrado y agitar. La prueba se realizó por duplicado para obtener mayor exactitud.

#### *2.8.1.1.3.2. Prueba de Seliwanoff*

Reacción del furfural e hidroximetil-furfural con resorcinol dando lugar a derivados de color rosa-rojo. Es una prueba específica de hexosas. (Abril Díaz, y otros, 2016 pág. 5)

#### **Procedimiento**

En varios tubos de ensayo por separado se colocó 2 ml de reactivo Seliwanoff y posteriormente se agregó 0,5g de algarroba tostada, algarroba sin tostar, cacao y cacao sin tostar previamente triturado, añadir 1 ml de etanol purificado y agitar hasta disolver y luego se sumergió en agua hirviendo por 1 minuto.

#### *2.8.1.1.3.3. Prueba de Fehling*

El azúcar reductor es oxidado por el catión cúprico ( $\text{Cu}^{2+}$ ) en medio alcalino, con formación de óxido cuproso insoluble, lo que da la típica coloración rojizo-amarillenta. Los iones  $\text{Cu}^{2+}$  se pueden mantener en solución, formando complejos coloreados con tartratos y citratos, lo que permite la determinación cuantitativa de azúcares reductores. (Abril Díaz, y otros, 2016 pág. 6)

#### **Procedimiento**

En un tubo de ensayo por separado se colocó: 0,5g de algarroba tostada, algarroba sin tostar, cacao y cacao sin tostar previamente triturado, añadir 1 ml de etanol purificado y agitar hasta disolver, luego, añadir 5 gotas del reactivo de Fehling, mezclar bien y agitar el tubo, observar y anotar la aparición de color y calentar en baño de agua a 40 °C durante 10 min y observar si se produce algún cambio.

#### 2.8.1.1.3.4. Prueba de Benedict

Identifica azúcares reductores (aquellos que tienen su OH libre del C anomérico), como la lactosa, la glucosa, la maltosa, y celobiosa. (Aguiar, y otros, 2016 pág. 8) En soluciones alcalinas, pueden reducir el  $\text{Cu}^{2+}$  que tiene color azul a  $\text{Cu}^+$ , que precipita de la solución alcalina como  $\text{Cu}_2\text{O}$  de color rojo-naranja.

#### **Procedimiento**

Tomar varios tubos de ensayo limpios y secos, por cada semilla a analizar y marcar con el nombre de esta. Adicionar 0,5g de algarroba tostada, algarroba sin tostar, cacao y cacao sin tostar previamente triturado y añadir 1 ml de etanol purificado, agitar hasta disolver y agrega 0,5 ml de reactivo de Benedict. (Quimicafacil.net, 2019 pág. 4) Colocar los tubos en un baño de agua hirviendo durante tres minutos. La aparición de un precipitado oscuro es resultado positivo.

#### 2.8.1.1.4. Azúcares totales

El contenido de azúcares totales puede determinar la clasificación de un alimento y además pertenecen los azúcares simples o monosacáridos como glucosa, fructosa, galactosa, manosa, etc y disacáridos: sacarosa, lactosa, maltosa, etc. Los ensayos se realizan por triplicado para obtener valores promedios. (López Legarda, y otros, 2017 pág. 60)

#### **Procedimiento**

1. Previa hidrólisis ácida.
2. Se colocó en un Erlenmeyer de 500 ml, 15 ml de agua destilada, 5 ml de la solución de Fehling B (contiene tartrato de sodio en NaOH) y 5 ml de la solución de Fehling A (contiene  $\text{CuSO}_4$ ).
3. Luego colocar el Erlenmeyer con la solución de Fehling en una hornilla eléctrica, hervir la solución por 2 minutos.
4. Agregar 4 gotas de azul de metileno 5 segundos antes de terminar el período de ebullición.
5. Posteriormente agregar desde la bureta 1g de algarroba tostada, algarroba sin tostar, cacao y cacao sin tostar previamente triturado a la solución en ebullición hasta que desaparezca el color azul dejando la coloración roja debida a la aparición de óxido cuproso.
6. Esta titulación no debe sobrepasar los 3 minutos.

### **Cálculos:**

El contenido de azúcares totales en las muestras, expresado en porcentaje de glucosa y fructosa, se calcula mediante las siguientes ecuaciones:

$$\% \text{Glucosa en muestra} = \frac{\text{Gramos de Glucosa}}{\text{ml de muestra gastados}} \times 100$$

$$\% \text{Fructosa en muestra} = \frac{\text{Gramos de Fructosa}}{\text{ml de muestra gastados}} \times 100$$

### **2.8.1.2. En el chocolate artesanal**

#### **2.8.1.2.1. Humedad por Termobalanza**

La determinadora de humedad también conocida como termobalanza se utiliza para determinar la cantidad de agua contenida en cierto producto o material, expresado como porcentaje de humedad contenido en una muestra de materia orgánica. (Grupo Identificación, Pesaje y Control, 2020 pág. 1) Este equipo consiste en una balanza electrónica y un módulo calefactor, la balanza se encarga de medir el peso de la muestra orgánica mientras se le aplica calor para evaporar el agua que contiene.

#### **Procedimiento**

Según (NTE INEN 1676, 2013 pág. 2) En el aparato de medición de Humedad y materia seca de marca RADWAG® modelo MA 210.X2.A se realizó este análisis, con 1,5 g de muestra de Chocolate Artesanal con 0%, 10%, 20%, 30% de semillas de algarroba colocadas en un vidrio reloj, luego automáticamente se cierra y transcurrido algún tiempo arroja los porcentajes de humedad.

### **Cálculos:**

El contenido de humedad en la muestra, se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$\% \text{HUMEDAD} = 100 - \% \text{Materia Seca}$$

#### **2.8.1.2.1. Materia grasa por Goldfish**

Para determinar el contenido de grasa en productos derivados de cacao con o sin ingredientes lácteos, o productos preparados por cocción con azúcar y agua, y deshidratados. (NTE INEN 535, 2013 pág. 2)

## Procedimiento

1. Se pesó los vasos de extracto etéreo en la balanza.
2. Luego se taró en la estufa por 4 horas.
3. Después, se dejó media hora en el desecador, se los tomó con las pinzas y se pesó nuevamente, posteriormente.
4. Se pesó 1,5 g de muestra seca de Chocolate Artesanal con 0%, 10%, 20%, 30% de semillas de algarroba previamente triturado.
5. Colocar en el dedal los 1,5 g de muestra seca de Chocolate Artesanal con 0%, 10%, 20%, 30% de semillas de algarroba previamente triturado.
6. Luego colocar el dedal dentro de porta dedal para ponerlo en el destilador de grasa.
7. Después, se adicionó 25 ml de hexano al vaso de vidrio para extracto etéreo y se enroscó en el equipo Goldfish.
8. Transcurrido un tiempo reemplazar el dedal con un dedal de vidrio en la porta dedal.
9. Recuperar la mayor cantidad de hexano, enroscar nuevamente el vaso para extracto etéreo.
10. Una vez que se llene el dedal de vidrio con hexano, retirarlo y vaciarlo en la botella de recuperación de éter.
11. Cuando el nivel de éter en el vaso es mínimo, se sacó el vaso de extracto etéreo.
12. Con la ayuda de las pinzas se colocó en la estufa durante 30 minutos y luego 15 minutos en el desecador para evaporar el éter y enfriar el vaso extractor en el desecador.
13. Pesar el vaso más la muestra de grasa y registrar el dato.

## Cálculos

El contenido de grasa de la muestra, expresado en porcentaje de masa, se calcula mediante la expresión siguiente (NTE INEN 535, 2013 pág. 3):

$$\%GRASA = \frac{(\text{Peso vaso Beacker} + \text{Grasa}) - (\text{Peso vaso Beacker tarado vacío})}{\text{Peso Muestra}} \times 100$$

#### **2.8.1.2.2. Extracto seco (%)**

El porcentaje de materia seca se refiere al 100% menos el porcentaje de humedad o agua que contiene la muestra y representa a todos los nutrientes presentes en la muestra como la proteína, fibra, grasa, minerales, etc. (Wächter, 2020 pág. 3)

#### **Procedimiento**

En el aparato de medición de Humedad y materia seca de marca RADWAG® modelo MA 210.X2.A se realizó este análisis, con 1 g de muestra Chocolate Artesanal con 0%, 10%, 20%, 30% de semillas de algarroba colocada en un vidrio reloj, luego automáticamente se cierra y transcurrido algún tiempo arrojó los porcentajes de extracto seco.

#### **Cálculos**

El contenido de sólidos no grasos se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$\% \text{MATERIA SECA} = 100 - \% \text{Humedad}$$

#### **2.8.1.2.3. Calcio (%)**

#### **Procedimiento**

1. Se pesó los crisoles vacíos.
2. Se tararon los crisoles vacíos.
3. Se llevaron a la estufa por 3 horas a 65°C.
4. Transcurrido este tiempo se sacó los crisoles respectivamente con una pinza y se procedió a llevarlos al desecador por 1 hora.
5. Posteriormente los crisoles fueron pesados en una balanza analítica nuevamente.
6. En los crisoles tarados se colocó 1g de muestras de algarroba tostada, algarroba sin tostar, cacao y cacao sin tostar previamente triturado.
7. Después se calcinaron las muestras en hornillas eléctricas hasta que cesen el humo,
8. Luego se colocaron los crisoles en la mufla durante 4 horas.
9. Pasado este tiempo se deja enfriar las muestras en la mufla por 1 hora para luego transferirlas al desecador por otra hora.
10. Se pesaron los crisoles con la muestra de cenizas. (NTE INEN 546, 2013 págs. 2-3)
11. A la muestra de cenizas se añadió 10 ml de agua destilada.

12. Agitar la muestra calcinada con agua y agregar 10 ml de ácido clorhídrico, 3 gotas de ácido nítrico concentrado y hervir.
13. Luego, se filtró la muestra previamente tratada con ácidos con la ayuda de papel filtro y embudo en un matraz volumétrico graduado de 250 ml.
14. Después, la muestra restante ya filtrada se agregó 90 ml de agua destilada y 3 gotas de la solución alcohólica rojo de metilo. Si la solución toma un tinte anaranjado, añadir gotas de la solución de ácido clorhídrico, de modo que el color de la solución adquiera un tinte rosado.
15. Posteriormente hervir a ebullición y lentamente añadir con agitación constante 10g de la solución caliente de oxalato de amonio. Si el color rosado de la solución cambia a amarillo o anaranjado, se añadió nuevamente unas gotas de ácido clorhídrico hasta obtener nuevamente el color rosado.
16. Dejar en reposo durante toda la noche para sedimentar el precipitado.
17. Al día siguiente filtrar nuevamente la solución sedimentada a través de un papel filtro y lavar el precipitado con la solución de hidróxido de amonio al 2%.
18. Se transfirió el precipitado filtrados a un vaso de precipitación, y se agregó una mezcla de 125 ml de agua y 5 ml de ácido sulfúrico concentrado. (NTE INEN 546, 2013)
19. Calentar hasta una temperatura de 70°C y titular en caliente con la solución estándar de permanganato de potasio.
20. El punto final de la titulación está indicado por la aparición de un ligero color rosado.
21. Y se realizó un solo ensayo en blanco con todos los reactivos, sin la muestra y siguiendo el mismo procedimiento descrito para cada determinación.

### **Cálculos**

El contenido de calcio en alimentos se calcula mediante la ecuación siguiente (NTE INEN 546, 2013 pág. 3) :

$$\text{Calcio \%} = \frac{2000 VN}{m (100 - P)}$$

Siendo:

Ca= Contenido de calcio, en alimentos, en porcentaje de masa.

V= Volumen de la solución de permanganato de potasio empleado, en cm<sup>3</sup>

N= Normalidad de la solución de permanganato de potasio.

m= Masa de la muestra, en gr.

P= Pérdida por calentamiento, en porcentaje de masa.

#### **2.8.1.2.4. pH**

Se utiliza un equipo llamado pHmetro que dispone de una pantalla donde se eligen distintas opciones y, lo más importante, se muestra el valor de pH medido de una disolución problema. (Regalado, 2016 pág. 1) El tubo de cristal dentro del cual se ve unos filamentos metálicos, y que está sumergido en agua dentro de un vaso de precipitados, es el electrodo de pH.

#### **Procedimiento**

1. Con la ayuda de un pH-metro tomar lectura de las muestras con 1g de Chocolate Artesanal con 0%, 10%, 20%, 30% de semillas de algarroba previamente triturado y diluido con agua destilada.
2. Se agitó las muestras para que estén uniformes.
3. Se retiró la membrana de la punta del electrodo, se limpió con agua destilada, y se secó cuidadosamente sin dañar la punta del electrodo con una servilleta o papel de cocina.
4. Luego se calibra el pH-metro y se introduce este en las muestras anteriormente mencionadas.
5. Esperar hasta que se estabilice el indicador de pH y registrar el pH de las muestras.
6. Retirar el electrodo, lavar con agua destilada acabando cada muestra para que no haya error en la lectura del mismo.

#### **2.8.1.2.5. Acidez**

Se determina mediante una valoración (volumetría) con un reactivo básico. (Padilla Torres, 2017 pág. 30) El resultado (para el índice de acidez) se expresa como el % del ácido predominante del chocolate el ácido Oleico.

#### **Procedimiento:**

1. Diluir el contenido del matraz con un volumen dos veces mayor de agua destilada, y agregar 2 cm<sup>3</sup> de solución indicadora de fenolftaleína.

2. Agregar lentamente y con agitación, la solución 0,1N de hidróxido de sodio, justamente hasta conseguir un color rosado persistente (fácilmente perceptible si se compara con una muestra de chocolate diluida) que desaparece lentamente.
3. Continuar agregando la solución hasta que el color rosado persista durante 30 s.
4. Leer en la bureta el volumen de solución empleada, con aproximación a 0,05 cm<sup>3</sup>.

**Cálculos:**

$$\%ACIDEZ = \frac{V_{NaOH} \times N_{NaOH} \times M_{eq(Ac. Oleico)}}{V_{muestra}} \times 100$$

Donde:

V<sub>NaOH</sub>= Volumen de NaOH consumido en la titulación en ml. (Padilla Torres, 2017 pág. 30)

N<sub>NaOH</sub>= Normalidad del NaOH.

M<sub>eq</sub>= Miliequivalente del ácido oleico (0,282).

V<sub>muestra</sub>= Volumen de la muestra.

**2.8.2. Análisis microbiológicos**

**2.8.2.1. Aerobios mesófilos (UFC/g)**

Microorganismos aerobios mesófilos son aquellos microorganismos que se desarrollan en presencia de oxígeno libre y a una temperatura comprendida entre 20°C y 45°C con una zona óptima entre 30°C y 40°C. (NTE INEN 1529-5, 2006 pág. 2)

**Procedimiento**

1. Para cada dilución el ensayo se hará por duplicado. En cada una de las cajas Petri bien identificadas se depositará 1 cm<sup>3</sup> de cada dilución. Para cada depósito se usará una pipeta distinta y esterilizada. (NTE INEN 1529-5, 2006)
2. Inmediatamente, verter en cada una de las placas inoculadas aproximadamente 20 cm<sup>3</sup> de agar para recuento en placa–PCA, fundido y templado a 45°C ± 2°C. La adición del medio no debe pasar de más de 45 minutos a partir de la preparación de la primera dilución. (NTE INEN 1529-5, 2006 págs. 3-4)
3. Cuidadosamente, mezclar el inóculo de siembra con el medio de cultivo imprimiendo a la placa movimientos de vaivén: 5 veces en el sentido de las agujas del reloj y 5 veces en el contrario.

4. Como prueba de esterilidad verter agar en una caja que contenga el diluyente sin inocular. No debe haber desarrollo de colonias. (NTE INEN 1529-5, 2006 pág. 4)
5. Dejar reposar las placas para que se solidifique el agar.
6. Invertir las cajas e incubarlas a  $30^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$  por 48 a 75 horas.
7. No apilar más de 6 placas. Las pilas de placas deben estar separadas entre sí, de las paredes y del techo de la incubadora.
8. Pasado el tiempo de incubación seleccionar las placas de dos diluciones consecutivas que presenten entre 15 y 300 colonias y utilizando un contador de colonias, contar todas las colonias que hayan crecido en el medio, incluso las pequeñas, pero, se debe tener cuidado para no confundirlas con partículas de alimentos o precipitados, para esto, utilizar lupas de mayor aumento. (NTE INEN 1529-5, 2006 pág. 4)
9. Las colonias de crecimiento difuso deben considerarse como una sola colonia si el crecimiento de este tipo de colonias cubre menos de un cuarto de la placa; si cubre más la caja no será tomada en cuenta en el ensayo.
10. Anotar el número de colonias y la respectiva dilución.

### **Cálculos**

**Caso general:** (placas que contienen entre 15 y 300 colonias). (NTE INEN 1529-5, 2006 pág. 4)

Calcular el número N de microorganismo por gramo o  $\text{cm}^3$  de producto como la media ponderada de 2 diluciones sucesivas utilizando la siguiente fórmula (NTE INEN 1529-5, 2006 pág. 4):

$$N = \frac{\sum c}{V(n_1 + 0,1n_2)d}$$

En donde:

$\sum c$ = Suma de todas las colonias contadas en todas las placas seleccionadas:

V= Volumen inoculado en cada caja Petri; (NTE INEN 1529-5, 2006 pág. 4)

$n_1$ = Número de placas de la primera dilución seleccionada:

$n_2$ = Número de placas de la segunda dilución seleccionada:

d= Factor de dilución de la primera dilución seleccionada (d=1 cuando se ha inoculado muestra líquida sin diluir).

### 2.8.2.2. *Coliformes totales*

Coliformes: Bacterias de forma bacilar, Gram negativas, aerobias y anaerobias facultativas, móviles e inmóviles, no esporuladas que forman colonias características agar Cristal Violeta neutro bilis (VRB) o similar cuando se incuban a  $30 \pm 1^\circ\text{C}$  los productos refrigerados y a  $30 \pm 1^\circ\text{C}$  los productos que se mantienen a temperatura ambiente y se utiliza el medio y método descrito. (NTE INEN 1529-7, 2013 pág. 2) Este grupo es utilizado como indicador del grado de higiene.

#### **Procedimiento**

1. Utilizando una sola pipeta estéril pipetear por duplicado alícuotas de  $1\text{ cm}^3$  de cada una de las diluciones decimales en placas Petri adecuadamente identificadas. Iniciar por la dilución de menor concentración.
2. Delicadamente mezclar el inóculo de siembra con el medio de cultivo imprimiendo a la placa movimientos de vaivén, 5 veces en dirección; hacerla girar en sentido de las agujas del reloj 5 veces. (NTE INEN 1529-7, 2013 pág. 3)
3. Repetir este proceso, pero en sentido contrario.
4. Como control de esterilidad del medio, verter la cantidad de agar en la placa sin inóculo.
5. Dejar reposar las placas para que solidifique el agar. Luego verter en la superficie otros  $6\text{ cm}^3$  de agar todavía fundido y dejar solidificar. (NTE INEN 1529-7, 2013 pág. 3)
6. Invertir las placas e incubarlas a  $35^\circ\text{C} \pm 1^\circ\text{C}$  para productos que se mantienen a temperatura ambiente, por solo  $24\text{h} \pm 2$  horas.
7. Pasado el tiempo de incubación seleccionar las placas que se presenten 30 - 150 colonias y examinar con la luz transmitida. Contar todas las colonias de 1 - 2 mm de diámetro (mínimo de 0,5mm) de color rojo amoratado rodeadas por halo rojizo.
8. Para el control de rutina en plata, en general, no es necesario realizar ensayos confirmatorios.  
  
Pero cuando sea necesario, especialmente con productos que contengan otros azúcares que la lactosa, proceder como a continuación se indica.
9. Seleccionar un número de colonias equivalentes a la raíz cuadrada de total de las colonias típicas.

10. Incubar a  $35^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ , para productos que se mantienen a temperatura ambiente, durante 24h – 48 h. (NTE INEN 1529-7, 2013 pág. 5)

### **2.8.2.3. Mohos y levaduras**

Según la (NTE INEN 1529-11, 2013 pág. 2) los Mohos. Son ciertos hongos multicelulares, filamentosos, cuyo crecimiento en los alimentos se conoce fácilmente por su aspecto aterciopelado y algodonoso. Están constituidos por filamentos ramificados y entrecruzados, llamados hifas, cuyo conjunto forma el llamado “micelio” que puede ser coloreado o no. Levaduras. Son hongos cuya forma de crecimiento habitual y predominante es unicelular. (NTE INEN 1529-11, 2013 pág. 2) Poseen una morfología muy variable: esférica, ovoidea, cilíndrica, triangular incluso, alargada en forma de micelio

### **Procedimiento**

#### **Siembra**

1. Se inocula de 1g a 2g o  $\text{cm}^3$  de muestra, en tubos que contengan  $15\text{cm}^3$  de caldo extracto de malta y se los incuba a  $30 \pm 1^{\circ}\text{C}$ . (NTE INEN 1529-11, 2013 pág. 3)
2. Anotar el tubo que presenta indicios de crecimiento: turbidez y/o la formación de película.
3. Los mohos son fácilmente identificados por su crecimiento algodonoso característico en la superficie del medio. (NTE INEN 1529-11, 2013 pág. 3)

#### **Confirmación**

4. Con un asa, hacer una preparación al fresco y examinar al microscopio la presencia de levaduras o hifas.
5. Si hay duda de la viabilidad de las levaduras observadas, sembrar por estría, en agar extracto de malta e incubar a  $(30 \pm 1^{\circ}\text{C})$  de 2 a 4 días, y observar la formación de colonias típicas de levaduras. (NTE INEN 1529-11, 2013 pág. 3)
6. De las colonias sospechosas hacer una preparación al fresco y observar al microscopio la presencia de levaduras
7. Si se desea una mayor sensibilidad del método, aumentar el número de tubos inoculados con (1 o 2 g) o  $\text{cm}^3$  de muestra. (NTE INEN 1529-11, 2013 pág. 3)
8. Si el desarrollo de mohos y/o levaduras es confirmado en uno de los tubos ó, en los dos, reportar como: se detectó mohos y/o levaduras en 1 g ó  $\text{cm}^3$  de muestra.

9. Si en ninguno de los 2 tubos hubo desarrollo, reportar como: no se detectó mohos y/o levaduras en 1 g o cm<sup>3</sup> de muestra. (NTE INEN 1529-11, 2013 pág. 3)

### **2.8.3. Análisis sensorial**

#### **2.8.3.1. Prueba hedónica**

En estas pruebas se presentan a los panelistas muestras codificadas y se piden que indiquen cual es la que más le gusta tomando en cuenta los diferentes parámetros en las tablas. (Vargas Peralta, 2018 pág. 70)

#### **Procedimiento**

1. Elaborar a boleta del director y las fichas de evaluación
2. Se preparó las muestras de la siguiente manera:
3. Se dispuso de 40 platos y cucharas.
4. Se llenó 40 vasos con agua.
5. Con la ayuda de una balanza, se pesó 1g de chocolate con 0%, 10%, 20%, y 30% de algarroba.
6. Se entregaron 12 muestras codificadas con números aleatorios para cada catador y se dió las indicaciones necesarias para la evaluación.

## CAPÍTULO III

### 3. MARCO DE ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

#### 3.1. Análisis físicos y químicos

##### 3.1.1. Resultados de los análisis en las semillas de algarroba

**Tabla 17-3:** Cuadro resumen de los análisis físico-químicos realizados a las semillas de algarroba tostada y sin tostar procedentes del cantón Patate

Análisis	Tratamientos		E.E	Prob.
	Algarroba Tostada A1	Algarroba Sin Tostar A2		
Cenizas (%)	3,00 a	2,85 a	0,09	0,05
Azúcares Totales (%)	36,65 a	35,24 a	0,39	0,05

Fuente: SPSS Statistics, 2022

Realizado por: Solórzano, Joselyn. 2022.

Prob. Probabilidad

E.E: Error estándar

Prob. >0,05: no existen diferencias significativas.

Prob. < 0,05: existen diferencias significativas.

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

##### 3.1.1.1. Tamizaje fitoquímico

**Tabla 18-3:** Tamizaje fitoquímico para la detección de alcaloides con reactivo de Dragendorff en las semillas de algarroba tostada y sin tostar.

TAMIZAJE FITOQUÍMICO (Alcaloides)		
Repeticiones	Tratamientos	
	Algarroba Tostada A1	Algarroba Sin Tostar A2
1	-	+
2	-	+
<b>Observaciones</b>	Coloración naranja	Precipitado naranja rojizo

Fuente: Excel, 2022

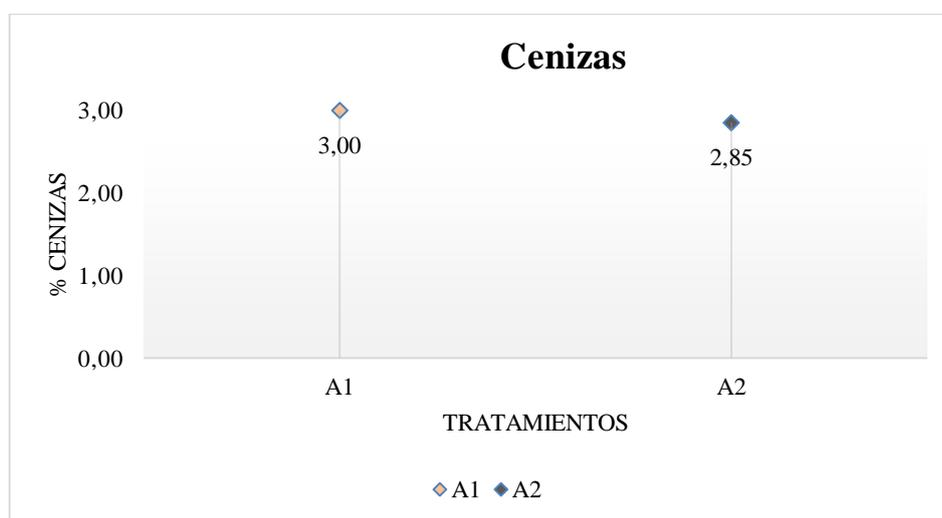
Realizado por: Solórzano, Joselyn. 2022.

Según (Sciammaro, y otros, 2015 pág. 3) el tamizaje o screening fitoquímico permite identificar metabolitos secundarios a partir del análisis cualitativo que se realiza a hojas, tallos, flores, frutos y semillas de las plantas utilizando diversos reactivos; en este caso, el reactivo de Dragendorff para detectar alcaloides. El presente análisis preliminar (como se observa en el Anexo A) se realizó con el fin de conocer si la algarroba tostada o sin tostar es mejor para la formulación del chocolate. En la Tabla 17-3 no se reportan valores de las medias ya que este análisis es cualitativo y no cuantitativo. Sin embargo, para los tratamientos A1: Algarroba

Tostada, mostró resultado negativo de alcaloides mostrando un color naranja propio del reactivo, esto se debe a que durante el calentamiento se eliminan varios componentes anti nutricionales entre ellos los alcaloides, mientras que, A2: Algarroba sin Tostar mostró un precipitado de color naranja rojizo lo que refleja la presencia de alcaloides, como se observa en la tabla 18-3.

Según las investigaciones de (Anicama Ramos, y otros, 2017 pág. 57) (Calle Bailón, y otros, 2018 pág. 69) y (Payo Hill, y otros, 2019 pág. 6) reportan una leve aparición de alcaloides en algarrobas sin tostar mientras que, las investigaciones de (Fajardo Rosabal, y otros, 2018 pág. 9) refleja que no hay presencia de alcaloides en algarrobas tostadas y al compararlo con la norma peruana correspondiente a la algarroba (NTP 209.602, 2007 pág. 5) no indican el tamizaje fitoquímico como parámetro de calidad para los granos de algarroba.

### 3.1.1.2. Cenizas



**Gráfico 2-3:** Porcentaje de cenizas en semillas tostadas y sin tostar de algarroba

**Fuente:** Excel, 2022

**Realizado por:** Solórzano, Joselyn. 2022

Según el (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, 2020 pág. 1) las cenizas o materia inorgánica son la sustancia resultante de una incineración de materia seca para destruir la materia orgánica y así cuantificar la cantidad de materia inorgánica de la muestra mediante el pesaje final del residuo como se observa en el anexo A. Según el presente estudio los valores de las medias están comprendidos para el tratamiento A1: Algarroba Tostada de 3%, A2: Algarroba sin Tostar de 2,85%, observándose que no existen diferencias significativas ( $p \geq 0,05$ ), el valor de la media correspondiente a cenizas de los 2 tratamientos de algarroba fue de 2,93% (observar Tabla 17-3).

Según (Pozo Barreda, 2019 pág. 50) reporta porcentajes de cenizas de algarroba que varían de 3 a 4,30%, mientras que, la investigación de (González Galán, y otros, 2018 pág. 6) refleja un valor 3,17-4,12%, con respecto a (Alamo Farroñan, 2019 pág. 56) en su tesis indica porcentaje de cenizas de 1,70-3,33% y al compararlo con la norma peruana correspondiente a la algarroba (NTP 209.602, 2007 pág. 5) indican valor máximo de 5% como parámetro de calidad para los granos de algarroba.

### 3.1.1.3. Carbohidratos

**Tabla 19-3:** Análisis cualitativo para la identificación de carbohidratos en las semillas de algarroba tostada (A1) y sin tostar (A2).

CARBOHIDRATOS				
Pruebas	Repeticiones	Tratamientos		Observaciones
		A1	A2	
Molish	1	+++	++	Anillo de color morado oscuro entre el ácido y las muestra A2 algarroba sin tostar .
	2	+++	++	
Fehling	1	+++	++	Color rojizo intenso en las muestras de algarroba sin tostar, menor intensidad de color en las muestras de algarroba tostada.
	2	+++	++	
Seliwanoff	1	+++	++	Color rojo cereza en las muestras de algarroba tostada y sin tostar.
	2	++	++	
Benedict	1	+++	++	Color rojo en las muestras de algarroba.
	2	+++	++	

Fuente: Excel, 2022

Realizado por: Solórzano, Joselyn. 2022

Según (Mejía, y otros, 2020 pág. 52) los carbohidratos denominados también glúcidos, hidratos de carbono o sacáridos, son biomoléculas importantes en la alimentación y se encuentran esencialmente en azúcares, almidones y fibra. Según el presente análisis no se reportan valores de las medias ya que este análisis es cualitativo y no cuantitativo. Sin embargo, como se observa en la Tabla 19-3 para la prueba de Molish se observó la formación de un anillo de color morado oscuro entre el ácido y el tratamiento A2: Algarroba sin Tostar, en tanto que, los tratamientos A1 y A2 presentaron mayor concentración de glucosa y fructosa mientras que, en el análisis de Fehling se observó color rojizo intenso en el tratamiento de algarroba sin tostar (A2), menor intensidad de color en el tratamiento de algarroba tostada (A1) lo que indica mayor presencia de azúcares reductores como la glucosa en estos tratamientos. Al mismo tiempo, en el análisis de

Seliwanoff se presenci6 una coloraci6n rojo cereza en los tratamientos A1: Algarroba Tostada y A2: Algarroba sin Tostar como presencia de fructosa. Sucesivamente con la prueba de Benedict se observ6 en los tratamientos A1: Algarroba Tostada y A2: Algarroba sin Tostar coloraci6n rojiza lo que indica presencia de az6cares reductores (se observa en el Anexo A).

Seg6n las investigaciones de (Mili6n Dom6nguez, y otros, 2017 p6g. 7) y reportan la presencia fuerte en todos los an6lisis cualitativos para la identificaci6n de carbohidratos en semillas de algarroba tostadas, lo que concuerda para el an6lisis de Molish ya que en este caso se observ6 que el tratamiento A1 present6 mayor concentraci6n de glucosa y fructosa con una moderada presencia en el tratamiento A2, Mientras que, la investigaci6n de (Barrios Leguarca, 2018 p6g. 49) y (M6ndez Ventura, 2020 p6g. 70) reporta positivo para el an6lisis de Molish, Benedict, Fehling y Seliwanoff y al compararlo con la norma peruana correspondiente a la algarroba (NTP 209.602, 2007 p6g. 5) no indican los carbohidratos como par6metro de calidad para los granos de algarroba, por lo que este an6lisis est6 dentro de los rangos establecidos.

#### 3.1.1.4. Az6cares totales



**Gr6fico 3-3:** Porcentaje de az6cares totales en funci6n de glucosa y fructosa de las semillas tostadas y sin tostar de algarroba.

**Fuente:** Excel,2022

**Realizado por:** Sol6rzano, Joselyn. 2022

Seg6n (De Jes6s, 2019 p6g. 1) los az6cares tambi6n denominados monosac6ridos son la forma m6s simple de los carbohidratos, est6n compuestos por 6tomos de ox6geno (O), carbono (C) e hidr6geno (H). Seg6n el presente estudio los valores de las medias est6n comprendidos para el tratamiento A1: Algarroba Tostada de 36,65%, A2: Algarroba sin Tostar de 35,24%, observando que no existe diferencias significativas ( $p \geq 0,05$ ), el valor de la media correspondiente a los 2 tratamientos de algarroba fue de 35,95% (observar Tabla 17-3). Esta

variación se debe ya que, en el calentamiento se desprenden mayor cantidad de azúcares presentes en estas semillas como se observa en el Anexo A.

Según (Pozo Barreda, 2019 pág. 60) reporta que los azúcares totales de las semillas de algarroba tostada en función de glucosa y fructosa alcanzan el 45%, en tanto que, la investigación de (Peña Suasnabar, y otros, 2020 pág. 6) reflejan un valor de glucosa de 33,16% en semillas sin tostar de algarroba con respecto a (Zambrano, y otros, 2018) menciona que, los tratamientos con semilla de tostada 36,94% y al compararlo con la norma peruana correspondiente a la algarroba (NTP 209.602, 2007 pág. 5) no indican los azúcares totales como parámetro de calidad para los granos de algarroba.

### 3.1.2. Resultados de los análisis en el chocolate artesanal

**Tabla 20-3:** Cuadro resumen de los análisis físico-químicos realizados en el chocolate artesanal con niveles de 0%, 10%, 20% y 30% respectivamente

Análisis	T0 (0%)	T1 (10%)	T2 (20%)	T3 (30%)	E.E	Prob.
<b>HUMEDAD (%)</b>	1,41a	1,25a	1,12a	1,07a	0,13	0,05
<b>MATERIA GRASA (%)</b>	28,01d	11,02c	8,02b	6,01a	0,01	0,05
<b>EXTRACTO SECO (%)</b>	98,57a	98,75a	98,88a	98,94a	0,13	0,05
<b>CALCIO (%)</b>	0,10a	1,55b	1,76c	1,92d	0,03	0,05
<b>pH</b>	5,76b	5,62a	5,63a	5,65a	0,01	0,05
<b>ACIDEZ (%)</b>	0,42a	0,39a	0,37a	0,41a	0,02	0,05

Fuente: SPSS Statistics, 2022

Realizado por: Solórzano, Joselyn. 2022

Prob. Probabilidad

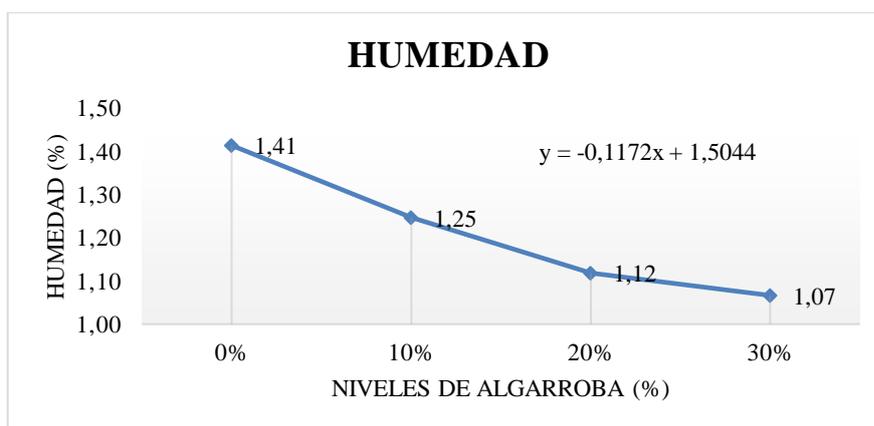
E.E: Error estándar

Prob. >0,05: no existen diferencias significativas.

Prob. < 0,05: existen diferencias significativas.

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

### 3.1.2.1. Humedad



**Gráfico 4-3:** Porcentaje de humedad en los chocolates con y sin algarroba

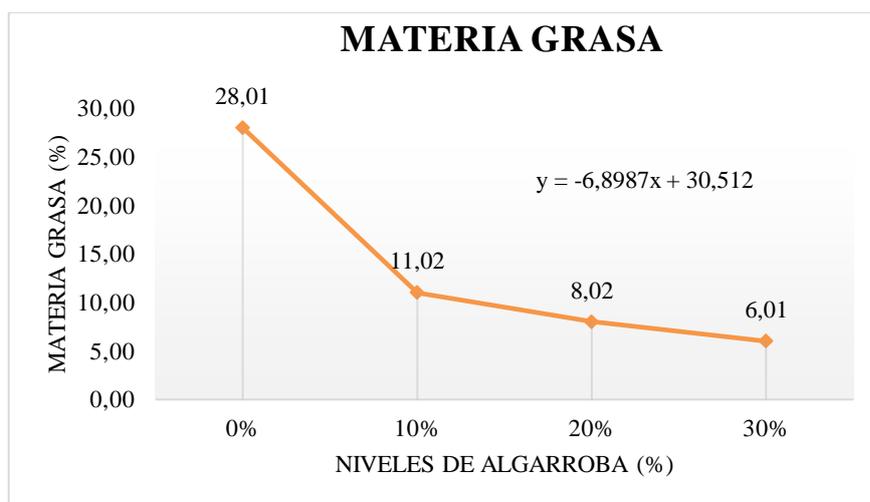
Fuente: Excel, 2022

Realizado por: Solórzano, Joselyn. 2022

Según (Martines, y otros, 2018 pág. 3) el porcentaje de humedad es un parámetro fundamental en el análisis del chocolate, expresa la cantidad de agua en un alimento sólido o líquido y se puede representar en base de masa seca o de base de masa húmeda (observar Anexo B). Según el presente estudio los valores de las medias (observar Tabla 20-3) con mayor humedad es el tratamiento T0 o control sin algarroba de 1,41%, y de menor humedad corresponde al tratamiento T3 al 30% de algarroba con 1,07%, observándose que no existen diferencias significativas ( $p \geq 0,05$ ), el valor de la media correspondiente a Humedad de los tres tratamientos más el control fue de 1,21%, además los valores corresponden a la ecuación presentada en el gráfico 4-3.

Según (Morón, y otros, 2016 pág. 8) reportan valores de humedad que varían de 0,86 a 1,30%, mientras que, la investigación de (Villegas Allauca, 2018 págs. 37-39) refleja un valor 1-1,2%, con respecto a (Guerra, y otros, 2018 pág. 59) en su tesis indican porcentaje de humedad de 1,04-1,50% y al compararlo con la (NTE INEN 623, 1988 pág. 2) señala que los valores máximos permitidos de humedad es de hasta 3%, esta variación de porcentajes se debe principalmente a las distintas formulaciones, materias primas que emplearon estos autores.

### 3.1.2.2. Materia grasa



**Gráfico 5-3:** Porcentajes de materia grasa en las tabletas de chocolate artesanal con y sin algarroba

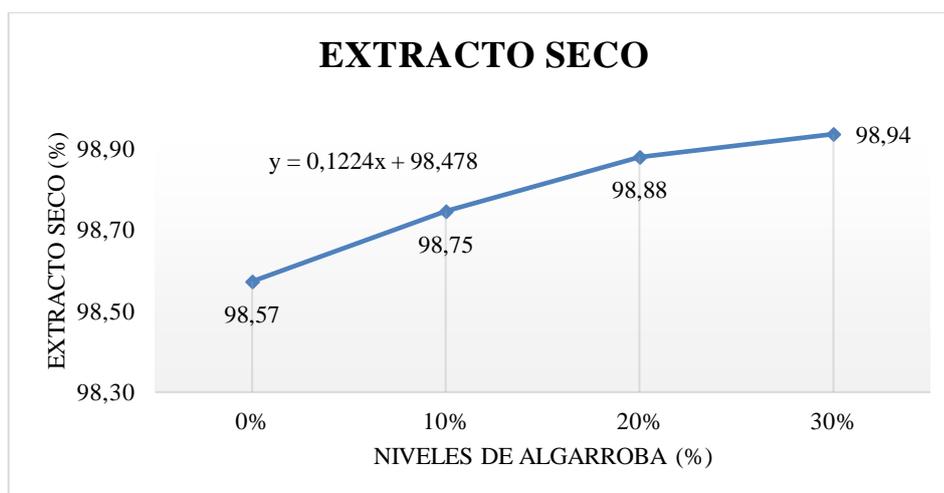
**Fuente:** Excel, 2022

**Realizado por:** Solórzano, Joselyn. 2022

Según (Beistegui, 2019 pág. 1) la materia grasa está constituida por ácidos grasos esenciales, en forma de glóbulos, estos nutrientes se adquieren de la alimentación, las cuales generan energía, y son esenciales para el correcto funcionamiento de nuestro organismo. Según el presente estudio los valores de las medias están comprendidos para el tratamiento T0 o control sin algarroba de 28,01%, T1 correspondiente al 10% de algarroba presentó el 11,02%, T2 con 20% de algarroba 8,02% y el T3 al 30% de algarroba presentó 6,02% observándose que existen diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ ) en todos los tratamientos y el valor de la media de los tres tratamientos más el control fue de 13,27% (observar Tabla 20-3), además los valores corresponden a la ecuación presentada en el gráfico 5-3. Dicha variación consiste en que la algarroba tiene menor cantidad de grasa y azúcares propios por lo que al colocarla en el chocolate reduce en gran cantidad la grasa y el azúcar a emplearse como se observa en el Anexo B.

Según (Castillo Coral, 2015 pág. 62) reporta valores de materia grasa que varían de 10 a 35%, mientras que, la investigación de (Calderón Pino, 2021 pág. 59) refleja un valor 9,9 - 31,8%, con respecto a (Chanaluiza Oña, y otros, 2021 pág. 71) en su tesis indican que el porcentaje de materia grasa es de 8,60-32,28% y al compararlo con la (NTE INEN 623, 1988 pág. 2) señala que los rangos permitidos son de 48 a 54%.

### 3.1.2.3. Extracto seco



**Gráfico 6-3:** Porcentajes de extracto seco en las tabletas de chocolate artesanal con y sin algarroba

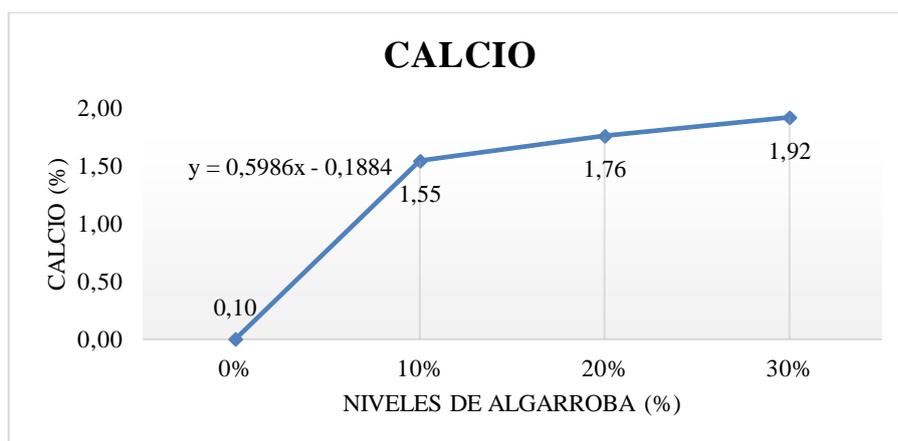
**Fuente:** Excel, 2022

**Realizado por:** Solórzano, Joselyn. 2022

Según (Escobar, y otros, 2020 pág. 3) la materia seca o extracto seco es la parte que se sustrae de un alimento tras extraer toda el agua posible a través de un calentamiento realizado en condiciones de laboratorio (observar Anexo B). Según el presente estudio los valores de más significativos de las medias están comprendidos para el T3 correspondiente al 30% de algarroba indicó 98,94% con mayor materia seca, y el tratamiento T0 o control sin algarroba de 98,57% con menor materia seca, observándose que no existen diferencias significativas ( $p \geq 0,05$ ) (observar Tabla 20-3), el valor de la media correspondiente a extracto seco de los tres tratamientos más el control fue de 98,78%, además los valores corresponden a la ecuación presentada en el gráfico 6-3.

Según (Valencia Pazmiño, 2021 pág. 50) reportan valores de extracto seco que varían de 99,83 a 99,93%, mientras que, la investigación de (Mero Cedeño, 2019 pág. 29) refleja valores de 98-99%, y al compararlo con la (NTE INEN 621, 2010 pág. 5) señala que se permite porcentajes de extracto seco de cacao hasta 35%.

### 3.1.2.4. Calcio



**Gráfico 7-3:** Porcentajes de calcio en las tabletas de chocolate artesanal con y sin algarroba

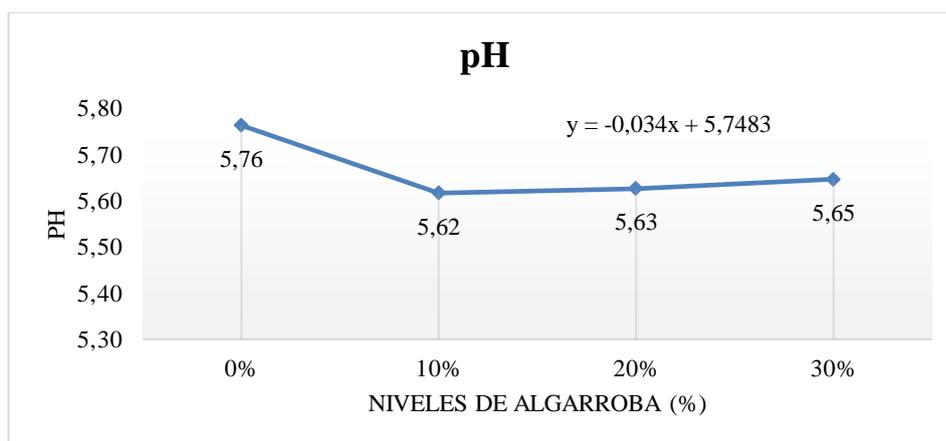
**Fuente:** Excel, 2022

**Realizado por:** Solórzano, Joselyn. 2022

Según (Instituto Nacional de Salud, 2021 pág. 1) el calcio es el mineral más abundante en el organismo ya que forma parte importante del esqueleto y los dientes. Según el presente estudio los valores de las medias más altos y bajos están comprendidos (observar Tabla 20-3) entre el tratamiento T0 o control sin algarroba de 0,1%, y el T3 correspondiente al 30% de algarroba indicó 1,92%, observándose que existen diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ ), el valor de la media correspondiente a extracto seco de los tres tratamientos más el control fue de 1,31% además los valores corresponden a la ecuación presentada en el gráfico 7-3. Esta variación se debe a que la algarroba contiene minerales en abundancia (observar Anexo B) como el calcio lo que es beneficioso ya que dicho mineral se encuentra solo en chocolates con leche.

Según (Guerra, y otros, 2018 pág. 58) reportan valores de porcentaje de calcio que varían de 0 a 5%, mientras que, la investigación de (Jácome Lagla, 2015 pág. 65) refleja valores de 3,5%, y al compararlo con la (NTE INEN 621, 2010 pág. 5) no establece el calcio como parámetro necesario para la elaboración de chocolates.

### 3.1.2.5. pH



**Gráfico 8-3:** pH de las tabletas de chocolate artesanal con y sin algarroba

**Fuente:** Excel, 2022

**Realizado por:** Solórzano, Joselyn. 2022

Según (Coelho, 2021 pág. 1) el pH indica el grado de acidez o alcalinidad de un alimento en solución acuosa o de la misma (observar Anexo B). Según la Tabla 20-3 los valores de las medias de los rangos más altos y bajos están comprendidos para el tratamiento T0 o control sin algarroba con 5,76 y T1 al 10% de algarroba presentó el 5,62, observándose que no existen diferencias significativas ( $p \geq 0,05$ ), el valor de la media correspondiente a pH de los tres tratamientos más el control fue de 5,66, además los valores corresponden a la ecuación presentada en el gráfico 8-3.

Según (Lucero Alvarez, 2018 pág. 66) reporta valores de pH que varían de 6,15 a 6,29, mientras que, la investigación de (Mero Cedeño, 2019 pág. 29) refleja valores de 5,15 a 5,59 con respecto a (Velasteguí Arcos, 2016 págs. 40-41) en su tesis indica que, el pH es de 4,17 en todos sus tratamientos y al compararlo con la (NTE INEN 621, 2010 pág. 5) no especifica el pH como parámetro evaluador del chocolate, sin embargo, la variación de porcentajes en los distintos trabajos se debe principalmente a las distintas formulaciones y la inclusión de agua o leche.

### 3.1.2.6. Acidez



**Gráfico 9-3:** Porcentajes de acidez en las tabletas de chocolate artesanal con y sin algarroba

**Fuente:** Excel, 2022

**Realizado por:** Solórzano, Joselyn. 2022

Según (Rodríguez Becerra, 2018 pág. 1) el grado de acidez o alcalinidad de un alimento en solución acuosa o de la misma se realiza mediante una valoración volumétrica (observar Anexo B). Según la Tabla 20-3 los valores de las medias están comprendidas para el tratamiento T0 o control sin algarroba de 0,42%, T1 al 10% de algarroba presentó el 0,39%, T2 con 20% de algarroba con 0,37% y el T3 correspondiente al 30% de algarroba indicó 0,41%, observándose que no existen diferencias significativas ( $p \geq 0,05$ ), el valor de la media correspondiente a acidez de los tres tratamientos más el control fue de 0,40%, además los valores corresponden a la ecuación presentada en el gráfico 9-3.

Según (Lucero Alvarez, 2018 pág. 67) reporta valores de acidez que varían entre 0,57% y 0,88%, mientras que, las investigaciones de (Guerra, y otros, 2018 pág. 59) refleja valores de 0,09% a 0,30%, con respecto a (Chávez Macas, y otros, 2020 pág. 40) en su tesis indican valores entre 0,31 a 0,41% en todos sus tratamientos y al compararlo con la (NTE INEN 621, 2010 pág. 5) no especifica acidez como parámetro para evaluar el chocolate, por lo que se establece que la acidez está dentro de los rangos establecidos por dichos autores mencionados anteriormente, además, la variación de porcentajes en estas investigaciones se debe principalmente a las distintas formulaciones y la inclusión de agua y leche a la elaboración de dichos chocolates.

### 3.2. Resultados de los análisis microbiológicos (UFC/g)

**Tabla 21-3:** Cuadro resumen de los análisis microbiológicos de las barras de chocolate artesanal con niveles de 0%, 10%, 20% y 30% de algarroba.

Análisis Microbiológicos	Tratamientos				E.E	Prob.
	T0 (0%)	T1 (10%)	T2 (20%)	T3 (30%)		
<b>Aerobios mesófilos</b>	2,15x10 <sup>4</sup> a	4,33x10 <sup>3</sup> a	4,33x10 <sup>3</sup> a	7,52x10 <sup>3</sup> a	4,65x10 <sup>3</sup>	0,05
<b>Coliformes totales</b>	0 a	0 a	1x10 <sup>-3</sup> a	3,33x10 <sup>-4</sup> a	4,71x10 <sup>-4</sup>	0,05
<b>Mohos y levaduras</b>	0 a	0 a	3x10 <sup>4</sup> b	1,67x10 <sup>3</sup> b	1,47x10 <sup>4</sup>	0,05

Fuente: SPSS Statistics,2022

Realizado por: Solórzano, Joselyn. 2022

Prob. Probabilidad

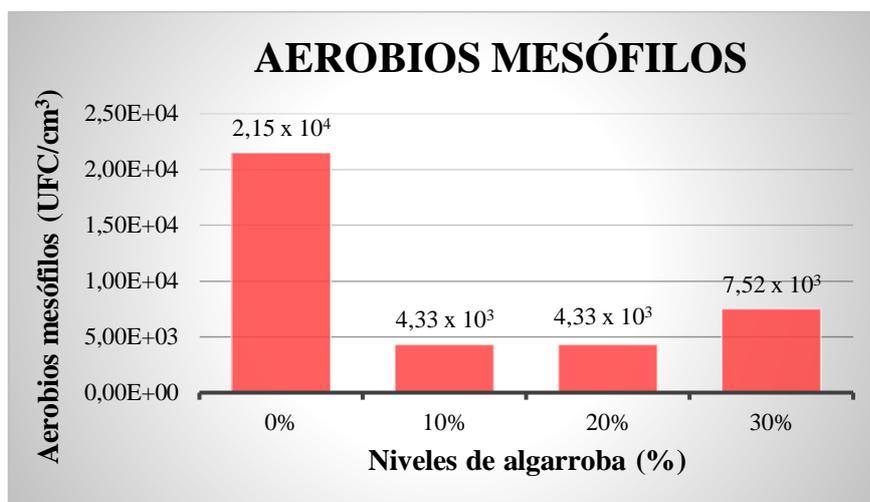
E.E: Error estándar

Prob. >0,05: no existen diferencias significativas.

Prob. < 0,05: existen diferencias significativas.

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

#### 3.2.1. Aerobios mesófilos



**Gráfico 10-3:** Aerobios mesófilos en las barras de chocolate artesanal con niveles de algarroba de 0%, 10%, 20% y 30%

Fuente: Excel, 2022

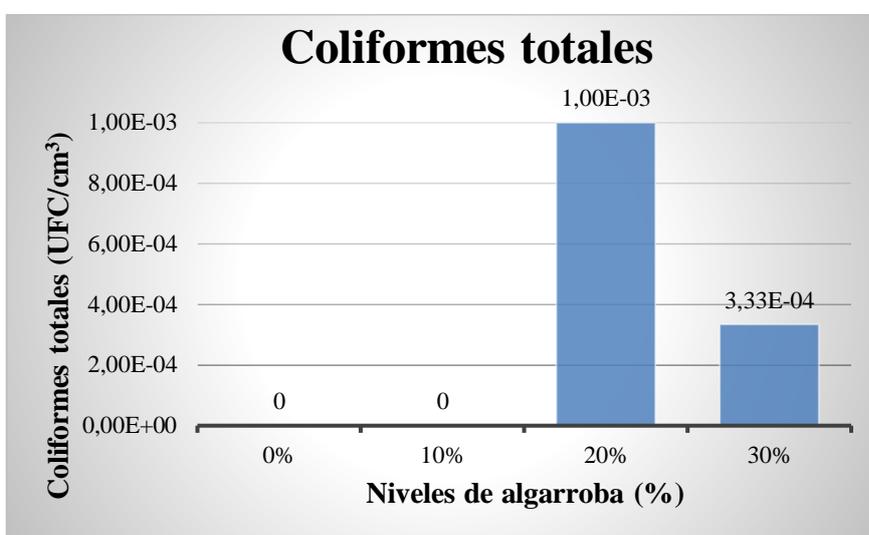
Realizado por: Solórzano, Joselyn. 2022

Según (Microlab Industrial, 2022 pág. 1) son bacterias que se desarrollan en un medio de cultivo nutritivo y sin inhibidores a una temperatura de 33-37 ° C en presencia de oxígeno de 24 a 48 horas de incubación (observar Anexo C). Según la Tabla 21-3 los valores de las medias entre los valores más altos y bajos están comprendidos entre el tratamiento T0 (0%) o control sin algarroba de 2,15x10<sup>4</sup> UFC/cm<sup>3</sup> y T1 al 10% y T2 con 20% de algarroba con 4,33x10<sup>3</sup>

UFC/cm<sup>3</sup>, observándose que no existen diferencias significativas ( $p \geq 0,05$ ), el valor de la media correspondiente a aerobios mesófilos de los tres tratamientos más el control fue de  $9,42 \times 10^3$  UFC/cm<sup>3</sup>.

Según (Proaño Zambrano, 2017 pág. 63) reporta valor de  $3,6 \times 10^3$  UFC/ml, mientras que, la investigación de (Guerra, y otros, 2018 pág. 62) refleja un valor  $5,6 \times 10^3$  UFC/cm<sup>3</sup>, con respecto a (Chávez Macas, y otros, 2020 pág. 43) en su tesis indicaron valores de  $4,66 \times 10^3$  UFC/ml y al compararlo con la (NTE INEN 621, 2010 pág. 5) señala que el nivel de aceptación de este microorganismo es de  $2 \times 10^4$  UFC/ml considerándose dentro de los rangos.

### 3.2.2. Coliformes totales



**Gráfico 11-3:** Coliformes totales (UFC/cm<sup>3</sup>) en las barras de chocolate artesanal con y sin algarroba

**Fuente:** Excel, 2022

**Realizado por:** Solórzano, Joselyn. 2022

Según (NTE INEN 1529-7, 2013 pág. 2) son bacterias de forma de bacilos, Gram negativos, aerobias y anaerobias facultativas, móviles e inmóviles, no esporuladas que forman colonias. Según el presente estudio (observar Anexo C) los valores de las medias están comprendidos para el tratamiento T0 (0%) o control sin algarroba y T1 al 10% de algarroba presentaron 0 UFC/cm<sup>3</sup>, T2 con 20% de algarroba evidenció  $1 \times 10^{-3}$  UFC/cm<sup>3</sup> y el T3 correspondiente al 30% de algarroba indicó  $3,33 \times 10^{-4}$  UFC/cm<sup>3</sup>, observándose que no existen diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) tal como se muestra en la Tabla 21-3, el valor de la media correspondiente a aerobios mesófilos de los tres tratamientos más el control fue de  $3,33 \times 10^{-4}$  UFC/cm<sup>3</sup>.

Según (Valencia Pazmiño, 2021 pág. 47) reporta valor de  $3,6 \times 10^3$  UFC/ml, mientras que, la investigación de (Guerra, y otros, 2018 pág. 61) refleja un valor  $2 \times 10^3$  UFC/cm<sup>3</sup>, con respecto a (Mero

Cedeño, 2019 pág. 31) en su tesis indicó valores de 0 UFC/ml y al compararlo con la (NTE INEN 621, 2010 pág. 5) señala que el nivel de aceptación de este microorganismo es de 0 UFC/ml considerándose dentro de los rangos establecidos.

### 3.2.3. Mohos y levaduras



**Gráfico 12-3:** Mohos y levaduras (UFC/cm<sup>3</sup>) en las barras de chocolate artesanal con y sin algarroba

**Fuente:** Excel, 2022

**Realizado por:** Solórzano, Joselyn. 2022

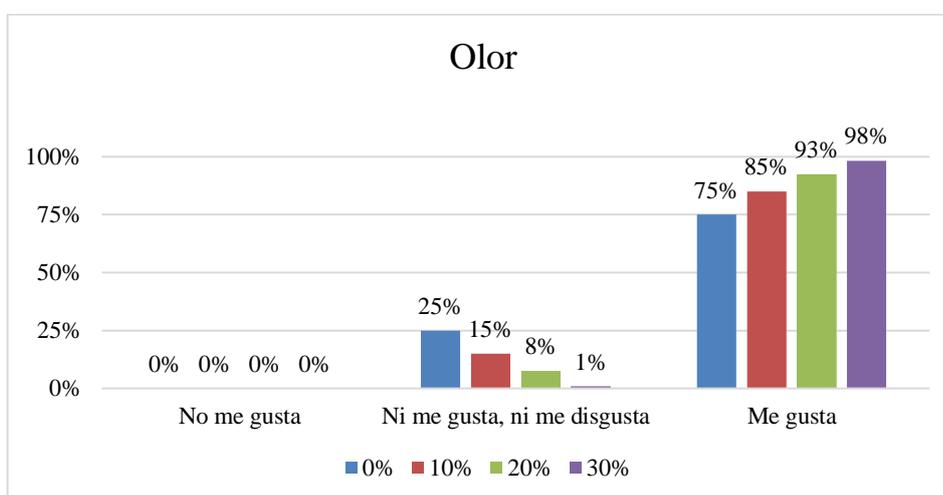
Según (Méndez, 2018 pág. 2) los mohos y las levaduras son 2 tipos de hongos, en la cual los mohos poseen un micelio visible al ojo de los humanos (observar Anexo C) y las levaduras, forman colonias macroscópicamente similares a las colonias bacterianas, pero que al microscopio presentan un mayor tamaño y complejidad. Según la Tabla 21-3 los valores de las medias están comprendidos entre el valor más bajo para el tratamiento T0 (0%) o control sin algarroba y T1 al 10% de algarroba con 0 UFC/cm<sup>3</sup>, T2 mientras que, el que presentó mayor cantidad de mohos y levaduras fue el T2 al 20% de algarroba ya que evidenció  $3 \times 10^2$  UFC/cm<sup>3</sup>, observándose que existen diferencias significativas ( $p \geq 0,05$ ), el valor de la media correspondiente a aerobios mesófilos de los tres tratamientos más el control fue de  $1,17 \times 10^2$  UFC/cm<sup>3</sup>.

Según (Proaño Zambrano, 2017 pág. 64) reporta valor de  $3,6 \times 10^3$  UFC/ml, mientras que, la investigación de (Guerra, y otros, 2018 pág. 60) refleja un valor  $2 \times 10^2$  UFC/cm<sup>3</sup>, con respecto a (Villegas Allauca, 2018 pág. 40) en su tesis indicó valores de  $1,8 \times 10^2$  UFC/ml y al compararlo con la (NTE INEN 621, 2010 pág. 5) señala que el nivel de aceptación de este microorganismo es de  $1 \times 10^2$  UFC/ml considerándose dentro de los rangos establecidos.

### 3.3. Análisis Sensorial

Según (García Ahued, 2015 pág. 5) el Análisis sensorial es la evaluación de la apariencia, olor, aroma, textura y sabor de un alimento o materia prima que comprende un conjunto de técnicas para la medida precisa de las respuestas humanas a los alimentos y minimiza los potenciales efectos de desviación que pueden ejercer sobre el juicio del consumidor. Se realizó, la prueba de degustación, es decir una prueba de aceptabilidad Hedónica en donde se le pidió a 40 estudiantes (catadores) que indiquen el nivel de agrado que le produce, los siguientes atributos (olor, sabor, color, textura) del chocolate, utilizando una escala de valoración (1 al 3) siendo 1 No me gusta, 2 Ni me gusta, ni me disgusta, y 3 Me gusta, mediante una boleta que le proporciona el analista tal como se presenta en el anexo D.

#### 3.3.1. Olor



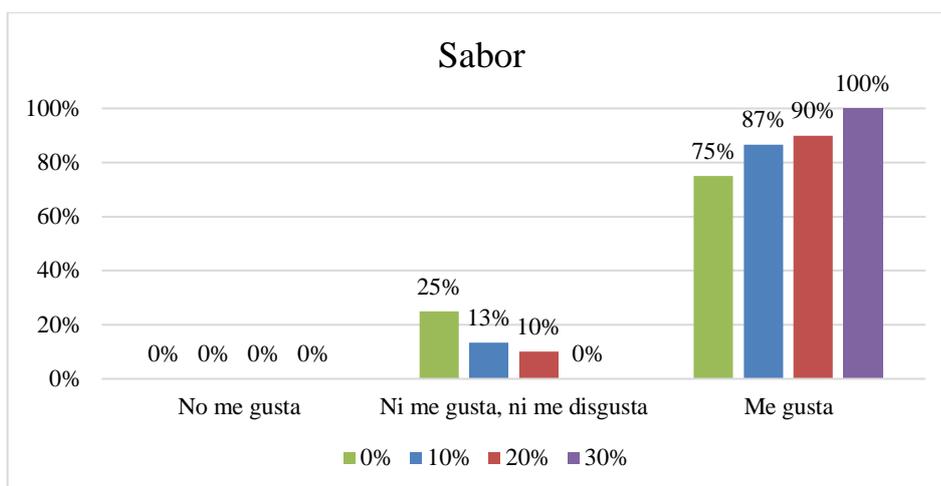
**Gráfico 13-3:** Análisis sensorial del parámetro de olor en las barras de chocolate artesanal con los diferentes tratamientos de algarroba

**Fuente:** Excel, 2022

**Realizado por:** Solórzano, Joselyn. 2022

En cuanto al nivel de agrado del parámetro de olor del análisis sensorial de las tabletas de chocolate con y sin algarroba la valoración más alta fue del tratamiento al 30% de algarroba con un 98% como se puede observar en el gráfico 13-3 en la categoría de me gusta, y el puntaje más bajo fue en el nivel 0% de 75% en la misma categoría, seguidos del 25% en la categoría de ni me gusta, ni me disgusta del tratamiento control sin algarroba.

### 3.3.2. Sabor



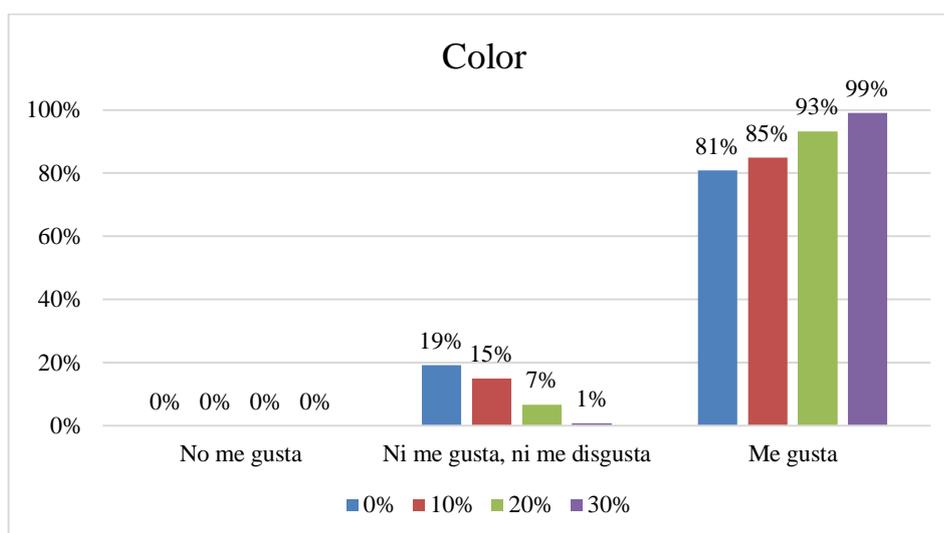
**Gráfico 14-3:** Porcentaje del nivel de agrado del parámetro de sabor en las barras de chocolate artesanal con los diferentes tratamientos de algarroba.

Fuente: Excel, 2022

Realizado por: Solórzano, Joselyn. 2022

El gráfico 14-3 muestra que el chocolate elaborado con 30% de algarroba se encuentra en un nivel alto ya que el 100% de los catadores le calificaron con 3, seguido del tratamiento 2 con 20% de algarroba el 90% de los catadores le agrada esta formulación también, en el caso del tratamiento control o tratamiento sin algarroba recibió una valoración baja con el 75% de aceptabilidad.

### 3.3.3. Color



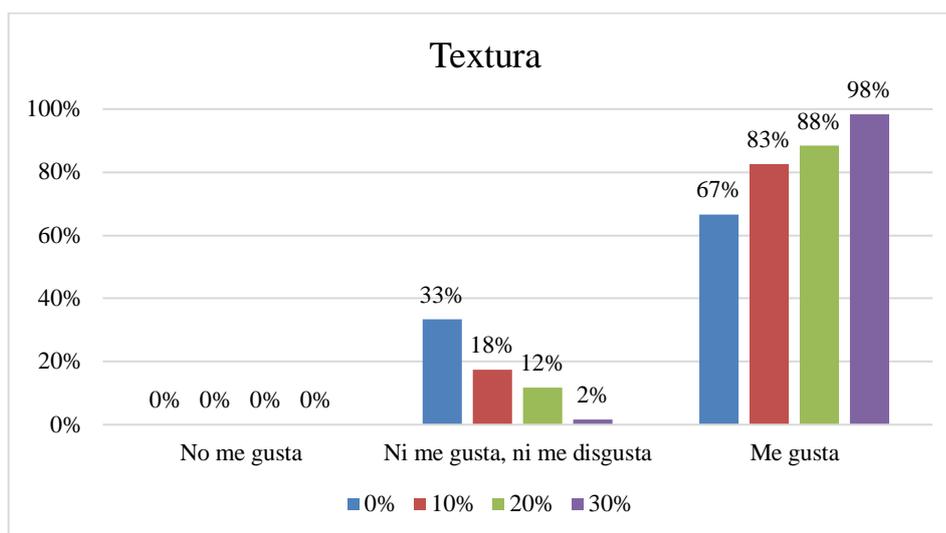
**Gráfico 15-3:** Prueba sensorial del parámetro color de los chocolates artesanales con 0%, 10%, 20%, y 30% de algarroba

Fuente: Excel, 2022

Realizado por: Solórzano, Joselyn. 2022

La evaluación sensorial del color en las tabletas de chocolate artesanal con y sin algarroba se realizó bajo una valoración de 3 puntos, donde los resultados de las boletas indican que el tratamiento 3 al 30% de algarroba, presentó mejor color con un porcentaje del 99% los cuales indicaron que les gusta el color de este chocolate, mientras que el T0 o control obtuvo la valoración más baja con el 81%, tratamiento que para los catadores no tiene un color aceptable.

### 3.3.4. Textura



**Gráfico 16-3:** Análisis sensorial para el parámetro textura de los chocolates artesanales con 0%, 10%, 20%, y 30% de algarroba.

**Fuente:** Excel, 2022

**Realizado por:** Solórzano, Joselyn. 2022

En la escala de valoración en el nivel de agrado de me gusta fue 98% para el tratamiento con el 30% de algarroba, seguido del tratamiento 2 con 88%, lo cual indica que es aceptable y no existen cambio ni factores externos que influyan en su textura, de acuerdo a las respuestas de los catadores para el tratamiento control tuvo un valor de 67%, como se observa en el gráfico 16-3.

### 3.4. Análisis Económico

Los costos de producción para cada tratamiento se observan en la (Tabla 23-3). Al realizar el análisis económico de la producción de 24 unidades de chocolates del tratamiento T0 o control en el cual se empleó algarroba al 0% fue de 1,21\$/unidad, seguido del tratamiento T1 con 10% de algarroba fue de 1,23\$/unidad, el costo por unidad para el tratamiento T2 con 20% de algarroba fue de 1,24 \$/unidad y para el tratamiento T3 al 30% de algarroba el costo de producción por cada tableta de 100gr fue de 1,26 \$.

**Tabla 22-3:** Análisis económico de las tabletas de chocolate con niveles de algarroba del 0%, 10%, 20% y 30% respectivamente

Materiales directos	Cantidad	Unidades	Costo por Unidad (\$)	Costo total (\$)	Algarroba			
					T0	T1	T2	T3
					0%	10%	20%	30%
Algarroba	0,5	Kg	2,5	1,25	0,00	0,21	0,41	0,62
Cacao	2,2	Kg	1,5	3,3	0,74	0,69	0,64	0,62
Azúcar	2	Kg	1	1,65	0,33	0,28	0,23	0,17
Papel	2	Unidades	1,5	3	0,75	0,75	0,75	0,75
Aluminio								
Papel Film	1	30 metros	1,4	1,4	0,35	0,35	0,35	0,35
<b>Materiales indirectos</b>								
Moldes de silicona	4	Unidades	1,85	7,4	1,85	1,85	1,85	1,85
Moldes de aluminio	20	Unidades	0,1	2	0,6	0,6	0,6	0,6
Equipos				9,4	0	0	0	0
Horno tostador	1	Unidad	56	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005
Molino Industrial	1	Unidad	1350	0,113	0,113	0,113	0,113	0,113
Cocina	1	Unidad	200	0,017	0,017	0,017	0,017	0,017
Refrigerador	1	Unidad	450	0,038	0,038	0,038	0,038	0,038
Batidora	1	Unidad	47	0,016	0,016	0,016	0,016	0,016
Balanza	1	Unidad	20	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
Termómetro	1	Unidad	28	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002
<b>Suministros</b>								
Agua	4	m <sup>3</sup>	0,2	0,8	0,2	0,2	0,2	0,2
Energía eléctrica	10	Kw/h	0,15	1,5	0,4	0,4	0,4	0,4
<b>Mano de obra directa</b>								
Operario	1	Operario	10	8,1	2,03	2,03	2,03	2,03
<b>Total</b>				30,33	7,42	7,53	7,64	7,75
<b>Costo por unidad</b>					1,06	1,08	1,09	1,11
<b>Beneficio/Costo</b>					1,21	1,23	1,24	1,26

Fuente: Excel, 2022

Realizado por: Solórzano, Joselyn. 2022

### **3.4.1. Beneficio/Costo**

En cuanto al indicador beneficio/costo se estableció para el tratamiento 3 cuyo beneficio costo fue de 1,26\$, considerándose rentable al momento de su elaboración, ya que obtuvo mayor aceptabilidad por lo que se obtiene una ganancia de 0,26 centavos por cada dólar invertido, por consiguiente se puede decir que la elaboración del chocolate artesanal con diferentes niveles de algarroba (*Prosopis pallida*) es muy rentable y beneficioso para el consumidor debido a su bajo precio en comparación con el chocolate a nivel industrial.

## CONCLUSIONES

- ❖ Se caracterizó físico-químicamente las semillas de algarroba del cantón Patate, provincia de Tungurahua identificando la presencia de alcaloides en la algarroba sin tostar, y negativo una vez que se realizó el proceso de tostado, se reportó 2,93% de cenizas, observando azúcares reductores en el análisis cualitativo de carbohidratos y 35,95% de azúcares totales.
- ❖ Se identificó que, el porcentaje óptimo de sustitución es del 30% de las semillas de algarroba en la formulación de chocolate artesanal ya que presentó mejores características en todos los análisis realizados y su reducción notoria en grasa.
- ❖ Se evaluó las características físico-químicas, microbiológicas y sensoriales del chocolate artesanal formulado con semillas de algarroba dando como resultado que, el tratamiento 3, al 30% de algarroba, presentó 1,07% de Humedad, 6,01 % de Materia Grasa, 1,92% de Calcio, 5,65 de pH, los cuales demuestran el aporte nutricional en el producto, siendo el más aceptable en la evaluación sensorial en cuanto a olor, sabor, color y textura; microbiológicamente los tres niveles no presentaron crecimiento de microorganismos, mientras que, el tratamiento control resaltó con 98,57% de Extracto Seco y 0,42% de Acidez.
- ❖ Se calculó la rentabilidad del producto por medio del indicador financiero beneficio/costo obteniendo una ganancia de 1,26\$ en el tratamiento T3 para una barra de chocolate de 100 gramos.

## **RECOMENDACIONES**

- ❖ Se recomienda esterilizar todos los materiales para que no exista contaminación cruzada en este u otros productos.
- ❖ Realizar pruebas con otras materias primas para utilizarlas como sucedáneas del cacao, los cuales podrían mejorar las propiedades físico-químicas, sensoriales, y nutricionales del chocolate.
- ❖ Implementar en el laboratorio de Procesamiento de Alimentos de la facultad de Ciencias Pecuarias tecnología para el procesamiento del cacao y elaboración de chocolates y subproductos

## BIBLIOGRAFÍA

**ABRIL DÍAZ, Nieves, JORRÍN NOVO, Jesús V y BÁRCENA RUIZ, José A.** Reacciones coloreadas para la determinación cualitativa de azúcares. [En línea] (Trabajo de titulación). (Bioquímica farmacéutica). Universidad de Córdoba, España. 2016. pp. 5-6. [Consulta: 09 de Junio de 2022]. Disponible en: <https://www.uco.es/dptos/bioquimica-biol-mol/pdfs/20%20REACCIONES%20COLOREADAS%20DE%20AZUCARES.pdf>.

**AGUIAR, Coralía, y otros.** Reacción de Benedict. [En línea] (Trabajo de titulación). (Bioquímica farmacéutica). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador. 25 de Mayo de 2016. p. 8. [Consulta: 09 de Junio de 2022]. Disponible en: <https://sites.google.com/site/laboratoriosbioquimica/bioquimica-i/carbohidratos/reaccion-de-benedict>.

**ALAMO FARROÑAN, Manuel Ramos.** Caracterización Físicoquímica de la Harina de Algarroba (*Prosopis Pallida*) del Distrito de Illimo. [En línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniera Agroindustrial). Universidad Señor de Sipán, Pimentel, Perú. 2019. p. 56. [Consulta: 12 de Agosto de 2022]. Disponible en: <https://repositorio.uss.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12802/6557/Alamo%20Farro%C3%B1an%20Manuel%20Ramos-.pdf?sequence=8&isAllowed=y>

**ÁLAVA ZAMBRANO, Wiston Adrián.** Caracterización Física–Química del Cacao (*Theobroma Cacao L.*) con énfasis en los Azúcares que lo Componen. [En línea] (Trabajo de titulación). (Magister en Procesamiento de Alimentos). Universidad Agraria del Ecuador. 25 de Noviembre de 2020. p. 75. [Consulta: 12 de Agosto de 2022]. Disponible en: <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/ALAVA%20ZAMBRANO%20WISTON%20ADRIAN.pdf>

**ALZATE TAMAYO, Luz María y JARAMILLO GARCÉS, Yamilé.** “Propiedades del Algarrobo de interés para la industria”. Revista Lasallista de Investigación [En línea], 12 de Julio de 2018, (Antioquia) 5(2), pp. 100-111. [Consulta: 07 de Abril de 2022]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/695/69550213.pdf>

**ANECACAO.** *Cacao Nacional: Un producto emblemático del Ecuador* [blog]. 21 de Julio de 2021. [Consulta: 27 de Abril de 2022]. Disponible en: <http://www.anecacao.com/es/quienes-somos/cacao-nacional.html>.

**ANECACAO.** *El mejor chocolate del mundo es ecuatoriano* [blog]. 15 de Junio de 2021. [Consulta: 27 de Abril de 2022]. Disponible en: <http://www.anecacao.com/index.php/es/noticias/>

el-mejor-chocolate-del-mundo-es-ecuatoriano.html.

**ANICAMA RAMOS, Diana Julissa y GUERRA GALINDO, Santa Anita.** Tamizaje Fitoquímico y Características farmacognósticas des hojas, frutos y semillas de Prosopis Pallida (algarrobo) procedente de la ciudad de Ica. [En línea] (Trabajo de titulación). (Química Farmacéutica). Universidad Nacional San Luis Gonzaga, Perú. Marzo de 2017. p.57. [Consulta: 12 de Agosto de 2022]. Disponible en: <https://repositorio.unica.edu.pe/handle/20.500.13028/2259>

**BARRIOS LEGUARCA, Mayra Judith.** Pruebas de Aceptabilidad de tres Productos Alimenticios elaborados a partir de la Cáscara y Pulpa del fruto de Cacao. [En línea] (Trabajo de titulación). (Química Farmacéutica). Universidad de San Carlos de Guatemala. Mayo de 2018. p. 49. [Consulta: 12 de Agosto de 2022]. Disponible en: [http://www.biblioteca.usac.edu.gt/tesis/06/06\\_4157.pdf](http://www.biblioteca.usac.edu.gt/tesis/06/06_4157.pdf).

**BEISTEGUI, Concepción.** *La función de las grasas en los alimentos.* [blog]. 22 de Mayo de 2019. [Consulta: 25 de Agosto de 2022]. Disponible en: <https://comecarne.org/la-funcion-de-las-grasas-en-los-alimentos/>

**CALDERÓN PINO, Joseferik.** Color, Evaluación Sensorial, Fenoles Totales, Antocianinas, del Chocolate Oscuro, con Aguaymanto, Gongapa con diferentes tamaños de Partículas. [En línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniero en Industrias Alimentarias). Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo María, Perú. 17 de Diciembre de 2021. p. 59. [Consulta: 25 de Agosto de 2022]. Disponible en: [https://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/UNAS/2129/TS\\_CPJ\\_2021.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/UNAS/2129/TS_CPJ_2021.pdf?sequence=1&isAllowed=y).

**CALLE BAILÓN, Gregorio Leonardo y PALACIOS ALMEIDA, Adriana Lissette.** Caracterización Farmacognóstica y Fitoquímica de la especie Prosopis Pallida, cultivada en la comuna Chanduy- Santa Elena. [En línea] (Trabajo de titulación). (Químico Farmacéutico) 4 de Septiembre de 2018. p. 69. [Consulta: 12 de Agosto de 2022]. Disponible en: <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/33607/1/BCIEQ-T-0301%20Calle%20Bail%C3%B3n%20Gregorio%20Leonardo%3B%20Palacios%20Almeida%20Adriana%20Lissette.pdf>

**CÁRDENAS, Viki.** *Chocolate: Beneficios y propiedades.* [blog]. 1 de Enero de 2017. [Consulta: 08 de Abril de 2022]. Disponible en: <https://blog.nutri.com/chocolate/>.

**CASTILLO CORAL, Katty Greta.** Contenido de Polifenoles Totales, Capacidad Antioxidante y Evaluación Sensorial de Chocolate Bitter con piel de Camu Camu, piel de Uva Morada y cascarilla de Cacao. [En línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniero en Industrias Alimentarias). Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo María, Perú. 02 de Febrero de 2015. p. 62. [Consulta: 25 de Agosto de 2022.] Disponible en: [http://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/UNAS/1265/CCKG\\_2015.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/UNAS/1265/CCKG_2015.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

**CHANALUISA OÑA, Jefferson Romario y ZHINGRE SÁNCHEZ, Marco Vinicio.** Elaboración de chocolate artesanal con saborizantes naturales en el cantón Shushufindi provincia de Sucumbíos. [En línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniero Industrial). Universidad Técnica de Cotopaxi, Ecuador. Marzo de 2021. p. 71. [Consulta: 25 de Agosto de 2022.] Disponible en: <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/8279/1/PI-001881.pdf>

**CHÁVEZ MACAS, Jenner Alberto y FEIJOO ORELLANA, Katherine Lisseth.** Diseño de una pasta untada a base de Musa acuminata y chocolate con inclusión de inulina y Stevia rebaudiana. [En línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniero en Alimentos). Universidad Técnica de Machala, Ecuador. 07 de Mayo de 2020. pp. 40-43. [Consulta: 25 de Agosto de 2022.] Disponible en: [http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/15492/1/T-3566\\_CHAVEZ%20MACAS%20JENNER%20ALBERTO.pdf](http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/15492/1/T-3566_CHAVEZ%20MACAS%20JENNER%20ALBERTO.pdf)

**CODEX ALIMENTARIUS.** *Norma para el chocolate y los productos del chocolate.* [En línea] 2016. [Consulta: 08 de Abril de 2022]. Disponible en: [https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/en/?lnk=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252Fstandards%252FCXS%2B87-2016%252FCXS\\_087s.pdf](https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/en/?lnk=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252Fstandards%252FCXS%2B87-2016%252FCXS_087s.pdf)

**COELHO, Fabián.** *Qué es el pH.* [blog]. 27 de Septiembre de 2021. [Consulta: 25 de Agosto de 2022]. Disponible en: <https://www.significados.com/ph/>

**CONSEJO EUROPEO DE INFORMACIÓN SOBRE LA ALIMENTACIÓN.** *Cacao.* [blog]. 6 de Agosto de 2020. [Consulta: 06 de Abril de 2022]. Disponible en: <https://www.eufic.org/article/es/artid/cacao/>.

**DE JESÚS, Sara.** *Qué son los Azúcares (concepto y clasificación química).* [blog]. 04 de Junio de 2019. [Consulta: 12 de Agosto de 2022]. Disponible en: <https://www.significados.com/azucars/>.

**DELGADO VILLANUEVA, Eliana y PAPA PINTOR, Yamila.** *La algarroba: ¿el reemplazo natural del chocolate?*. [blog]. 25 de Septiembre de 2020. [Consulta: 07 de Abril de 2022]. Disponible en: <https://mejorconsalud.as.com/la-algarroba-reemplazo-natural-del-chocolate/>.

**DOSTERT Nicolas, CANO Asunción, TORRE María I y WEIGEND Maximilian.** "Hoja botánica: Cacao Theobroma cacao L". Botconsult [en línea], Octubre de 2016, (Suiza) 1(1), pp. 3-5. [Consulta: 06 de Abril de 2022]. Disponible en: [http://www.botconsult.com/downloads/Hoja\\_Botanica\\_Cacao\\_2012.pdf](http://www.botconsult.com/downloads/Hoja_Botanica_Cacao_2012.pdf)

**EDITORIAL ETECÉ.** *Cacao*. [blog]. 5 de Agosto de 2021. [Consulta: 12 de Agosto de 2022]. Disponible en: <https://concepto.de/cacao/>.

**EL UNIVERSO.** (6 de Diciembre de 2018) Algarrobo. Disponible en: <https://www.eluniverso.com/noticias/2018/12/06/nota/4309311/algarrobo-resurge-finescomerciales/>.

**ESCOBAR Paul B, ETCHEVERRÍA Paulina T, VIAL Manuel y DAZA José C.** "Concepto de materia seca y su uso: guía práctica". Investigaciones Agropecuarias [en línea], 2020, (Chile) (119), p. 91. [Consulta: 25 de Agosto de 2022]. Disponible en: <https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/20.500.14001/3982/NR42143.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

**FAJARDO ROSABAL, Lillien, y otros.** "Tamizaje fitoquímico, control de la calidad y actividad antibacteriana del clon UF-650 en extractos de Theobroma cacao L. (cacao)". Revista Cubana de plantas medicinales [en línea], 2018, (Cuba), 23(1), pp. 4-5. [Consulta: 12 de Agosto de 2022]. Disponible en: <http://revplantasmedicinales.sld.cu/index.php/pla/article/view/535/234>

**FAO.** *El Género Prosopis "Algarrobos" en América Latina y el Caribe. Distribución, Bioecología, Usos y Manejo*. [blog]. 8 de Marzo de 2016. [Consulta: 07 de Abril de 2022]. Disponible en: <https://www.fao.org/ad314s/ad314s08.htm>.

**FUCHS, Liliana.** *Algarroba: propiedades*. [blog]. 24 de Junio de 2020. [Consulta: 07 de Abril de 2022]. Disponible en: <https://www.directoalpaladar.com/ingredientes-y-alimentos/que-algarroba-propiedades-uso-alimento>.

**GARCÍA AHUED, Maricela.** "Análisis sensorial de alimentos". Revista de Boletines científicos UAEH [en línea], Enero de 2015, (México), (3), pp. 3-4. [Consulta: 05 de Agosto de 2022]. Disponible en: <https://www.uaeh.edu.mx/scige/boletin/icbi/n3/m1.html>

**GÓMEZ PASTOR, David.** *El cacao: composición y valor nutricional.* [blog]. 9 de Julio de 2020. [Consulta: 06 de Abril de 2022]. Disponible en: <https://fundacion-antama.org/el-cacao-condiciones-de-cultivo-composicion-y-valor-nutricional/>.

**GONZÁLEZ GALÁN, Abel, y otros.** " Caracterización química del fruto de *Prosopis* spp. procedente de Bolivia y Brasil ". SciELO, Septiembre de 2018, (Caracas), 58(3), p. 6 [Consulta: 12 de Agosto de 2022]. Disponible en: [http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0004-06222008000300015](http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-06222008000300015).

**GRUPO IDENTIFICACIÓN, PESAJE Y CONTROL.** *Termobalanza para cinética de secado.* [blog]. 2020. [Consulta: 09 de Junio de 2022]. Disponible en: <http://www.ipc.com.mx/pai-balanza-determinadora-humedad-wmb-wim.html>.

**GUERRA Diana, ALVA Jean, BURNEO Ana, FERNÁNDEZ Carolina y PORTUGUEZ Anthony.** Diseño del Proceso Productivo de Chocolates con sabor a Algarroba en la localidad de Locuto, Tambogrande, Piura. [En línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería Industrial y de Sistemas) Universidad de Piura, Perú. 17 de Noviembre de 2018. pp. 59-62. [Consulta: 25 de Agosto de 2022]. Disponible en: [https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/3801/PYT\\_Informe\\_Final\\_Proyecto\\_CHOCOLATESALGARROBA.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/3801/PYT_Informe_Final_Proyecto_CHOCOLATESALGARROBA.pdf?sequence=1&isAllowed=y).

**INSTITUTO NACIONAL DE SALUD.** *Datos sobre el calcio.* [blog]. 17 de Noviembre de 2021. [Consulta: 25 de Agosto de 2022]. Disponible en: <https://ods.od.nih.gov/pdf/factsheets/Calcium-DatosEnEspañol.pdf>

**INSTITUTO NACIONAL DE TECNOLOGÍA AGROPECUARIA.** *¿Qué son las cenizas de los alimentos?.* [blog]. 29 de Enero de 2020. [Consulta: 12 de Agosto de 2022]. Disponible en: <https://inta.gob.ar/servicios/analisis-humedad-y-cenizas>

**JÁCOME LAGLA, William David.** Diseño de una Planta de Elaboración de Chocolate Negro y Chocolate con Leche. [En línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniero Agroindustrial) Escuela Politécnica Nacional, Quito, Ecuador. Diciembre de 2015. p. 65. [Consulta: 27 de Abril de 2022]. Disponible en: <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/12608/1/CD-6670.pdf>

**JAIMEZ, Ramón E, y otros.** "Ecofisiología del cacao (*Theobroma cacao*): su manejo en el sistema agroforestal". Revista Forestal Venezolana [en línea], 07 de Diciembre de 2018, (Venezuela), 52(2), pp. 253-258. [Consulta: 06 de Abril de 2022]. Disponible en: <http://www.sidalc.net/repdoc/A7723e/A7723e.pdf>.

**LAMADRID IBÁÑEZ, Javier Antonio.** *Propiedades nutricionales y funcionales del fruto del algarrobo con potencial aplicación en alimentos funcionales.* [blog]. 2019. [Consulta: 27 de Abril de 2022]. Disponible en: [http://repository.lasallista.edu.co/dspace/bitstream/10567/2583/1/Propiedades\\_Nutricionales\\_Funcionales\\_algarr.pdf](http://repository.lasallista.edu.co/dspace/bitstream/10567/2583/1/Propiedades_Nutricionales_Funcionales_algarr.pdf).

**LIOGIER, H.** *Algarrobo (Prosopis pallida).* [blog]. 25 de Enero de 2016. [Consulta: 07 de Abril de 2022]. Disponible en: <https://www.naturalista.mx/taxa/70038-Prosopis-pallida>.

**LÓPEZ LEGARDA, Xiomara, y otros.** "Comparación de métodos que utilizan ácido sulfúrico para la determinación de azúcares totales". *Revista Cubana Química [en línea]*, 7 de Enero de 2017, (Medellín) 29(2), pp. 180-198. [Consulta: 09 de Junio de 2022]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=443551310002>

**LUCERO ALVAREZ, Mariela Gissela.** Caracterización de la Mantequilla de Cacao de Tres Variedades Trinitario (CCN-51), Nacional (EET-103) Y Forastero (IMC-67). [En línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniera en Alimentos) Universidad de Quevedo, Ecuador. 14 de Febrero de 2018. pp. 66-67. [Consulta: 25 de Agosto de 2022]. Disponible en: <https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/78/1/T-UTEQ-0001.pdf>

**MARTINES, Enrique y LIRA, Leonel.** "Análisis y Aplicación de las Expresiones del Contenido de Humedad". *Nacional de Metrología [en línea]*, 29 de Octubre de 2018, (Querétaro) 20(1), pp. 22-27. [Consulta: 25 de Agosto de 2022]. Disponible en: <https://www.cenam.mx/sm2010/info/pviernes/sm2010-vp01b.pdf>

**MARTÍNEZ, Federic y HERNÁNDEZ, Milagros.** *Propiedades nutricionales de la algarroba.* [blog]. 9 de Mayo de 2018. [Consulta: 07 de Abril de 2022]. Disponible en: <https://www.caroube.net/articulo/67-propiedades-nutricionales-de-la-algarroba>.

**MEJÍA, Ana P, y otros.** *Identificación de Carbohidratos.* [blog]. 19 de Septiembre de 2020. [Consulta: 12 de Agosto de 2022]. Disponible en: <https://www.studocu.com/co/document/universidad-de-cordoba-colombia/bioquimica/determinacion-de-carbohidratos/7695947>.

**MELARA, Josselin.** *Beneficios del cacao.* [blog]. 7 de Mayo de 2021. [Consulta: 06 de Abril de 2022]. Disponible en: <https://www.cocinafacil.com.mx/tips-de-cocina/10-beneficios-del-cacao/>.

**MÉNDEZ VENTURA, Lilia Mireya.** 2020. *Manual de prácticas de Análisis de Alimentos.* [blog]. 2020. [Consulta: 12 de Agosto de 2022]. Disponible en: <https://www.uv.mx/qfb/files/2020/09/Manual-Analisis-de-Alimentos-1.pdf>.

**MÉNDEZ, Álvaro. 2018.** *¿Qué son los mohos y levaduras?* [blog]. 16 de Agosto de 2018. [Consulta: 19 de Agosto de 2022]. Disponible en: <https://www.biovalia.es/patogenos/mohos-y-levaduras/>.

**MENDOZA LÓPEZ, A, GALLARDO MÉNDEZ, R A y AVENDAÑO ARRAZATE, C H.** "El mundo del Cacao (*Theobroma cacao* L.), KAKAW (Maya), CACAHUATL (Nahuatl)". *Revista Agroproductividad* [en línea], 2016, (México), (5), p. 5. [Consulta: 06 de Abril de 2022]. Disponible en: <https://revista-agroproductividad.org/index.php/agroproductividad/article/view/576/445>

**MERO CEDEÑO, Eugenia Monserrate.** Obtención de Barra de Chocolate Enriquecida con snack de Cáscaras de Naranja y Mandarina. [En línea] (Trabajo de titulación). (Magister en Agroindustria) Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, Calceta, Ecuador. Agosto de 2019. pp.29-31. [Consulta: 25 de Agosto de 2022]. Disponible en: <https://repositorio.esпам.edu.ec/bitstream/42000/1066/1/TTMAI12.pdf>

**MICROLAB INDUSTRIAL.** *Análisis de mesofílicos aerobios en alimentos.* [blog]. 08 de Febrero de 2022. [Consulta: 19 de Agosto de 2022]. Disponible en: <https://biosait.com/microorganismos-mesofilos-alimentos/>.

**MILIÁN DOMÍNGUEZ, Jorge C, y otros.** "Estudio fitoquímico integral del Samanea saman de la región occidental de Cuba". *Revista Cubana de Química* [en línea], Diciembre de 2017, (Cuba), 29(3), p. 8. [Consulta: 12 de Agosto de 2022]. Disponible en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2224-54212017000300012](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2224-54212017000300012)

**MORÓN, Lena, y otros.** "Obtención de un Sustituto de Chocolate tipo Pasta usando Pulpa de Carao (*Cassia fistula* L)". *SciELO Analytics* [en línea], Diciembre de 2016, (Chile), 26(6), pp. 39-44. [Consulta: 25 de Agosto de 2022]. Disponible en: [https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718-07642015000600006&script=sci\\_arttext](https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718-07642015000600006&script=sci_arttext)

**NESTLÉ.** *Cómo se fabrica el chocolate.* [blog]. 2021. [Consulta: 08 de Abril de 2022]. Disponible en: <https://nestlefamilyclub.es/articulo/como-se-fabrica-el-chocolate#>.

**NTE INEN 535.** *Cacao (Productos Derivados). Determinación del Contenido de Grasa. Método de Extracción por Soxhlet.* [En línea] 19 de Septiembre de 2013. [Consulta: 09 de Junio de 2022]. Disponible en: <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/535-1R.pdf>.

**NTE INEN 1529-11.** *Control Microbiológico de los Alimentos. Mohos y Levaduras Viables. Detección.* [En línea] 18 de Septiembre de 2013. [Consulta: 09 de Junio de 2022]. Disponible en: <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/1529-11-1R.pdf>.

**NTE INEN 1529-5.** *Control Microbiológico de los Alimentos. Determinación de la Cantidad de Microorganismos Aerobios Mesófilos. Rep.* [En línea] 16 de Enero de 2006. [Consulta: 09 de Junio de 2022]. Disponible en: <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/1529-5.pdf>.

**NTE INEN 1529-7.** *Control Microbiológico de los Alimentos. Determinación de Microorganismos Coliformes por la Técnica de Recuento de Colonias.* [En línea] 18 de Septiembre de 2013. [Consulta: 09 de Junio de 2022]. Disponible en: <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/1529-7-1R.pdf>.

**NTE INEN 1676.** *Productos Derivados de Cacao. Determinación de la Humedad o Pérdida por Calentamiento. Método Gravimétrico.* [En línea] 19 de Septiembre de 2013. [Consulta: 09 de Junio de 2022]. Disponible en: <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/1676-1R.pdf>.

**NTE INEN 176.** *GRANOS DE CACAO. REQUISITOS.* [En línea] 8 de Febrero de 2018. [Consulta: 06 de Abril de 2022]. Disponible en: [https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte\\_inen\\_176-5.pdf](https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte_inen_176-5.pdf).

**NTE INEN 533.** *CACAO. DETERMINACIÓN DE CENIZA TOTAL.* [En línea] 19 de Septiembre de 2013. [Consulta: 09 de Junio de 2022]. Disponible en: <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/533-1R.pdf>.

**NTE INEN 546.** *ALIMENTOS. DETERMINACIÓN DEL CALCIO.* [En línea] 20 de Febrero de 2013. [Consulta: 09 de Junio de 2022]. Disponible en: <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/546.pdf>.

**NTE INEN 621.** *CHOCOLATES. REQUISITOS.* [En línea] 2 de Septiembre de 2010. [Consulta: 08 de Abril de 2022]. Disponible en: <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/621.pdf>.

**NTE INEN 623.** *PASTA (MASA, LICOR) DE CACAO REQUISITOS.* [En línea] Junio de 27 de 1988. [Consulta: 25 de Agosto de 2022]. Disponible en: <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/623.pdf>.

**NTP 209.602.** *ALGARROBA (Prosopis sp.). Definiciones y requisitos.* [En línea] 11 de Julio de 2007. [Consulta: 07 de Abril de 2022]. Disponible en: <https://document.es/54667889-Norma-tecnica-ntp-peruana-algarroba-definiciones-y-requisitos.html>.

**OXFORD LANGUAGES.** *Azúcar.* [blog]. 2020. [Consulta: 08 de Abril de 2022]. Disponible en: <https://languages.oup.com/google-dictionary-es/>.

**OXFORD LANGUAGES.** *Chocolate*. [blog]. 2016. [Consulta: 08 de Abril de 2022]. Disponible en: <https://languages.oup.com/dictionaries/#oed>.

**PADILLA TORRES, Carlos Antonio.** Comparación de Acidez titulable en Tomate de árbol (*Solanum betaceum*). [En línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniero en Alimentos) Universidad Tecnológica Equinoccial, Quito, Ecuador. Octubre de 2017. p. 30. [Consulta: 09 de Junio de 2022]. Disponible en: [http://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/16724/1/69778\\_1.pdf](http://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/16724/1/69778_1.pdf)

**PALACIO VÁSQUEZ, Esteban, y otros.** "Edulcorantes Naturales utilizados en la elaboración de Chocolates". Revista de Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial [en línea], 08 de Mayo de 2017, (Popayán), 15(2), pp. 3-4. [Consulta: 08 de Abril de 2022]. Disponible en: [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1692-35612017000200016](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1692-35612017000200016)

**PAYO HILL Armando, DOMINICIS María, OQUENDO Marledis y SARDUY Rosa.** "Tamizaje fitoquímico preliminar de especies del género *Prosopis*". Revista Cubana de Farmacia [en línea], 22 de Mayo de 2019, (Cuba), 35(3), pp. 5-6. [Consulta: 12 de Agosto de 2022]. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/bsaa/v15n2/v15n2a16.pdf>

**PEÑA SUASNABAR, Carmen y ZAVALETA, Amparo Iris.** "Optimización de la Producción de Fructooligosacáridos a partir del Extracto de Algarrobo utilizando Fructosiltransferasas". Scielo [en línea], 12 de Mayo de 2020, (Perú), 86(2), p. 6. [Consulta: 12 de Agosto de 2022]. Disponible en: <http://www.scielo.org.pe/pdf/rsqp/v86n2/2309-8740-rsqp-86-02-192.pdf>

**PEREIRA CABRERA, Sonia, y otros.** "Tamizaje fitoquímico de los extractos alcohólico, etéreo y acuoso de las hojas de la *Trichilia hirta* L". Química Viva [en línea], Diciembre de 2019, (Buenos Aires), 8(3), pp. 6-8. [Consulta: 09 de Junio de 2022]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=86320633005>

**PESQUET, Thomas.** *Cacao: propiedades, beneficios*. [blog]. 29 de Abril de 2019. [Consulta: 06 de Abril de 2022]. Disponible en: <https://www.lavanguardia.com/comer/materia-prima/20190429/461747811299/cacao-propiedades-beneficios-valor-nutricional.html>.

**POZO BARREDA, Gonzalo.** *Algarroba como sustituto del polvo de cacao: tecnología y mercado*. [blog]. 05 de Abril de 2019. [Consulta: 12 de Agosto de 2022]. Disponible en: [https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/1488/ING\\_469.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/1488/ING_469.pdf?sequence=1&isAllowed=y).

**PROAÑO ZAMBRANO, David Alberto.** ELABORACIÓN DE CHOCOLATES RELLENOS CON Borojoa patinoi (BOROJÓ) ENDULZADOS CON EDULCORANTES NO

CALÓRICOS. [En línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniero en Industrias Pecuarias) Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador. 20 de Julio de 2017. pp. 50, 63-64. [Consulta: 08 de Abril de 2022]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/7191/1/27T0354.pdf>

**PROFIMA.** *Evaluación Financiera de Proyectos.* [blog]. 12 de Marzo de 2018. [Consulta: 08 de Abril de 2022]. Disponible en: <https://www.profima.co/blog/finanzas-corporativas/39-evaluacion-financiera-de-proyectos>.

**QUIMICAFACIL.NET.** *Análisis de carbohidratos.* [blog]. 20 de Febrero de 2019. [Consulta: 09 de Junio de 2022]. Disponible en: <https://www.printfriendly.com/p/g/Kwnxct>.

**REGALADO, Diego Julián.** *pH en el laboratorio: el pHmetro.* [blog]. 10 de Mayo de 2016. [Consulta: 09 de Junio de 2022]. Disponible en: <https://www.quimitube.com/medida-ph-laboratorio-quimico-phmetro/>.

**RODRIGUEZ BECERRA, Ángel Giovanni.** *Técnica para la determinación de acidez en grasas y aceites.* [blog]. 12 de Noviembre de 2018. [Consulta: 25 de Agosto de 2022]. Disponible en: <https://www.quimica.es/enciclopedia/Acidez.html>.

**SÁNCHEZ, Ángel, y otros.** "Caracterización bromatológica de los productos derivados de cacao (*Theobroma cacao* L.) en la Chontalpa, Tabasco, México". *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* [en línea], Marzo de 2016, (México), (14), pp. 6-12. [Consulta: 25 de Agosto de 2022]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/2631/263144474014.pdf>

**SÁNCHEZ, Esther.** *Tipos de Azúcar.* [blog]. 16 de Marzo de 2019. [Consulta: 08 de Abril de 2022]. Disponible en: <https://chocolatisimo.com/tipos-de-azucar/>.

**SCIAMMARO, Leonardo, FERRERO, Cristina y PUPPO, Cecilia.** "Agregado de valor al fruto de *Prosopis alba*. Estudio de la composición química y nutricional para su aplicación en bocaditos dulces saludables". *Revista de la Facultad de Agronomía, La Plata* [en línea], 25 de Julio de 2015, (Argentina), 114(1), pp. 115-123. [Consulta: 08 de Abril de 2022]. Disponible en: <https://core.ac.uk/download/pdf/80367679.pdf>

**TORRES INUNGARAY María Luisa CASTILLO OLVERA, Guillermo y CUEVAS ZAVALA Diana.** "Análisis Fitoquímico: Una herramienta para develar el potencial Biológico y Farmacológico de las plantas". *Revistas de EUMEDNET* [en línea], 2017, (San Luis Potosí), 20(5), pp. 2-4. [Consulta: 08 de Abril de 2022]. Disponible en: <https://www.eumed.net/rev/tlatemoani/24/analisis-fitoquimico.html>

**UNIDAD EDITORIAL REVISTAS S.L.U.** *Chocolate: valor nutricional*. [blog]. 14 de Marzo de 2017. [Consulta: 08 de Abril de 2022]. Disponible en: <https://cuidateplus.marca.com/alimentacion/nutricion/2017/03/14/chocolate-nutricional-9652.html>.

**VALENCIA PAZMIÑO, Renata Fiorella.** Desarrollo de una barra de chocolate corriente endulzada a base de tomatillo de Galápagos (*Solanum cheesmaniae*). [En línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniera Agroindustrial) Universidad Católica Santiago de Guayaquil, Ecuador. Marzo de 2021. pp. 47-50. [Consulta: 25 de Agosto de 2022]. Disponible en: <http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/16138/1/T-UCSG-PRE-TEC-CIA-76.pdf>

**VARGAS PERALTA, Darío Vinicio.** Elaboración de Bombones de Chocolate a Base de Cacao Fino de Aroma (*Theobroma Cacao*) y su Comercialización en la Ciudad Ambato. [En línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniero en Gestión de Alimentos y Bebidas) Universidad Regional Autónoma de los Andes, Ambato, Ecuador. Marzo de 2018. p. 70. [Consulta: 09 de Junio de 2022]. Disponible en: <https://dspace.uniandes.edu.ec/bitstream/123456789/8633/1/PIUAES C015-2018.pdf>

**VELASTEGUÍ ARCOS, Viviana Alejandra.** Desarrollo de la Tecnología para la Elaboración de Chocolate. [En línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniera en Alimentos) Universidad Técnica de Ambato, Ecuador. Marzo de 2016. pp. 40-41. [Consulta: 25 de Agosto de 2022]. Disponible en: <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/873/3/AL421.pdf>

**VILLEGAS ALLAUCA, María Cristina.** Elaboración de una barra de chocolate endulzado con componentes de jícama (*Smallanthus sonchifolius*) para confites “El Salinerito”. [En línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniera en Alimentos) Universidad Técnica de Ambato, Ecuador. Marzo de 2018. pp. 37-40. [Consulta: 25 de Agosto de 2022]. Disponible en: <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/27563/1/AL%20668.pdf>

**WÄCHTER, Michael.** *Contenido en materia seca (contenido MS)*. [blog]. 20 de Noviembre de 2020. [Consulta: 09 de Junio de 2022]. Disponible en: <https://www.flottweg.com/es/wiki/tecnica-de-separacion/contenido-en-materia-seca/>.

**ZAMBRANO, Alexis, ROMERO, Carlos y GUTIÉRREZ, Marino.** "Determinación de azúcares en cacaos durante la fermentación y torrefacción". *Agricultura Andina*, [En línea], 2018, (Venezuela), 18, p. 4. [Consulta: 12 de Agosto de 2022]. Disponible en: <http://www.saber.ula.ve/bitstream/handle/123456789/39276/art1.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

## ANEXOS

### ANEXO A: ANÁLISIS BROMATOLÓGICOS DE LAS SEMILLAS DE ALGARROBA (*Prosopis pallida*) Y SEMILLAS DE CACAO (*Theobroma cacao L*)



Anexo A.1: Tamizaje fitoquímico



Anexo A.2: Cenizas



Anexo A.3: Prueba de Molish



Anexo A.4: Prueba de Benedict



Anexo A.5: Prueba de Fehling



Anexo A.6: Prueba de Seliwanoff

### ANEXO B: ANÁLISIS BROMATOLÓGICO AL CHOCOLATE ARTESANAL CON NIVELES DE 0%, 10%, 20% Y 30% DE ALGARROBA.



Anexo B.1: Análisis de Humedad



Anexo B.2: Análisis de Extracto seco



Anexo B.3: Análisis de pH



Anexo B.4: Análisis de Calcio



Anexo B.5: Análisis de Acidez

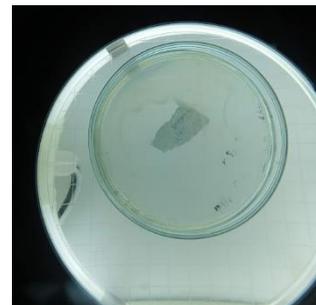


Anexo B.6: Análisis de Grasa por Goldfish

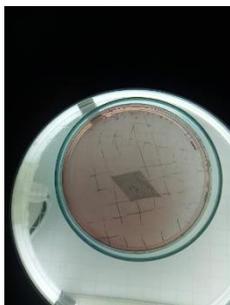
### ANEXO C: ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS AL CHOCOLATE ARTESANAL CON NIVELES DE 0%, 10%, 20%, Y 30% DE ALGARROBA



Anexo C.1: Preparación de las muestras



Anexo C.2: Ninguna Unidad formadora de Colonias de Aerobios Mesófilos



Anexo C.3: 0 UFC/cm<sup>3</sup> de Coliformes totales



Anexo C.4: Unidades formadoras de Colonias de Mohos y levaduras



Anexo C.5: Cajas Petri de Mohos y levaduras y su conteo respectivo

**ANEXO D: BOLETA DE EVALUACIÓN DEL ANÁLISIS SENSORIAL DEL CHOCOLATE ARTESANAL CON NIVELES DE 0%, 10%, 20% Y 30% DE ALGARROBA**

**EVALUACIÓN SENSORIAL “SUSTITUCIÓN PARCIAL DE SEMILLAS DE CACAO (*Theobroma Cacao L*) POR ALGARROBA (*Prosopis Pallida*) EN LA FORMULACIÓN DE CHOCOLATE ARTESANAL”**

**Prueba de aceptabilidad Hedónica**

**Nombre y Apellido:** ..... **Edad:** .....  
**Fecha:** .....

**Instrucciones:** Por favor, pruebe las muestras de izquierda a derecha e indique su nivel de agrado, en los siguientes atributos (olor, sabor, color, textura), con la siguiente escala de valoración:

<b>Nivel de Agrado</b>			
	Me gusta	Ni me gusta, ni me disgusta	No me gusta
<b>Escala de Valoración</b>	3	2	1

Muestras	Atributos			
	Olor	Sabor	Color	Textura
973				
765				
902				
614				
804				
392				
728				
624				
323				
751				
206				
775				

**Observaciones:** .....  
 .....

**ANEXO E: ANOVA DE ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICOS REALIZADOS AL  
CHOCOLATE CON NIVELES DE 0%, 10%, 20% Y 30% ALGARROBA**

**ANOVA**

<b>Humedad</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>gl</b>	<b>Media cuadrática</b>	<b>F</b>	<b>Sig.</b>
Entre grupos	0,233	3	0,078	3,165	0,086
Dentro de grupos	0,196	8	0,025		
Total	0,429	11			

**ANOVA**

<b>Materia Grasa</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>gl</b>	<b>Media cuadrática</b>	<b>F</b>	<b>Sig.</b>
Entre grupos	907,700	3	302,567	1815400,333	<0,001
Dentro de grupos	0,001	8	0,000		
Total	907,702	11			

**ANOVA**

<b>Extracto Seco</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>gl</b>	<b>Media cuadrática</b>	<b>F</b>	<b>Sig.</b>
Entre grupos	0,235	3	0,078	3,225	0,082
Dentro de grupos	0,194	8	0,024		
Total	0,429	11			

**ANOVA**

<b>Calcio</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>gl</b>	<b>Media cuadrática</b>	<b>F</b>	<b>Sig.</b>
Entre grupos	7,061	3	2,354	2414,142	<0,001
Dentro de grupos	0,008	8	0,001		
Total	7,069	11			

**ANOVA**

<b>pH</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>gl</b>	<b>Media cuadrática</b>	<b>F</b>	<b>Sig.</b>
Entre grupos	0,041	3	0,014	75,273	<0,001
Dentro de grupos	0,001	8	0,000		
Total	0,043	11			

**ANOVA**

<b>Acidez</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>gl</b>	<b>Media cuadrática</b>	<b>F</b>	<b>Sig.</b>
Entre grupos	0,005	3	0,002	3,379	0,075
Dentro de grupos	0,004	8	0,001		
Total	0,010	11			

**ANEXO F: ANOVA DE LOS ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS REALIZADOS AL  
CHOCOLATE ARTESANAL CON 0%, 10%, 20% Y 30% DE ALGARROBA**

**ANOVA**

<b>Aerobios Mesófilos</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>gl</b>	<b>Media cuadrática</b>	<b>F</b>	<b>Sig.</b>
Entre grupos	606502500	3	202167500	6,221	0,017
Dentro de grupos	259980000	8	32497500		
Total	866482500	11			

**ANOVA**

<b>Coliformes totales</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>gl</b>	<b>Media cuadrática</b>	<b>F</b>	<b>Sig.</b>
Entre grupos	0	3	0	0,800	0,528
Dentro de grupos	0	8	0		
Total	0	11			

**ANOVA**

<b>Mohos y levaduras</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>gl</b>	<b>Media cuadrática</b>	<b>F</b>	<b>Sig.</b>
Entre grupos	1956250000,00	3	652083333,33	0,965	0,455
Dentro de grupos	5408666666,67	8	676083333,33		
Total	7364916666,67	11			

**ANEXO G: PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL DE LA ELABORACIÓN DEL  
CHOCOLATE ARTESANAL CON ALGARROBA**



**Figura 4-2:** Recolección de vainas de algarroba



**Figura 5-2:** Recepción de las vainas de algarroba



**Figura 6-2:** Selección de las vainas de algarroba



**Figura 7-2:** Desvainado de las algarrobas



**Figura 8-2:** Pesaje de las algarrobas



**Figura 9-2:** Secado de las semillas de algarroba al sol



**Figura 10-2:** Tostado de la algarroba



**Figura 11-2:** Molienda de algarrobas.



**Figura 12-2:** Almacenamiento de las algarrobas



**Figura 13-2:** Desgrane del cacao



**Figura 14-2:** Fermentación y secado del cacao



**Figura 15-2:** Tostado del cacao



**Figura 16-2:** Descascarillado del cacao



**Figura 17-2:** Molienda del cacao



**Figura 18-2:** Mezcla de los ingredientes (cacao, algarroba y azúcar)



**Figura 19-2:** Temperado del chocolate artesanal



**Figura 20-2:** Moldeado de las barras de chocolate artesanal con algarroba



**Figura 20-2:** Desmoldado del chocolate artesanal de algarroba