



**Estudio del proceso de obtención de chocolate a partir del licor de caco ecuatoriano**

*(Theobroma cacao L.)*, **considerando dos variedades (CCN – 51 y Nacional) y distintos**

**métodos de fermentación**

Chica Guerrero, Gema María y Sánchez Sánchez, Ana Karen

Departamento de Ciencias de la Vida y de la Agricultura

Carrera de Ingeniería Agropecuaria

Trabajo de titulación, previo a la obtención del título de Ingeniera Agropecuaria

Ph.D Sánchez Llaguno, Sungey Naney

09 de septiembre del 2021



## Urkund Analysis Result

**Analysed Document:** TESIS Srtas. Gema Chica, Ana Sánchez.docx (D112243059)  
**Submitted:** 9/8/2021 5:27:00 PM  
**Submitted By:** neiramosquera@uteq.edu.ec  
**Significance:** 8 %

Firma:



FORMA AUTENTICADA  
**SUNGEY NAYNEE**  
**SANCHEZ LLAGUNO**

.....  
**Ph.D Sánchez Llaguno, Sungey Naynee**

C. C. 1205348673



**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA Y LA AGRICULTURA**

**CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA SANTO DOMINGO**

### **CERTIFICACIÓN**

Certifico que el trabajo de titulación, **“Estudio del proceso de obtención de chocolate a partir del licor de caco ecuatoriano (*Theobroma cacao* L.), considerando dos variedades (CCN – 51 y Nacional) y distintos métodos de fermentación”** fue realizado por las señoritas **Chica Guerrero, Gema María y Sánchez Sánchez, Ana Karen** el cual ha sido revisado y analizado en su totalidad por la herramienta de verificación de similitud de contenido; por lo tanto cumple con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que lo sustente públicamente.

**Santo Domingo, 09 septiembre del 2021**

Firma:



Firmado electrónicamente por:  
SUNGEY NAYNEE  
SANCHEZ LLAGUNO

.....  
**Ph.D Sánchez Llaguno, Sungey Naynee**

C. C. 1205348673



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA Y LA AGRICULTURA

CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA SANTO DOMINGO

RESPONSABILIDAD DE AUTORÍA

Nosotras, **Chica Guerrero, Gema María y Sánchez Sánchez, Ana Karen**, con cédulas de ciudadanía N°2300422363 y N° 2300213267, declaramos que el contenido, ideas y criterios del trabajo de titulación: **“Estudio del proceso de obtención de chocolate a partir del licor de caco ecuatoriano (*Theobroma cacao* L.), considerando dos variedades (CCN – 51 y Nacional) y distintos métodos de fermentación”** es de nuestra autoría y responsabilidad, cumpliendo con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos, y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros y referenciando las citas bibliográficas.

Santo Domingo, 09 de septiembre de 2021

Chica Guerrero, Gema María

C.C.: 2300422363

Sánchez Sánchez, Ana Karen

C.C.: 2300213267



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA Y LA AGRICULTURA

CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA SANTO DOMINGO

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN

Nosotras **Chica Guerrero, Gema María y Sánchez Sánchez, Ana Karen** con cédulas de ciudadanía N°2300422363 y N° 2300213267, autorizamos a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar el trabajo de titulación: "**Estudio del proceso de obtención de chocolate a partir del licor de caco ecuatoriano (*Theobroma cacao L.*), considerando dos variedades (CCN – 51 y Nacional) y distintos métodos de fermentación**" en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de nuestra responsabilidad.

Santo Domingo, 09 de septiembre de 2021

  
.....  
**Chica Guerrero, Gema María**  
C.C.: 2300422363

  
.....  
**Sánchez Sánchez, Ana Karen**  
C.C.: 2300213267

## Dedicatoria

Este logro se lo dedico principalmente a Dios por haberme dado la fortaleza y salud para cumplir esta meta.

A mis padres Kendo Chica y Nely Guerrero por brindarme su amor y ayuda incondicional a lo largo de mi vida.

A mis hermanos Ronald y Nathaly Chica, porque de una u otra manera me ayudaron a culminar mi carrera universitaria.

A mi esposo Eduardo Muñoz, por el apoyo y la confianza depositada en mí.

Gema María Chica Guerrero

Este logro alcanzado es dedicado en primer lugar a DIOS, por ser esa fuerza espiritual y motriz que me ha impulsado a culminar este objetivo pese a todas las adversidades.

A mi madre, Ana Sánchez por ser ese pilar fundamental en mi vida y estar ahí en todo momento apoyándome en cada una de mis decisiones.

A ti, Honorato Jaime por haber realizado un excelente trabajo como padre a lo largo de todos estos años, estoy segura que sin tu apoyo esto no sería una realidad.

A mis hermanas Jessica, Karina y Jennifer por ser mi motivo de superación constante.

Por ultimo y no menos importante este logro me lo autodedico, por ser constante, perseverante y nunca rendirme.

Todos mis logros son por ustedes y para ustedes.

Con muchísimo amor... Anita

## Agradecimiento

Agradezco a Dios por todas sus bendiciones, especialmente por regalarme una familia maravillosa que son mi ejemplo a seguir de trabajo y superación.

A mis padres Kendo Chica y Nely Guerrero por todo el sacrificio realizado para ayudarme a culminar mis estudios, por los valores impartidos que me han ayudado a crecer como persona. A mis hermanos Nathaly y Ronald por apoyarme cuando más lo necesitaba, porque son el motivo por el cual quiero superarme. A mi esposo Eduardo por apoyarme en la recta final de mis estudios, y motivarme a seguir creciendo en mi vida profesional.

A mis amigos, Narváez R., Pacheco J., Sánchez A., Espinoza D., Macas M., Mendoza M., Arias Y., De La Cruz D., y Montoya J., que aparte de brindarme su amistad también me ayudaron impartiendo sus conocimientos en los momentos que más lo necesité.

A mi amiga y compañera de tesis, Ana Sánchez, por la confianza depositada en mí para realizar esta investigación y por todas las vivencias compartidas a lo largo de nuestras vidas.

A los docentes que con su entrega y dedicación supieron impartir sus conocimientos. A los Ingenieros; Enríquez Fredy y Vaca Patricio, a los Doctores: Gómez Gelacio y Naranjo Iván, por ser unos excelentes docentes. A la Ingeniera Katty Medina por su valiosa ayuda en los laboratorios de la Universidad de las Fuerzas Armadas.

A mi tutora de tesis, PhD. Sungey Sánchez, por haber estado al pendiente de nuestro trabajo y apoyándonos en todo lo necesario.

Gema María Chica Guerrero

Tanto por agradecer y a quienes agradecer. Algunas personas hicieron posible este logro desde el apoyo académico, económico, emocional, amoroso, laboral y profesional.

Agradezco a DIOS, por brindarme la sabiduría necesaria para finalizar esta etapa.

A la UFA ESPE - Sede SD; por haberme dado la oportunidad de formarme en sus aulas y de poder realizar nuestro proyecto de investigación en sus laboratorios.

A mis docentes, por los conocimientos impartidos, paciencia y el apoyo brindado a lo largo de mi carrera universitaria. En especial a los Ings. Ninabanda N., Enríquez F., Jiménez P., Romero J., Desiderio X., Lucero J., Uday V., Patiño M., PhD. Ulloa S., Dr. Gómez G., & Naranjo I.

A la Ing. Medina K., por apoyarnos en este proceso clave para alcanzar nuestra meta.

A la PhD. Sánchez S., y PhD. Neira A., por apoyarnos y motivarnos con la elaboración de nuestro proyecto de investigación.

A mis padres Anita Sánchez & Honorato Jaime; por su amor, apoyo, paciencia, y el excelente trabajo que han realizado durante todo este tiempo.

A mis hermanas Jessica, Jennifer y Karina por ser ese apoyo constante.

A la familia Rosero Almeida, por haberme brindado todo su apoyo en mi trayecto académico y también laboral.

A Cuello H., por su apoyo para la finalización de este proyecto.

A mis amigos Gregorio Z., Carlos M., Rosita N., Mabelyn M., Cristina P., José Luis B. & Luis Fernando M. por haber sido un apoyo en este camino tan maravillo.

A mi gran compañera de tesis y mejor amiga, Gema Chica por todo tu apoyo antes, durante y después de la carrera. Sin tu apoyo, este proyecto investigativo no sería posible.

Con todo mi cariño hacia ustedes... Anita

## Índice de contenidos

Carátula.....	1
Análisis Urkund .....	2
Certificación.....	3
Responsabilidad de autoría .....	4
Autorización de publicación .....	5
Dedicatoria .....	6
Agradecimiento .....	8
Índice de contenidos.....	10
Índice de tablas .....	19
Índice de figuras .....	22
Resumen.....	24
Abstract.....	25
Capítulo I.....	26
Introducción.....	26
Objetivo General.....	28
Objetivos Específicos.....	28
Hipótesis .....	29
Hipótesis Factor A.....	29
Hipótesis Factor B.....	29

	11
Hipótesis Factor C .....	29
Capítulo II.....	30
Revisión de literatura.....	30
Cacao .....	30
Clasificación Taxonómica .....	30
Morfología.....	31
<i>Sistema radical</i> .....	31
<i>Hojas</i> .....	31
<i>Flores</i> .....	31
<i>Fruto</i> .....	31
Variedades.....	32
<i>CCN-51</i> .....	32
<i>Cacao Nacional</i> .....	32
Calidad del cacao .....	32
Manejo del grano de cacao.....	33
Cosecha y poscosecha.....	34
<i>Cosecha</i> .....	34
<i>Fermentación</i> .....	34
<i>Secado</i> .....	34
<i>Selección y clasificación</i> .....	35
<i>Almacenamiento</i> .....	37

	12
Sistemas de fermentación.....	37
<i>Fermentación en sacos</i> .....	37
<i>Fermentación en rumas o montones</i> .....	37
<i>Fermentación en cajones</i> .....	37
Fases de la fermentación.....	38
<i>Fermentación alcohólica</i> .....	38
<i>Fermentación aeróbica</i> .....	38
Indicadores de un buen proceso de fermentación.....	38
Bases para una buena fermentación.....	39
Análisis bromatológicos .....	39
<i>pH</i> .....	39
<i>Acidez titulable</i> .....	40
<i>Humedad</i> .....	40
<i>Ceniza</i> .....	40
<i>Grasa</i> .....	40
<i>Proteína cruda</i> .....	41
Análisis microbiológicos .....	41
Capitulo III .....	42
Materiales y Métodos .....	42
Ubicación del Área de Investigación .....	42
<i>Ubicación Política</i> .....	42

<i>Ubicación Geográfica</i> .....	42
<i>Ubicación Ecológica</i> .....	43
Materiales .....	43
<i>Determinación de pH</i> .....	43
<i>Determinación de Acidez</i> .....	44
<i>Determinación de Humedad</i> .....	44
<i>Determinación de Ceniza</i> .....	44
<i>Determinación de Grasa</i> .....	45
<i>Determinación de Proteína</i> .....	45
Método.....	45
<i>Diseño Experimental</i> .....	46
<i>Factores y Niveles a Probar</i> .....	46
<i>Tratamientos a Comparar</i> .....	47
<i>Tipo de Diseño</i> .....	47
<i>Repeticiones o Bloques</i> .....	48
<i>Características de la UE</i> .....	48
Análisis Estadístico .....	49
<i>Esquema de Análisis de Varianza</i> .....	49
<i>Coefficiente de Variación</i> .....	49
Análisis Funcional .....	50
Variables a Medir .....	50

Evaluación de las Variables en Estudio .....	50
<i>pH</i> .....	50
<i>Acidez Titulable</i> .....	51
<i>Humedad</i> .....	51
<i>Ceniza</i> .....	52
<i>Grasa</i> .....	53
<i>Porcentaje de proteína</i> .....	54
Procedimiento.....	54
A. <i>Digestión</i> .....	54
B. <i>Destilación</i> .....	55
C. <i>Titulación</i> .....	55
Proceso para la Obtención para Licor de Cacao .....	56
A. <i>Recolección de muestras</i> .....	56
B. <i>Extracción de los granos</i> .....	56
C. <i>Pesado</i> .....	57
D. <i>Fermentación</i> .....	57
E. <i>Secado</i> .....	57
F. <i>Almacenamiento de granos</i> .....	57
Elaboración del licor de cacao .....	58
Preparación del cacao .....	58
A. <i>Selección de semillas</i> .....	58

B. Tostado.....	58
C. Descascarillado .....	58
D. Molienda.....	58
E. Mezcla y amasado .....	59
F. Refinado.....	59
G. Conchado .....	59
H. Moldeado.....	59
I. Empaquetado.....	59
J. Almacenamiento.....	60
Diagrama de Flujo para Licor de Cacao.....	60
Análisis sensorial .....	61
Análisis microbiológico.....	61
<i>Inoculación en Lámina Petri film</i> .....	61
<i>Conteo de colonias</i> .....	62
Capítulo IV .....	63
Resultados y Discusión .....	63
Resultados en almendra de cacao.....	63
<i>Análisis de varianza de la variable pH</i> .....	63
<i>Análisis de varianza de la variable acidez</i> .....	64
<i>Análisis de varianza de la variable humedad</i> .....	65
<i>Análisis de varianza de la variable ceniza</i> .....	66

<i>Análisis de varianza de la variable grasa</i> .....	67
Resultados de estudio de las variedades de cacao (Factor A) obtenidas en almendra .....	67
Resultados del estudio de los métodos de fermentación (Factor B) obtenidas en almendra.....	71
Resultados en licor de cacao .....	73
<i>Análisis de varianza de la variable pH</i> .....	73
<i>Análisis de varianza de la variable acidez</i> .....	74
<i>Análisis de varianza de la variable humedad</i> .....	75
<i>Análisis de varianza de la variable ceniza</i> .....	76
<i>Análisis de varianza de la variable grasa</i> .....	77
<i>Análisis de varianza de la variable proteína</i> .....	78
Resultados de estudio de las variedades de cacao (Factor A) obtenidas en licor de cacao .....	79
Resultados del estudio de los métodos de fermentación (Factor B) obtenidas en el licor de cacao.....	82
Resultados en producto final de cacao .....	86
<i>Análisis de varianza de la variable pH</i> .....	86
<i>Análisis de varianza de la variable acidez</i> .....	87
<i>Análisis de varianza de la variable humedad</i> .....	88
<i>Análisis de varianza de la variable ceniza</i> .....	89
Análisis de varianza de la variable grasa .....	90
Análisis de varianza de la variable proteína .....	91

Análisis de varianza del análisis microbiológico .....	92
Resultados del estudio de las variedades de cacao (Factor A) obtenidas del producto final .....	93
Resultados del estudio de los porcentajes de cacao (Factor B) obtenidas del producto final .....	97
Resultados del estudio de los métodos de fermentación (Factor C) frente a las variables evaluadas .....	102
Resultados del estudio de la interacción A*B*C .....	107
Resultados del estudio de análisis sensorial .....	113
Balance de material .....	115
Capitulo V .....	120
Conclusiones y Recomendaciones .....	120
Conclusiones .....	120
<i>Factor A (Variedades de cacao)</i> .....	120
<i>Factor B (Porcentaje de licor de cacao)</i> .....	120
<i>Factor C (Métodos de fermentación)</i> .....	121
<i>Interacción A*B*C (Variedad de cacao*Porcentaje de licor de cacao*Métodos de fermentación)</i> .....	121
Recomendaciones .....	123
<i>Factor A (Variedades de cacao)</i> .....	123
<i>Factor B (Porcentaje de licor de cacao)</i> .....	123
<i>Factor C (Métodos de fermentación)</i> .....	123

<i>Interacción A*B*C (Variedad de cacao*Porcentaje de licor de cacao*Métodos de fermentación)</i> .....	124
Capítulo VI .....	125
Bibliografía .....	125

## Índice de tablas

<b>Tabla 1</b> Composición química de los granos de cacao después de la fermentación y secado.....	35
<b>Tabla 2</b> Composición bromatológica del grano de cacao después de la fermentación y secado.....	39
<b>Tabla 3</b> Requisitos microbiológicos para la pasta de cacao .....	41
<b>Tabla 4</b> Recursos utilizados para la determinación de pH.....	43
<b>Tabla 5</b> Recursos utilizados para la determinación de acidez .....	44
<b>Tabla 6</b> Recursos utilizados para la determinación de humedad.....	44
<b>Tabla 7</b> Recursos utilizados para la determinación de cenizas.....	44
<b>Tabla 8</b> Recursos utilizados para la determinación de grasa.....	45
<b>Tabla 9</b> Recursos utilizados para la determinación de proteína.....	45
<b>Tabla 10</b> Factores y niveles utilizados en la caracterización de licor de cacao .....	46
<b>Tabla 11</b> Tratamientos comparados en la caracterización de licor de cacao .....	47
<b>Tabla 12</b> Esquema del análisis de varianza .....	49
<b>Tabla 13</b> Variables evaluadas en el licor de cacao.....	50
<b>Tabla 14</b> Modelo de registro de información para la obtención de las muestras de cacao .....	56
<b>Tabla 15</b> Análisis de varianza de la variable pH obtenida en la almendra de cacao ....	63
<b>Tabla 16</b> Análisis de varianza de la variable acidez obtenida en la almendra de cacao .....	64

<b>Tabla 17</b> Análisis de varianza de la variable humedad obtenida en la almendra de cacao .....	65
<b>Tabla 18</b> Análisis de varianza de la variable ceniza obtenida en la almendra de cacao .....	66
<b>Tabla 19</b> Análisis de varianza de la variable grasa obtenida en la almendra de cacao	67
<b>Tabla 20</b> Resultados del Análisis Tukey ( $P>0,05$ ) para las variedades de cacao (Factor A) .....	67
<b>Tabla 21</b> Resultados del Análisis Tukey ( $P>0,05$ ), para los métodos de fermentación (Factor B) .....	71
<b>Tabla 22</b> Análisis de varianza de la variable pH obtenida del licor de cacao .....	73
<b>Tabla 23</b> Análisis de varianza de la variable acidez obtenida del licor de cacao .....	74
<b>Tabla 24</b> Análisis de varianza de la variable humedad obtenida del licor de cacao .....	75
<b>Tabla 25</b> Análisis de varianza de la variable ceniza obtenida del licor de cacao .....	76
<b>Tabla 26</b> Análisis de varianza de la variable grasa obtenida del licor de cacao .....	77
<b>Tabla 27</b> Análisis de varianza de la variable obtenida del licor de cacao .....	78
<b>Tabla 28</b> Resultados del Análisis Tukey ( $P>0,05$ ) para las variedades de cacao (Factor A) .....	79
<b>Tabla 29</b> Resultado del Análisis Tukey ( $P>0,05$ ), para los métodos de fermentación (Factor B) .....	82
<b>Tabla 30</b> Análisis de varianza de la variable pH obtenida del producto final de cacao	86
<b>Tabla 31</b> Análisis de varianza de la variable acidez obtenida del producto final de cacao .....	87
<b>Tabla 32</b> Análisis de varianza de la variable humedad obtenida del producto final de cacao .....	88

<b>Tabla 33</b> Análisis de varianza de la variable ceniza obtenida del producto final de cacao .....	89
<b>Tabla 34</b> Análisis de varianza de la variable grasa obtenida del producto final de cacao .....	90
<b>Tabla 35</b> Análisis de varianza de la variable proteína obtenida del producto final de cacao .....	91
<b>Tabla 36</b> Análisis de varianza del análisis microbiológico obtenida del producto final de cacao .....	92
<b>Tabla 37</b> Resultados del Análisis Tukey ( $P>0,05$ ) para las variedades de cacao (Factor A) .....	93
<b>Tabla 38</b> Resultados del Análisis Tukey ( $P>0,05$ ) para los porcentajes de licor de cacao (Factor B).....	97
<b>Tabla 39</b> Resultados del Análisis Tukey ( $P>0,05$ ) para los métodos de fermentación del licor de cacao (Factor C).....	102
<b>Tabla 40</b> Resultados del Análisis Tukey ( $P>0,05$ ) para la interacción A*B*C .....	107
<b>Tabla 41</b> Balance de materiales agronómicos.....	119

## Índice de figuras

<b>Figura 1</b> Manejo del grano de cacao para la elaboración de licor de cacao .....	33
<b>Figura 2</b> Selección y clasificación de las mazorcas de cacao .....	36
<b>Figura 3</b> Ubicación geográfica donde se desarrolló la investigación .....	42
<b>Figura 4</b> Efecto del estudio de las variedades de cacao (Factor A) frente a las variables evaluadas en almendra .....	68
<b>Figura 5</b> Efecto del estudio de los métodos de fermentación (Factor B) frente a las variables evaluadas en almendra .....	71
<b>Figura 6</b> Efecto del estudio de las variedades de cacao (Factor A) frente a las variables evaluadas en el licor de cacao .....	79
<b>Figura 7</b> Efecto del estudio de los métodos de fermentación (Factor B) frente a las variables obtenidas en licor de cacao.....	83
<b>Figura 8</b> Efecto del estudio de las variedades de cacao (Factor A) frente a las variables evaluadas en producto final.....	93
<b>Figura 9</b> Efecto del estudio de Los porcentajes de cacao (Factor B) frente a las variables evaluadas.....	98
<b>Figura 10</b> Efecto del estudio de los métodos de fermentación (Factor C) frente a las variables evaluadas.....	102
<b>Figura 11</b> Efecto del estudio de la interacción A* B*C frente a las variables evaluadas en el licor de cacao (Producto final).....	109
<b>Figura 12</b> Resultado del análisis sensorial en el licor de cacao (Producto final).....	113
<b>Figura 13</b> Diagrama de flujo de la obtención de las almendras de cacao.....	115
<b>Figura 14</b> Diagrama de flujo de la obtención de chocolates mediante el método de fermentación en cascada, con el 60% de licor de cacao .....	116

**Figura 15** Diagrama de flujo de la obtención de chocolates mediante la fermentación en sacos de yute con el 60% de licor de cacao .....117

**Figura 16** Diagrama de flujo de la obtención de chocolates sin fermentación con el 60% de licor de cacao .....118

## Resumen

El Ecuador es el principal distribuidor de cacao fino de aroma a nivel mundial para la elaboración de chocolate, en la mayoría de los casos no depende de la variedad utilizada, sino, porque no se le brinda un correcto proceso de fermentación a las almendras de cacao, razón por la cual el objetivo de la presente investigación es estudiar el proceso de obtención de chocolate considerando dos variedades y distintos métodos de fermentación, con la finalidad obtener un chocolate con las características físico-químicas y sensoriales requeridas para un producto de calidad. Para lo cual el diseño experimental que se empleó fue un esquema trifactorial A\*B\*C (variedades: CCN-51 Y Nacional; Métodos de fermentación: cascada, saco de yute y sin fermentar; Porcentajes de cacao: 50, 60 y 70%). Las variables evaluadas fueron: pH, acidez, humedad, ceniza, grasa y proteína. Como resultado se obtiene que, el chocolate obtenido de la variedad Nacional con un proceso de fermentación en cascada y al 50% presenta las mejores características organolépticas, ya que presenta una baja acidez de 1,050% lo cual provoca una reacción entre proteínas (10,36%), otorgándole un sabor más intenso a chocolate, lo cual fue confirmado mediante el análisis sensorial. En lo que respecta al análisis microbiológico, el cacao CCN-51 por los métodos de fermentación mediante cascada y sin fermentar reflejaron una mínima presencia de microorganismos lo cual es esencial para ofertar un producto inocuo y de calidad.

Palabras claves:

- **MÉTODOS DE FERMENTACIÓN**
- **VARIEDAD CCN-51 Y NACIONAL**
- **PORCENTAJE DE CACAO**
- **LICOR DE CACAO**

## Abstract

Ecuador is the main distributor of fine aroma cocoa worldwide for the elaboration of chocolate, in most cases it does not depend on the variety used, but because a correct fermentation process is not provided to the cocoa beans. , the reason why the objective of this research is to study the process of obtaining chocolate considering two varieties and different fermentation methods, in order to obtain a chocolate with the physical-chemical and sensory characteristics required for a quality product. For which the experimental design that was used was a trifactorial scheme A \* B \* C (varieties: CCN-51 and Nacional; Fermentation methods: cascade, jute bag and unfermented; Cocoa percentages: 50, 60 and 70%). The variables evaluated were: pH, acidity, humidity, ash, fat and protein. As a result, it is obtained that the chocolate obtained from the National variety with a cascade fermentation process and at 50% presents the best organoleptic characteristics, since it has a low acidity of 1,050% which causes a reaction between proteins (10,36 %), giving a more intense flavor to a chocolate, which was confirmed by sensory analysis. Regarding the microbiological analysis, the CCN-51 cocoa by the cascade and unfermented fermentation methods reflected a minimal presence of microorganisms, which is essential to offer a safe and quality product.

Key words:

- **FERMENTATION METHODS**
- **VARIETY CCN-51 AND NATIONAL**
- **COCOA PERCENTAGE**
- **COCOA LIQUOR**

## Capítulo I

### Introducción

El cacao ecuatoriano tiene su origen en el periodo incaico, en el cual los aborígenes lo utilizaban en la elaboración de bebidas y hasta como moneda de intercambio, por lo que su importancia surge desde tiempos remotos, en la actualidad el cacao es uno de los productos con mayor índice de exportación en el Ecuador (Enriquez, 2010). Entre los principales productos semielaborados con un mayor porcentaje de exportación está el 46,94% en licor o pasta, 28,34% en polvo, 23,36% en manteca y un mínimo porcentaje en forma de torta y nibs (Ochoa, 2019).

Ecuador es el principal distribuidor de cacao nacional representando el 64% a nivel mundial, se lo cultiva en 23 de sus 26 provincias. La mayor producción se concentra en las provincias costeras (Los Ríos, Manabí, Esmeraldas y el Oro), así mismo en las provincias de Orellana y Sucumbíos. En la Amazonia ecuatoriana el cultivo de cacao ha presentado un elevado incremento, ya que en la actualidad la superficie cultivada es de 20 000 has. Según datos del MAGAP, en el año 2011, en el Ecuador el área sembrada fue de 521.091has, de las cuales el 80% de la producción pertenece al cacao fino de aroma y el 20% restante a la variedad CCN-51 (CEPAL, 2015).

El sabor, aroma y calidad del chocolate, se encuentra influenciado por varios factores como el tipo de cacao utilizado y el tipo de fermentación que haya sido empleado, también la adecuada realización de los procesos industriales y la mezcla idónea que se utilice para la fabricación de los productos finales del cacao. Para determinar el sabor y aroma del licor, es importante conocer el tipo de cacao; otro aspecto fundamental es tener un adecuado proceso de poscosecha y por ende tener un apropiado método de fermentación para garantizar un chocolate de calidad (INFOCAFES, 2020).

Entre los parámetros que se ven influenciados en la selección del cacao, se encuentran las características físicas como el tamaño del grano, contenido de grasa, dureza de la manteca y humedad. Los fabricantes de chocolate con frecuencia monitorean la calidad y el sabor del mismo; ya que estos parámetros repercuten en la demanda de los productos. Los sabores extraños ocasionados por mohos, acidez y la

astringencia son el resultado de los factores predominantes de la calidad en las almendras durante el proceso de poscosecha (Alvarez, Perez, & Lares, 2007).

La fermentación es el proceso clave para la conservación de las características físico- químicas del cacao, de este va a depender la calidad del chocolate. La mayoría de los productores de cacao en el Ecuador no realizan un correcto procedimiento en la fermentación y secado de la almendra, lo cual conlleva a que esta pierda sus características organolépticas.

Las inadecuadas prácticas de fermentación, secado o almacenamiento determinan la aparición de malos olores, tales como moho, ahumado, excesiva acidez, amargo exagerado y astringencia. La diversidad de operaciones industriales mencionadas tiene significativa incidencia en la calidad y aroma del producto final, y sin lugar a duda, la fórmula, o mezcla utilizada es el aspecto fundamental para la calidad y para la obtención de las características peculiares que se quieran dar al chocolate (INFOCAFES, 2020).

La finalidad de esta investigación fue evaluar los parámetros físicos-químicos en dos variedades de cacao nacional y CCN 51, de esta manera se determinó el que posee mejores características basándonos en sus cualidades organolépticas, para brindarle al productor la información necesaria que le permita mejorar el sistema de producción, manejo y obtención de una materia prima de calidad para la elaboración de un buen chocolate.

Para llevar a cabo esta investigación se plantearon los siguientes objetivos:

### **Objetivo General**

- Estudiar el proceso de obtención de chocolate a partir del licor de cacao ecuatoriano (*Theobroma cacao* L.), considerando dos variedades (CCN – 51 Y Nacional) y distintos métodos de fermentación.

### **Objetivos Específicos**

- Analizar la incidencia de distintos porcentajes de licor de cacao (50%, 60%, 70%), en la obtención de chocolate.
- Estudiar las propiedades físico-químicas de las variedades de cacao: CCN – 51 y Nacional y su incidencia en la obtención de chocolate.
- Determinar cómo influye el proceso de fermentación (Cascada, yute y sin fermentar), en la calidad del chocolate, a partir de dos variedades de cacao (CCN – 51 y Nacional).

## Hipótesis

### Hipótesis Factor A

- Ho = La incidencia de distintos porcentajes de licor de cacao (50%, 60%, 70%), no influyen en la obtención de chocolate.
- Ha = La incidencia de distintos porcentajes de licor de cacao (50%, 60%, 70%), influyen en la obtención de chocolate.

### Hipótesis Factor B

- Ho = Las propiedades físico-químicas de las variedades de cacao: CCN – 51 y Nacional no inciden en la obtención de chocolate.
- Ha = Las propiedades físico-químicas de las variedades de cacao: CCN – 51 y Nacional inciden en la obtención de chocolate.

### Hipótesis Factor C

- Ho = El proceso de fermentación (Cascada, yute y sin fermentar), no influye en la calidad del chocolate, a partir de dos variedades de cacao (CCN – 51 y Nacional).
- Ha = El proceso de fermentación (Cascada, yute y sin fermentar), influyen en la calidad del chocolate, a partir de dos variedades de cacao (CCN – 51 y Nacional).

## Capítulo II

### Revisión de literatura

#### Cacao

Es una planta tropical de pequeña a mediana altura, que es cultivada por sus semillas en forma de almendra, las cuales son empleadas para realizar chocolate. El cacao es perteneciente a la familia de las malváceas y su origen radica en la cuenca del Amazonas (Enriquez, 2010).

#### Clasificación Taxonómica

- **Nombre Científico:** Theobroma cacao
- **Reino:** Plantae
- **Subreino:** Tracheobionta
- **División:** Magnoliophyta
- **Clase:** Magnoliopsida
- **Subclase:** Dilleniidae
- **Orden:** Malvales
- **Familia:** Malvaceae
- **Tribu:** Theobromeae
- **Género:** Theobroma
- **Especie:** Cacao (The Plant List , 2020).

## **Morfología**

### ***Sistema radical***

El cacao posee una raíz pivotante principal que puede llegar a medir hasta 2m en suelos sueltos, y muchas raíces secundarias, la mayoría de estas raíces se las encuentra en los primeros 25 cm de profundidad del suelo. Cuando el cultivo se encuentra bien manejado, estas raicillas se las puede encontrar en la superficie del suelo (Enriquez, 2010).

### ***Hojas***

Tiene hojas simples, enteras y de colores variables (café claro, morado o rojizo y verde pálido). También poseen un peciolo largo de entre 7cm a 9cm, el tamaño de la hoja varía dependiendo del ambiente, a mayor cantidad de luz menor es el tamaño de la hoja y menor cantidad de luz mayor es el tamaño de la misma (Enriquez, 2010).

### ***Flores***

Se localizan en los troncos maduros donde queda la cicatriz que se produce al caer una hoja, en arboles de semilla común, aparecen por primera vez a los 3 años de edad, mientras que en los híbridos tardan entre 14 y 18 meses. Las flores se reproducen en racimos pequeños sobre el tejido maduro al igual que los frutos, y de la misma manera pueden ser fecundadas durante todo el día siguiente (Enriquez, 2010).

### ***Fruto***

El fruto es una baya bastante grande de 30 cm de largo y 10 cm de diámetro, su forma varía de acuerdo al genotipo, el contenido de semillas por baya es de 20 a 40 y son planas o redondeadas, de color blanco, café o morado, de sabor dulce o amargo (Enriquez, 2010).

## **Variedades**

### **CCN-51**

El agrónomo ambateño Homero Castro Zurita, después de varias investigaciones realizadas, en el año de 1965 logró descubrir el denominado cacao clonal CCN-51 (Colección Castro Naranjal) y finalmente obtuvo la de tipo 51, siendo tolerante a las enfermedades, de alta productividad y calidad (ANECACAO, 2015).

El 22 de junio del 2005, fue declarado mediante un acuerdo ministerial, como una variedad de alta productividad con origen ecuatoriano. (ANECACAO, 2015) menciona que la participación del cacao CCN-51 en las exportaciones es del 72%.

### ***Cacao Nacional***

El cacao fino de aroma, denominado también como cacao nacional o criollo; posee un color característico es el amarillo, posee un aroma y sabor único, siendo esencial para la producción del exquisito chocolate a nivel mundial (APRIM, 2019).

Los granos del cacao nacional son considerados entre los mejores del mundo en su categoría de cacao fino y de aroma, características como el aroma y sabor se encuentran en el origen del grano, que también se logra con un manejo adecuado de postcosecha (APRIM, 2019).

(ANECACAO, 2015) menciona que la participación del cacao nacional en las exportaciones es del 28%.

### **Calidad del cacao**

La calidad del cacao se lo determina por sus características físicas, químicas y organolépticas basadas en un proceso adecuado de fermentación y secado (Arce, 2003).

Las características principales requeridas por la industria son las siguientes:

- Fermentación > 70%
- Humedad < 7%
- Granos Violetas < 20%
- Granos Pizarrosos < 10%
- Defectos < 10% (Arce, 2003).

### Manejo del grano de cacao

**Figura 1**

*Manejo del grano de cacao para la elaboración de licor de cacao*



*Nota:* Información tomada de la página de (AGROCALIDAD, 2018).

## **Cosecha y poscosecha**

### ***Cosecha***

La cosecha se la realiza cortando mazorcas fisiológicamente maduras y sanas. En plantaciones tradicionales el promedio nacional es de 4 a 6 qq/ha/año; pero en plantaciones con un adecuado manejo es posible obtener de 20 a 30 qq/ha/año (INIAP, 2019).

La recolección de frutos por lo general se produce después de 5 a 6 meses de haber sido fecundada la flor. Las mazorcas varían de color según su procedencia genética, las de cacao nacional inmaduras, son de color verde, durante la madurez cambian y se tornan amarillas; los trinitarios tienen color rojizo en su inmadurez y luego toman un color anaranjado (INIAP, 2019).

(INIAP, 2019), menciona que el índice de madurez, los contenidos de grasa y de ácidos grasos de las almendras dependen de la variedad; los cacaos finos de aroma tienen menor contenido de grasa que los cacaos ordinarios, sean forasteros amazónicos o trinitarios. El grado de maduración de las mazorcas es importante para la calidad de almendras de cacao, razón por la que se recomienda cosechar únicamente frutos maduros.

### ***Fermentación***

La fermentación del cacao consiste en la eliminación de la pulpa externa o mucilago, donde se producen reacciones químicas y bioquímicas en la almendra con la finalidad de obtener una formación de los precursores del sabor y aroma (AGROCALIDAD, 2018).

### ***Secado***

El secado en el cacao se lo hace con la finalidad de reducir la humedad al 7%, mientras continúan completándose los procesos de oxidación. También se disminuye el

grado de acidez para favorecer la salida hacia el exterior de los ácidos volátiles que se encuentran en los cotiledones (AGROCALIDAD, 2018).

La primera etapa del proceso incluye el tostado del grano, para cambiar el color y sabor, y la eliminación de la cáscara. Después del tostado y descascarillado, un proceso de alcalinización puede llevarse a cabo, con la finalidad de alterar el sabor y el color (FAO, 2018).

**Tabla 1**

Composición química de los granos de cacao después de la fermentación y secado

Composición química del grano	Semilla (con dos cotiledones % máximo)	Cascarilla % máximo
Agua	3,2	6,6
Grasa (manteca de cacao, grasa de la cáscara)	57	5,9
Cenizas	4,2	20,7
Nitrógeno total	2,5	3,2
Teobromina	1,3	0,9
Cafeína	0,7	0,3
Almidón	9	5,2
Fibra Cruda	3,2	19,2

*Nota:* Información tomada de la página de (AGROCALIDAD, 2018).

### **Selección y clasificación**

Para la comercialización se debe eliminar todas las impurezas, tales como granos mohosos, partidos y vanos sin almendras, lo que puede hacerse manualmente o con ayuda de zarandas o maquinas clasificadoras de tal manera que solo deben dejarse los granos secos (INIAP, 2018).

**Figura 2**

Selección y clasificación de las mazorcas de cacao

<b>Clasificación</b>	<b>Definición</b>	<b>Origen</b>	<b>Efecto en el chocolate y otros productos</b>
Buena	Granos con cotiledones interno marrón o marrón rojizo, agrietamiento bien definido.	Fermentación completa de la almendra.	Chocolate de buen sabor a cacao sin exceso de astringencia o amargor. En caso de cacao tipo nacional, excelente sabor floral
Ligera	Grano de cotiledones con color interno café con partes violetas, con agrietamiento mediando del cotiledón.	La fermentación se inició, pero no se completó con la almendra.	Chocolate con sabor a cacao, un poco astringente y amarga al paladar.
Violetas	Granos con cotiledones color violeta, con una ligera resquebrajadura del cotiledón.	Fermentación insuficiente del grano.	Chocolate con ausencia de sabor a cacao, excesivamente amargo o astringente, bombón con color poco agradable a la vista.
Pizarra	Granos con parte interna compactada, de color gris negruzco, en más de la mitad de la superficie expuesta.	Grano sin fermentar. Granos de mazorcas verdes o pintonas.	Moho interno de más de 3% afecta el sabor de chocolate, sabor desagradable que no se puede quitar.
Mohos	Granos con partes internas con moho a simple vista. Parte inferior deteriorada debido a la acción del hongo.	Demasiada fermentación, almacenamiento de almendras muy húmedas o secado deficiente y lento.	

*Nota:* Información tomada de la página de (AGROCALIDAD, 2018).

## ***Almacenamiento***

Para el almacenamiento de la almendra se recomienda utilizar sacos que permitan su ventilación; donde deben ser colocados uno sobre otro en tarimas de madera, durante poco tiempo (INIAP, 2018).

## **Sistemas de fermentación**

### ***Fermentación en sacos***

En la fermentación del cacao, las almendras son colocada dentro de sacos de yute o polietileno, se los cierra y se los deja fermentando en el piso. Tradicionalmente los cacaoteros suelen colgar los sacos para que tengan una mejor aireación por el lapso de dos o tres días, después las almendras son extraídas para someterlas al proceso de secado. Aunque es uno de los sistemas de fermentación más utilizados, no es recomendable debido a que las almendras poseen un elevado porcentaje de almendras violáceas y pizarrosas (Arce, 2003).

### ***Fermentación en rumas o montones***

Este tipo de fermentación es bastante simple. Sobre el piso se coloca una capa de hojas de plátano que sirve de base y facilita el drenaje del mucilago. Estas rumas de cacao son expuestas directamente al sol con una remoción de 48, 72 y 96 horas, siendo el tiempo óptimo para obtener almendras bien fermentadas por encima del 90%. La duración de este proceso es de cinco días. (Arce, 2003).

### ***Fermentación en cajones***

Para realizar esta fermentación, se colocan las almendras frescas dentro de los cajones fermentadores por un lapso de cinco días. (Arce, 2003), menciona que para una buena fermentación; debe nivelarse uniformemente las almendras y cubrirlas con hojas de plátano o sacos de yute o polietileno, para de mantener la humedad y conservar el calor desprendido por la fermentación alcohólica.

## **Fases de la fermentación**

### ***Fermentación alcohólica***

Se realiza en condiciones anaeróbicas, donde intervienen las levaduras transformando el azúcar de la pulpa en alcohol (AGROCALIDAD, 2018).

### ***Fermentación aeróbica***

Se realiza con la intervención del aire y otros microorganismos, produciéndose oxidación de los polifenoles y cambios notables en el pH, ocasionando hinchamiento del grano por penetración de agua y ácido acético hacia los cotiledones (AGROCALIDAD, 2018).

## **Indicadores de un buen proceso de fermentación**

- Evitando la interrupción del proceso de fermentación por un tiempo recomendado de 96 horas
- Aumento de la temperatura
- Hinchazón del grano
- Muerte del embrión
- Presencia de una coloración violeta pálida
- Agrietamiento de los cotiledones
- Presencia de color café oscuro o café rojizo al secarse las almendras (AGROCALIDAD, 2018).

### Bases para una buena fermentación

- Infraestructura y sitio adecuado
- Emplear almendras de mazorcas fisiológicamente sanas y maduras
- No colocar en a fermentar venas, cascaras u otras materias extrañas
- No añadir cacao fresco a una masa de fermentación
- No fermentar cacao de diferentes variedades (AGROCALIDAD, 2018).

### Análisis bromatológicos

**Tabla 2**

Composición bromatológica del grano de cacao después de la fermentación y secado

Componentes	Porcentaje %
pH	4,83 ± 0,03
Acidez titulable	1,22 ± 0,07
Humedad	4,31 ± 0,06
Ceniza	2,96 ± 0,05
Grasa cruda	46,27 ± 0,30
Proteína cruda	12,21 ± 0,35

*Nota:* Información tomada de la página de (Lares, Gutierrez, Pérez, & Alvarez, 2012).

### **pH**

Una vez que ha llevado a cabo el proceso de la fermentación, se presentan diversos cambios en la concentración de los ácidos en el cacao, por lo tanto, el pH del cao en fresco es de 3,5 en la pulpa y 6,5 en la almendra (Cedeño, 2008).

### **Acidez titulable**

El contenido de ácidos orgánicos, compuestos que aportan a la acidez del perfil sensorial del cacao, varía entre el 1.2% y 1.6%. Algunos, entre ellos el acético, cítrico y oxálico, se forman durante la fermentación. El ácido acético y el ácido cítrico destacan por su mayor presencia (Cedeño, 2008).

### **Humedad**

Todos los alimentos, cualquiera que sea el método de industrialización al que hayan sido sometidos, contienen agua en mayor o menor proporción. Las cifras de contenido en agua varían entre un 60 y un 95% en los alimentos naturales. En los tejidos vegetales y animales, puede decirse que existe en dos formas generales: “agua libre” Y “agua ligada”. El agua libre o absorbida, que es la forma predominante, se libera con gran facilidad. El agua ligada se halla combinada o absorbida. Se encuentra en los alimentos como agua de cristalización (en los hidratos) o ligada a las proteínas y a las moléculas de sacáridos y absorbida sobre la superficie de las partículas coloidales (Álvarez C. , 2007).

### **Ceniza**

Las cenizas de un alimento son un término analítico equivalente al residuo inorgánico que queda después de calcinar la materia orgánica. Las cenizas normalmente, no son las mismas sustancias inorgánicas presentes en el alimento original, debido a las pérdidas por volatilización o a las interacciones químicas entre los constituyentes (Cedeño, 2008).

### **Grasa**

Extracto etéreo o grasa bruta al conjunto de sustancias de un alimento que se extraen con solventes orgánicos (ésteres de los ácidos grasos, fosfolípidos, lecitinas, esteroides, ceras, ácidos grasos libres). La extracción consiste en someter la muestra exenta de agua (deshidratada) a un proceso de extracción continua (Soxhlet) utilizando

para la extracción solventes orgánicos como pueden ser hexano, éter de petróleo, etil éter.

El contenido de grasa está cerca del 50 al 55 % en cacao fresco y luego de ser tostado presenta aproximadamente entre 48 al 52 %; el cual está constituido principalmente de glicéridos como el ácido oleico, laúrico, palmítico, esteárico y aráquico (APRIM, 2019).

### ***Proteína cruda***

Las proteínas son biomoléculas formadas básicamente por carbono, hidrógeno, oxígeno y nitrógeno. Pueden además contener azufre y en algunos tipos de proteínas, fósforo, hierro, magnesio y cobre entre otros elementos. Pueden considerarse polímeros de unas pequeñas moléculas que reciben el nombre de aminoácidos y serían, por tanto, los monómeros. Los aminoácidos están unidos mediante enlaces peptídicos (Cedeño, 2008).

### **Análisis microbiológicos**

**Tabla 3**

Requisitos microbiológicos para la pasta de cacao

Requisitos	Unidad	Máximo	Método de ensayo
Mohos y levaduras	u.f.c*/g	100	INEN 1 529
Coniformes	u.f.c*/g	10	INEN 1 529
E. Coli	u.f.c*/g	1	INEN 1 529
Salmonella	u.f.c*/ en 25 g	0	INEN 1 529

u.f.c. (unidades formadoras de colonia)

*Nota:* Información tomada de la página de (INEN, 2018).

## Capítulo III

### Materiales y Métodos

#### Ubicación del Área de Investigación

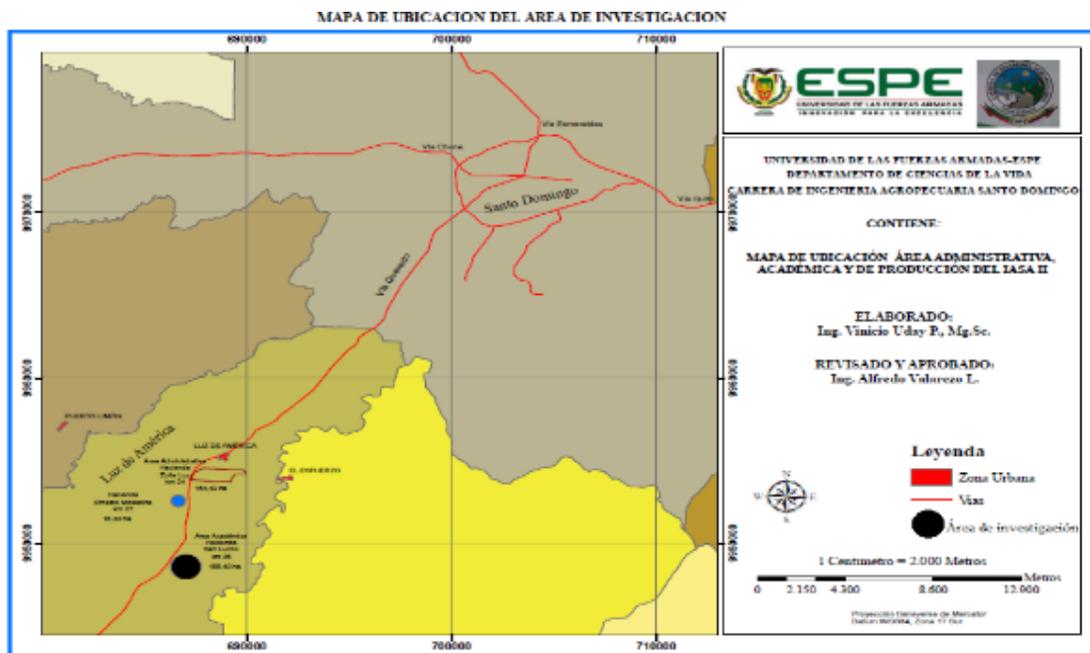
##### *Ubicación Política*

País:	Ecuador
Provincia:	Santo Domingo de los Tsáchilas
Cantón:	Santo Domingo
Parroquia:	Luz de América
Dirección:	Vía Quevedo-Santo Domingo km 24

##### *Ubicación Geográfica*

#### Figura 3

Ubicación geográfica donde se desarrolló la investigación



Nota: Información tomada de (Uday, 2014)

El presente trabajo de investigación se lo desarrolló en los laboratorios de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE Sede Santo Domingo en el Km 24 Vía Santo Domingo – Quevedo.

- X: 687890,9 m
- Y: 9954662,9 m
- Altitud: 270 msnm

### ***Ubicación Ecológica***

Zona de vida: Bosque húmedo subtropical

Altitud: 625 m.s.n.m.

Temperatura: 24 – 26 °C

Precipitación: 2800 mm/año.

Humedad relativa: 85%

Heliofanía: 680h luz/año

Suelos: Franco Limo arcilloso

### **Materiales**

#### ***Determinación de pH***

**Tabla 4**

Recursos utilizados para la determinación de pH

Equipos	Materiales/insumos	Reactivos	Muestras
Potenciómetro	Vaso de precipitación	Agua destilada	Cacao Nacional
Electrodo			CCN-51

**Determinación de Acidez****Tabla 5**

Recursos utilizados para la determinación de acidez

Equipos	Materiales/insumos	Reactivos	Muestras
Mufla	Matraz Erlenmeyer de 100 cm <sup>3</sup>	Alcohol al 90%	Cacao Nacional
Balanza analítica	Matraz aforado de 500cm <sup>3</sup> Bureta de 25cm <sup>3</sup> ; con divisiones de 0,05cm <sup>3</sup>	Solución indicadora de fenolftaleína Solución 0,02N de hidróxido de sodio	CCN-51

**Determinación de Humedad****Tabla 6**

Recursos utilizados para la determinación de humedad

Equipos	Materiales/insumos	Reactivos	Muestras
Estufa	Cajas Petri	Agua destilada	Cacao nacional
Balanza analítica	Desecador		CCN-51

**Determinación de Ceniza****Tabla 7**

Recursos utilizados para la determinación de cenizas

Equipos	Materiales/insumos	Reactivos	Muestras
Mufla	Vaso de precipitación	Agua destilada	Cacao Nacional
Balanza analítica	Desecador		CCN-51

### ***Determinación de Grasa***

**Tabla 8**

Recursos utilizados para la determinación de grasa

Equipos	Materiales/insumos	Reactivos	Muestras
Estufa	Papel filtro	Solvente	Cacao Nacional
Centrifuga			CCN-51

### ***Determinación de Proteína***

**Tabla 9**

Recursos utilizados para la determinación de proteína

Equipos	Materiales/insumos	Reactivos	Muestras
Balanza analítica sensible al 0,1 mg	Tamiz	Ácido sulfhídrico	Cacao Nacional
Unidad digestora	Recipiente hermético	Agua destilada	CCN-51
Sorbona o colector/extractor de humos	Tubos de destilación	Solución Ácido Bórico al 2%	
Unidad de destilación	Matraz Erlenmeyer de 250 ml	Solución Hidróxido de Sodio al 40%	
Fisher destilling	Mortero	Indicador Kjeldahl	
Plancha de calentamiento con agitador magnético	Gotero	Solución Ácido clorhídrico 0,1N	
		Tabletas catalizadoras	

### **Método**

Para la investigación se realizó la caracterización de pastas de chocolate de dos variedades de cacao Nacional y CCN – 51 considerando manejo, poscosecha y distintas zonas de producción de Santo Domingo de los Tsáchilas.

Las variedades de cacao fueron tomadas de diferentes zonas, con el fin de obtener pastas de cacao, para ello se evaluaron propiedades organolépticas y

sensoriales con el fin de determinar su calidad. En el ensayo se estableció dieciocho tratamientos con tres repeticiones cada uno.

Una vez terminada la fase de recolección de las muestras de cacao se procedió a evaluar las variables propuestas en la investigación.

### ***Diseño Experimental***

Los factores que se evaluaron fueron: dos variedades de cacao, tres tipos diferentes de fermentación, y el porcentaje de cacao que se utilizó en la elaboración del licor de cacao, cada uno con sus niveles como se describe en la tabla 12.

### ***Factores y Niveles a Probar***

**Tabla 10**

Factores y niveles utilizados en la caracterización de licor de cacao

Factores	Niveles
Variedades (A)	a <sub>0</sub> = Cacao Nacional
	a <sub>1</sub> = Cacao CCN-51
% de cacao (B)	b <sub>0</sub> = 50%
	b <sub>1</sub> = 60%
	b <sub>2</sub> = 70%
Métodos de fermentación (C)	c <sub>0</sub> = Cascada
	c <sub>1</sub> = Yute
	c <sub>2</sub> = Sin fermentar

### **Tratamientos a Comparar**

**Tabla 11**

Tratamientos comparados en la caracterización de licor de cacao

Tratamiento	Factores	Descripción
T1	$a_0b_0c_0$	Nacional + 50% + Cascada
T2	$a_0b_0c_1$	Nacional + 50% + Yute
T3	$a_0b_0c_2$	Nacional + 50% + Sin fermentar
T4	$a_0b_1c_0$	Nacional + 60% + Cascada
T5	$a_0b_1c_1$	Nacional + 60% + Yute
T6	$a_0b_1c_2$	Nacional + 60% + Sin fermentar
T7	$a_0b_2c_0$	Nacional + 70% + Cascada
T8	$a_0b_2c_1$	Nacional + 70% + Yute
T9	$a_0b_2c_2$	Nacional + 70% + Sin fermentar
T10	$a_1b_0c_0$	CCN – 51 + 50% + Cascada
T11	$a_1b_0c_1$	CCN – 51 + 50% + Yute
T12	$a_1b_0c_2$	CCN – 51 + 50% + Sin fermentar
T13	$a_1b_1c_0$	CCN – 51 + 60% + Cascada
T14	$a_1b_1c_1$	CCN – 51 + 60% + Yute
T15	$a_1b_1c_2$	CCN – 51 + 60% + Sin fermentar
T16	$a_1b_2c_0$	CCN – 51 + 70% + Cascada
T17	$a_1b_2c_1$	CCN – 51 + 70%+ Yute
T18	$a_1b_2c_2$	CCN – 51 + 70% + Sin fermentar

### **Tipo de Diseño**

Se aplicó un esquema Trifactorial (A=2 X B=2 X C=3) conducido en un diseño de bloques completamente al azar, el modelo lineal es el siguiente:

$$y_{ijk} = \mu + r_i + \beta_{ij} + r\beta_{ij} + \delta_k + S_{ijk}$$

Donde:

$y_{ijk}$  = Variable respuesta de la unidad experimental

$\mu$  = Media general del experimento

$r_i$  = Efecto i-esimo nivel del factor A

$\beta_{ij}$  = Efecto del j-esimo nivel del factor B

$r\beta_{ij}$  = Interacción del i-ésimo nivel del factor A con el j-ésimo nivel del factor B

$\delta_k$  = Efecto del k-ésimo nivel

$s_{ijk}$  = Error del modelo

### ***Repeticiones o Bloques***

Cada tratamiento tuvo tres repeticiones.

### ***Características de la UE***

Las almendras de cacao una vez recolectadas fueron fermentadas por los métodos (cascada y saco de yute); posterior a ello se realizó el secado para la elaboración del licor de cacao y determinar sus propiedades organolépticas y sensoriales.

## Análisis Estadístico

### Esquema de Análisis de Varianza

El esquema del análisis de varianza utilizado en la investigación es el siguiente:

**Tabla 12**

Esquema del análisis de varianza

Fuentes de variación	Formula	Grados de libertad
Replicas	R-1	2
Variedades (A)	A-1	1
% de cacao (B)	B-1	2
Métodos de fermentación (C)	C-1	2
A x B	(A-1) (B-1)	2
A x C	(A-1) (C-1)	2
B x C	(B-1) (C-1)	4
A x B x C	(A-1) (B-1) (C-1)	4
Error experimental		34
Total	(t-1)	53
Coeficiente de variación		

### Coeficiente de Variación

Para el cálculo del coeficiente de variación se utilizó la siguiente formula:

$$cv = \frac{\sqrt{CMe}}{\bar{x}}$$

Donde:

- **Cv**= Coeficiente de variación
- **CMe**= Cuadrado medio del error
- $\bar{x}$ = Media del experimento

## Análisis Funcional

En el proyecto de investigación se utilizó la Prueba de Tukey al 5 %. Para el factor A, B y C, se realizaron interacciones como se muestra en la tabla 12.

## VARIABLES A MEDIR

**Tabla 13**

VARIABLES EVALUADAS EN EL LICOR DE CACAO

VARIABLES BROMATOLÓGICAS	VARIABLES ORGANOLÉPTICAS
pH	Dulce
Acidez titulable	Amargor
Humedad	Astringencia
Ceniza	Floral
Grasa	Frutal
Ceniza	Nuez

## Evaluación de las Variables en Estudio

### *pH*

Esta prueba se la realizó en base al procedimiento detallado en la norma INEN 318. Inicialmente se verificó el correcto funcionamiento del potenciómetro utilizando, la solución buffer con pH 4 y en agua destilada con pH 6, luego se colocó 2 gramos de la muestra previamente triturada en un vaso de precipitación añadiéndole 5 ml de agua destilada caliente, se agitó hasta obtener una muestra homogénea, posterior a esto se introdujo el potenciómetro y se registró la lectura final del mismo.

### **Acidez Titulable**

Para realizar esta prueba se utilizó la norma INEN 381. Se pesó 5 g de licor de cacao transfiriéndolos a un matraz Erlenmeyer de 100 cm<sup>3</sup>, luego se agregó 20ml de agua destilada caliente, se procedió a mezclar haciendo uso de una varilla agitadora hasta que se obtuvo una mezcla homogénea.

Se sumergió el electrodo en el matraz con la muestra preparada para tomar lectura del pH, posterior a esto se procedió a añadir lentamente la solución de Hidróxido de sodio al 0,1 N hasta que se obtuvo un pH 8. Luego se registró la cantidad de Hidróxido de sodio consumido de la bureta con una aproximación a 0,05 cm<sup>3</sup>.

La fórmula aplicada fue la siguiente:

$$AT = \frac{Vg * N}{m} * 100$$

Dónde:

**AT** = Acidez titulable (meq/100)

**Vg**: Volumen gastado de hidróxido de sodio (ml)

**N**: Normalidad de la solución de hidróxido de sodio

**m**: Peso de la muestra

### **Humedad**

Para realizar esta prueba se hizo uso de la norma INEN 1676. Se colocó las capsulas en la estufa durante 30 minutos a 100°C, posterior a esto se registró su peso. Se pesó 5 g de cada muestra que fueron colocadas en las cápsulas y llevadas a la estufa a 100°C por media hora. Se realizó tres tomas de datos cada 30 minutos hasta que presentó un peso constante. Luego se dejó enfriar las muestras en el desecador para posteriormente se registró su peso.

El contenido de humedad se lo determinó mediante la siguiente fórmula.

$$H = 100 * \frac{m - m_1}{m}$$

En donde:

**H** = Humedad en porcentaje de masa

**m** = masa inicial de la muestra a analizar, g.

**m<sub>1</sub>** = masa de la muestra después del secado, g.

**masa** = peso de la capsula con la muestra seca – peso de la capsula vacía.

### **Ceniza**

Se colocó 2 g de muestra de chocolate en un crisol de porcelana que fueron previamente secados en la estufa a 100°C por 30 minutos. Posterior a esto se procedió a calentar la muestra en una cocineta hasta que el humo cesó. Una vez que la muestra fue quemada se la introdujo a incinerar en la mufla a 500 °C durante cuatro horas, luego de este, luego de este tiempo transcurrido se retiró los crisoles con la muestra y se los colocó en el desecador hasta que se enfriaron, permitiendo así registrar los pesos correspondientes.

El contenido de ceniza total de las muestras se expresó como porcentaje de masa, y se calculó mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Cenizas totales (\%)} = \frac{Pf - Pi}{\text{Peso de muestra (g)}} * 100$$

En donde:

**Pf** = peso final del crisol (con muestra cocinada) en g.

**Pi** = peso inicial del crisol (vacío) g.

**Pm** = peso de la muestra g.

## **Grasa**

Se procedió a secar los vasos beakers en la estufa a 100°C por 30 minutos. Luego fueron transferidos al desecador, después se registró su respectivo peso cuando haya alcanzado la temperatura ambiente. Posterior a esto se pesó 10g de muestra sobre el papel filtro y se los colocó en el interior del dedal, se cubrió con suficiente algodón y fueron introducidos en el porta dedal. Se adicionó 50 ml de éter de petróleo en el vaso beaker y junto con los porta dedales fueron colocados en los ganchos metálicos del aparato de golfish.

Se colocó el anillo en el vaso y se llevó a la hornilla del aparato de golfish, ajustando el tubo refrigerante del extractor. Se levantó las hornillas y se ajustó la temperatura a 55 °C.

Una vez terminada la extracción, se bajó con cuidado los calentadores, y se retiró momentáneamente el vaso con el anillo, se levantó los calentadores, y se dejó hervir hasta que el solvente regresó casi todo en el vaso de recuperación, sin quemar la muestra, se bajó los calentadores, se retiró los beaker con el residuo de grasa, el solvente fue transferido al frasco original. El vaso con la grasa fue a la estufa a 100°C durante 30 minutos hasta la completa evaporación del solvente. Finalmente se llevó los vasos beaker con la muestra de grasa al desecador enfriará hasta temperatura ambiente en el desecador y posterior a esto se registró los pesos correspondientes. Se hizo uso la siguiente fórmula:

$$\text{Grasa (\%)} = \frac{m_1 - m_0}{m_2} * 100$$

En donde:

**Grasa** = Porcentaje de grasa

**m<sub>0</sub>** = masa del matraz vacío, en g.

**m<sub>1</sub>** = masa del matraz con el residuo, en g.

**m<sub>2</sub>** = masa de la muestra, en g.

### ***Porcentaje de proteína***

Para determinar el porcentaje de proteína del cacao se procedió a realizar siguiente:

- Se trituró aproximadamente 100 g de muestra, en un micro molino que contenga un tamiz de abertura de 1 mm y que a la vez pase un 95% del producto.
- Se transfirió la muestra molida y homogenizada a un recipiente herméticamente cerrado, hasta el momento de análisis.
- Se homogenizó la muestra interviniendo varias veces el recipiente que lo contiene.

### **Procedimiento**

#### ***A. Digestión***

- Se pesó aproximadamente 0,3 g de muestra prepara sobre un papel exento de Nitrógeno y se lo colocó en el micro-tubo digestor.
- Se añadió al micro-tubo una tableta catalizadora y 5 ml de ácido sulfúrico concentrado.
- Se colocaron los tubos de digestión con las muestras en el block-digest con el colector de humos funcionando.
- Se realizó la digestión a una temperatura de 350 a 400° C y un tiempo que puede variar entre 1 y 2 horas.
- Al finalizar, el líquido obtenido es de un color verde o azul transparente dependiendo del catalizador utilizado.
- Dejar enfriar la muestra a temperatura ambiente.
- Evitar la precipitación agitando de vez en cuando.

### **B. Destilación**

- En cada micro- tubo adicionar 15 ml de agua destilada.
- Colocar el micro-tubo y el matraz de recepción con 50 ml de ácido Bórico al 2% en el sistema de destilación kjeltec.
- Encender el sistema y adicionar 30 ml de hidróxido de sodio al 40%, cuidando que exista un flujo normal de agua.
- Recoger aproximadamente 200 ml de destilado, retirar del sistema los accesorios y apagar.

### **C. Titulación**

- Del destilado recogido en el matriz colocar tres gotas de indicador.
- Titular con ácido clorhídrico 0,1 N utilizando un agitador mecánico.
- Registrar el volumen de ácido consumido (AOAC Intenational, 2000).

El contenido de proteínas bruta en los alimentos se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$\%PB = \frac{(VHCl - Vb) * 1.401 * NHCl * F}{g muestra}$$

Siendo:

**1,401** =Peso atómico del nitrógeno

**NHCl** = Normalidad de Ácido Clorhídrico 0,1 N

**F** = Factor de conversión (6,25)

**VHCl** = Volumen del ácido clorhídrico consumido en la titulación

**Vb** = Volumen del Blanco (0,3).

## Proceso para la Obtención para Licor de Cacao

### A. *Recolección de muestras*

Las mazorcas de cacao fueron recolectadas de dos lugares distintos en Santo Domingo de los Tsáchilas, siendo así que las muestras de la variedad CCN-51 fue recolectada de la Parroquia San Gabriel del Baba y de la variedad Nacional de la parroquia San Jacinto del Búa.

Mediante un análisis visual se seleccionaron las plantas más representativas y con un mayor número de mazorcas, buscando la forma y tamaño similar.

### Tabla 14

Modelo de registro de información para la obtención de las muestras de cacao

<b>Ficha técnica para el cacao (<i>Theobroma cacao L.</i>)</b>
Variedad:
Productor:
Características del cultivo:
Edad fenológica del cultivo:
Producción en kg/ha:
Características de la zona:
Época de recolección de muestra:
Cantidad de muestra:

### B. *Extracción de los granos*

Se realizaron dos cortes longitudinales a la mitad de la mazorca y dos cortes transversales en la parte superior e inferior del fruto dejando de esta forma libre la placenta que contenía a los granos y así se facilitó la extracción de los mismos, también se evitó cortar los granos ya que esto produce un riesgo de contaminación por mohos.

La extracción de los granos se la realizó de forma manual evitando que se adhieran sustancias extrañas y se los colocó sobre un recipiente plástico libre de contaminación.

### **C. Pesado**

Una vez obtenidos los granos de las variedades de cacao; CCN-51 y Nacional se procedió a registrar el peso e identificar los tratamientos.

### **D. Fermentación**

Para la fermentación se construyó un aislante térmico, las muestras fueron colocadas en cajones de madera tipo cascada debidamente identificadas con una etiqueta con su respectivo nombre, se cubrió los cajones con funda plástica negra para proteger el material de las condiciones ambientales e insectos que pudiesen afectar la investigación, y a su vez elevar la temperatura y se produzca la fermentación por las levaduras, bacterias acéticas y lácticas.

Se registró la hora inicial de la fermentación y se realizaron los volteos correspondientes de forma manual, transcurridas las 24 y 72 horas, mezclando la masa en fermentación desde los bordes hacia la parte central de las cajas; la fermentación tuvo una duración de 5 días según recomendado.

### **E. Secado**

El secado se lo realizó mediante el uso de la estufa a una temperatura de 60°C durante 24 horas, identificando cada variedad con su respectivo nombre, el secado fue de forma paulatina evaporándose el agua contenida hasta llegar a un porcentaje de humedad del 5 -7 %, para ser almacenada sin peligro de contaminación.

### **F. Almacenamiento de granos**

Una vez secados los granos fueron llenados en fundas plásticas y se codificaron con el nombre, número de muestra, fecha de inicio de la fermentación y fecha de almacenamiento. Se almacenaron a temperatura ambiente.

## **Elaboración del licor de cacao**

Para la elaboración del licor de cacao, se realizaron los procesos que se detallan a continuación:

### **Preparación del cacao**

Se preparó la materia prima a partir de cacao fermentado y seco.

#### ***A. Selección de semillas***

Se seleccionaron las almendras de cacao y se descartaron aquellas que estaban en mal estado y contaminadas evitando que se afectara la calidad del producto final en cada variedad.

#### ***B. Tostado***

Luego de un riguroso control y selección de los granos de cacao se realizó el tostado las muestras se colocaron en varias bandejas de acero inoxidable y luego se llevaron a una cocina, y se procedió a tostar durante 30 minutos cada muestra, luego se dejó enfriar para el posterior descascarillado.

#### ***C. Descascarillado***

Luego del tostado de las almendras de cacao se realizó el descascarillado de forma manual a temperatura ambiente. Se separó la testa se colocó en recipientes plásticos cada muestra quedando listo para la molienda.

#### ***D. Molienda***

El grano ya triturado y limpio fue sometido a molienda en un molino de discos que por fricción fueron sometidos a temperatura de 60°C aproximadamente, lo cual le dio un estado líquido.

### ***E. Mezcla y amasado***

Luego de la molienda, el objetivo es conseguir una masa más fluida denominada licor de cacao a la cual se le añadió la cantidad de azúcar según la formulación. Se procedió a amasar de forma manual la mezcla durante un cierto periodo de tiempo con la finalidad de eliminar en parte la humedad y los ácidos volátiles.

### ***F. Refinado***

Los granos triturados pasaron a un molino de discos el cual es especial para licor de cacao, por un tiempo de 3 horas a 35°C de esta forma se redujo el tamaño de las partículas de cacao a una granulometría de 30 – 40 micras que es el tamaño adecuado para la degustación de licor de cacao.

### ***G. Conchado***

Se procedió a conchar el licor de cacao, ya que en este proceso se refinó el licor de cacao, por medio del cual se mejoró y armonizó su sabor, lo que hizo posible la fluidez.

### ***H. Moldeado***

La pasta de licor fue moldeada en cubos plásticos de 10 g cada uno con su respectiva identificación y se mantuvieron en refrigeración por 24 horas.

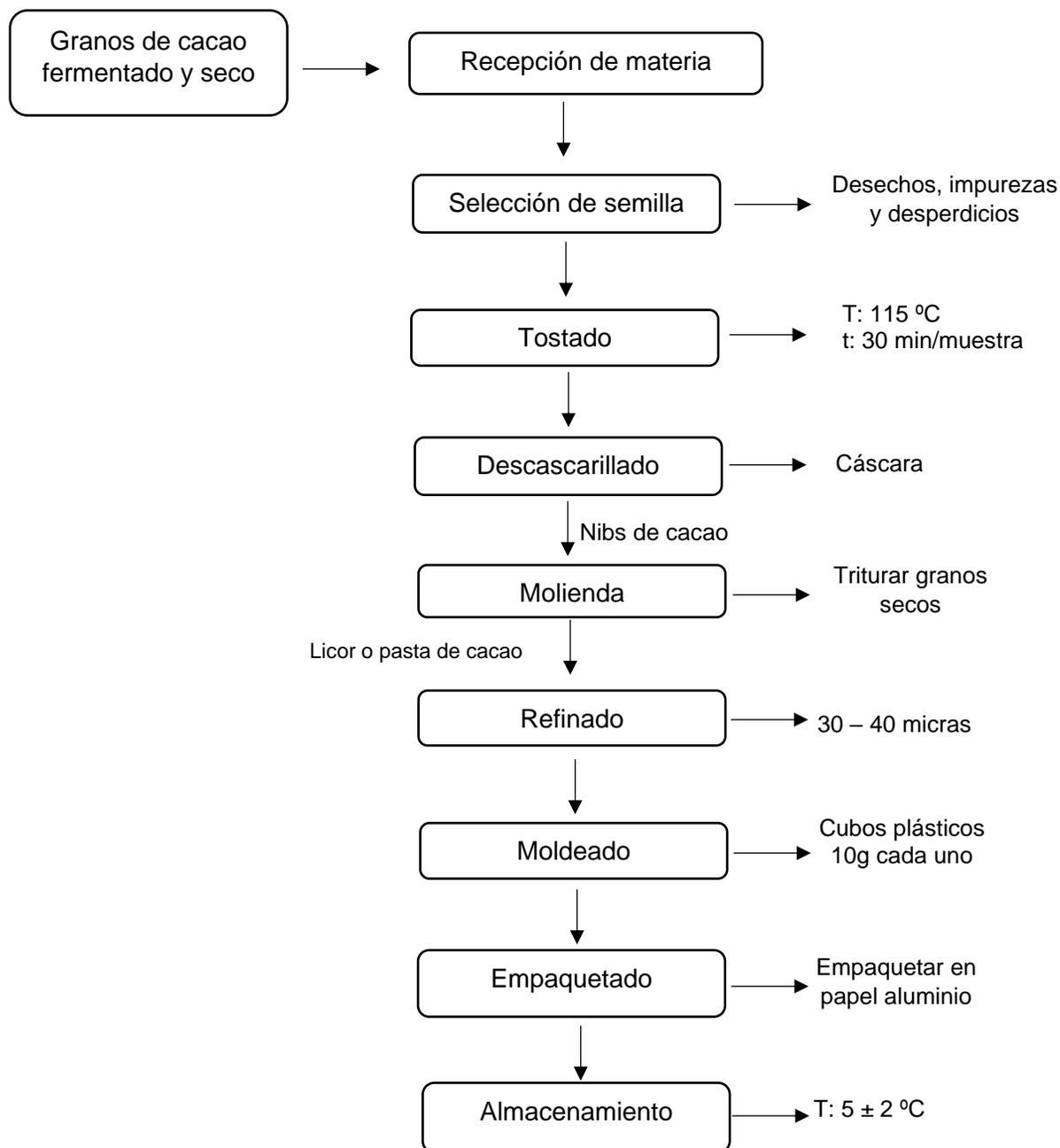
### ***I. Empaquetado***

Transcurridas las 24 horas se desmoldaron los cubos de licor de cacao de cada variedad y se empaquetaron en fundas plásticas con sus respectivas identificaciones.

## J. Almacenamiento

Los cubitos de chocolate se almacenaron en una nevera a una temperatura de  $5 \pm 2$  °C hasta el momento de las evaluaciones, y se controló que no estuviesen cerca de otros productos alimenticios ya que podían contaminarse o bajar su calidad sensorial.

### Diagrama de Flujo para Licor de Cacao



## **Análisis sensorial**

Para la determinación de las variables organolépticas, se realizaron evaluaciones sensoriales que consistían en degustar cada una de las muestras utilizando los sentidos del olfato y gusto.

Las evaluaciones sensoriales se realizaron en el laboratorio de bromatología de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, Sede Santo Domingo por un panel de cinco catadores los cuales son estudiantes de la Universidad, los mismos que realizaron un análisis descriptivo que permitió hacer una valoración cuantitativa y cualitativa de las muestras seleccionadas.

El perfil sensorial se estableció a partir de la medida de las siguientes variables: Acidez, amargor, astringencia, floral, frutal, nuez, estas variables se agruparon en sabores básicos y específicos que calificaron individualmente en la degustación del chocolate, utilizando una escala internacional de 0 a 10 puntos (0 = Ausente; 1 a 2 = Intensidad baja; 3 a 5 = Intensidad media; 6 a 8 = Intensidad alta; 9 a 10 = Intensidad muy alta) según la metodología utilizada en la Universidad estatal de Quevedo.

Para la degustación los bombones fueron ubicados en Moldes de Papel Cupcakes, La muestra se mantenía en la boca entre 15 – 20 segundos y durante este tiempo se identificaron los sabores, inhalando aire y exhalándolo por la vía retro nasal para facilitar la identificación de aromas, seguido a esto el catador realizaba una pausa de un minuto para tomar un sorbo de vino tinto con la finalidad de quitar el sabor de la muestra anterior, para continuar degustando la siguiente muestra.

## **Análisis microbiológico**

### ***Inoculación en Lámina Petri film***

Se pesaron 5 gr de agua de peptona y se la añadió en 1 lt de agua destilada caliente, una vez homogenizada y enfriada la solución se colocó 9 ml en cada tubo de ensayo correspondiente a cada uno de los tratamientos, posteriormente se dejaron en la autoclave junto a un kit de sutura y puntas desechables por un tiempo de 30 minutos.

En la cámara de flujo laminar se prepararon diluciones de la muestra de licor de cacao ( $10^{-1}$ ,  $10^{-2}$ ,  $10^{-3}$ ,  $10^{-4}$  y  $10^{-5}$ ) en los tubos de ensayo.

Para la inoculación tanto de hongos como de bacterias, se transfirió 1 ml del inóculo a la superficie de la lámina de Petri film de las diluciones  $10^{-5}$ .

Una vez realizada la inoculación se deslizo cuidadosamente la película del Petri film con el fin de evitar que haya presencia de burbujas de aire. Finalmente se incubaron los Petri film de bacterias a  $38^{\circ}\text{C}$  por 48 horas y los Petri film de hongos a  $24^{\circ}\text{C}$  por 24 horas (Macas, 2021).

### ***Conteo de colonias***

Una vez transcurrido el tiempo de incubación tanto de hongos como de bacterias se procedió a llevar los Petri film al contador de colonias para determinar el número exacto de las Unidades Formadoras de Colonias (UFC), mismo que se realizó con ayuda de la siguiente fórmula:

$$\text{Recuento} \left( \frac{\text{UFC}}{\text{ml}} \right) = \frac{\text{numero de colonias por placa} * \text{factor de dilucion}}{\text{volumen inoculado en la placa}}$$

## Capítulo IV

### Resultados y Discusión

#### Resultados en almendra de cacao

#### *Análisis de varianza de la variable pH*

**Tabla 15**

Análisis de varianza de la variable pH obtenida en la almendra de cacao

Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Intercept	737,7921	1	737,7921	824604,6	0,000000
A: Variedad	0,0156	1	0,0156	17,4	0,001899
B: Método de Fermentación	0,0040	2	0,0020	2,3	0,154923
AB	0,0435	2	0,0217	24,3	0,000145
Réplica	0,0037	2	0,0018	2,1	0,178177
Error	0,0089	10	0,0009		

Observando la tabla 15, en lo que respecta la variable de pH de la almendra de cacao, existe diferencia significativa en: Variedad (Nacional y CCN-51) y en la interacción Variedad por Método de Fermentación (Cascada, Yute y Sin fermentar), mientras que en el Método de fermentación y en la réplica no existe diferencia significativa.

**Análisis de varianza de la variable acidez**

**Tabla 16**

Análisis de varianza de la variable acidez obtenida en la almendra de cacao

Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Intercept	262,2813	1	262,2813	2661,704	0,000000
A: Variedad	0,0567	1	0,0567	0,575	0,465727
B: Método de Fermentación	2,0182	2	1,0091	10,241	0,003801
AB	0,3628	2	0,1814	1,841	0,208551
Réplica	0,0451	2	0,0225	0,229	0,799592
Error	0,9854	10	0,0985		

En la tabla 16, se puede observar que en el análisis de varianza de la variable acidez obtenida de la almendra de cacao; se obtuvo diferencia significativa en el método de fermentación, mientras que en la variedad y en la réplica no se encontró diferencia significativa.

**Análisis de varianza de la variable humedad**

**Tabla 17**

Análisis de varianza de la variable humedad obtenida en la almendra de cacao

Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Intercept	275,7335	1	275,7335	2311,154	0,000000
A: Variedad	10,8113	1	10,8113	90,618	0,000002
B: Método de Fermentación	5,5669	2	2,7835	23,331	0,000171
AB	21,6225	2	10,8112	90,618	0,000000
Réplica	0,2853	2	0,1426	1,196	0,352327
Error	1,1931	10	0,1193		

De acuerdo a la tabla 17 en la que se muestran los resultados de la variable humedad, se pudo obtener diferencia significativa en variedad, método de fermentación y en la interacción de variedad por método de fermentación, mientras que en la réplica no se encontró diferencia significativa.

### **Análisis de varianza de la variable ceniza**

**Tabla 18**

Análisis de varianza de la variable ceniza obtenida en la almendra de cacao

Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Intercept	286,6017	1	286,6017	2938,458	0,000000
A: Variedad	1,3475	1	1,3475	13,816	0,003995
B: Método de Fermentación	9,6597	2	4,8298	49,519	0,000006
AB	0,2388	2	0,1194	1,224	0,334507
Réplica	0,1176	2	0,0588	0,603	0,566058
Error	0,9753	10	0,0975		

La tabla 18 indica que existe diferencia significativa entre variedad y métodos de fermentación, también se puede visualizar que en la interacción de variedad por métodos de fermentación y en las réplicas no existió diferencia significativa.

### **Análisis de varianza de la variable grasa**

**Tabla 19**

Análisis de varianza de la variable grasa obtenida en la almendra de cacao

Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Intercept	4717,442	1	4717,442	4128,852	0,000000
A: Variedad	56,180	1	56,180	49,170	0,000037
B: Método de Fermentación	10,241	2	5,121	4,482	0,040778
AB	275,663	2	137,832	120,635	0,000000
Réplica	1,208	2	0,604	0,529	0,605058
Error	11,426	10	1,143		

De acuerdo a la tabla 19 en la que se muestra los resultados de la variable grasa, se pudo obtener diferencia significativa en variedad, método de fermentación y en la interacción de variedad por método de fermentación, mientras que en la réplica no se encontró diferencia significativa.

### **Resultados de estudio de las variedades de cacao (Factor A) obtenidas en almendra**

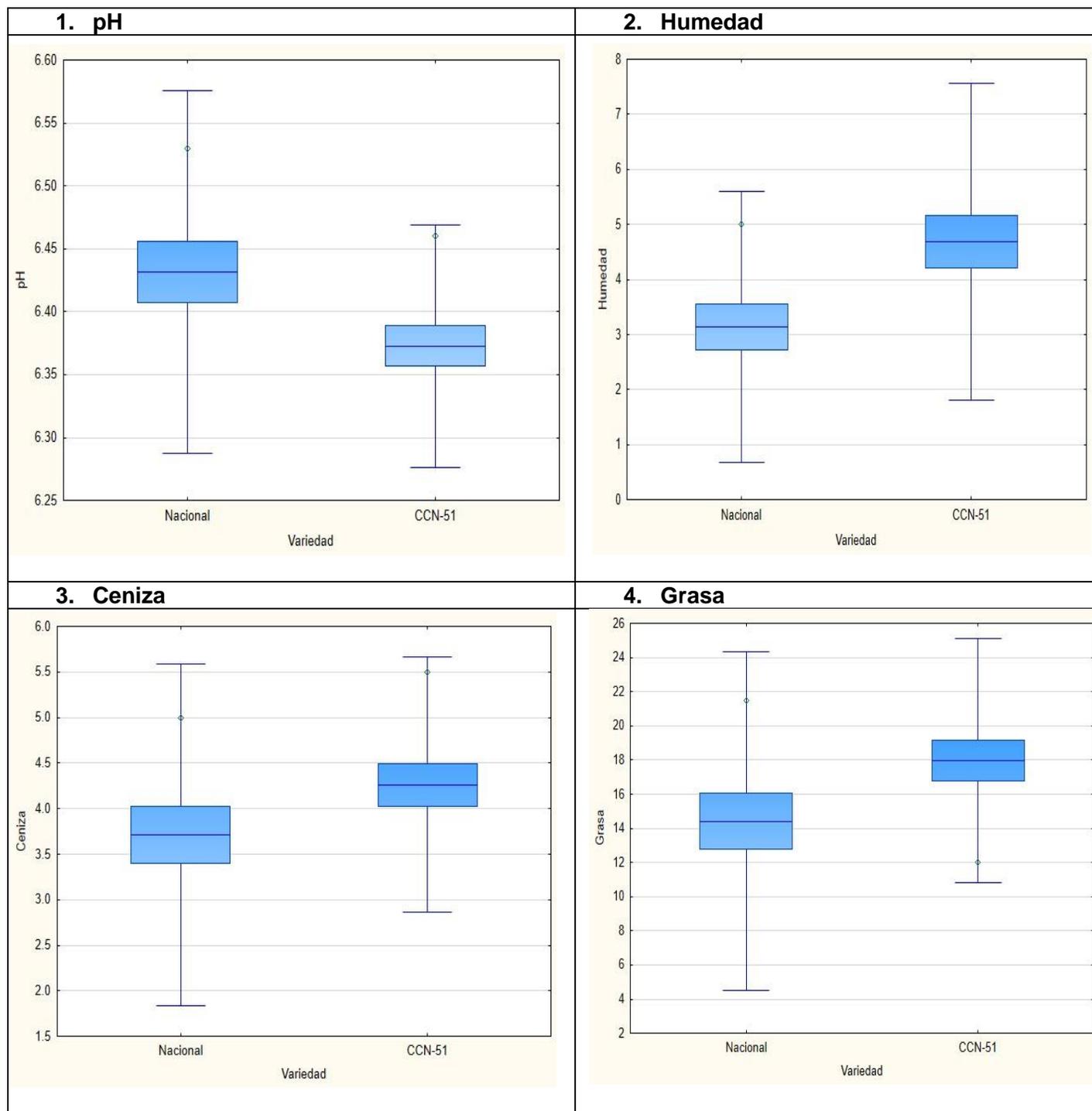
**Tabla 20**

Resultados del Análisis Tukey ( $P > 0,05$ ) para las variedades de cacao (Factor A)

Factor A	pH	Acidez	Humedad	Ceniza	Grasa
Nacional	6.432±0.072 (B)	3.761±0.404 (A)	3.139±1.232 (A)	3.717±0.938 (A)	14.422±4.950 (A)
CCN-51	6.373± 0.048 (A)	3.873±0.512 (A)	4.689± 1.437 (B)	4.264±0.703 (B)	17.956± 3.578 (B)

**Figura 4**

Efecto del estudio de las variedades de cacao (Factor A) frente a las variables evaluadas en almendra



En la figura 4, se observan el pH, la cual presenta diferencia significativa ( $p < 0,05$ ). El pH más ácido lo registra a almendra de la variedad CCN-51 con un valor de 6,37; mientras que la variedad Nacional posee un pH de 6,43.

(Vargas, 2016) menciona que, en el proceso de fermentación al momento de remover las almendras el pH tiende a incrementarse ya que el ácido acético se degrada por la acción de los microorganismos. También sostiene que las almendras de cacao con pH mayores a 4,5; no se ve afectada en la calidad del mismo, mientras que valores bajo de pH menores a 4,5 disminuyen el aroma en el cacao.

(Mendoza, 2016) en su investigación sostiene que el incremento del pH se le atribuye a la fase de secado o de condensación oxidativa ya que en este proceso se eliminan los ácidos presentes en el cotiledón, y es aquí donde ocurren cambios bioquímicos.

En la variable acidez se determinó que no existió diferencia significativa en ninguna de las variedades de cacao (Nacional y CCN-51).

(Vargas, 2016) señala que, durante el proceso de fermentación, en el primer día ocurre una variación leve en la acidez, esto ocurre normalmente cuando la fermentación se encuentra en la fase anaeróbica cuyo producto formado es el etanol. En el segundo y tercer día las almendras de cacao ingresan a la fase de fermentación aeróbica donde se da origen a la producción de ácido acético, es aquí donde la acidez comienza a aumentar. (Armijos, 2018) en una investigación acotó que los índices de acidez titulable y volátil aumentan durante el proceso de fermentación.

En la variable humedad se encontró diferencia significativa, la variedad CCN-51 (4,68), tuvo mayor presencia de humedad, mientras que en la variedad Nacional se obtuvo una media de 3,13.

(Andrade J. , 2019), en su investigación señala que la humedad es un factor predominante, ya que con valores mayores a 8 % se produce el deterioro de la almendra por la presencia de microorganismos, especialmente de hongos. Cuando la humedad es menor al 6 % también es un problema ya que la almendra tiende a quebrarse.

En la variable ceniza se encontró diferencia significativa, la variedad CCN-51 (4,26), tuvo mayor presencia de ceniza, mientras que en la variedad Nacional se obtuvo una media de 3,71.

Aunque en las normas técnicas de grasas y aceites, el porcentaje de cenizas no está considerado como un parámetro importante para determinar la calidad de un producto alimenticio; (*Bermudez & Mendoza, 2016*) en su investigación citaron que; la ceniza es un indicador para visualizar claramente si la almendra tuvo un proceso de fermentación o simplemente fue secado al sol; ya que el cacao después de ser sometido al proceso de fermentación sin importar la variedad, pierde alrededor de un 25% de ceniza.

Además, este dato permite diferenciar si se trata de un cacao fino o de un ordinario ya que el primero posee porcentajes mayores al 3% y el segundo porcentaje menores al 2.5%.

En la variable grasa se encontró diferencia significativa, la variedad CCN-51 (17,95) tuvo mayor presencia de grasa, mientras que en la variedad Nacional se obtuvo una media de 14,42.

El porcentaje de grasa en las almendras de cacao debe estar entre un 50 y 57%, ya que este dato es un indicativo directo sobre las propiedades y el aroma para el licor de cacao.

Los resultados obtenidos en esta investigación están por debajo de los límites mencionados anteriormente. (*Vallejo, 2014*) menciona que estas diferencias suelen deberse a factores genéticos de la plantación, o a su vez atribuirlos a los niveles no óptimos de fermentación de los granos de cacao.

## Resultados del estudio de los métodos de fermentación (Factor B) obtenidas en almendra

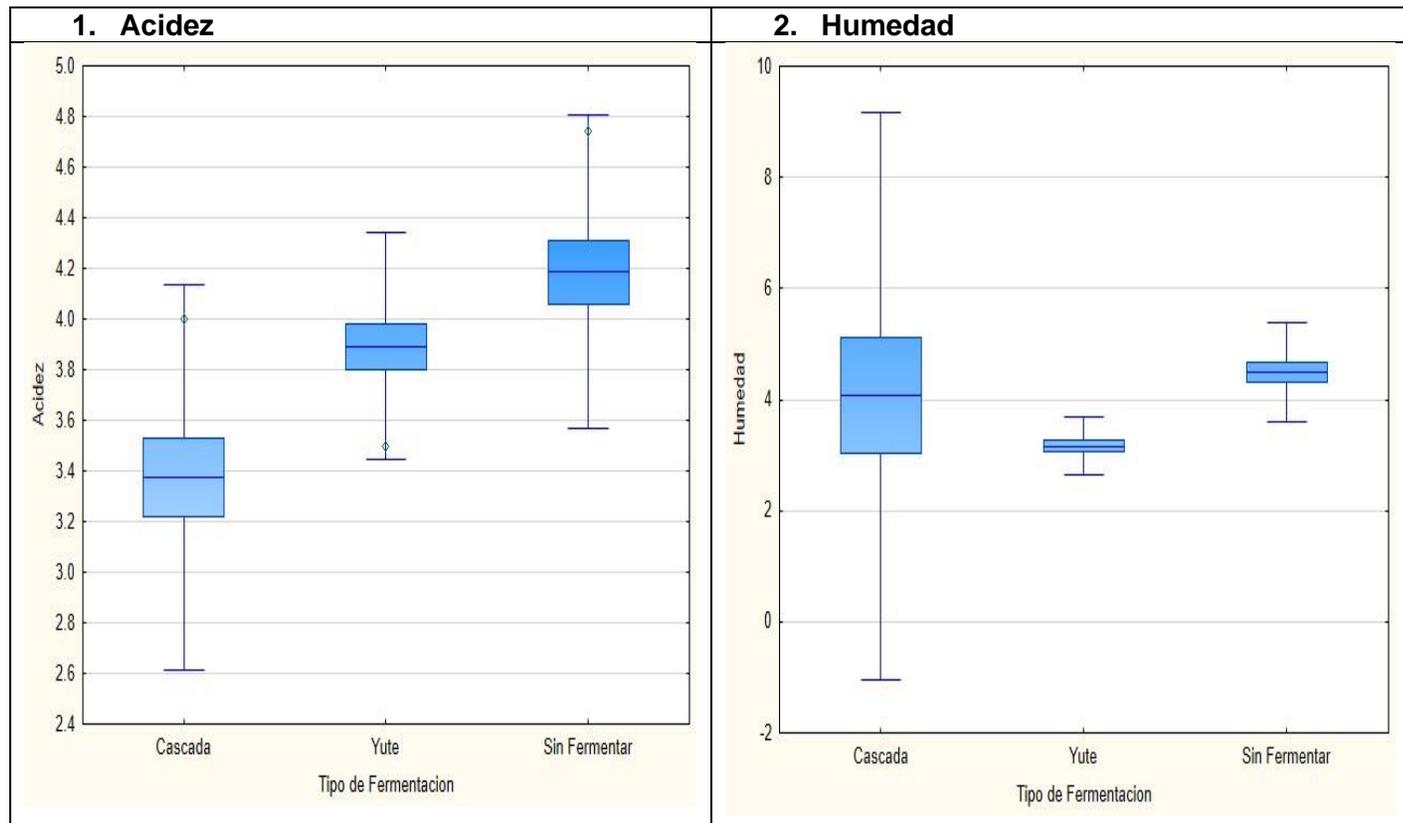
**Tabla 21**

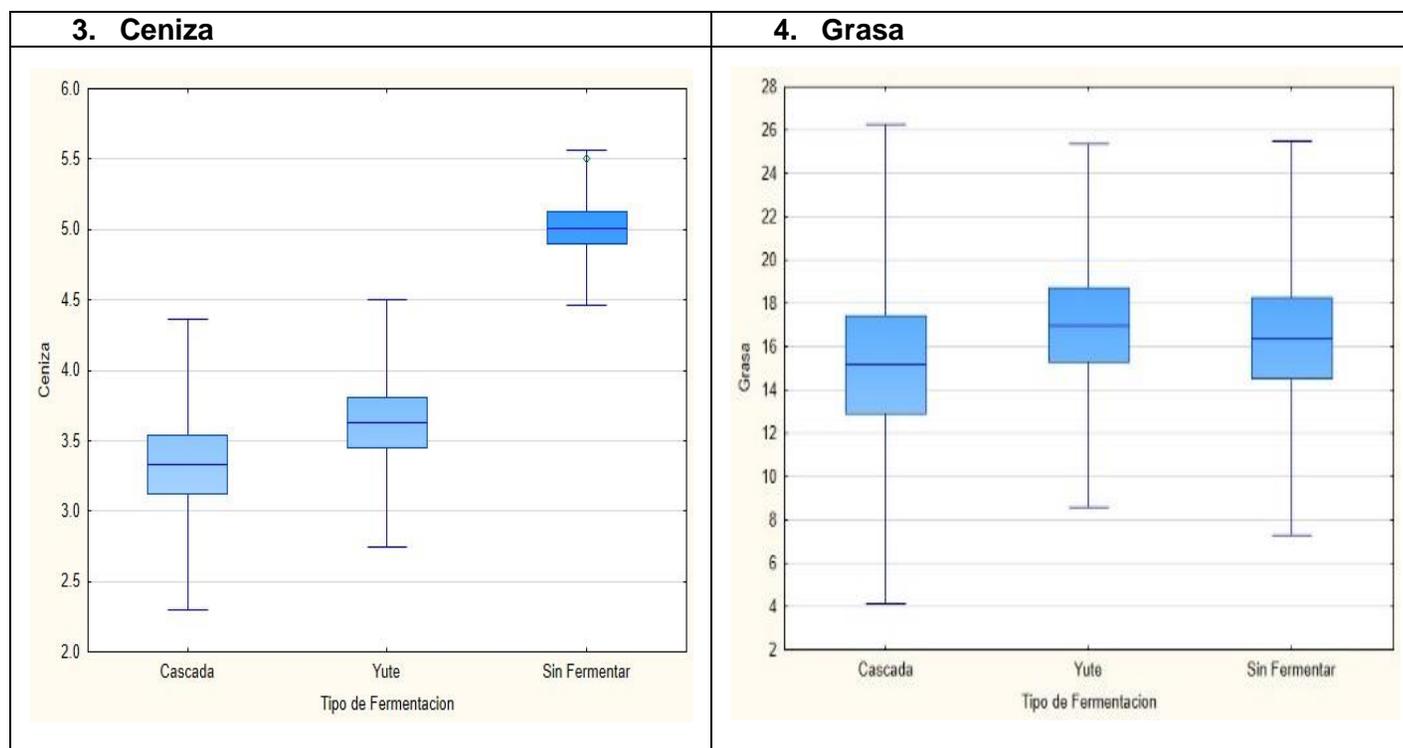
Resultados del Análisis Tukey ( $P>0,05$ ), para los métodos de fermentación (Factor B)

Factor B	pH	Acidez	Humedad	Ceniza	Grasa
Cascada	6.390±0.056 (A)	3.375±0.379 (A)	4.075±2.552 (B)	3.333±0.516 (A)	15.183±5.534 (A)
Sin Fermentar	6.393±0.044 (A)	4.185±0.309 (B)	4.500± 0.447 (B)	5.013±0.274 (B)	16.383± 4.548 (AB)
Yute	6.423±0.095 (A)	3.892±0.224 (B)	3.167±0.258 (A)	3.625±0.440 (A)	17.000±4.192 (B)

**Figura 5**

Efecto del estudio de los métodos de fermentación (Factor B) frente a las variables evaluadas en almendra





En la figura 5, se observan los datos de la variable acidez donde demuestran diferencia significativa ( $p < 0,05$ ). La acidez para el método de cascada oscila en una media de 3,37; mientras que para el método sin fermentar posee un valor de 4,18 y finalmente para el método de yute nos muestra un valor de 3,89.

En la variable humedad se puede visualizar que si existe diferencia significativa. El método cascada tiene un valor de 4,07; mientras que el método sin fermentar presenta una media de 4,50 y finalmente el método en sacos de yute con un valor de 3,16.

En la variable ceniza se encontró diferencia significativa, el método sin fermentar (5,01) tuvo mayor presencia de ceniza, mientras que en el método cascada presentó una menor presencia de ceniza (3,33) y finalmente el método en sacos de yute presentó un valor de 3,63.

En la variable grasa se encontró diferencia significativa, el método en sacos de yute (17,00) tuvo mayor presencia de grasa, mientras que en el método de cascada se obtuvo menor presencia de grasa (15,18) y para variar el método sin fermentar presentó una media de 16,38.

## Resultados en licor de cacao

### *Análisis de varianza de la variable pH*

**Tabla 22**

Análisis de varianza de la variable pH obtenida del licor de cacao

Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Intercept	694.8992	1	694,8992	82562,28	0,000000
A: Variedad	0,3641	1	0,3641	43,26	0,000063
B: Método de Fermentación	0,5592	2	0,2796	33,22	0,000038
AB	0,0029	2	0,0014	0,17	0,845270
Réplica	0,0632	2	0,0316	3,76	0,060703
Error	0,0842	10	0,0084		

En la tabla 22, correspondiente a la variable pH, se observa diferencia significativa para el factor variedad y método de fermentación, mientras que, en las réplicas e interacción entre variedad por método de fermentación, no existió diferencia significativa.

**Análisis de varianza de la variable acidez**

**Tabla 23**

Análisis de varianza de la variable acidez obtenida del licor de cacao

Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Intercept	20,04500	1	20,04500	1934,898	0,000000
A: Variedad	0,90900	1	0,90900	87,744	0,000003
B: Método de Fermentación	0,28975	2	0,14488	13,985	0,001267
AB	0,13200	2	0,06600	6,371	0,016439
Réplica	0,02002	2	0,01001	0,966	0,413386
Error	0,10360	10	0,01036		

La tabla 23, correspondiente a la variable acidez, indica que existe diferencia significativa en el factor variedad, método de fermentación y la interacción variedad por tipo de fermentación, mientras que, en las réplicas, no existió diferencia significativa.

**Análisis de varianza de la variable humedad**

**Tabla 24**

Análisis de varianza de la variable humedad obtenida del licor de cacao

Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Intercept	158,1235	1	158,1235	1821,582	0,000000
A: Variedad	5,3901	1	5,3901	62,094	0,000013
B: Método de Fermentación	5,7219	2	2,8610	32,958	0,000040
AB	3,1053	2	1,5526	17,886	0,000498
Réplica	0,5036	2	0,2518	2,901	0,101507
Error	0,8681	10	0,0868		

En la tabla 24, correspondiente a la variable humedad, se observó diferencia significativa en el factor variedad, método de fermentación y la interacción variedad por método de fermentación, mientras que en las réplicas no existió diferencia significativa.

**Análisis de varianza de la variable ceniza**

**Tabla 25**

Análisis de varianza de la variable ceniza obtenida del licor de cacao

Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Intercept	130,1422	1	130,1422	1928,827	0,000000
A: Variedad	0,3756	1	0,3756	5,566	0,040004
B: Método de Fermentación	1,3386	2	0,6693	9,920	0,004227
AB	0,9553	2	0,4776	7,079	0,012153
Réplica	0,1886	2	0,0943	1,398	0,291563
Error	0,6747	10	0,0675		

En la tabla 25, correspondiente a la variable ceniza, se observó diferencia significativa en el factor variedad, método de fermentación y la interacción variedad por método de fermentación, mientras que en las réplicas no existió diferencia significativa.

### **Análisis de varianza de la variable grasa**

**Tabla 26**

Análisis de varianza de la variable grasa obtenida del licor de cacao

Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Intercept	46767,01	1	46767,01	1828,958	0,000000
A: Variedad	23,35	1	23,35	0,913	0,361833
B: Método de Fermentación	232,85	2	116,42	4,553	0,039277
AB	599,63	2	299,82	11,725	0,002388
Réplica	112,83	2	56,42	2,206	0,160796
Error	255,70	10	25,57		

En la tabla 26, correspondiente a la variable grasa, se observó diferencia significativa en el factor método de fermentación y en la interacción variedad por método de fermentación, mientras que en el factor variedad y réplicas no existió diferencia significativa.

**Análisis de varianza de la variable proteína**

**Tabla 27**

Análisis de varianza de la variable obtenida del licor de cacao

Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Intercept	3067,403	1	3067,403	21332,64	0,000000
A: Variedad	3,813	1	3,813	26,52	0,000432
B: Método de Fermentación	58,774	2	29,387	204,38	0,000000
AB	8,949	2	4,475	31,12	0,000051
Réplica	1,055	2	0,527	3,67	0,063865
Error	1,438	10	0,144		

En la tabla 27, correspondiente a la variable proteína, se observó diferencia significativa en el factor variedad, método de fermentación y la interacción variable por método de fermentación, mientras que en las réplicas no existió diferencia significativa.

## Resultados de estudio de las variedades de cacao (Factor A) obtenidas en licor de cacao

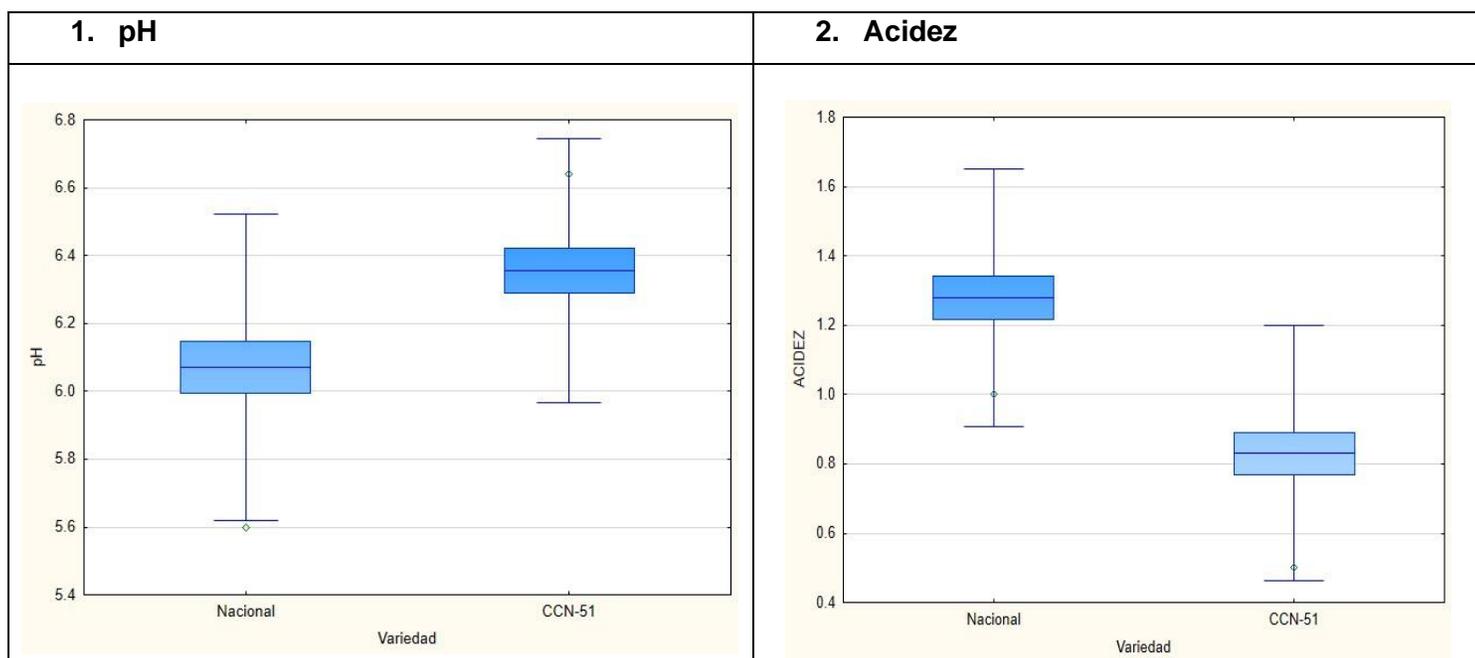
**Tabla 28**

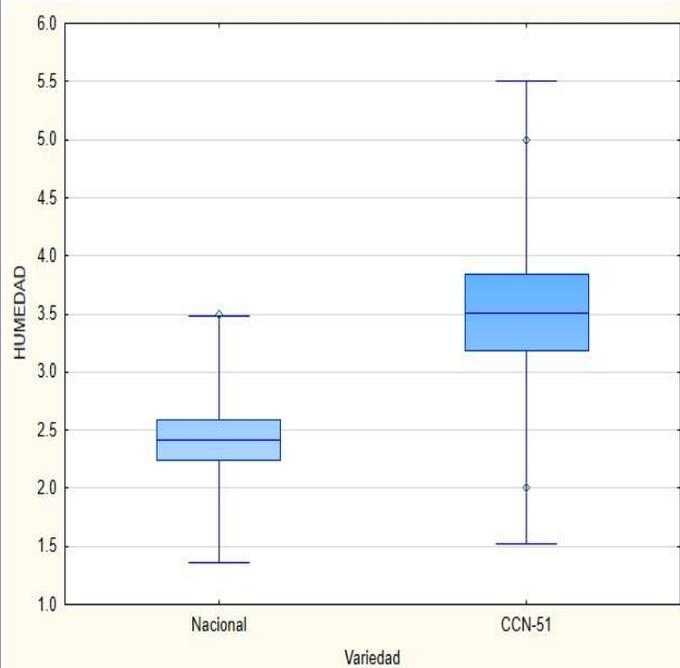
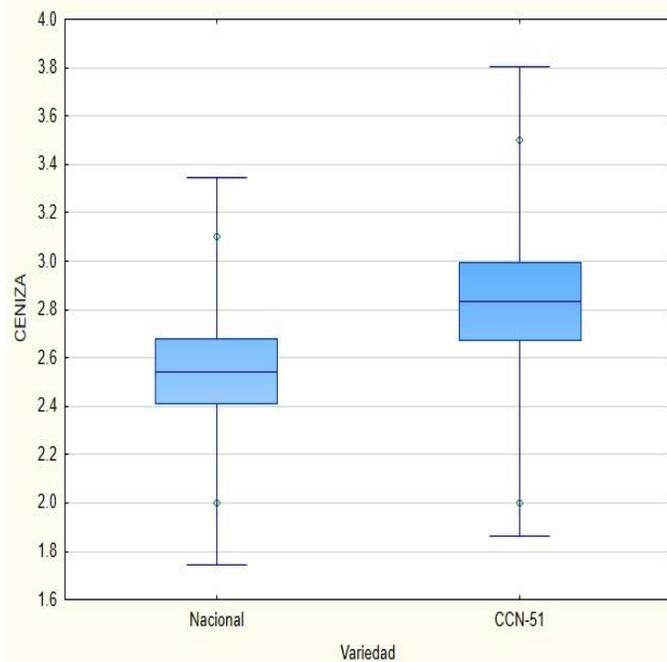
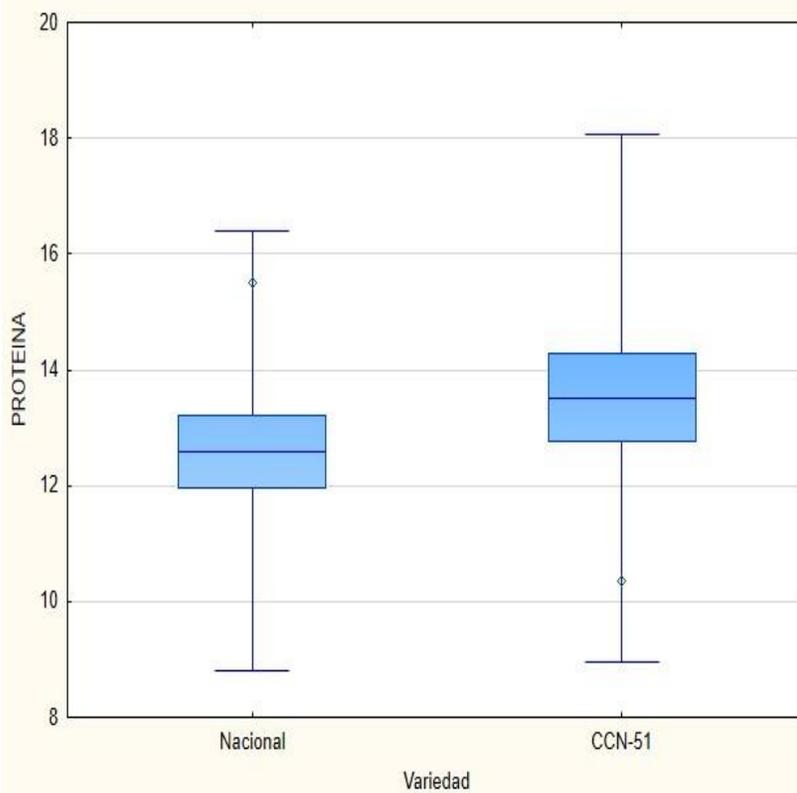
Resultados del Análisis Tukey ( $P>0,05$ ) para las variedades de cacao (Factor A)

Factor A	pH	Acidez	Humedad
Nacional	6.071±0.225 (A)	1.280±0.186 (B)	2.417±0.530 (A)
CCN-51	6.356± 0.194 (B)	0.831±0.184 (A)	3.511±0.996 (B)
	Ceniza	Grasa	Proteína
CCN-51	2.833±0.484 (B)	52.111± 9.517 (A)	13.514±2.274 (B)
Nacional	2.544±0.400 (A)	49.833±7.716 (A)	12.594±1.898 (A)

**Figura 6**

Efecto del estudio de las variedades de cacao (Factor A) frente a las variables evaluadas en el licor de cacao



**3. Humedad****4. Ceniza****5. Proteína**

En la figura 6 se puede observar que el pH, del licor de cacao de la variedad Nacional es más ácida, con un valor de 6,07, mientras que la variedad CCN-51 presenta un pH de 6,35 siendo esta menos ácida.

Según (INEN, 2017), en la normativa NTE INEN 176, nos indica que el pH recomendado en productos derivados del cacao en su estado natural es de 5,2 a 6,5, dicha norma es cumplida por las dos variedades de cacao.

En lo correspondiente a la acidez se puede observar que el licor de cacao de la variedad Nacional es más ácido, presentando un valor de 1,28, mientras que de la variedad CCN-51 se obtuvo una acidez de 0,83, concordando con la investigación realizada por (Andrade, Rivera, Chire, & Ureña, 2019) donde mencionan que, la variedad Nacional presente una acidez mayor en cuanto a la variedad CCN-51, con valores de 0,82 y 0,61 respectivamente. Durante la degradación de la pulpa mediante el proceso de fermentación, se producen ácidos acéticos y lácticos cuya acción se encuentra vinculada al incremento de la acidez (Quevedo, Romero, & Tuz, 2018)

Para la variable humedad, se obtuvo valores de, 3,51 en la variedad CCN-51 y 2,41 para la variedad Nacional, siendo así que el licor de cacao que presenta un mayor porcentaje de humedad es el de la variedad CCN-51, lo cual puede estar influenciado por el método de secado, ya que se lo realizó en la estufa y de acuerdo a lo mencionado por (Jimenez, Amores, & Solorzano, 2014), el momento de realizar un secado rápido este no va a ser uniforme, ocasionando que se interrumpa la hidrólisis enzimática de las antocianinas, ya que la testa se endurece de forma rápida impidiendo así la completa evaporación del agua, lo cual a su vez podría afectar a las características sensoriales haciendo que este sea más ácido. Según lo indicado en la normativa INEN 623, (INEN, 1988) el licor de cacao debe tener un porcentaje de humedad máximo de 3% para ser catalogado como un licor de calidad, la variedad que cumple esta normativa es la Nacional con un valor de 2,41.

Para la variable ceniza, se puede observar que existe una mayor cantidad de ceniza en el licor de cacao perteneciente a la variedad CCN-51 con un valor de 2,83. Según la normativa INEN (INEN, 1988) el contenido de ceniza en el licor de cacao NO debe ser mayor a 7,5, característica que se cumple en las dos variedades evaluadas.

Con respecto a la variable proteína, la variedad CCN-51 presento un porcentaje mayor correspondiente a 13,51, mientras en la variedad Nacional se observó un valor de 12,59.

### Resultados del estudio de los métodos de fermentación (Factor B) obtenidas en el licor de cacao

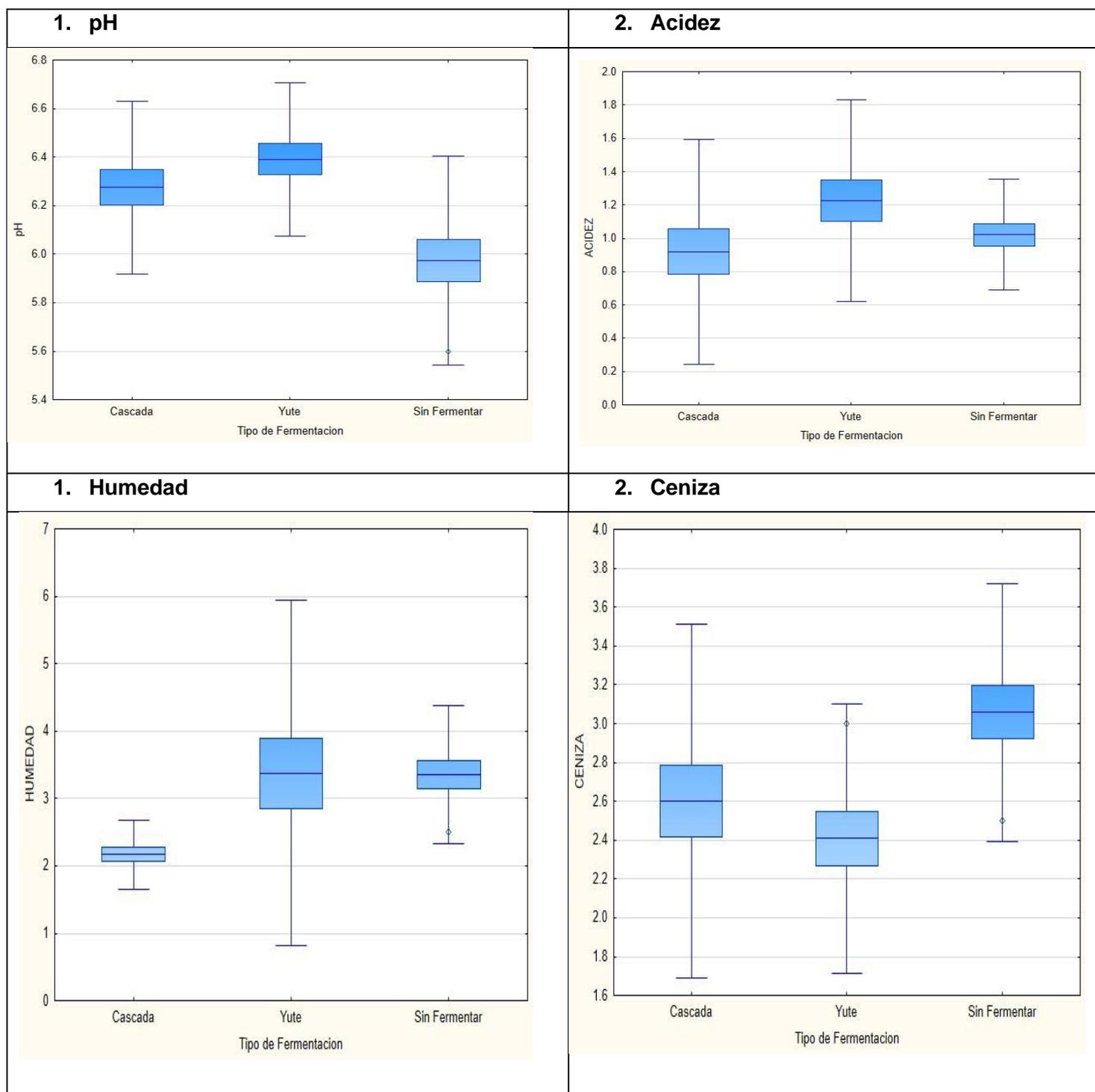
**Tabla 29**

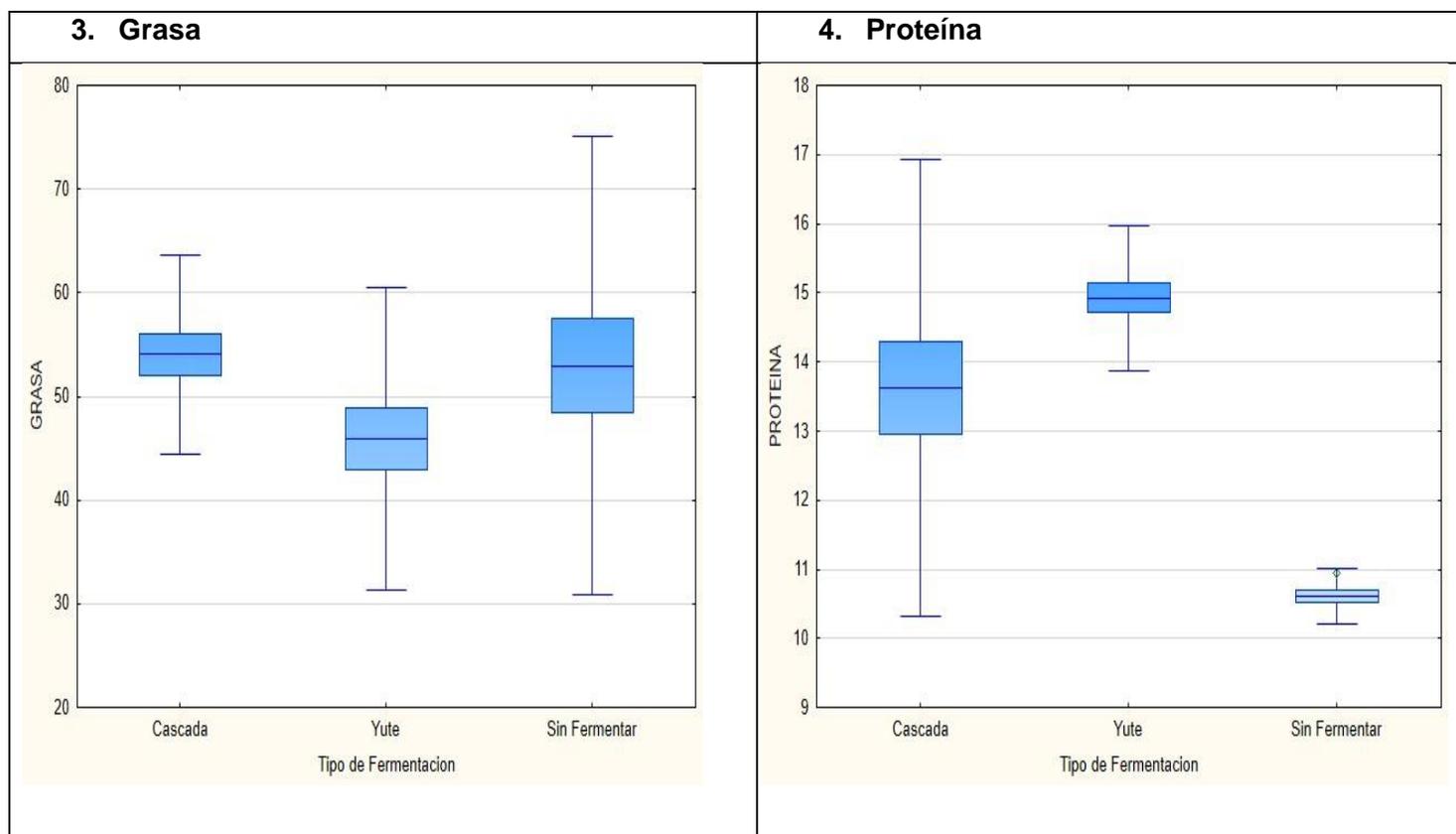
Resultado del Análisis Tukey ( $P > 0,05$ ), para los métodos de fermentación (Factor B)

Factor B	pH	Acidez	Humedad
Cascada	6.275±0.178 (B)	0.920±0.337(A)	2.167±0.258 (B)
Yute	6.392±0.158 (B)	1.225±0.302(B)	3.375±1.282 (A)
Sin Fermentar	5.973±0.214 (A)	1.021±0.166(A)	3.350± 0.512 (B)
	Ceniza	Grasa	Proteina
Cascada	2.600±0.456(A)	54.042±4.769 (A)	13.619±1.653 (B)
Yute	2.408±0.347 (A)	45.925±7.296 (B)	14.930±0.525 (C)
Sin Fermentar	3.058±0.332 (B)	52.950±11.060(AB)	10.613±0.203 (A)

**Figura 7**

Efecto del estudio de los métodos de fermentación (Factor B) frente a las variables obtenidas en licor de cacao





En la figura 7 se puede observar que el pH del licor de cacao es más ácido cuando no se les brinda una fermentación a las almendras de cacao ya que presentó un pH de 5,97; el cual está catalogado como cacao de calidad, sin embargo el licor de cacao obtenido bajo el método de fermentación en sacos de yute presentó un pH de 6,39 lo cual le brinda mejores características organolépticas al licor de cacao.

Para la variable acidez, el licor de cacao que presentó un valor superior corresponde al método de fermentación en sacos de yute con una acidez de 1,22, seguido por el licor de cacao obtenido sin fermentación con el 1,02 y finalmente el método de fermentación en cascada con un valor de 0,90. Lo cual concuerda con lo mencionado por (Contreras, Ortiz, Graziani, & Parra, 2004), donde se evaluaron tres métodos de fermentación (caja de madera, yute y caja plástica) en granos de cacao, en el cual, el tratamiento que presenta una menor acidez es la fermentación en cajas de madera con un valor de 0,80.

Con respecto a la variable humedad, se puede observar que el método de fermentación en sacos de yute presenta una humedad más alta con un valor de 3,37%,

seguido del cacao que no pasó por un proceso de fermentación con el 3,35% y el método por cascada que presentó una humedad del 2,16%. Según la normativa INEN 623 (INEN, 1988), nos indica que la humedad máxima para el licor de cacao es del 3%, la cual se cumple en el método de fermentación por cascada.

Para la variable ceniza, se puede observar que licor de cacao al que no se le realizó un proceso de fermentación presentó un mayor porcentaje de ceniza (3,05%), seguido del método de fermentación en cascadas (2,60%) y finalmente el método en saco de yute que presentó un porcentaje de ceniza de 2,40.

Según la normativa INEN 623, el porcentaje máximo de cenizas presente en el licor de cacao no debe ser mayor a 7,5%, lo cual se cumple en el licor obtenido mediante los métodos de fermentación en estudio, y en el cacao al que no se le dio un proceso de fermentación (INEN, 1988).

Para la variable grasa, nos indica que el licor de cacao obtenido mediante la fermentación en cascada, presenta un mayor contenido de grasa (54,02%), seguido del cacao sin fermentar (52,95%) y finalmente la fermentación en sacos de yute con un valor de 45,92%.

Según lo mencionado en la normativa INEN 623, el porcentaje de grasa para que el licor de cacao sea de calidad, debe estar en el rango de 48 – 54% (INEN, 1988). El licor de cacao, es un producto que cuenta con un valor nutricional bastante alto, debido a que está constituido por una importante fuente de minerales y energía por su alto contenido de grasa (Egas, 2015).

Con respecto a la variable proteína, se puede apreciar que la fermentación en saco de yute presenta un mayor porcentaje de proteína equivalente a 14,93%, seguido del método en cascada con un valor de 13,61%, mientras que el licor de cacao sin fermentar presentó un porcentaje menor de proteína del 10,61%.

## Resultados en producto final de cacao

### *Análisis de varianza de la variable pH*

**Tabla 30**

Análisis de varianza de la variable pH obtenida del producto final de cacao

Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Intercept	1897,363	1	1897,363	2221374	0,000000
A: Variedad	0,001	1	0,001	1	0,434101
B: Porcentaje de Licor de Cacao	0,104	2	0,052	61	0,000000
C: Método de Fermentación	0,007	2	0,003	4	0,026215
AB	0,005	2	0,002	3	0,080592
AC	0,009	2	0,005	5	0,010043
BC	0,012	4	0,003	3	0,019509
ABC	0,027	4	0,007	8	0,000116
Réplica	0,003	2	0,001	2	0,206257
Error	0,029	34	0,001		

En la tabla 30 (análisis de varianza de la variable pH en producto final) se encontró diferencias significativas entre porcentaje de licor de cacao (50, 60 y 70%), método de fermentación (Cascada, Yute y Sin fermentar), interacción doble entre variedad por métodos de fermentación, variedad por el porcentaje de licor de cacao y la interacción triple de variedad, porcentaje de licor y método de fermentación, mientras que en la réplica no existió diferencia significativa.

**Análisis de varianza de la variable acidez**

**Tabla 31**

Análisis de varianza de la variable acidez obtenida del producto final de cacao

Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Intercept	59,87147	1	59,87147	24698,70	0,000000
A: Variedad	0,02407	1	0,02407	9,93	0.003387
B: Porcentaje de Licor de Cacao	0,05296	2	0,02648	10,92	0,000217
C: Método de Fermentación	0,01418	2	0,00709	2,93	0,067268
AB	0,00348	2	0,00174	0,72	0,495286
AC	0,00503	2	0,00252	1,04	0,365047
BC	0,01669	4	0,00417	1,72	0,168159
ABC	0,04706	4	0,01176	4,85	0,003322
Réplica	0,00545	2	0,00272	1,12	0,336830
Error	0,08242	34	0,00242		

En la tabla 31 (análisis de varianza de la variable acidez en producto final) se encontró diferencias significativas entre variedad (Nacional y CCN-51), porcentaje de licor de cacao (50, 60 y 70 %) y la interacción triple entre variedad, porcentaje de licor y método de fermentación, mientras que en la réplica no existió diferencia significativa.

**Análisis de varianza de la variable humedad**

**Tabla 32**

Análisis de varianza de la variable humedad obtenida del producto final de cacao

Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Intercept	74,20167	1	74,20167	13124,69	0,000000
A: Variedad	2,53500	1	2,53500	448,39	0,000000
B: Porcentaje de Licor de Cacao	5,61444	2	2,80722	496,54	0,000000
C: Método de Fermentación	0,54111	2	0,27056	47,86	0,000000
AB	3,58333	2	1,79167	316,91	0,000000
AC	0,01000	2	0,00500	0,88	0,422250
BC	0,02778	4	0,00694	1,23	0,317175
ABC	0,02333	4	0,00583	1.03	0,405046
Réplica	0,00111	2	0,00056	0,10	0,906664
Error	0,19222	34	0,00565		

En la tabla 32 (análisis de varianza de la variable humedad en producto final) se encontró diferencias significativas entre variedad (Nacional y CCN-51), porcentaje de licor de cacao (50, 60 y 70 %), método de fermentación (Cascada, Yute y Sin Fermentar) y la interacción doble entre variedad por porcentaje de licor, mientras que en la réplica no existió diferencia significativa.

**Análisis de varianza de la variable ceniza**

**Tabla 33**

Análisis de varianza de la variable ceniza obtenida del producto final de cacao

Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	GI	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Intercept	0,088979	1	0,088979	5993,740	0,000000
A: Variedad	0,000015	1	0,000015	0,978	0,329682
B: Porcentaje de Licor de Cacao	0,000142	2	0,000071	4,795	0,014639
C: Método de Fermentación	0,000082	2	0,000041	2,774	0,076545
AB	0,000538	2	0,000269	18,118	0,000004
AC	0,000036	2	0,000018	1,203	0,312892
BC	0,000644	4	0,000161	10,839	0,000009
ABC	0,000059	4	0,000015	0,997	0,422752
Réplica	0,000085	2	0,000042	2,849	0,071784
Error	0,000505	34	0,000015		

En la tabla 33 (análisis de varianza de la variable humedad en el licor de cacao) se encontró diferencias significativas entre variedad (Nacional y CCN-51), porcentaje de licor de cacao (50, 60 y 70 %), método de fermentación (Cascada, Yute y Sin Fermentar) y la interacción doble entre variedad por porcentaje de licor, mientras que en la réplica no existió diferencia significativa.

## Análisis de varianza de la variable grasa

**Tabla 34**

Análisis de varianza de la variable grasa obtenida del producto final de cacao

Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	GI	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Intercept	21740,23	1	21740,23	5993,740	0,000000
A: Variedad	13,00	1	13,00	0,978	0,000000
B: Porcentaje de Licor de Cacao	122,51	2	61,26	4,795	0,000000
C: Método de Fermentación	10,95	2	5,48	2,774	0,000000
AB	6,97	2	3,48	18,118	0,000000
AC	0,36	2	0,18	1,203	0,314620
BC	3,02	4	0,76	10,839	0,002742
ABC	1,06	4	0,27	0,997	0,159530
Réplica	0,28	2	0,14	2,849	0,403981
Error	5,12	34	0,15		

En la tabla 34 (análisis de varianza de la variable grasa en producto final) se encontró diferencias significativas entre variedad (Nacional y CCN-51), porcentaje de licor de cacao (50, 60 y 70 %), método de fermentación (Cascada, Yute y Sin Fermentar) y la interacción doble entre porcentaje de licor por método de fermentación, mientras que en la réplica no existió diferencia significativa.

## Análisis de varianza de la variable proteína

**Tabla 35**

Análisis de varianza de la variable proteína obtenida del producto final de cacao

Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	GI	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Intercept	10831,85	1	10831,85	342612,3	0,000000
A: Variedad	0,50	1	0,50	15,7	0,000356
B: Porcentaje de Licor de Cacao	1,00	2	0,50	15,8	0,000014
C: Método de Fermentación	284,96	2	142,48	4506,6	0,000000
AB	0,12	2	0,06	1,9	0,160855
AC	1,34	2	0,67	21,2	0,000001
BC	0,12	4	0,03	0,9	0,462685
ABC	0,15	4	0,04	1,2	0,339481
Réplica	0,17	2	0,09	2,7	0,081972
Error	1,07	34	0,03		

En la tabla 35 (análisis de varianza de la variable proteína en producto final) se encontró diferencias significativas entre variedad (Nacional y CCN-51), porcentaje de licor de cacao (50, 60 y 70 %), método de fermentación (Cascada, Yute y Sin Fermentar) y la interacción doble entre variedad por método de fermentación, mientras que en la réplica no existió diferencia significativa.

## Análisis de varianza del análisis microbiológico

**Tabla 36**

Análisis de varianza del análisis microbiológico obtenida del producto final de cacao

Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Intercept	2,394670E+15	1	2,394670E+15	6726,559	0,000000
A: Variedad	2,055967E+15	1	2,055967E+15	5775,154	0,000000
B: Porcentaje de Licor de Cacao	2,921468E+15	2	1,460734E+15	4103,160	0,000000
C: Método de Fermentación	3,132176E+15	2	1,566088E+15	4399,097	0,000000
AB	2,886819E+15	2	1,443410E+15	4057,497	0,000000
AC	2,932860E+15	2	1,466430E+15	4119,161	0,000000
BC	6,907516E+15	4	1,726879E+15	4850,754	0,000000
ABC	6,434716E+15	4	1,608679E+15	4518,734	0,000000
Réplica	1,402593E+15	2	7,012963E+11	1,970	0,155066
Error	1,210407E+13	34	3,560022E+11		

En la tabla 36 (análisis de varianza del análisis microbiológico en producto final) se encontró diferencias significativas entre variedad (Nacional y CCN-51), porcentaje de licor de cacao (50, 60 y 70 %), método de fermentación (Cascada, Yute y Sin Fermentar); la interacción doble entre variedad por porcentaje de licor; variedad por método de fermentación; porcentaje de licor por método de fermentación y la interacción triple variedad, porcentaje de licor de cacao y método de fermentación.

## Resultados del estudio de las variedades de cacao (Factor A) obtenidas del producto final

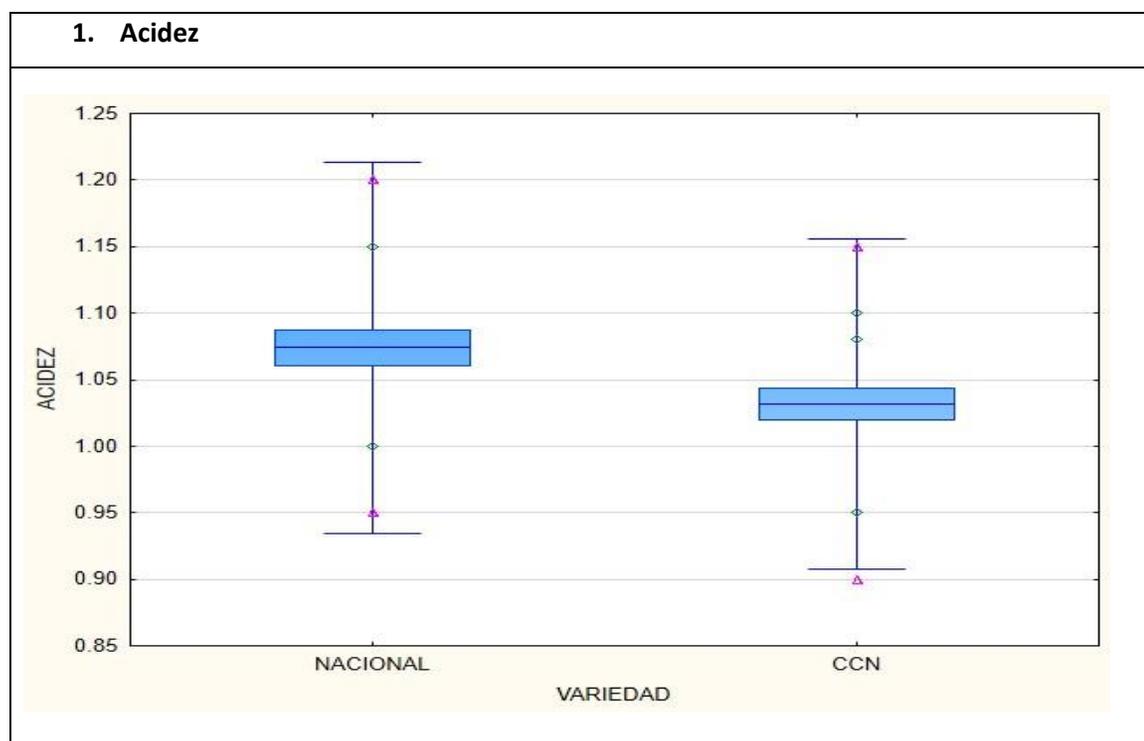
**Tabla 37**

Resultados del Análisis Tukey ( $P>0,05$ ) para las variedades de cacao (Factor A)

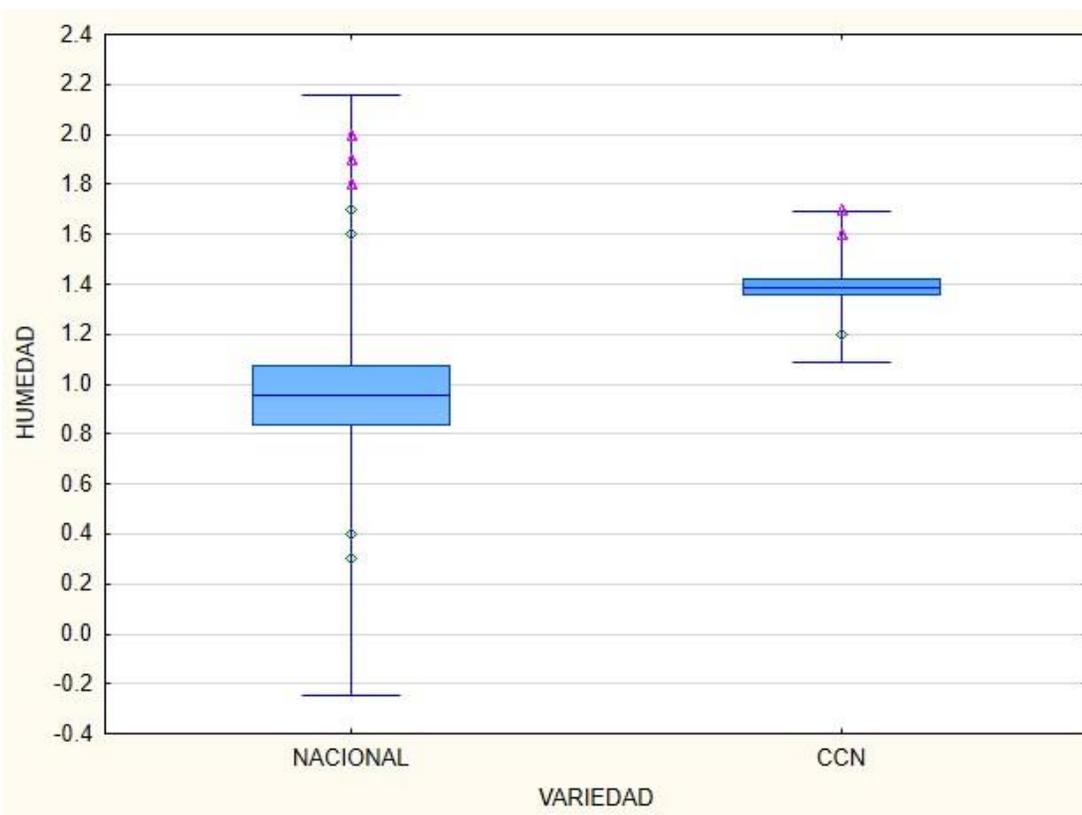
Factor A	pH	Acidez	Humedad	Ceniza
CCN-51	5.930± 0.051 (A)	1.031±0.062 (A)	1.388±0.150 (B)	0.041±0.006(B)
Nacional	5.924±0.069 (A)	1.074±0.069 (B)	0.955±0.601 (A)	0.040±0.006(A)
	Grasa	Proteína	UFC	
CCN-51	19.574± 1.910 (A)	14.259±2.200 (B)	488889±675012(A)	
Nacional	20.556±1.459 (B)	14.067±2.504 (A)	12829630±31143104(B)	

**Figura 8**

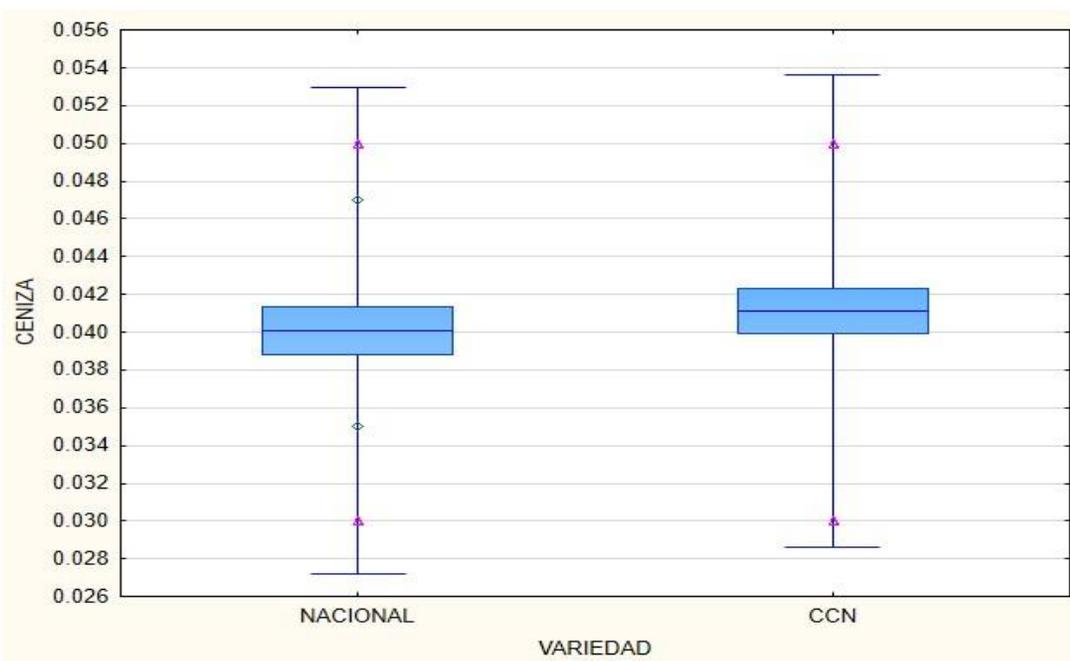
Efecto del estudio de las variedades de cacao (Factor A) frente a las variables evaluadas en producto final

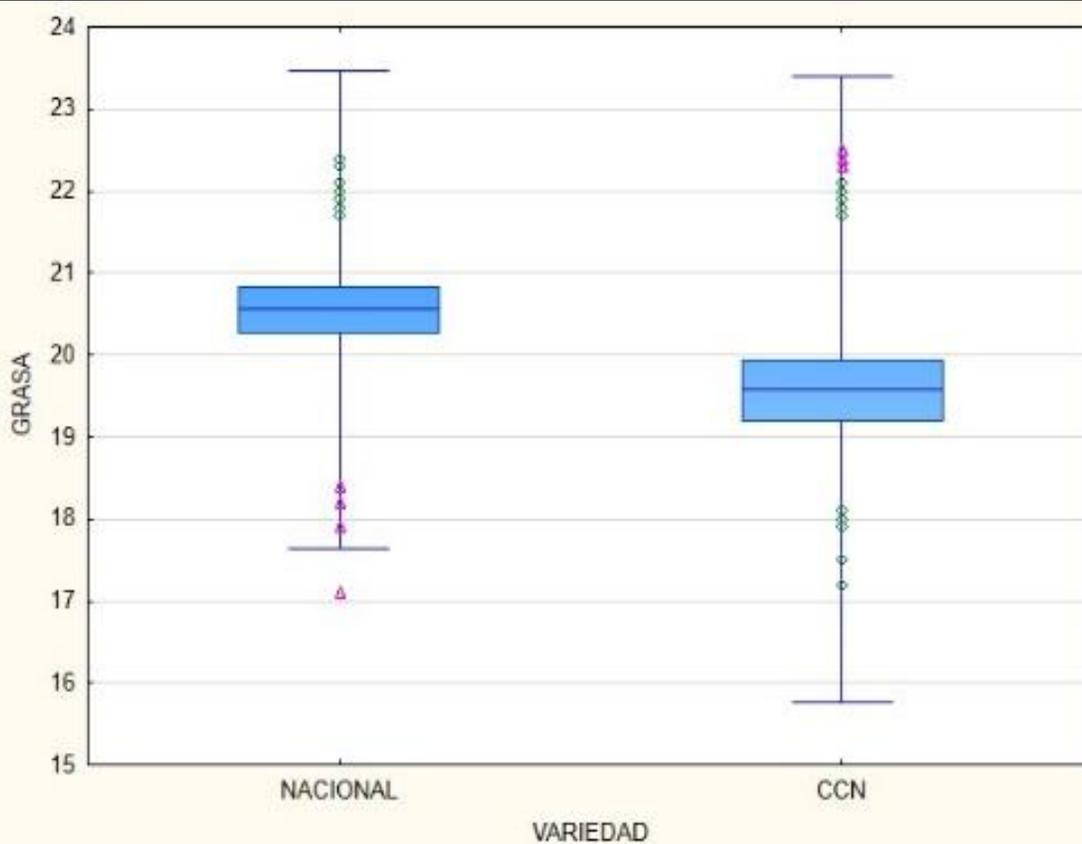
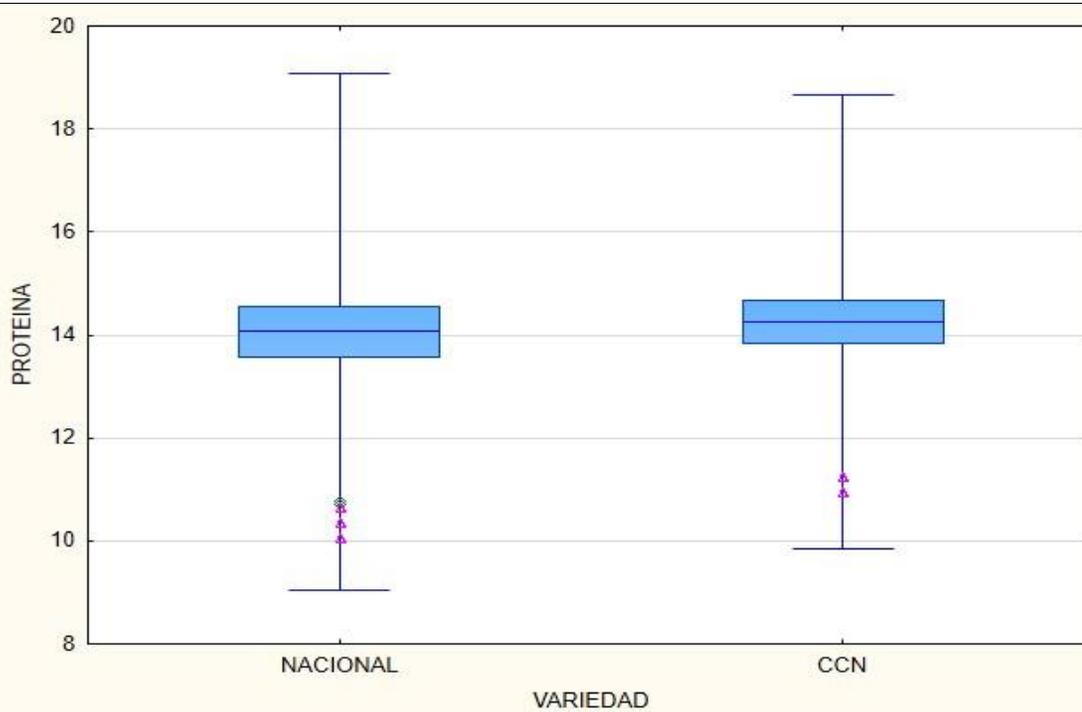


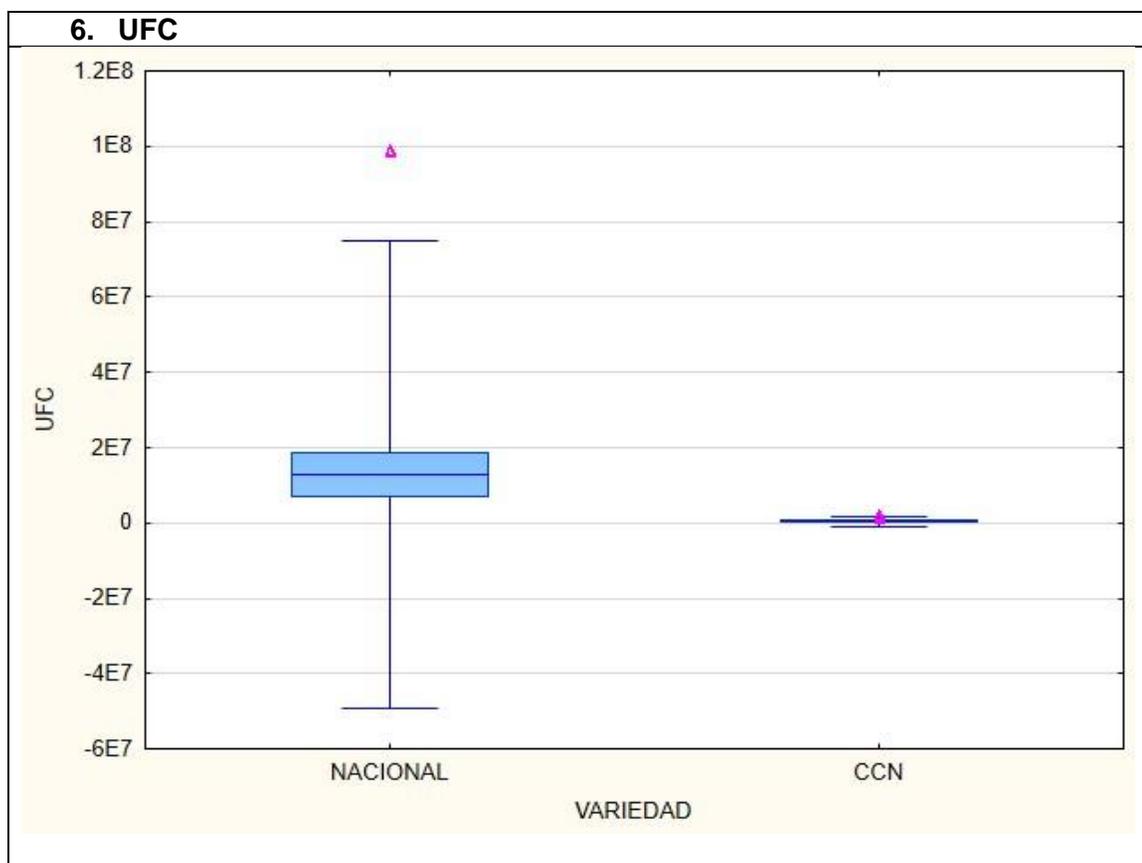
## 2. Humedad



## 3. Ceniza



**4. Grasa****5. Proteína**



En la figura 8 se indica los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del licor de cacao (producto final), obtenido de 2 variedades (Nacional y CCN-51) en donde el cacao Nacional presenta una mayor acidez y mayor porcentaje de grasa, mientras que el cacao CCN-51 presenta una mayor humedad y proteína.

(Almeida, 2019) menciona que las almendras provenientes del cacao CCN-51 son menos porosas con 0.54% a comparación que del cacao Nacional que presenta el 0.64% de porosidad reflejándose en la variable humedad puesto que el cacao Nacional presenta menor humedad ya que al fermentarse el cacao se volatilizan ciertos ácidos y fenoles que provocan que este genere un mejor sabor debido a las reacciones fenólicas que son producto de la fermentación, lo cual también es reflejado debido a una mayor cantidad de UFC que son las que realizan y mejoran el proceso principalmente las bacterias del género *Acetobacter*.

**Resultados del estudio de los porcentajes de cacao (Factor B) obtenidas del producto final**

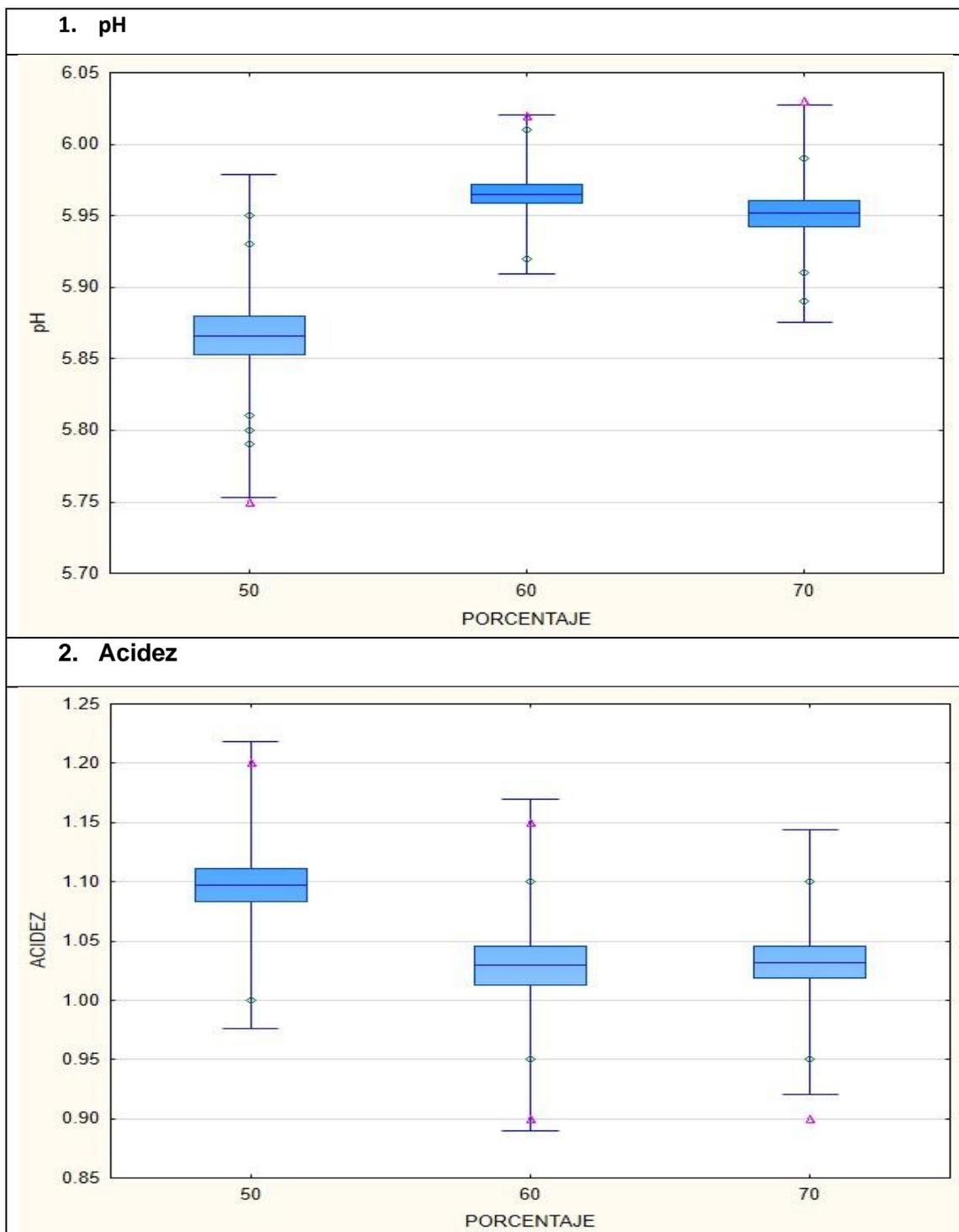
**Tabla 38**

Resultados del Análisis Tukey ( $P > 0,05$ ) para los porcentajes de licor de cacao (Factor B)

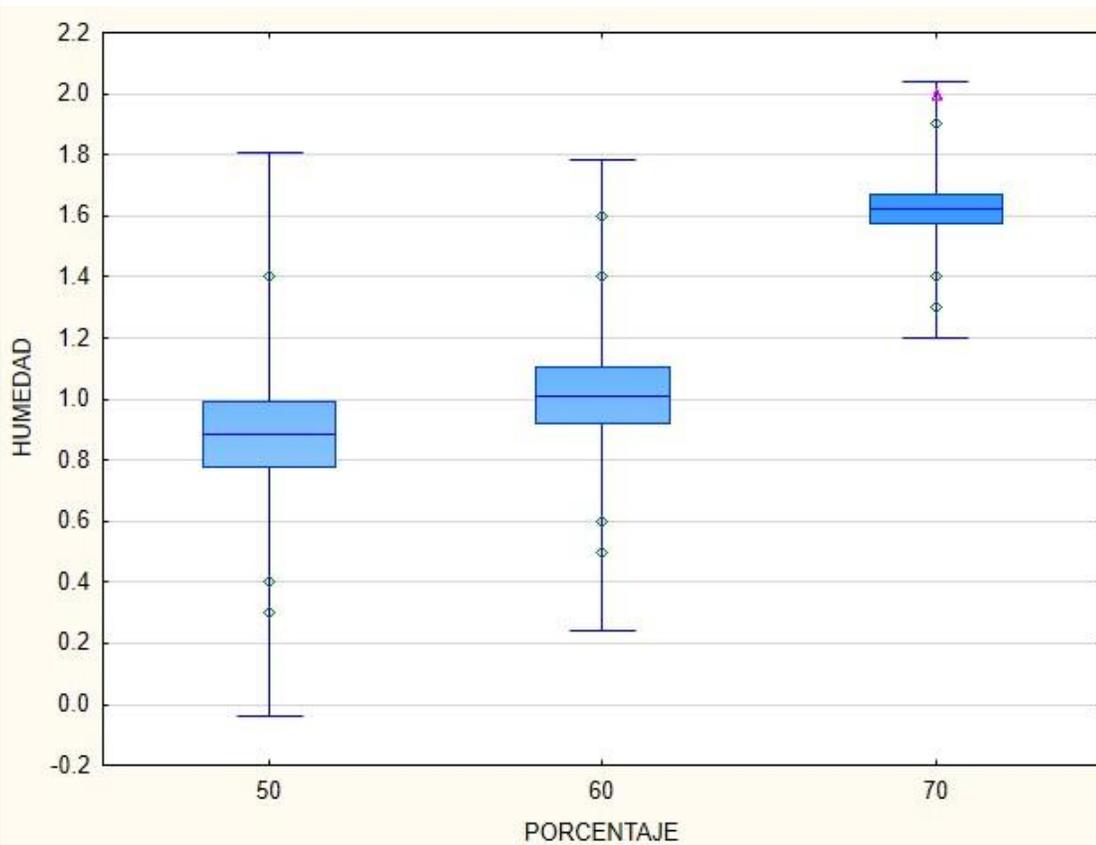
Factor B	pH	Acidez	Humedad	Ceniza
50	5.866± 0.056 (A)	1.097±0.060 (B)	0.883±0.461 (A)	0.039±0.005 (A)
60	5.965±0.027 (B)	1.029±0.069 (A)	1.011±0.386 (B)	0.042±0.006(B)
70	5.951±0.037 (B)	1.032±0.055 (A)	1.622±0.210 (C)	0.039±0.006(A)
	Grasa	Proteína	UFC	
50	18.433± 1.072 (A)	13.971±2.374 (A)	2555556±3840683 (B)	
60	19.694±1.088 (B)	14.274±2.402 (B)	16988889±37657854 (C)	
70	22.067±0.252 (C)	14.244±2.357 (B)	433333 ±534680 (A)	

**Figura 9**

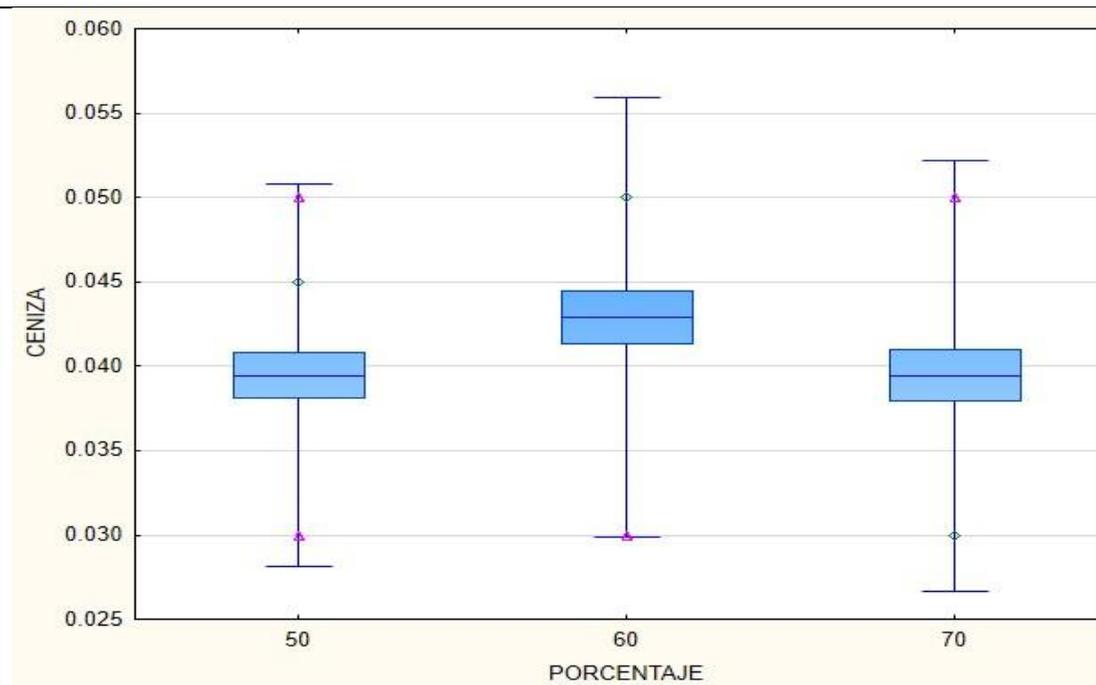
Efecto del estudio de Los porcentajes de cacao (Factor B) frente a las variables evaluadas



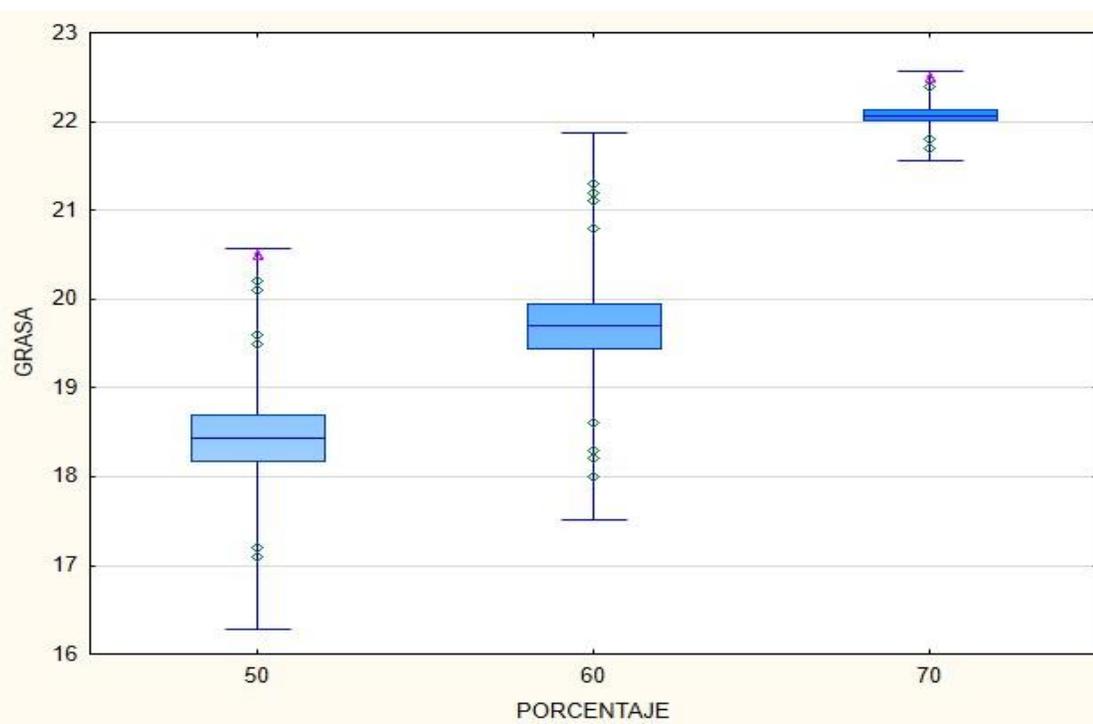
### 3. Humedad



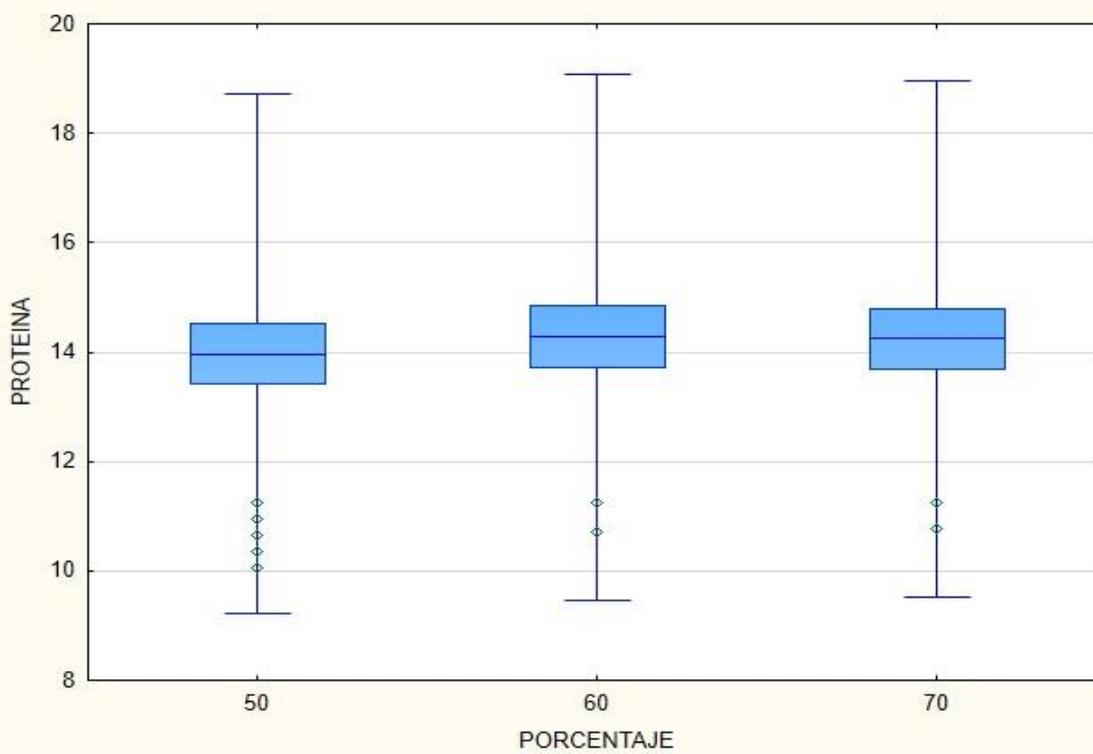
### 4. Ceniza

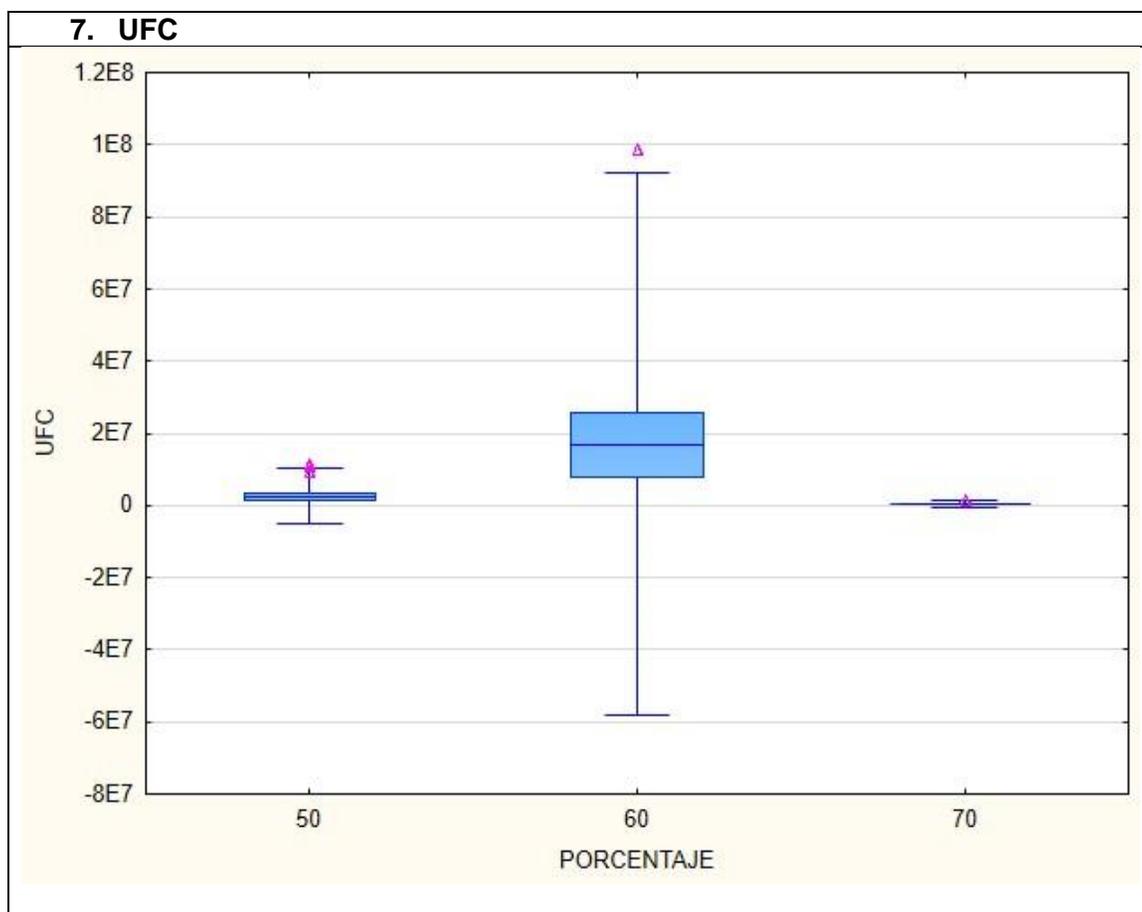


### 5. Grasa



### 6. Proteína





En la figura 9 se indica las variables fisicoquímicas del licor de cacao aplicando diferentes porcentajes de licor de cacao en donde la acidez es mayor en un porcentaje de 50% con un valor de 1,09 mientras que la grasa aumenta en un porcentaje de 70%, al igual que la humedad, pH y proteína en donde este tratamiento presenta los mejores resultados.

Según la normativa NTE INEN 620 (INEN, 2017), menciona que El pH sugerido para que el cacao en polvo natural sea de calidad, se debe encontrar entre el rango de 5,2 a 6,5, lo cual se cumple en los tres porcentajes de cacao evaluados.

Según la normativa INEN (INEN, 1988), indica que el rango establecido para la humedad en pasta de cacao tiene como valor máximo un 3%, ninguno de los tratamientos en estudio superó dicho valor.

El contenido graso fue mayor en chocolates elaborados con el 70% de cacao con un valor equivalente al 22,06%, seguido del tratamiento al 60% de cacao con u

valor de 19,69% y finalmente el tratamiento al 50% fue el que presentó un menor contenido de grasa con un valor de 18,43%. En vista de la poca información existente se utilizó como referencia la normativa INEN 623 (INEN, 1988), la cual sugiere que el rango adecuado para el contenido de grasa en licor de cacao es de 48 a 54% , datos bastantes elevados en comparación con los resultados obtenidos, debido a que el licor de cacao, al no presentar aditivos posee un mayor porcentaje de grasa.

### Resultados del estudio de los métodos de fermentación (Factor C) frente a las variables evaluadas

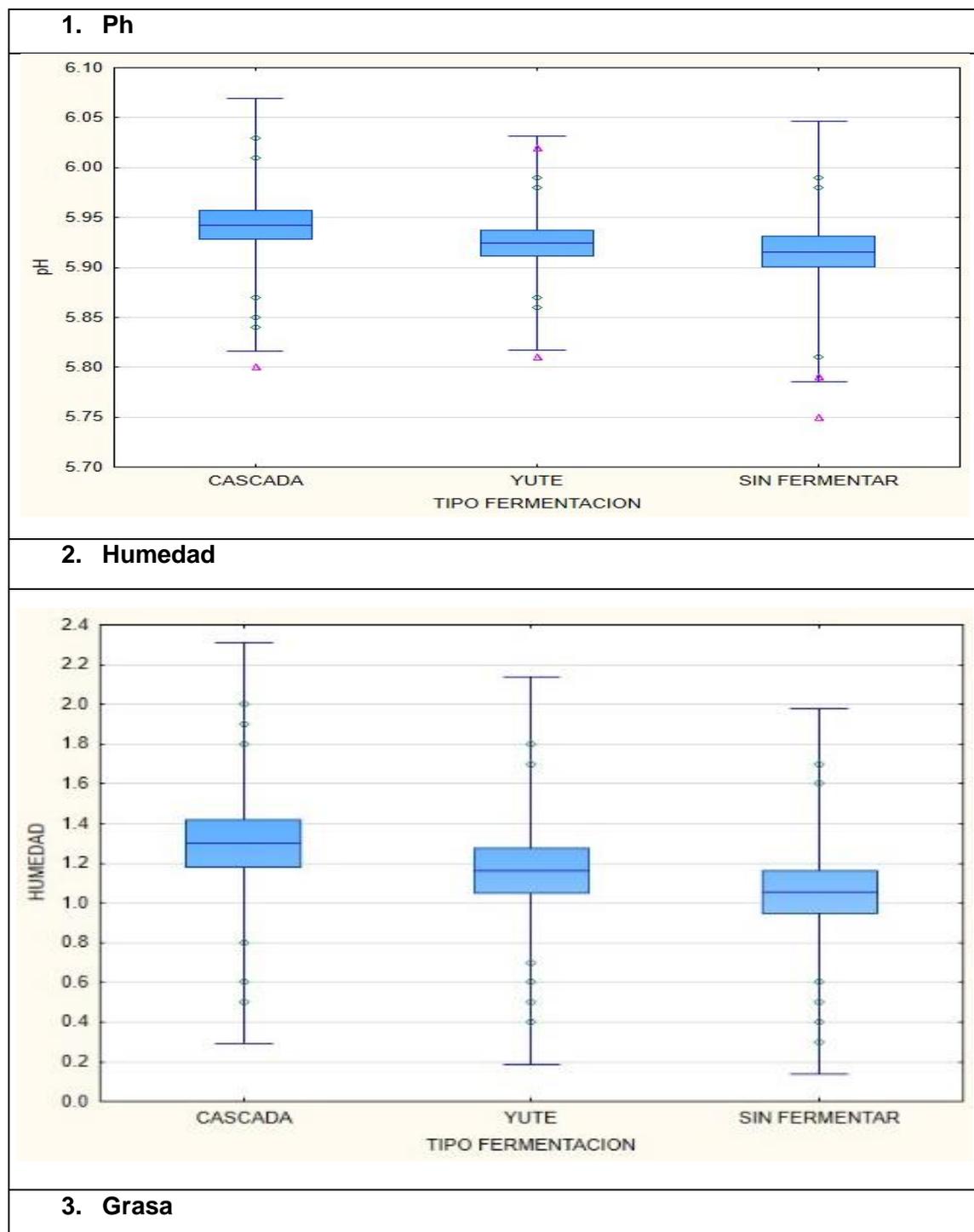
**Tabla 39**

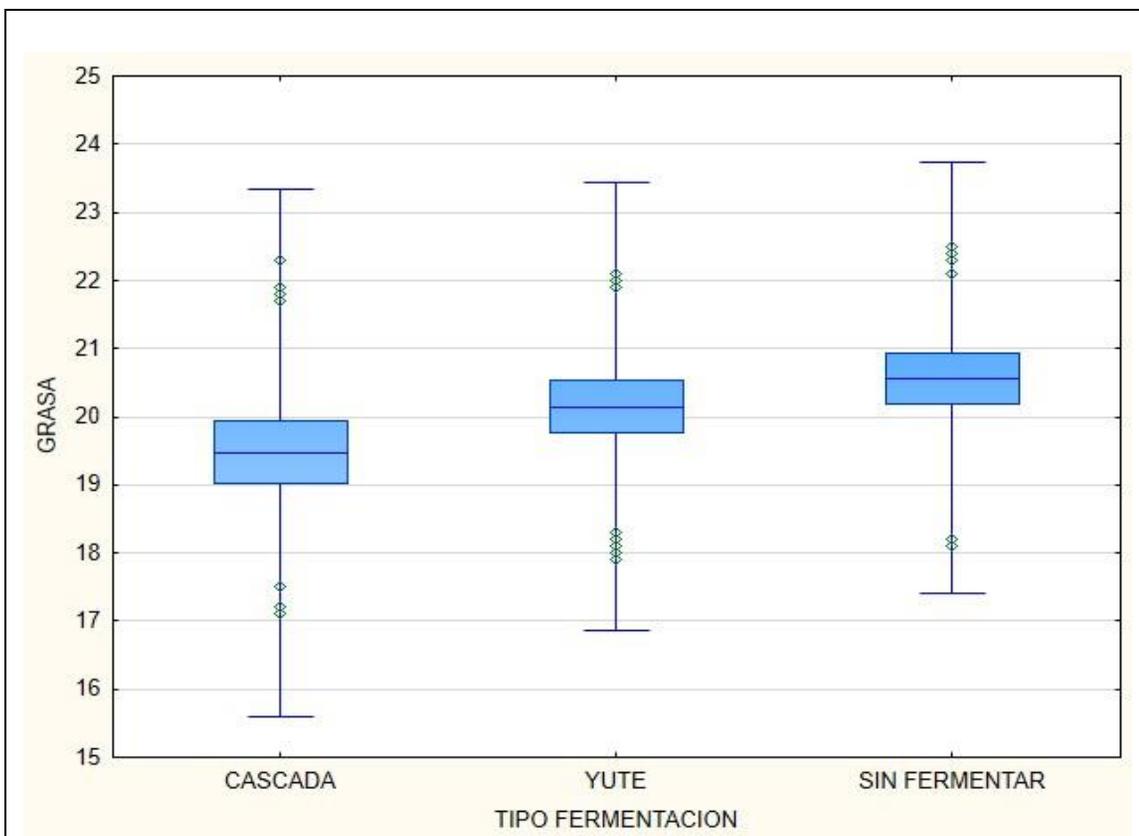
Resultados del Análisis Tukey ( $P>0,05$ ) para los métodos de fermentación del licor de cacao (Factor C)

Factor C	pH	Acidez	Humedad	Ceniza
Cascada	5.942± 0.063 (B)	1.030±0.062 (A)	1.300±0.505 (C)	0.042±0.007 (A)
Yute	5.924±0.053 (AB)	1.060±0.069 (A)	1.161±0.487 (B)	0.038±0.005 (A)
Sin fermentar	5.915±0.065 (A)	1.068±0.072 (A)	1.055±0.460 (A)	0.041±0.005 (A)
	Grasa	Proteína	UFC	
Cascada	19.478± 1.936 (A)	10.914±0.357 (A)	1983333±3925070 (B)	
Yute	20.144±1.644 (B)	15.785±0.171 (B)	17400000 ±37479218 (C)	
Sin fermentar	20.572±1.582 (C)	15.789±0.325 (B)	594444±811297 (A)	

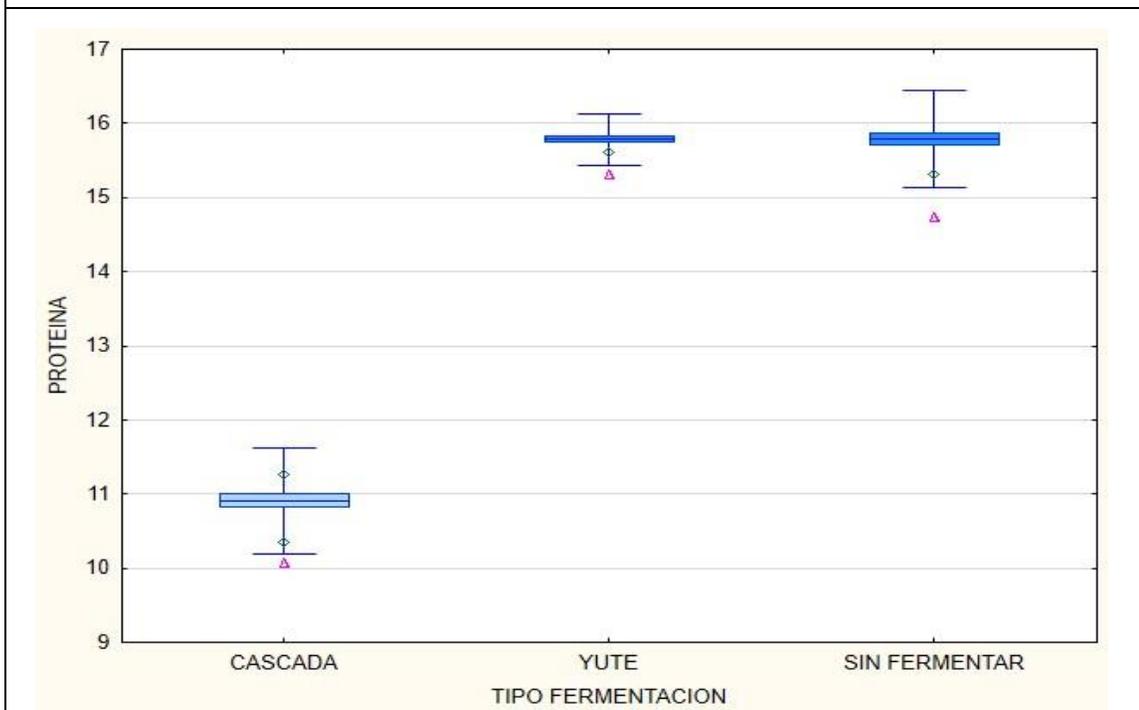
**Figura 10**

Efecto del estudio de los métodos de fermentación (Factor C) frente a las variables evaluadas

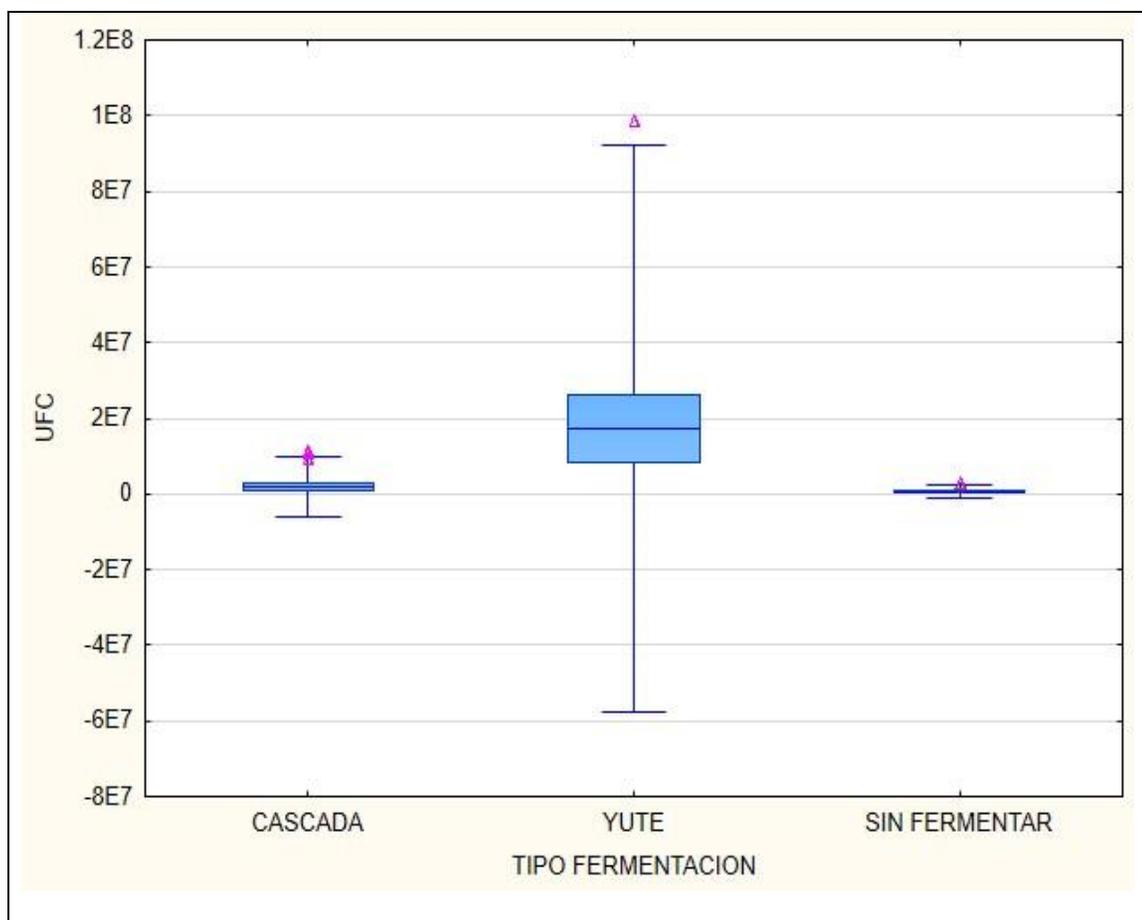




#### 4. Proteína



#### 5. UFC



En la figura 10 se indica los factores físicos químicos y microbiológicos del licor de cacao obtenido a partir de diferentes métodos de fermentación en donde no existen diferencias en cuanto a la acidez y ceniza, la variable grasa posee un mayor porcentaje en un sistema sin fermentar y la humedad es superior en un sistema de cascada con un valor de 1.30, sin embargo, los porcentajes de proteína son menores con 10.91.

(Palacios, 2008) indica que durante el secado la humedad puede descender hasta en un 7% y mientras exista humedad se siguen formando reacciones bioquímicas que generan sabores amargos y astringentes. Sin embargo, las almendras que se obtienen de un cacao sin fermentar son en su mayoría violetas puesto que estas no poseen una adecuada fermentación ya que no alcanzan temperaturas adecuadas con lo cual el embrión no muere y este se torna violeta.

En la investigación realizada por (Tafurt, Suarez, Lares, Alvarez, & Liconte, 2021), indica un valor de 16,21% de proteína, y menciona que el alto contenido de esta en el chocolate se debe a que, las almendras de cacao no pasaron por un proceso de

fermentación, en el cual las proteínas disminuyen su porcentaje debido a las reacciones bioquímicas en el interior de la almendra, reacciones que son causadas por acción microbiana

### Resultados del estudio de la interacción A\*B\*C

**Tabla 40**

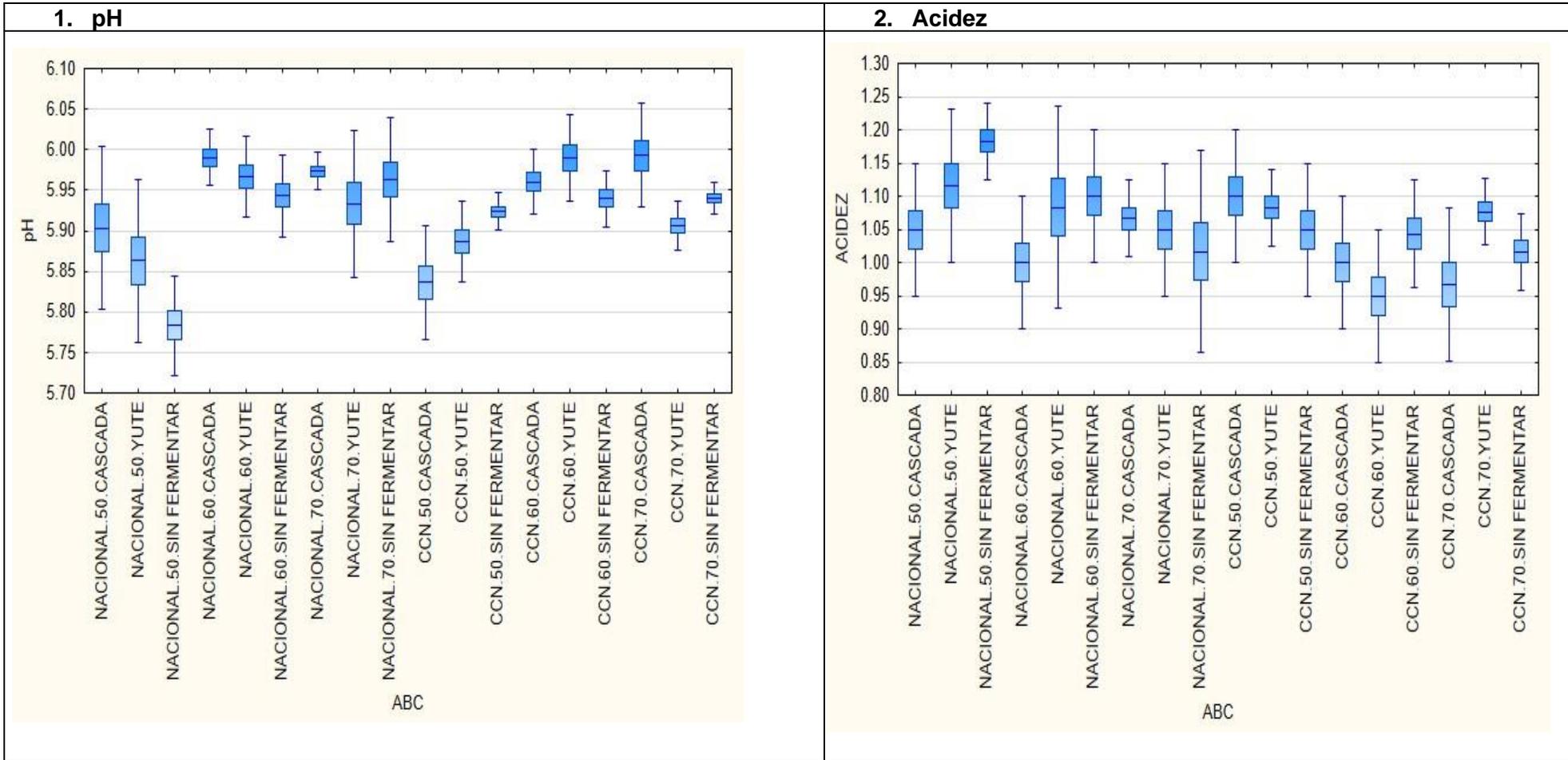
Resultados del Análisis Tukey (P>0,05) para la interacción A\*B\*C

Factor A*B*C	pH	Acidez	Humedad	Ceniza	Grasa	Proteína	UFC
Nacional*50*Cascada	5.903±0.050 (BCDE)	1.050±0.050 (ABC)	0.567±0.058 (BC)	0.037±0.006 (AB)	17.800±0.656 (AB)	10.362±0.292 (A)	10433333±1026320 (C)
Nacional*50*Sin Fermentar	5.783±0.031 (A)	1.183±0.029 (C)	0.333±0.058 (A)	0.037±0.006 (AB)	19.733±0.321 (CD)	15.323±0.584 (C)	1033333±550757 (A)
Nacional*50*Yute	5.863±0.050 (ABC)	1.117±0.058 (BC)	0.433±0.058 (AB)	0.035±0.005 (AB)	19.633±1.250 (CD)	15.761±0.146 (CD)	3066667±1594783 (B)
Nacional*60*Cascada	5.990± 0.017 (EF)	1.000±0.050 (AB)	0.733 ± 0.115 (C)	0.049±0.002 (C)	19.867± 0.115 (D)	10.710± 0.010 (AB)	0±0(A)
Nacional*60*Sin Fermentar	5.943±0.025 (CDEF)	1.100±0.050 (ABC)	0.600±0.100 (BC)	0.037±0.006 (AB)	21.200±0.100 (EF)	15.913±0.006 (D)	1400000±1352775 (AB)
Nacional*60*Yute	5.967±0.025 (DEF)	1.083±0.076 (ABC)	0.633±0.058 (BC)	0.037±0.006 (AB)	20.567±0.252 (DE)	15.920±0.010 (D)	9880000±100000 (D)
Nacional*70*Cascada	5.973± 0.012 (DEF)	1.067±0.029 (ABC)	1.900± 0.100 (I)	0.040±0.000 (ABC)	21.933±0.321 (FG)	10.770±0.010 (AB)	733333± 251661 (A)
Nacional*70*Sin Fermentar	5.963±0.038 (DEF)	1.017±0.076 (AB)	1.633±0.058 (GH)	0.050±0.000 (C)	22.267±0.153 (FG)	15.920±0.000 (D)	0±0(A)

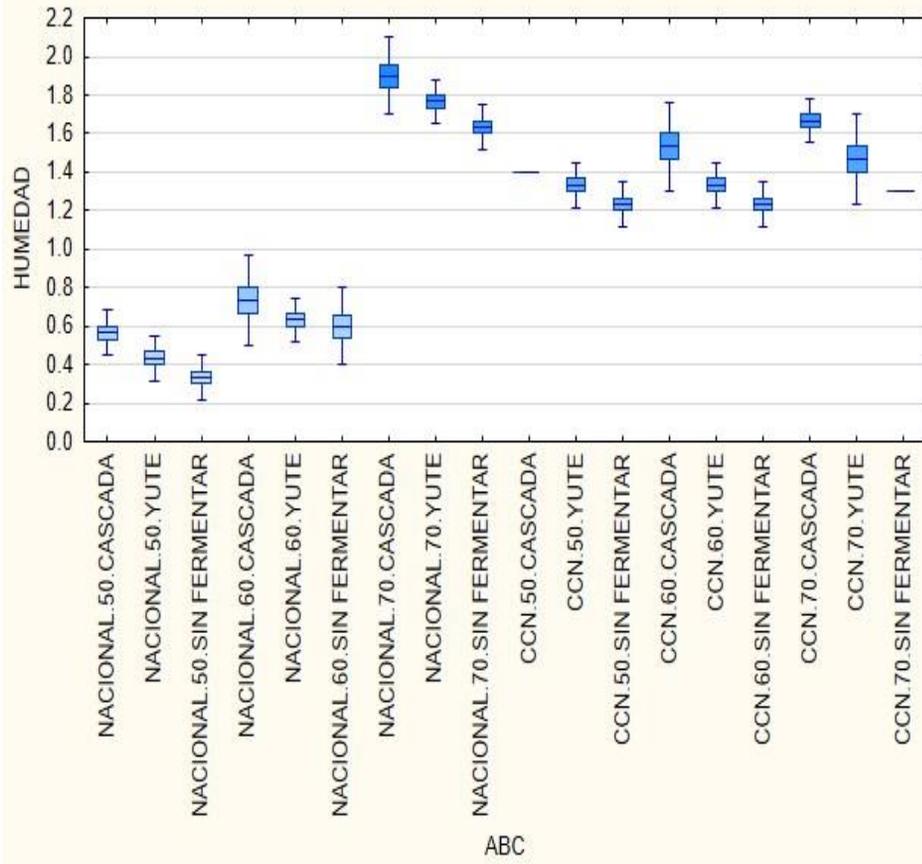
Factor A*B*C	pH	Acidez	Humedad	Ceniza	Grasa	Proteína	UFC
Nacional*70*Yute	5.933±0.045 (CDEF)	1.050±0.050 (ABC)	1.767±0.058 (HI)	0.040±0.000 (ABC)	22.000±0.100 (FG)	15.923±0.006 (D)	0±0(A)
CCN-51*50*Cascada	5.837 ±0.035 (AB)	1.100±0.050 (ABC)	1.400±0.000 (DEF)	0.045±0.005 (BC)	17.300±0.173 (A)	11.141±0.169 (B)	0±0(A)
CCN-51*50* Sin Fermentar	5.923±0.012 (BCDEF)	1.050±0.050 (ABC)	1.233±0.058 (D)	0.040±0.000 (ABC)	18.133 ±0.058 (AB)	15.717±0.341 (CD)	0±0(A)
CCN-51*50*Yute	5.887±0.025 (BCD)	1.083±0.029 (ABC)	1.333±0.058 (DEF)	0.043±0.006 (BC)	18.000±0.100 (AB)	15.523±0.173 (CD)	800000±556776 (A)
CCN-51*60*Cascada	5.960± 0.020 (DEF)	1.000±0.050 (AB)	1.533± 0.115 (FG)	0.050±0.000 (C)	18.167± 0.153 (AB)	11.250± 0.010 (B)	0±0(A)
CCN-51*60*Sin Fermentar	5.940±0.017 (CDEF)	1.043±0.040 (ABC)	1.233±0.058 (D)	0.043±0.006 (BC)	19.700±0.346 (CD)	15.943±0.006 (D)	0±0(A)
CCN-51*60*Yute	5.990±0.026 (EF)	0.950±0.050 (A)	1.333±0.058 (DEF)	0.042±0.003 (ABC)	18.667±0.404 (BC)	15.907±0.006 (D)	1733333±351188 (AB)
CCN-51*70*Cascada	5.993± 0.032 (F)	0.967±0.058 (AB)	1.667± 0.058 (GH)	0.030±0.000 (A)	21.800± 0.100 (FG)	11.253± 0.006 (B)	733333± 585947 (A)
CCN-51*70*Sin Fermentar	5.940±0.010 (CDEF)	1.017±0.029 (AB)	1.300 ±0.000 (DE)	0.040±0.000 (ABC)	22.400±0.100 (G)	15.920±0.010 (D)	1133333 ±416333 (A)
CCN-51*70*Yute	5.907±0.015 (BCDEF)	1.077±0.025 (ABC)	1.467±0.115 (EFG)	0.037±0.006 (AB)	22.000±0.100 (FG)	15.677±0.006 (CD)	0±0(A)

Figura 11

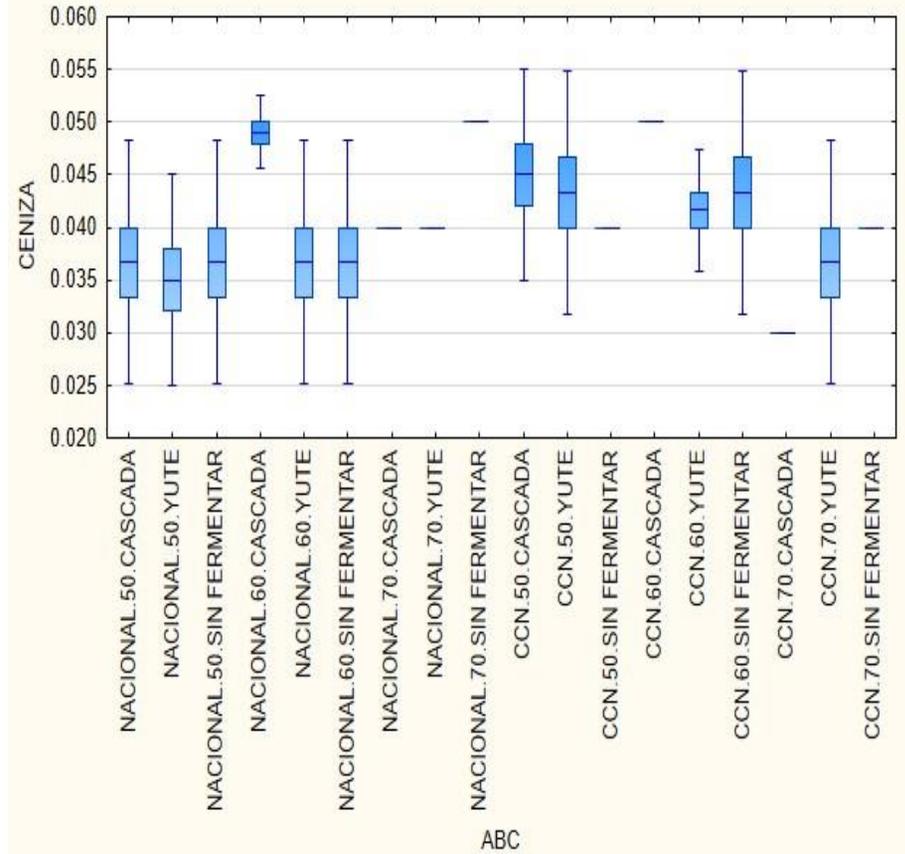
Efecto del estudio de la interacción A\*B\*C frente a las variables evaluadas en el licor de cacao (Producto final)



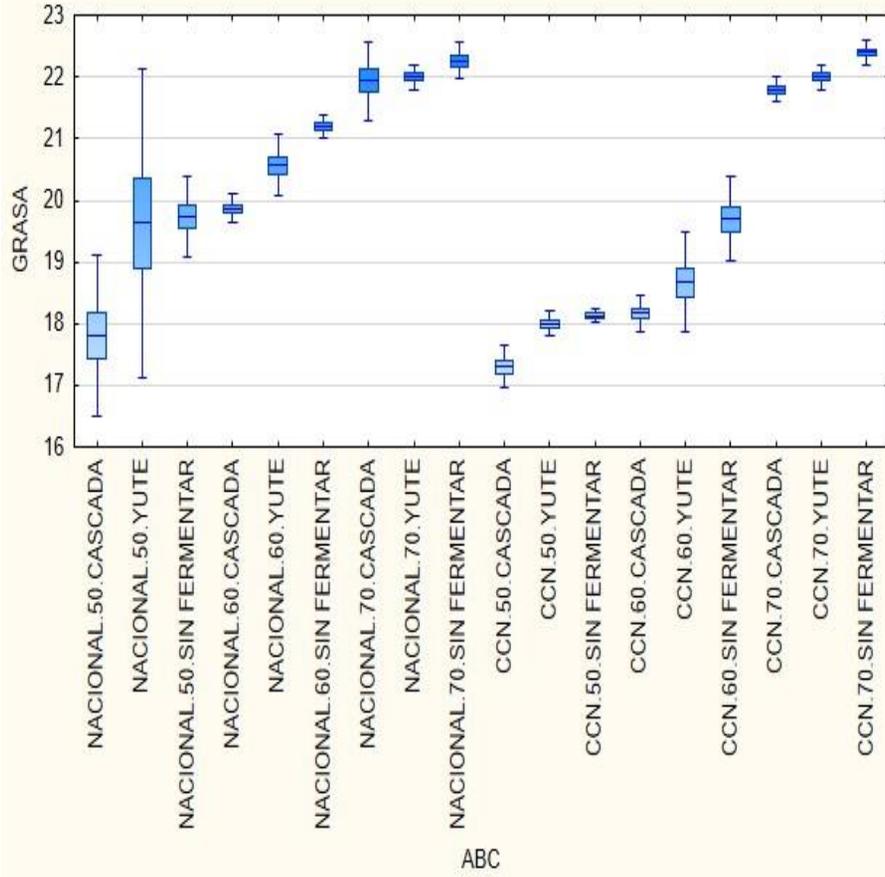
### 3. Humedad



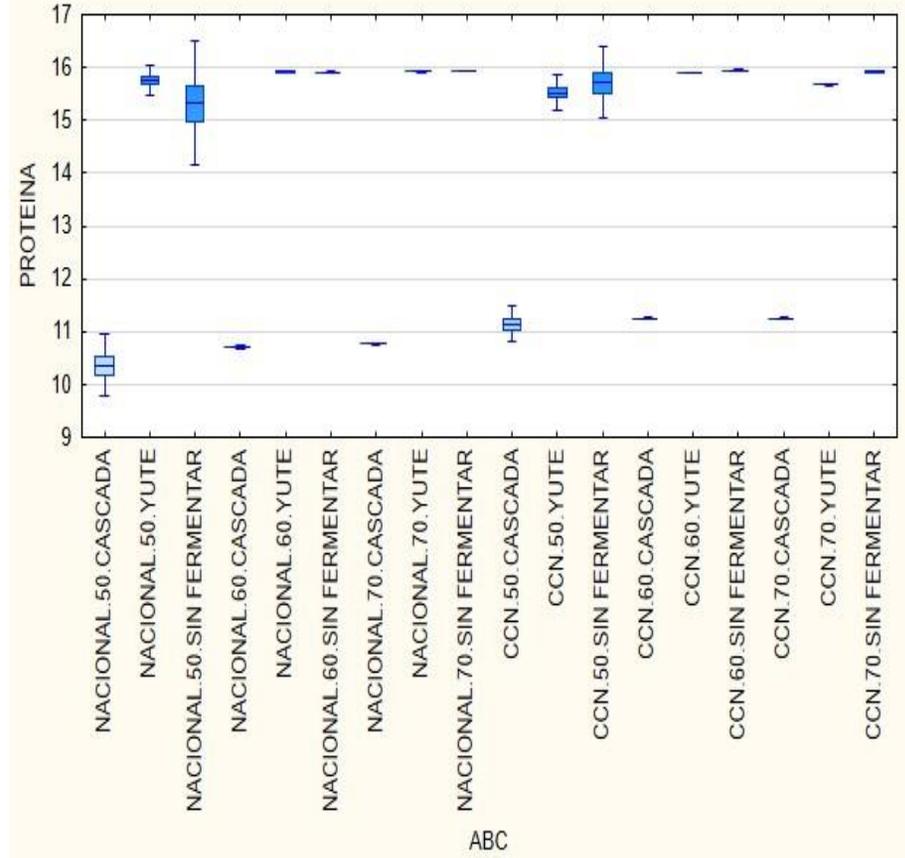
### 4. Ceniza

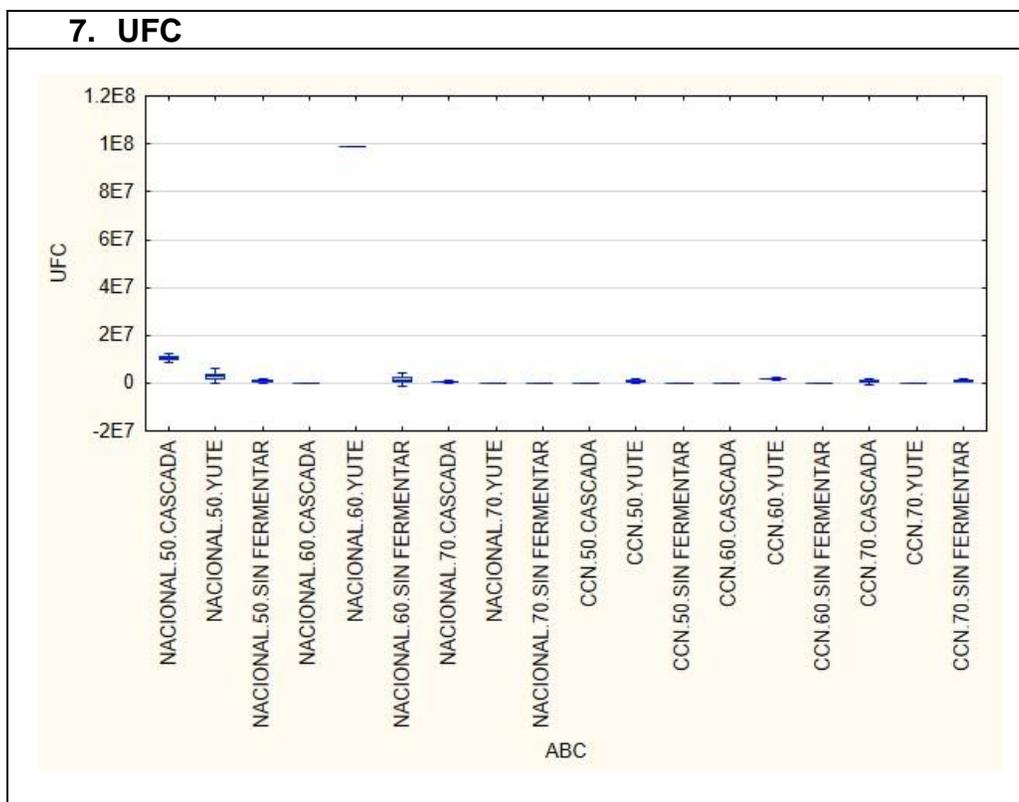


### 5. Grasa



### 6. Proteína





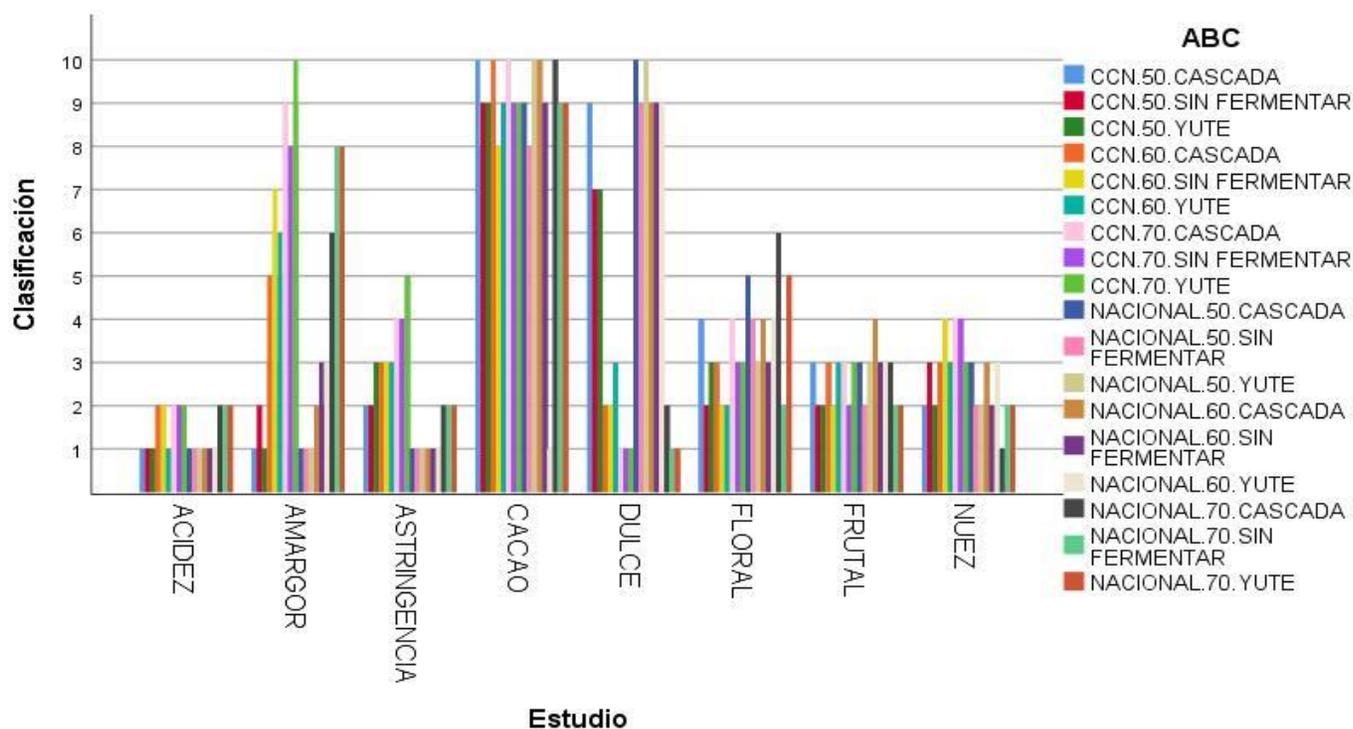
En la figura 14 se indica una influencia entre el sistema de fermentación y el porcentaje de cacao a utilizar en donde el licor proveniente de cacao CCN51 presenta una mayor acidez siendo esta de 1.031 y a su vez el cacao nacional presenta una mayor cantidad de grasa con una diferencia de 0.98% respecto al cacao CCN51.

El método de fermentación debe ser el adecuado y este es seleccionado acorde a las condiciones climáticas en donde se encuentran, para la zona de Santo Domingo de los Tsáchilas se aconseja el sistema de cascada puesto que según (Almeida, 2019) este sistema es aconsejable para las zona humedad y con bajas horas solares, con lo cual la fermentación con este método presentó las mejores características con el 50% de cacao y con variedad nacional en donde este tiene una menor acidez siendo esta de 1.050, lo cual según (Ventura, 2014) manifiesta que por medio de la fermentación se produce el ácido acético el cual penetra el grano y esto provoca una reacción entre proteínas dando un sabor más intenso a chocolate mejorando las características del producto, lo cual es reflejado por la humedad en donde esta es de 0.56 y una proteína de 10.36 con lo cual indica que este presenta las mejores condiciones para obtener un mejor producto.

## Resultados del estudio de análisis sensorial

**Figura 12**

Resultado del análisis sensorial en el licor de cacao (Producto final)



En la figura 15 se observa los resultados obtenidos del análisis sensorial en chocolates mediante el uso de dos variedades de cacao; CCN-51 Y Nacional, con los métodos de fermentación en cascada, saco de yute y sin fermentar, y tres porcentajes de cacao; 50, 60 y 70%.

Con respecto a la acidez, tanto en la variedad CCN-51 como en la nacional, se observó que los chocolates procedentes del método de fermentación en sacos de yute y sin fermentar, con porcentajes de 60 y 70% respectivamente, presentaron una mayor acidez con un valor de 2/10 lo cual según (Burgos, Almonte, Cardena, Caspersen, & Marin, 2018), catalogan esta intensidad como excelente ya que se percibe una acidez cítrica o frutal.

El chocolate que resaltó la característica de amargor, fue el obtenido de la variedad CCN-51, mediante un proceso de fermentación en sacos de yute y con un porcentaje del 70% de cacao, La cual según lo mencionado por (Burgos, Almonte, Cardena, Caspersen, & Marin, 2018), se define como un amargor extremo y de pésima calidad.

El sabor a cacao fue bien notorio en todos los tratamientos. Todas las características sensoriales están relacionadas al pH, razón por la cual los chocolates obtenidos con un pH más ácido, entre sus características sensoriales se encuentran presente, la acidez, amargor y astringencia, mientras que para los chocolates con pH más elevado ( $>6$ ) ya sea por el método de fermentación o el porcentaje de cacao utilizado, presentan características que se buscan en un chocolate de calidad, como lo son: el sabor a cacao, dulce, floral, frutal y nuez. (Solorzano, Amores, Jimenez, Nicklin, & Barzola, 2015)menciona que la falta de un correcto proceso de fermentación interviene significativamente en la aparición de las características no deseables en el chocolate, también indica que un control exhaustivo en la fermentación, así como el uso de al menos 5 repeticiones puede ayudar a obtener un resultado más acertado.

## Balance de material

Figura 13

Diagrama de flujo de la obtención de las almendras de cacao

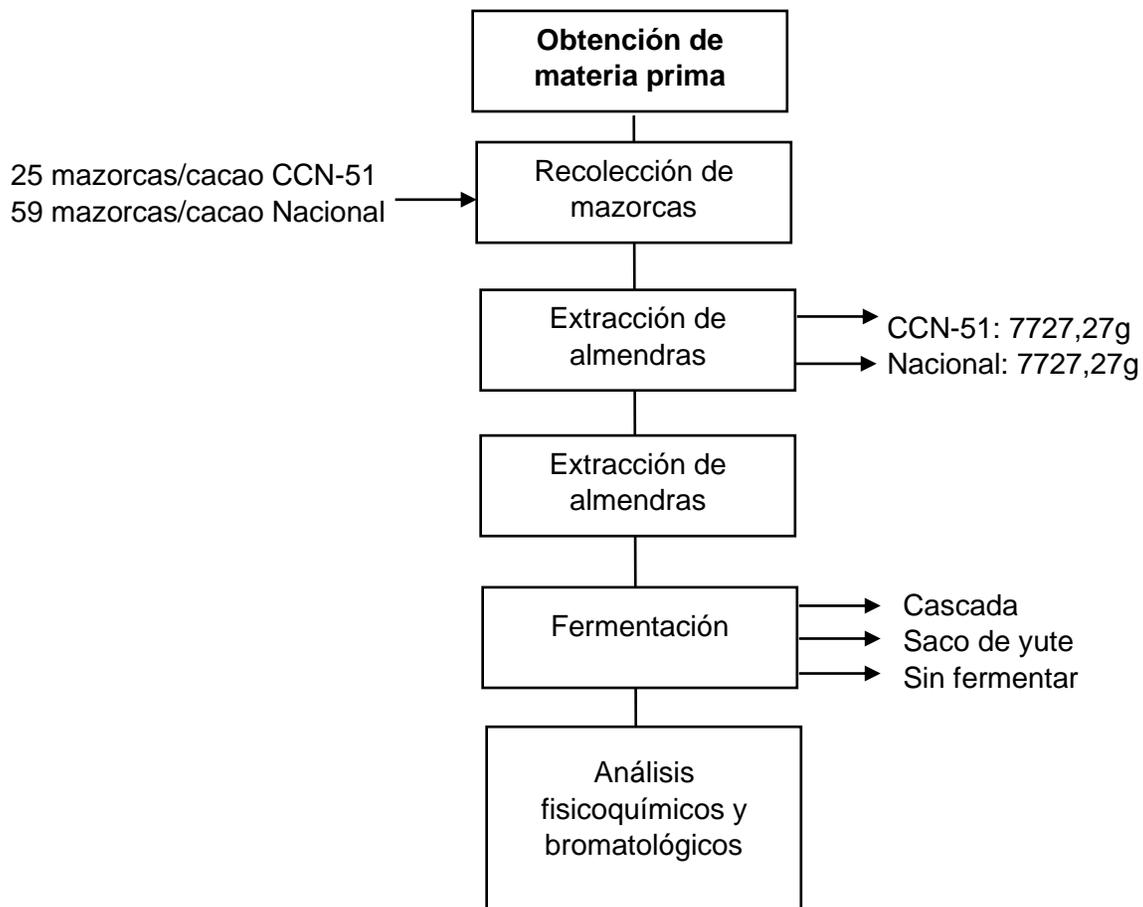


Figura 14

Diagrama de flujo de la obtención de chocolates mediante el método de fermentación en cascada, con el 60% de licor de cacao

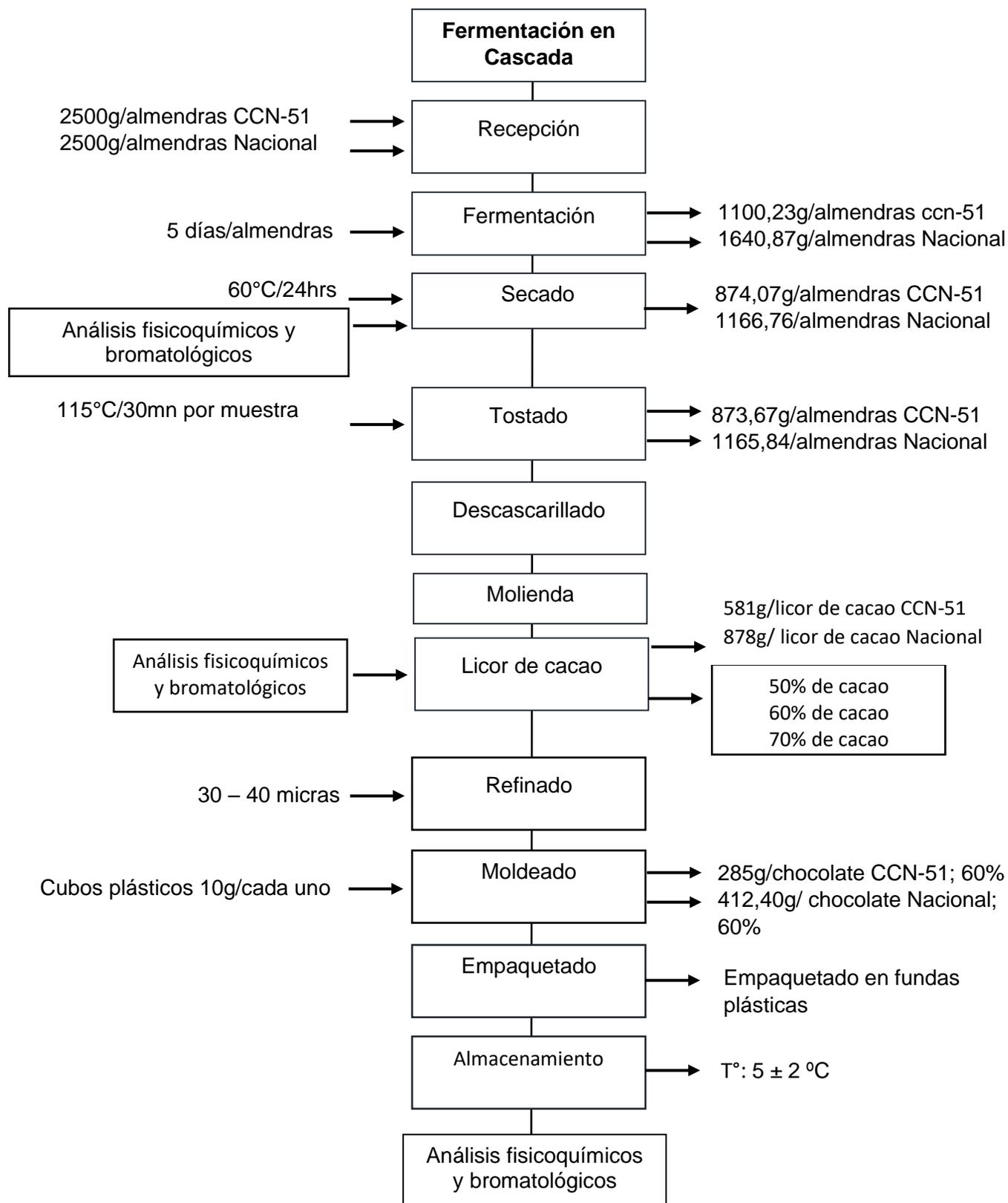


Figura 15

Diagrama de flujo de la obtención de chocolates mediante la fermentación en sacos de yute con el 60% de licor de cacao

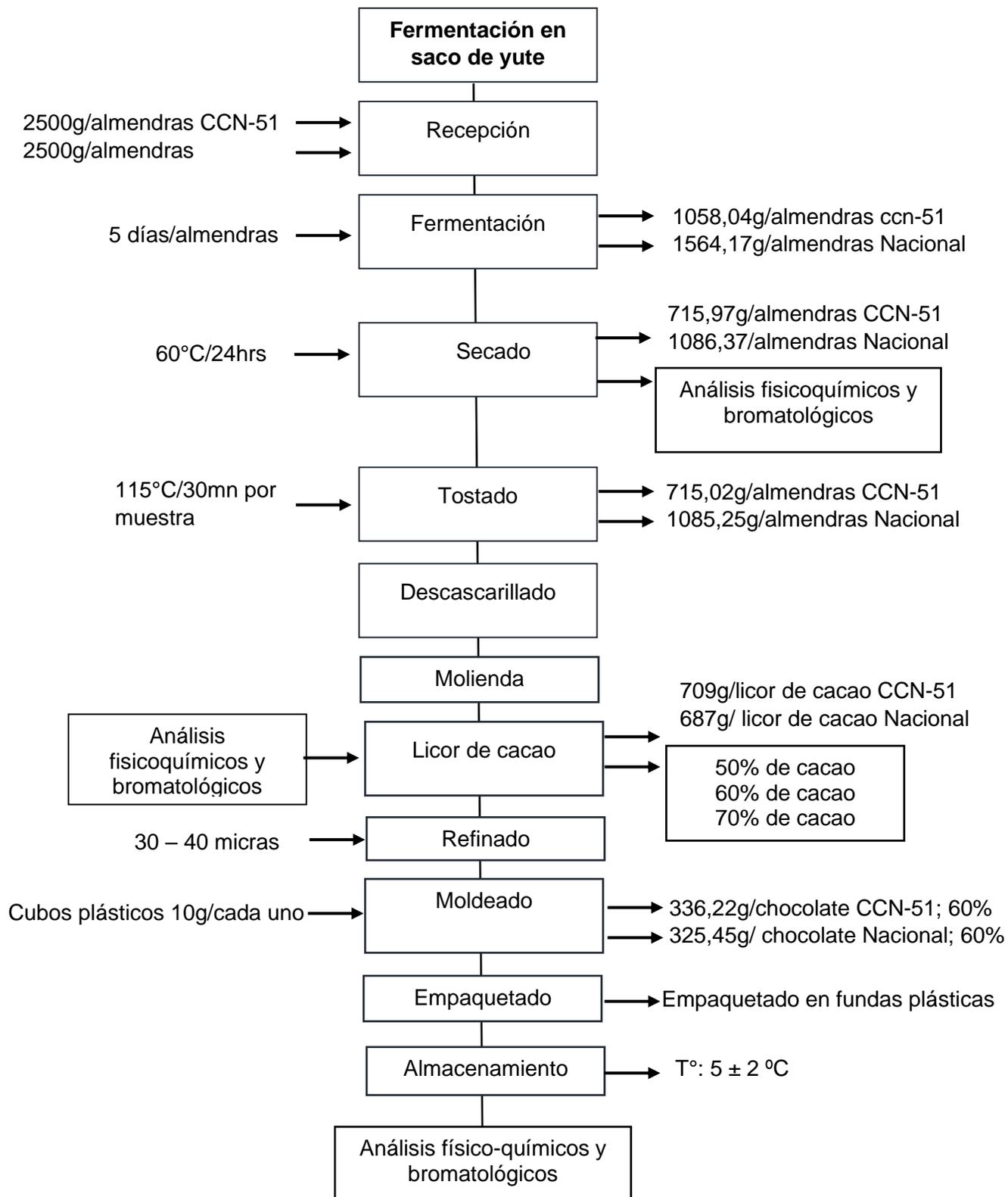
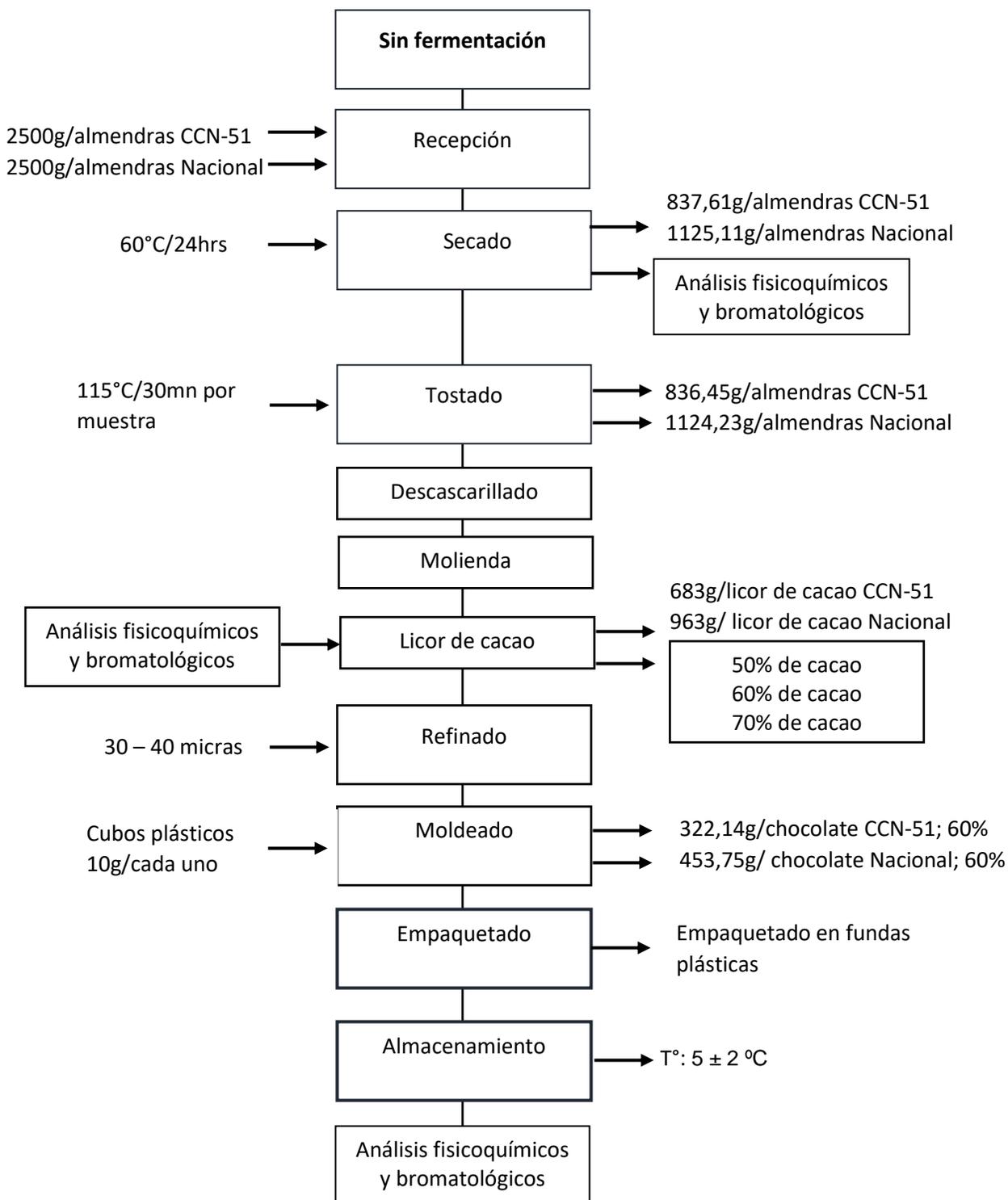


Figura 16

Diagrama de flujo de la obtención de chocolates sin fermentación con el 60% de licor de cacao



**Tabla 41**

Balance de materiales agronómicos

Procesamiento	Variiedad	Fermentación en cascada	Fermentación en saco de yute	Sin fermentar
Recepción	CCN-51	2500g = 100%	2500g = 100%	2500g = 100%
	Nacional	2500g = 100%	2500g = 100%	2500g = 100%
Fermentación	CCN-51	1100,23g =100%	1058,04g =10%	-
	Nacional	1640,87g =100%	1564,17g =100%	-
Secado	CCN-51	874,07g =100%	715,97g =100%	837,61g =100%
	Nacional	1166,76g =100%	1086,37g =100%	1125,11g =100%
Licor de cacao	CCN-51	581g =100%	709g =100%	683g =100%
	Nacional	878g =100%	687g =100%	963g =100%
Producto final	CCN-51	285g =100%	336,22g =100%	322,14g=100%
	Nacional	412,40g =100%	325,45g =100%	453,75g =100%

En la tabla 41, se observa las variedades de cacao (CCN-51 y Nacional) con los diferentes métodos de fermentación y el porcentaje del 60% de cacao, demostrando que el mejor rendimiento se lo obtiene con un cacao sin fermentar con 453,75g de chocolate, seguido por el método de fermentación en cascada con 412,40g y finalmente con la fermentación en yute con 325,45g de chocolate el cual nos indica un menor aprovechamiento del cacao en la elaboración de un producto final.

## Capítulo V

### Conclusiones y Recomendaciones

#### Conclusiones

##### ***Factor A (Variedades de cacao)***

En la investigación realizada se determinó que la variedad de cacao CCN-51 presenta excelentes características fisicoquímicas para la elaboración de chocolates, ya sus porcentajes de ceniza 0,41%, grasa 19,57%, humedad 1,38%, pH 5,93 y acidez de 1,03, se encuentran en los rangos establecidos por las normas INEN que lo catalogan como un cacao de buena calidad, la cuestión es que muchas de las veces el productor no le brinda un correcto manejo a la plantación y al realizar el proceso de fermentación no toma en cuenta las medidas de higiene necesarias para obtener un producto inocuo.

##### ***Factor B (Porcentaje de licor de cacao)***

En la elaboración de chocolates, el porcentaje de licor de cacao utilizado juega un rol muy importante, los resultados obtenidos en la investigación nos indican un pH 5,86 con un porcentaje de 50% de cacao, siendo este mas ácido en comparación con los porcentajes de 60 y 70%. El pH mantiene una relación directa con la acidez, es así que, en un porcentaje de cacao equivalente al 50% la acidez es mayor  $1,097 \pm 0,060$ .

El contenido de humedad de los chocolates con los tres diferentes porcentajes de cacao se encuentra en el rango óptimo que debe poseer un chocolate de calidad. Así mismo presentan un alto contenido de grasa siendo así que, los chocolates elaborados con el 70% de cacao contienen un valor equivalente al 22,06%, seguido del tratamiento al 60% de cacao con un valor de 19,69% y finalmente el tratamiento al 50% fue el que presentó un menor contenido de grasa con un valor de 18,43%.

### ***Factor C (Métodos de fermentación)***

Los métodos de fermentación no presentaron diferencias muy notorias con respecto a las variables de pH, acidez y ceniza, pero con respecto al contenido de se obtuvo un mayor porcentaje en un sistema sin fermentar con un valor equivalente al 20,57%

El chocolate procedente de un cacao sin fermentar presenta elevadas cantidades de grasa y proteína, esto debido a que no ha pasado por el proceso de descomposición enzimática de proteínas y carbohidratos, pero al presentar un bajo pH hace que la acidez se incremente con lo cual se va a conseguir un chocolate con características astringentes, en cuanto a la carga microbiana es menor debido a que no paso por un proceso de fermentación en el cual actúan ciertos organismos microbiológicos

El mayor contenido de proteína se lo observó en los chocolates procedentes de almendras de cacao que no pasaron por un proceso de fermentación, esto debido a que en la fermentación existen reacciones químicas que degradan las grasa y proteínas disminuyendo su porcentaje, y al no darse este proceso chocolate presentó un alto porcentaje de proteína equivalente al 15,78%.

### ***Interacción A\*B\*C (Variedad de cacao\*Porcentaje de licor de cacao\*Métodos de fermentación)***

Se concluye que, en la calidad de un chocolate, al igual que la fermentación, el porcentaje de licor de cacao desempeña un papel fundamental, ya que por los resultados obtenidos se puede decir que, el chocolate con el 70% de cacao presenta mejores características organolépticas, ya que al poseer un pH más alcalino va a disminuir la acidez lo cual a su vez ayuda a evitar la presencia de una alta carga bacteriana en el producto, también al presentar un mayor contenido de grasa y humedad lo cual influye de manera significativa en el porcentaje de proteína presente en el chocolate, el mismo que va a poseer un elevado valor energético.

El Ecuador es el principal proveedor de cacao fino de aroma (Nacional), en la presente investigación se determinó que las características fisicoquímicas que posee el

caco Nacional son menores en comparación al cacao de la variedad CCN-51, pero sus propiedades organolépticas le dan un atributo de calidad.

Se concluye que, de la variedad de cacao Nacional conjunto con un porcentaje de cacao del 50% y un sistema de fermentación en cascada, se obtuvo un producto con las mejores características fisicoquímicas y organolépticas deseadas en chocolate de calidad.

## **Recomendaciones**

### ***Factor A (Variedades de cacao)***

Uno de los factores más importantes es la selección de la materia prima, por lo cual se recomienda seleccionar la variedad CCN-51. Dado que esta variedad se es cultivada con mayor proporción en algunas zonas del Ecuador, además posee muy altos rendimientos en la producción agrícola y también tiene parámetros físico-químicos de calidad.

Otro parámetro que también destaca y va de la mano con la selección de la materia prima, es el manejo adecuado en el proceso de la poscosecha, fermentación y proceso para la obtención de licor de cacao y por ende el producto final.

### ***Factor B (Porcentaje de licor de cacao)***

Para la elaboración de chocolates de calidad, el porcentaje de cacao debe ser superior al 70%; figurando como ingrediente principal el licor de cacao, mientras que el contenido de azúcar debe aparecer en mínima cantidad.

El porcentaje de licor de cacao, está asociada con la cantidad total que existe entre el licor cacao, manteca de cacao y lecitina de soya.

### ***Factor C (Métodos de fermentación)***

Un adecuado método de fermentación permitirá que el cacao esté libre de ataques por microorganismos e insectos, garantizando desde un inicio la calidad de la materia prima.

Es importante que el productor tenga un enfoque claro y directo con el uso de los métodos de fermentación, es recomendable utilizar el método de fermentación en cascada.

***Interacción A\*B\*C (Variedad de cacao\*Porcentaje de licor de cacao\*Métodos de fermentación)***

Está claro que los métodos de fermentación son muy importantes, pero en algunas ocasiones el proceso de la recolección de las almendras pasa desapercibido y por esta razón no tienen un proceso óptimo. Se recomienda que al momento de obtener la materia prima se lo coloque en cajas o tendales expresamente para cacao, de esta manera estaríamos garantizando un adecuado manejo desde el inicio de los procedimientos para la obtención del licor de cacao.

Finalmente se recomienda utilizar la variedad de cacao Nacional, con un porcentaje de 50% de licor de cacao y empleando el método de fermentación en cascada. Ya que las variables de estudios detalladas en este proyecto de investigación son las que se encuentran en los rangos óptimos indicado por las normas INEN, dando como resultado un producto con los estándares de calidad permitidos

Mediante este proyecto de investigación se obtuvo un producto que se ajusta a los estándares de calidad, con investigaciones futuras se puede perfeccionar este producto obtenido y por consiguiente se recomendaría establecer la creación de una certificación de calidad que sea accesible para el pequeño y mediano productor.

## Capítulo VI

### Bibliografía

- AGROCALIDAD. (Octubre de 2012). <http://www.agrocalidad.gob.ec>. Obtenido de <http://www.agrocalidad.gob.ec: http://www.agrocalidad.gob.ec/wp-content/uploads/2015/07/Guia-BPA-cacao1.pdf>
- AGROCALIDAD. (2018). Obtenido de <http://www.agrocalidad.gob.ec/wp-content/uploads/pdf/inocuidad/manuales-aplicabilidad/manual-aplicabilidad-cacao-nuevo.pdf>
- Almeida, J. (2019). Propiedades físicas y químicas de cultivares de cacao Theobroma cacao L. de Ecuador y Perú. Enfoque UTE , 21-34.
- Álvarez, C. (02 de Julio de 2007). Scielo. Obtenido de [http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0002-192X2007000400001#:~:text=Entre%20los%20par%C3%A1metros%20que%20influyen,la%20manteca%20y%20la%20humedad.](http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0002-192X2007000400001#:~:text=Entre%20los%20par%C3%A1metros%20que%20influyen,la%20manteca%20y%20la%20humedad.)
- Alvarez, C., Perez, E., & Lares, M. (2007). Caracterización física y química de la almendra de cacao. Maracay. Recuperado el 15 de Agosto de 2020, de [http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0002-192X2007000400001#:~:text=Entre%20los%20par%C3%A1metros%20que%20influyen,la%20manteca%20y%20la%20humedad.](http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0002-192X2007000400001#:~:text=Entre%20los%20par%C3%A1metros%20que%20influyen,la%20manteca%20y%20la%20humedad.)
- Álvarez, C., Tobar , L., & García, H. (2010). <http://www.bioline.org.br>. Obtenido de <http://www.bioline.org.br: http://www.bioline.org.br/pdf?cg10010>
- Andrade, J. (2019). Obtenido de [https://ingenieria.ute.edu.ec/enfoqueute/public/journals/1/html\\_v10n4/art001.html](https://ingenieria.ute.edu.ec/enfoqueute/public/journals/1/html_v10n4/art001.html)
- Andrade, J., Rivera, J., Chire, G., & Ureña, M. (2019). Propiedades físicas y químicas de cultivares de cacao de Ecuador y Perú. Quito. Recuperado el 2021, de [https://ingenieria.ute.edu.ec/enfoqueute/public/journals/1/html\\_v10n4/art001.html](https://ingenieria.ute.edu.ec/enfoqueute/public/journals/1/html_v10n4/art001.html)

- ANECACAO. (2015). Obtenido de <http://www.anecacao.com/es/quienes-somos/cacaoccn51.html>
- ANECACAO. (2015). Obtenido de <http://www.anecacao.com/index.php/es/quienes-somos/cacao-nacional.html>
- Anecacao. (2015). Anecacao. Recuperado el 14 de Agosto de 2020, de <http://www.anecacao.com/es/quienes-somos/cacao-nacional.html>
- ANECACAO. (2015). <http://www.anecacao.com>. Obtenido de <http://www.anecacao.com: http://www.anecacao.com/index.php/es/quienes-somos/cacaoccn51.html>
- AOAC, I. (2000). "Official Methods of Analysis". En Gaithersburg. Gaithersburg,USA: 17ªed.
- APRIM. (2019). Obtenido de <http://www.manabi.gob.ec/investmanabi/Exportaciones.php>
- Arce, M. P. (2003). AGROALDIA. Obtenido de [http://agroaldia.minagri.gob.pe/biblioteca/download/pdf/manuales-boletines/cacao/manual\\_cultivo\\_cacao\\_2003.pdf](http://agroaldia.minagri.gob.pe/biblioteca/download/pdf/manuales-boletines/cacao/manual_cultivo_cacao_2003.pdf)
- Armijos, A. (2018). INIAP. Obtenido de <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/1403/1/iniapsctA729c.pdf>
- Avalos, E. (2014). <http://dspace.espace.edu.ec>. Obtenido de <http://dspace.espace.edu.ec: http://dspace.espace.edu.ec/bitstream/123456789/7257/1/22T0283.pdf>
- Bermudez , K., & Mendoza, C. (2016). <http://repositorio.espam.edu.ec>. Obtenido de <http://repositorio.espam.edu.ec: http://repositorio.espam.edu.ec/bitstream/42000/562/2/TAI116.pdf>
- Bermudez, K., & Mendoza, C. (2016). Obtenido de <http://repositorio.espam.edu.ec/bitstream/42000/562/2/TAI116.pdf>
- Bermudez, K., & Mendoza, C. (2016). Obtenido de <http://repositorio.espam.edu.ec/bitstream/42000/562/2/TAI116.pdf>

- Bermudez, K., & Mendoza, C. (Diciembre de 2016). <http://repositorio.espam.edu.ec>.  
Obtenido de <http://repositorio.espam.edu.ec>:  
<http://repositorio.espam.edu.ec/bitstream/42000/562/2/TAI116.pdf>
- Burgos, D., Almonte, B., Cardena, H., Caspersen, B., & Marin, I. (2018). Ficha de catación para analisis sensorial de cacao. Peru. Recuperado el 03 de Septiembre de 2021, de [https://equalexchange.coop/sites/default/files/Tasting-Guide\\_vF-JUNIO2018-ESP.pdf](https://equalexchange.coop/sites/default/files/Tasting-Guide_vF-JUNIO2018-ESP.pdf)
- Bustamante, M., & Ramirez, A. (2010). <file:///C:/Users/Elite2018/Downloads>. Obtenido de <file:///C:/Users/Elite2018/Downloads>: <file:///C:/Users/Elite2018/Downloads/T-UCSG-PRE-TEC-AGRO-16.pdf>
- Carrion, P. A. (2015). <http://dspace.udla.edu.ec>. Obtenido de <http://dspace.udla.edu.ec>:  
<http://dspace.udla.edu.ec/bitstream/33000/3891/1/UDLA-EC-TTEI-2015-06%28S%29.pdf>
- Cedeño, A. (2008). Establecimiento de parámetro físicos y químicos para diferenciar y valorizar el cacao en diiferentes zonas del litoral ecuatoriano. Santa Ana - Manabí. Obtenido de [http://cadenacacaoca.info/CDOC-Deployment/documentos/ESTABLECIMIENTOS\\_PARAMETROS\\_para\\_diferenciar\\_y\\_valorizar\\_el\\_cacao.pdf](http://cadenacacaoca.info/CDOC-Deployment/documentos/ESTABLECIMIENTOS_PARAMETROS_para_diferenciar_y_valorizar_el_cacao.pdf)
- CEPAL. (2015). Diagnostico de la Cadena Productiva del Cacao en Ecuador. Ecuador. Recuperado el 26 de Octubre de 2020, de <https://www.vicepresidencia.gob.ec/wp-content/uploads/2015/07/Resumen-Cadena-de-Cacao-rev.pdf>
- CEPAL. (s.f.). <https://www.vicepresidencia.gob.ec>. Obtenido de <https://www.vicepresidencia.gob.ec>: <https://www.vicepresidencia.gob.ec/wp-content/uploads/2015/07/Resumen-Cadena-de-Cacao-rev.pdf>
- Chavez, K., Delgado, M., & Montenegro, O. (2017). <http://repositorio.ug.edu.ec>.  
Obtenido de <http://repositorio.ug.edu.ec>:  
<http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/22879/1/TESIS%20FINAL%20%20%20LICOR%20DE%20CACAO%2014%20PDF.pdf>

- Conabio. (s.f.). <http://www.conabio.gob.mx>. Obtenido de [http://www.conabio.gob.mx: http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/info\\_especies/arboles/doctos/68-sterc03m.pdf](http://www.conabio.gob.mx: http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/info_especies/arboles/doctos/68-sterc03m.pdf)
- Contreras, C., Ortiz, L., Graziani, L., & Parra, P. (2004). Fermentadores para cacao usados por los productores de la localidad. Venezuela. Obtenido de [http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0002-192X2004000200006](http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0002-192X2004000200006)
- Diaz, S., & Pinoargote, M. (2012). <https://www.dspace.espol.edu.ec>. Obtenido de <https://www.dspace.espol.edu.ec: https://www.dspace.espol.edu.ec/retrieve/90047/D-79697.pdf>
- ECURED. (08 de Abril de 2019). <https://www.ecured.cu>. Obtenido de <https://www.ecured.cu: https://www.ecured.cu/index.php?title=Especial:Citar&page=Cacao&id=3334679>
- Egas, M. (2015). Evaluación y análisis técnico financiero del proceso del prensado de licor de cacao. Quito. Recuperado el 02 de Septiembre de 2021, de <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/11477/1/CD-6485.pdf>
- Enriquez, G. (2010). Cacao Orgánico. Quito - Ecuador. Obtenido de <https://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/4571>
- FAO. (2018). Obtenido de <http://www.fao.org/3/a-au995s.pdf>
- Guerrero, B. (2006). <https://www.dspace.espol.edu.ec>. Obtenido de <https://www.dspace.espol.edu.ec: https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/13588/3/TESIS.pdf>
- <https://www.dspace.espol.edu.ec>. (2012). Obtenido de <https://www.dspace.espol.edu.ec: https://www.dspace.espol.edu.ec/retrieve/90118/D-79626.pdf>
- INEN. (1988). Requisitos para el licor de cacao. Quito. Recuperado el 1 de Septiembre de 2021, de <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/623.pdf>
- INEN. (2017). Cacao en polvo y mezclas de cacao con azúcares. Quito. Obtenido de [https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte\\_inen\\_620-2.pdf](https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte_inen_620-2.pdf)

- INEN. (Enero de 2017). Cacao en polvo y mezclas de cacao en polvo con azúcares o endulcolorante. Quito. Recuperado el 2021, de [https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte\\_inen\\_620-2.pdf](https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte_inen_620-2.pdf)
- INEN. (2018). Obtenido de <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/623.pdf>
- INEN. (02 de 2018). Instituto Ecuatoriano de Normalización. Obtenido de Instituto Ecuatoriano de Normalización: [https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte\\_inen\\_176-5.pdf](https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte_inen_176-5.pdf)
- INEN, N. (04 de Enero de 2013). <https://archive.org>. Obtenido de <https://archive.org>: <https://archive.org/details/ec.nte.0623.1988/page/n3>
- INFOCAFES. (2020). Obtenido de [http://infocafes.com/portal/wp-content/uploads/2017/02/PROCESO\\_INDUSTRIAL\\_DEL\\_CHOCOLATE.pdf](http://infocafes.com/portal/wp-content/uploads/2017/02/PROCESO_INDUSTRIAL_DEL_CHOCOLATE.pdf)
- INIAP. (2018). Obtenido de <http://tecnologia.iniap.gob.ec/images/rubros/contenido/cacao/seleccion.pdf>
- INIAP. (2019). Obtenido de <http://tecnologia.iniap.gob.ec/images/rubros/contenido/cacao/cosecha.pdf>
- Jimenez, J., Amores, F., & Solorzano, E. (2014). Componentes de identidades para las diferencias del cacao que se produce en varias regiones del Ecuador. Los Rios. Recuperado el 01 de Septiembre de 2021, de <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/3561/1/iniapeetp-BT-164.pdf>
- Landucci, S. E., & Correa, V. P. (2015). <https://www.dspace.espol.edu.ec>. Obtenido de <https://www.dspace.espol.edu.ec>: <https://www.dspace.espol.edu.ec/retrieve/91627/D-CD88207.pdf>
- Landucci, S. E., & Correa, V. P. (2015). <https://www.dspace.espol.edu.ec>. Obtenido de <https://www.dspace.espol.edu.ec>.
- Lares, M., Gutierrez, R., Pérez, E., & Alvarez, C. (2012). Efectos del tostado sobre las propiedades fisicoquímicas del cacao. Venezuela. Recuperado el 6 de Octubre de 2020, de <http://www.bioline.org.br/pdf?cg12049>

- Llerena, W. F. (2016). Universidad Internacional de Andalucía. Obtenido de [https://www.researchgate.net/profile/William\\_Teneda\\_Llerena/publication/325321593\\_MEJORAMIENTO\\_DEL\\_PROCESO\\_DE\\_FERMENTACION\\_DEL\\_CACAO/inks/5b08fdb14585157f8716a076/MEJORAMIENTO-DEL-PROCESO-DE-FERMENTACION-DEL-CACAO.pdf](https://www.researchgate.net/profile/William_Teneda_Llerena/publication/325321593_MEJORAMIENTO_DEL_PROCESO_DE_FERMENTACION_DEL_CACAO/inks/5b08fdb14585157f8716a076/MEJORAMIENTO-DEL-PROCESO-DE-FERMENTACION-DEL-CACAO.pdf)
- Lopez, A., & Canales, M. (2011). <http://www.revista.unam.mx>. EL CHOCOLATE: UN ARTESANAL DE SUSTANCIAS QUIMICAS, 4-5. Obtenido de <http://www.revista.unam.mx>.
- Macas, M. (2021). Obtenido de <http://repositorio.espe.edu.ec/jspui/bitstream/21000/24110/1/T-ESPESD-003105.pdf>
- MAG. (2013). <http://www.mag.go.cr>. Obtenido de <http://www.mag.go.cr>: [http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/F01-10551\(3\).pdf](http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/F01-10551(3).pdf)
- Martinez, F., Jandry, A., & David Tapia. (2013). Crianza de cuyes a base de tres dietas alimenticias. Santo Domingo.
- Mendoza, K. B. (2016). Obtenido de <http://repositorio.espam.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/42000/562/TAI116.pdf?sequence=2&isAllowed=y>
- Mera, O., & Ruíz, M. (Abril de 2014). <http://repositorio.espam.edu.ec>. Obtenido de <http://repositorio.espam.edu.ec>: <http://repositorio.espam.edu.ec/bitstream/42000/434/1/TESIS%20CLONES%20DE%20LICOR%20DE%20CACAO%20%20APROBADA%20FINAL.pdf>
- Munoz Moreno, I. Y. (2013). <http://infocafes.com>. Obtenido de <http://infocafes.com>: <http://infocafes.com/portal/wp-content/uploads/2017/07/T-UTEQ-0003.pdf>
- Nogales, J. (2000). <https://poscosechacacao.blogspot.com>. Obtenido de <https://poscosechacacao.blogspot.com>: <https://poscosechacacao.blogspot.com/2017/08/acerca-del-autor.html>

- Nogales, M. (2018). • Estudiar las aflatoxinas en dos variedades de maní (*Arachis hypogaea* L.) iniap-181 Rosita e iniap-182 Caramelo mediante análisis bromatológicos en la cadena agroalimentaria. Santo Domingo-Ecuador.
- Ochoa, J. (2019). ANECACAO. Recuperado el 26 de Octubre de 2020, de <http://www.anecacao.com/uploads/estadistica/cacao-ecuador-2019.pdf>
- Orces, A. A., & Piedra, N. V. (2012). <https://www.dspace.espol.edu.ec>. Obtenido de <https://www.dspace.espol.edu.ec>: <https://www.dspace.espol.edu.ec/retrieve/90118/D-79626.pdf>
- Orcés, A. A., & Piedra, N. V. (2012). <https://www.dspace.espol.edu.ec>. Obtenido de <https://www.dspace.espol.edu.ec>: <https://www.dspace.espol.edu.ec/retrieve/90118/D-79626.pdf>
- Organismo internacional regional desanidad agropecuaria. (2016). Manual de buenas practicas agricola de proceso y empaque de cacao. El Salvador. Recuperado el 6 de Octubre de 2020, de [https://www.oirsa.org/contenido/biblioteca/Manual%20de%20buenas%20pr%C3%A1cticas%20agr%C3%ADcolas%20de%20proceso%20y%20empaque%20de%20cacao%20\(Theobroma%20cacao\).pdf](https://www.oirsa.org/contenido/biblioteca/Manual%20de%20buenas%20pr%C3%A1cticas%20agr%C3%ADcolas%20de%20proceso%20y%20empaque%20de%20cacao%20(Theobroma%20cacao).pdf)
- Palacios, A. (2008). Establecimiento de parámetros (físicos, químicos y organolépticos) para diferenciar y valorizar el cacao producido en dos zonas identificadas al norte y sur del litoral ecuatoriano. UTM, 92.
- Quevedo, J., Romero, J., & Tuz, I. (2018). Calidad fisico quimica y sensorial de granos y licor de cacao (THEOBROMA CACAO) usando cinco metodos de fermentación. Machala. Recuperado el 01 de Septiembre de 2021, de <https://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes/article/view/172/207>
- Rayas, P. (2008). Fibra base de frutas , vegetales y cereales . Revista Mexicana de agronegocios .
- Sanchez, S. (2018). Metodologia para variables bromatologicas . Santo Domingo de lo Tsachilas .

- Solorzano, E., Amores, F., Jimenez, J., Nicklin, C., & Barzola, S. (2015). Comparacion sensorial del cacao nacional en diferentes zonas del Ecuador. Los Rios. Recuperado el 03 de Septiembre de 2021, de <file:///C:/Users/GEMA2020/Downloads/Dialnet-ComparacionSensorialDelCacaoTheobromaCacaoLNaciona-5319282.pdf>
- Sotomayor, D. (Octubre de 2011). <http://repositorio.espe.edu.ec>. Obtenido de <http://repositorio.espe.edu.ec>: <http://repositorio.espe.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/21000/4959/T-ESPE-IASA%20I-004580.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Tafurt, G., Suarez, O., Lares, M., Alvarez, C., & Liconte, N. (2021). Capacidad antioxidante de un chocolate oscuro de granos de cacao orgánico sin fermentar. Colombia. Recuperado el 03 de Septiembre de 2021, de <https://docs.bvsalud.org/biblioref/2021/02/1147585/20297-144814493257-1-pb.pdf>
- The Plant List . (Octubre de 2020). Obtenido de <http://www.theplantlist.org/tpl/record/kew-2519807>
- Torres, L. (2012). <http://dspace.ucuenca.edu.ec>. Obtenido de <http://dspace.ucuenca.edu.ec>: <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/3250/1/TESIS.pdf>
- Torres, Paez, & Ortega. (Junio de 2012). <http://tesis.luz.edu.ve>. Obtenido de <http://tesis.luz.edu.ve>: [http://tesis.luz.edu.ve/tde\\_arquivos/59/TDE-2014-05-21T10:54:46Z-4777/Publico/torres\\_rapelo\\_alberto\\_%20luis.pdf](http://tesis.luz.edu.ve/tde_arquivos/59/TDE-2014-05-21T10:54:46Z-4777/Publico/torres_rapelo_alberto_%20luis.pdf)
- Vallejo, J. V. (2014). UTEQ. Obtenido de [https://www.uteq.edu.ec/revistacyt/publico/archivos/C2\\_en%20construccion.pdf](https://www.uteq.edu.ec/revistacyt/publico/archivos/C2_en%20construccion.pdf)
- Vargas, N. V. (2016). Obtenido de <http://repositorio.unsm.edu.pe/bitstream/handle/11458/2550/FIAI%20-%20Nilber%20V%c3%adlchez%20Vargas.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Vega, J. (2018). <http://repositorio.espe.edu.ec>. Obtenido de <http://repositorio.espe.edu.ec>:

<http://repositorio.espe.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/21000/14470/T-ESPESD-002828.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Ventura, M. (2014). Caracterización de los atributos de calidad del cacao (*Theobroma cacao* L.) del municipio de Castillo. *Agropecuaria y Forestal*, 55-60.

Vera, J. F. (2015). Comportamiento agronómico, calidad física y sensorial de 21 líneas híbridas de cacao (*Theobroma cacao* L.). *REVISTA DE LAS AGROCIENCIAS*. ISSN 2477-8982, 4.

Vera, J., Vallejo, C., Parraga, D., Morales, W., Macias, J., & Ramos, R. (2013). Atributos físico-químicos y sensoriales de la almendra de cacao. Quevedo. Recuperado el 16 de Agosto de 2020, de [https://www.uteq.edu.ec/revistacyt/publico/archivos/C2\\_en%20construccion.pdf](https://www.uteq.edu.ec/revistacyt/publico/archivos/C2_en%20construccion.pdf)

Vilchez, N. (2016). Obtenido de <http://repositorio.unsm.edu.pe/bitstream/handle/11458/2550/FIAI%20-%20Nilber%20V%C3%ADlchez%20Vargas.pdf?sequence=1&isAllowed=y>