



“Caracterización del licor de dos variedades de cacao CCN– 51 y nacional (*Theobroma cacao L.*), considerando manejo poscosecha y las zonas de influencia de la Universidad de las Fuerzas Armadas Sede Santo Domingo.”

Monar Encarnación, Oscar Andrés

Departamento de Ciencias de la Vida de la Agricultura

Carrera de Ingeniería Agropecuaria Santo Domingo

Trabajo de Titulación, previo a la Obtención del Título de Ingeniero Agropecuario

Neira Mosquera, Juan Alejandro PhD

03 de septiembre del 2021



Urkund Analysis Result

Analysed Document: Tesis Sr. Monar Oscar Andrés. docx (D111984686)
 Submitted: 9/2/2021 6:27:00 PM
 Submitted By: neiramosquera@uteq.edu.ec
 Significance: 9 %

Sources included in the report:

Anteproyecto jimenez.docx (D25805111)
 Tesis maestría Agroindustria 07 Burbano.docx (D99490901)
 EFECTO DE LA FERMEN.docx (D110774395)
<https://core.ac.uk/download/pdf/195154961.pdf>
<https://1library.co/document/yd2vwwlq-manejo-nutricion-cultivo-theobroma-nacional-tercer-establecimiento-domingo.html>
<http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/7257/1/22T0283.pdf>
<https://1library.co/title/evaluacion-de-la-calidad-organoleptica-del-licor-de-cacao-ccn-51-theobroma-cacao-l-mejorado-enzimaticamente-en-el-proceso-de-fermentacion>
<http://repositorio.unsm.edu.pe/bitstream/handle/11458/2771/FIAI%20-%20Katia%20Vanessa%20Panduro%20Soto.pdf.txt?jsessionid=2508BF94AA28D64C6B87CC505A5A719C?sequence=4>
[http://repositorio.espe.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/21000/4959/T-ESPE-IASA%20I-004580.pdf?sequence=1&isAllowed=yVega,](http://repositorio.espe.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/21000/4959/T-ESPE-IASA%20I-004580.pdf?sequence=1&isAllowed=yVega)
<https://docplayer.es/214472808-Universidad-tecnica-estatal-de-quevedo.html>
http://repositorio.unj.edu.pe/bitstream/handle/UNJ/203/Alarc%C3%B3n_PDM_Oblitas_ME.pdf?sequence=1&isAllowed=y
<https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/6216/1/T-UTEQ-116.pdf>
<http://190.15.134.12/bitstream/43000/5235/1/T-UTEQ%20-090.pdf>
https://www.uteq.edu.ec/revistacyt/publico/archivos/C2_en%20construccion.pdf

Instances where selected sources appear:

92

Firma:



JUAN ALEJANDRO
NEIRA MOSQUERA

Neira Mosquera, Juan Alejandro Ph.D.

DIRECTOR



**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA Y LA
AGRICULTURACARRERA DE INGENIERIA
AGROPECUARIA SANTO DOMINGO**

CERTIFICACIÓN

Certifico que el trabajo de titulación, **“CARACTERIZACIÓN DEL LICOR DE DOS VARIEDADES DE CACAO CCN- 51 Y NACIONAL (THEOBROMA CACAO L.), CONSIDERANDO MANEJO POSCOSECHA Y LAS ZONAS DE INFLUENCIA DE LA UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS SEDE SANTO DOMINGO.”** Fue realizado por el Señor Monar Encarnación Oscar Andrés, 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 de los Tsáchilas, 03 de septiembre del 2021

Firma:



Neira Mosquera Juan Alejandro PhD

C.C.: 0501644470



**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA Y LA AGRICULTURA
CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA- SANTO DOMINGO**

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN

Yo **Monar Encarnación, Oscar Andrés**, con cédula de ciudadanía n°**2300101421**, autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar el trabajo de titulación: **"CARACTERIZACIÓN DEL LICOR DE DOS VARIEDADES DE CACAO CCN – 51 Y NACIONAL (*THEOBROMA CACAO* L.), CONSIDERANDO MANEJO POSCOSECHA Y LAS ZONAS DE INFLUENCIA DE LA UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS SEDE SANTO DOMINGO."** en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi responsabilidad.

Santo Domingo de los Tsáchilas 03 de septiembre del 2021

Firma

Monar Encarnación, Oscar Andrés

C.C.: 2300101421



**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA Y LA AGRICULTURA
CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA- SANTO DOMINGO**

RESPONSABILIDAD DE AUTORÍA

Yo, **Monar Encarnación, Oscar Andrés** con cédula de ciudadanía n° **2300101421**, declaro que el contenido, ideas y criterios del trabajo de titulación: **"CARACTERIZACIÓN DEL LICOR DE DOS VARIETADES DE CACAO CCN- 51 Y NACIONAL (*THEOBROMA CACAO L.*), CONSIDERANDO MANEJO POSCOSECHA Y LAS ZONAS DE INFLUENCIA DE LA UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS SEDE SANTO DOMINGO."** es de mi 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 de los Tsáchilas 03 de septiembre del 2021

Firma

Monar Encarnación, Oscar Andrés

C.C.: 2300101421

Dedicatoria

El presente trabajo de investigación está dedicado primero a Dios ya que es el ser que me brindó toda la fuerza y sabiduría para alcanzar este objetivo que muchas de las veces parecían imposibles, también a mi hermosa familia, especialmente a mis padres que me dieron todas las herramientas necesarias para no desmayar en el camino y poder llegar a la meta tan anhelada y ellos hicieron hoy por hoy esta persona tan preparada que está escribiendo este fragmento, a mis tíos Dilma y Renán que son como mis segundos padres; ya que, siempre estuvieron apoyándome con sus consejos; a mis hermanos que fueron también parte fundamental en esta trayectoria de mi vida universitaria, los amo y siempre los llevaré en el fondo de mi corazón.

Agradecimiento

A la Universidad de las Fuerzas Armadas por brindarme la oportunidad de aprender y alcanzar este objetivo.

Agradezco a todos y cada uno de mis docentes por sus enseñanzas y conocimientos compartidos en cada área de estudio.

A mi tutor de tesis Dr. Juan Neira y Dra. Sungey Sánchez quienes fueron parte fundamental en esta investigación y proceso de formación, agradezco infinitamente su esfuerzo y dedicación durante toda esta etapa de la investigación.

A Rosita que tuve el privilegio de conocerla en la universidad, agradezco su apoyo incondicional durante todo este camino recorrido.

A mis amigos Ramiro, Fabián, Mishell, Karol, Juan, Anita y Andrea gracias a todos por cada momento compartido por todas esas locuras y hazañas que hemos pasado en toda nuestra vida universitaria, hemos creado bellos e inolvidables momentos que permanecerán guardados en mi corazón para siempre; les deseo todo lo mejor del mundo en su profesión y su vida personal, los recordaré siempre.

Índice

Caratula	1
Análisis Urkund.....	2
Certificación	3
Autorización de publicación	4
Responsabilidad de autoría	5
Dedicatoria.....	6
Agradecimiento.....	7
Índice de Figuras	13
Índice de Tablas	15
Resumen	17
Abstract	18
Capítulo I	19
Introducción	19
Capítulo II	23
Marco Teórico.....	23
El cacao	23
Morfología y taxonomía del cacao	23
Descripción.....	24
<i>Variedades de cacao</i>	25
Cacao CCN – 51.....	25
Cacao fino y de aroma.....	26
Cosecha de cacao.....	26
Descascarado	27

Manejo postcosecha	27
Fermentación.....	27
Fases del proceso de fermentación del cacao	27
Características del grano bien fermentado.....	30
Licor de cacao.....	32
Calidad física	32
Pasos para la obtención de licor de cacao.....	35
Características físicas – químicas del licor de cacao	39
Calidad sensorial	40
Características bromatológicas	41
Industrialización del Cacao.....	43
Capítulo III	44
Metodología	44
Ubicación	44
Ubicación Política	44
Ubicación Ecológica.....	44
Ubicación Geográfica.....	44
Materiales.....	45
Muestras Bilógicas.....	45
Equipos.....	45
Reactivos.....	45
Materiales e Insumos.....	45
Material de Oficina	46

	10
Equipos de Oficina.....	46
Métodos.....	46
Diseño Experimental	46
Factores y niveles a probar	47
Tratamientos a comparar	47
Tipo de diseño	48
Repeticiones o bloques.....	48
Características de la UE	48
Análisis Estadístico.....	48
Evaluación de las variables en estudio.....	50
Acidez titulable.....	50
Grasa.....	51
Humedad	52
Porcentaje de proteína.....	53
Ceniza	55
pH.....	55
Proceso para la obtención para licor de cacao.....	56
Análisis sensorial	61
Balance de Materiales del T12 – CCN-51 + Cascada + Puerto Limón ..	62
Capítulo IV	63
Resultados.....	63
Numero de almedras.....	63
Peso de la Mazorca.....	64

	11
Peso de almendras.	65
Acidez del licor de cacao.....	66
Ceniza del licor de cacao	67
Grasa del licor de cacao.....	68
Porcentaje de grasa de licor de cacao.....	69
Porcentaje de Humedad.....	70
pH del licor de cacao.....	71
Porcentaje de proteína de licor de cacao.....	72
Resultados del estudio de las variedades (Factor A).....	73
Resultados del estudio de las variedades (Factor C)	83
Resultados de la Interacción A*B*C Análisis Tukey ($P>0,05$), para la	
<i>Interacción A*B*C de</i>	<i>88</i>
Análisis sensorial del licor de cacao	95
Capítulo v.....	97
Discusión	97
Factor A.....	97
Factor B.....	99
Factor C	102
Análisis sensorial.....	107
Capítulo V.....	108
Conclusiones y Recomendaciones	108
Conclusiones.....	108
Recomendaciones.....	111

Capítulo VI..... 112

Bibliografía..... 112

Índice de Figuras

Figura 1 Ubicación geográfica donde se desarrollará la investigación	45
Figura 2 Diagrama de flujo para licor de cacao	60
Figura 3 Balance de materiales del T12.....	62
Figura 4 Caracterización del licor de cacao (Factor A), sobre las variables físicas (parte 1).	73
Figura 5 Caracterización del licor de cacao (Factor A), sobre las variables físicas (parte 2).	74
Figura 6 Caracterización del licor de cacao (Factor A), sobre las variables químicas (parte 1).	75
Figura 7 Caracterización del licor de cacao (Factor A), sobre las variables químicas (parte2)	77
Figura 8 Caracterización del licor de cacao (Factor B), sobre las variables físicas (parte 1).	79
Figura 9 Caracterización del licor de cacao (Factor B), sobre las variables químicas (parte 1).	80
Figura 10 Caracterización del licor de cacao (Factor B), sobre las variables Químicas (parte 2).	82
Figura 11 Caracterización del licor de cacao (Factor C), sobre las variables físicas.....	83
Figura 12 Caracterización del licor de cacao (Factor C), sobre las variables químicas (parte 1).	85
Figura 13 Caracterización del licor de cacao (Factor C), sobre las variables químicas (parte 2).	87
Figura 14 Interacción AxBxC para la variable Peso de la mazorca.	89
Figura 15 Interacción AxBxC para la variable Peso del Maguey	90
Figura 16 Interacción AxBxC para la variable Acidez.	91
Figura 17 Interacción AxBxC para la variable Ceniza.	92

Figura 18 Interacción AxBxC para la variable Grasa.....	93
Figura 19 Interacción AxBxC para la variable Proteína.....	94
Figura 20 Análisis sensorial de los tratamientos evaluados	95

Índice de Tablas

Tabla 1 Morfología y taxonomía del cacao.....	23
Tabla 2 Factores climáticos que influyen el cultivo de cacao	25
Tabla 3 Características físicas y químicas del licor de cacao.....	39
Tabla 4 Factores, niveles utilizados en la caracterización de licor de cacao.	47
Tabla 5 Tratamientos utilizados en la caracterización de licor de cacao.	47
Tabla 6 Esquema del análisis de varianza utilizado.	49
Tabla 7 Variables a evaluar de licor de cacao.....	50
Tabla 8 Registro de información de las muestras de cacao	56
Tabla 9. Análisis de varianza para la variable número de almendras.....	63
Tabla 10 Análisis de varianza para la variable peso de la mazorca.	64
Tabla 11 Análisis de varianza para la variable peso de almendras.	65
Tabla 12 Análisis de varianza para la variable acidez	66
Tabla 13 Análisis de varianza para la variable ceniza del licor de cacao.....	67
Tabla 14 Análisis de varianza para la variable ceniza.	68
Tabla 15 Análisis de varianza para la variable grasa.	69
Tabla 16 Análisis de varianza para la variable humedad.....	70
Tabla 17 Análisis de varianza para la variable pH.....	71
Tabla 18 Análisis de varianza para la variable proteína.	72
Tabla 19. Resultados del Análisis Tukey ($P>0,05$) para el Factor A de las variables físicas.	73
Tabla 20 Resultados del Análisis Tukey ($P>0,05$) para el Factor A de las variables químicas.	73
Tabla 21 Resultados del Análisis Tukey ($P>0,05$) para el Factor B de las variables físicas.	78
Tabla 22 Resultados del Análisis Tukey ($P>0,05$) para el Factor B de las variables químicas	78

Tabla 23 Resultados del Análisis Tukey ($P>0,05$) para el Factor C de las variables físicas.	83
Tabla 24 Resultados del Análisis Tukey ($P>0,05$) para el Factor C de las variables químicas.	83
Tabla 25 Resultados del Análisis Tukey ($P>0,05$), para la Interacción A*B*C de las variables físicas.	88
Tabla 26 Resultados del Análisis Tukey ($P>0,05$), para la Interacción A*B*C de las variables químicas (parte 1).....	88
Tabla 27 Resultados del Análisis Tukey ($P>0,05$), para la Interacción A*B*C de las variables químicas (Parte 2).	89

Resumen

En el Ecuador el cultivo de cacao es muy importante ya que es catalogado como un gran motivador económico que permite actividades relevantes como: el turismo, industria, el comercio y la agricultura, El objetivo que se planteó fue Caracterizar el licor de dos variedades de cacao CCN– 51 y nacional (*Theobroma cacao* L.), considerando manejo poscosecha y las zonas de influencia de la Universidad de las Fuerzas Armadas Sede Santo Domingo. El diseño experimental empleado fue un esquema trifactorial A(Variedades: CCN-51 y Nacional) * B(tipo de fermentación: Controlada y Cascada) * C(Zonas de influencia: San Jacinto, Puerto Limón, La Concordia) conducido en un DBCA con tres repeticiones, donde se evaluaron las variables bromatológicas: pH, Acidez titulable, grasa, humedad, proteína, ceniza, también las variables sensoriales como: Dulce, amargor, astringencia, floral, frutal, nuez, también se evaluó el número y peso de almendras, peso de la mazorca y del maguey. La mejor interacción es (CCN-51 x Cascada x Puerto Limón) con mejores características físicas confiriéndole al licor de cacao propiedades ventajosas, como el número de almendras es de 67, peso de la mazorca 973,6 g, peso de la almendra de 6,46 g y peso del maguey de 41,65 g, lo que indica que esta interacción obtiene mayor rendimiento. Y con respecto a las propiedades químicas se concluye que interacción (Nacional x Cascada x Puerto Limón) presento mejores parámetros que le otorgan calidad al licor del cacao como Acidez 2,35, Ceniza 3.60 %, Grasa 55,67 %, humedad 63,19 %, pH 5,44 y proteína 15,16 % lo que indica que con esta interacción se logra obtener mejor calidad en el licor de cacao.

Palabras Claves:

- **LICOR DE CACAO**
- **ANALISIS SENSORIAL**
- **FERMENTACIÓN**
- **CALIDAD DE LICOR DE CACAO**

Abstract

In Ecuador this crop is of vital importance since it is classified as a great economic motivator that allows relevant activities such as: tourism, industry, commerce and agriculture, The objective that was set was to characterize the liquor of two varieties of cocoa CCN - 51 and national (*Theobroma cacao* L.), considering post-harvest handling and the areas of influence of the University of the Armed Forces Headquarters Santo Domingo. The experimental design used was a trifactorial scheme A (Varieties: CCN-51 and National) * B (type of fermentation: Controlled and Cascade) * C (Areas of influence: San Jacinto, Puerto Limón, La Concordia) conducted in a DBCA with three repetitions, where the bromatological variables were evaluated: pH, titratable acidity, fat, humidity, protein, ash, also sensory variables such as: Sweet, bitterness, astringency, floral, fruity, nutty, the number and weight of almonds were also evaluated , weight of the cob and maguey. The best interaction is (CCN-51 x Cascada x Puerto Limón) with better physical characteristics, conferring advantageous properties to the cocoa liquor, such as the number of almonds is 67, weight of the ear 973.6 g, weight of the almond 6 , 46 g and weight of the maguey of 41.65 g, which indicates that this interaction obtains a higher yield. And regarding the chemical properties it is concluded that interaction (National x Waterfall x Puerto Limón) presented better parameters that give quality to the cocoa liquor such as Acidity 2.35, Ash 3.60%, Fat 55.67%, humidity 63.19 %, pH 5.44 and protein 15.16%, which indicates that with this interaction it is possible to obtain better quality in the cocoa liquor.

Keywords:

- **CACAO LIQUOR**
- **SENSORY ANALYSIS**
- **FERMENTATION**
- **QUALITY OF COCOA LIQUOR**

Capítulo I

Introducción

El cacao es un producto que a través de los años ha sido fuente principal de ingresos económicos, incrementando las oportunidades de desarrollo económico para las personas quienes se benefician de esta actividad (Chavez, Delgado, & Montenegro, 2017)

En el Ecuador este cultivo es de vital importancia ya que es catalogado como un gran motivador económico que permite actividades relevantes como: el turismo, industria, el comercio y la agricultura. El cacao representa el tercer rubro de exportación agrícola del país y constituye una fuente de ingreso para más de 100 000 pequeños productores (Anonimo, s.f.).

La falta de caracterización de las variedades de cacao (Nacional y CCN-51), han causado limitaciones en la economía de los sectores productivos ya que desconocen las cualidades del cultivo establecido y con ello disminuyen su valor agregado.

Las labores poscosecha del cacao infieren directamente en las características organolépticas ya que, en esta etapa, el secado es el problema más serio, muchas veces la producción de cacao se da en la época de lluviosa. Tradicionalmente, el cacao se seca en patio, pero esta actividad tiene consecuencias negativas para la calidad del producto (Albia & Alcívar, 2016).

Las causas anteriormente mencionadas tienen consecuencias significativas como la contaminación de las almendras de cacao al momento del secado ya que se incorporan sustancias contaminantes del piso o la contaminación causada por animales domésticos. Muchos agricultores secan

la semilla a la orilla de las carreteras donde pasan los vehículos y los gases de los motores esparcen hidrocarburos que se impregnan en el cacao.

La baja productividad y falta de industrialización de subproductos de cacao, conlleva a una pérdida económica por parte del productor, intermediario e industrializador. Así como también las limitaciones de la información disponible de las características bromatológicas y sensoriales del cacao, dificulta la toma de decisiones para las pequeñas y medianas empresas dedicadas a la producción de licor de cacao.

Es por ello que una alternativa para generar un valor agregado es mediante el licor de cacao, que no es más que el chocolate puro en forma líquida y está compuesto de dos ingredientes: grasa de cacao y el cacao seco. Esta pasta es la base fundamental para la elaboración de distintos derivados de cacao; sin embargo, a pesar de que este no contiene alcohol por medio de la fermentación, secado, tostado y refinado de las almendras se obtiene un producto llamado licor de cacao (Muñoz, 2013).

Por lo tanto, con el presente proyecto de tesis se caracterizó el licor de cacao de las variedades: Nacional y CCN51; las cuales son preferidas en el mercado internacional por su excelente calidad y aroma floral (Nacional) y su alto potencial productivo, pero de bajas características sensoriales respectivamente (CCN51).

Las muestras de las variedades a analizar fueron tomadas de las diferentes zonas productivas de la provincia, así con ello se determina el manejo poscosecha idóneo para alcanzar la mejora de las propiedades organolépticas y sensoriales; generando un banco de información de la calidad de cacao existente en la localidad.

Objetivos

Objetivo general

Caracterizar el licor de dos variedades de cacao CCN– 51 y Nacional (*Theobroma cacao L.*), considerando manejo poscosecha y las zonas de influencia de la universidad de las Fuerzas Armadas ESPE.

Objetivos específicos

- Estudiar las propiedades bromatológicas de dos variedades de cacao (Nacional y CCN – 51) y su influencia en la obtención de licor.
- Determinar las propiedades organolépticas del licor de cacao de dos variedades Nacional y CCN – 51, sometidas a dos formas de fermentación (Cascada y controlada).
- Analizar las características del licor de cacao mediante los parámetros de análisis sensorial.

Hipótesis

Hipótesis para el Factor A (Variedades)

Ho: No existe diferencia entre las propiedades bromatológicas de dos variedades de cacao (Nacional y CCN – 51) y su influencia en la obtención de licor

Ha: Existe diferencia en las propiedades bromatológicas entre la variedad de cacao Nacional y la variedad CCN –51 y su influencia en la obtención de licor

Hipótesis para el Factor B (Método de Fermentación)

Ho: El método de fermentación no afecta a las propiedades bromatológicas de las variedades de cacao y su licor como producto final.

Ha: El método de fermentación no afecta a las propiedades bromatológicas de las variedades de cacao y su licor como producto final.

Hipótesis para el Factor C (Zonas de producción)

Ho: La zona de producción del cultivo no afecta a las propiedades bromatológicas de las variedades de cacao y su licor como producto final.

Ha: La zona de producción del cultivo afecta a las propiedades bromatológicas de las variedades de cacao y su licor como producto final.

Capítulo II

Marco Teórico

El cacao

El cacao es un árbol tropical originario de la cuenca del Amazonas, cuyas semillas tienen forma de almendra de las cuales se origina esta aromática y dulce planta pertenece a la familia de las malváceas (ECURED, 2019).

Morfología y taxonomía del cacao

Tabla 1

Morfología y taxonomía del cacao

Morfología y Taxonomía del cacao	
Reino	Vegetal
Tipo	Espermatofita
Subtipo	Angiosperma
Clase	Dicotiledóneas
Subclase	Dialipétalas
Orden	Malvales
Familia	Esterculiaceae
Tribu	Esterculiaceae
Género	Buttneria
Especie	<i>Theobroma</i> Cacao

Nota: Adaptado de Torres L. , 2012. Morfolgia taxonomica del cultivo de cacao.

Descripción

Forma. El árbol de cacao es mediamente pequeño con 4 a 6 m de altura (cultivado), sin embargo, en su estado silvestre puede crecer hasta 20 m o más (Conabio, 2006).

Copa / Hojas. Copa baja, densa y extendida. Hojas grandes, alternas, colgantes, elípticas u oblongas, de (15) 20 a 35 (50) cm de largo por 4 a 15 cm de ancho, de punta larga, ligeramente gruesas, margen liso, verde oscuro en el haz y más pálidas en el envés, cuelgan de un pecíolo (Conabio, 2006).

Tronco / Ramas. El tronco tiene un hábito de crecimiento dismórfico, con brotes ortotrópicos o chupones. Ramas plagiotrópicas o en abanico. Las ramas primarias se forman en verticilos terminales con 3 a 6 ramillas; al conjunto se le llama "molinillo". Es una especie cauliflora, es decir, las flores aparecen insertadas sobre el tronco o las viejas ramificaciones. Corteza. (Conabio, 2006).

Flor(es). Las flores son de color rosa, púrpura y blanca cuya forma se asemeja una estrella, sostenidas pedicelo se encuentran sostenidas del tronco y de algunas ramas. Las inflorescencias después de producir flores durante varios años se convierten en tubérculos engrosados que reciben el nombre de "cojinetes florales" (Conabio, 2006).

Fruto(s). El cacao es un fruto con forma de vaya o mazorca, presenta una forma ovalada, dependiendo de la variedad en su estado de maduración puede ser amarilla o rojo vino. Mide de 15 a 30 cm de largo y de 7 a 10 cm de ancho, termina en punta y posee camellones longitudinales. Cada fruto tiene alrededor de 30 0 40 semillas dependiendo la variedad (Conabio, 2006).

Las semillas. La forma de la semilla depende de su variedad. Si es cacao de variedad nacional su forma es redondeada. Los cotiledones están protegidos por un recubrimiento por una sustancia llamada mucilago la cual permite la fermentación y calidad del cacao (Enriquez, 2010).

Condiciones edafoclimáticas Los factores climáticos influyen directamente en la producción de la plantación, es por ello que la zona donde se vaya establecer el cultivo tiene que cumplir las condiciones requeridas (Paredes, 2003).

A continuación, se detallan un rango promedio de los factores climáticos tomados requeridos por el cultivo de cacao:

Tabla 2

Factores climáticos que influyen el cultivo de cacao

Precipitación mm (anual)	Temperatura °C	Viento	Altitud	pH de suelo	Topografía
1,600 a 2,600	Mínima de 23°C	1 a 2 m/s	1,000 a 1,400 msnm	4.5. Hasta el pH de 8.5	No mayor al 15 %
	Máxima de 32°C				
	Optima de 25°C				

Nota: Adaptado de Paredes, 2003.

Variedades de cacao

Cacao CCN – 51

El cacao híbrido CCN-51 o ramilla, nace de la necesidad de tener una planta más resistente ante las adversidades que afectan al cacao nacional fino de aroma tales como; baja productividad, manejo inadecuado del cultivo,

edad avanzada de las plantaciones, alta incidencia y severidad de enfermedades fungosas afectando la producción de mazorcas y la calidad de las almendras (Avalos, 2014).

El CCN-51 es un cacao clonado de origen ecuatoriano que el 22 de junio del 2005 fue declarado, mediante acuerdo ministerial, un bien de alta productividad. Con esta declaratoria, el Ministerio de Agricultura brinda apoyo para fomentar la producción de este cacao, así como su comercialización y exportación (ANECACAO, 2015).

Cacao fino y de aroma

En el Ecuador existe un tipo de cacao único en el mundo conocido con el nombre de "Nacional". El cacao nacional se caracteriza por tener una fermentación muy corta y dar un chocolate suave de buen sabor y aroma, por lo que es reconocido internacionalmente con la clasificación de "Cacao Fino y de Aroma" (Bermúdez & Mendoza, 2016).

Este tipo de cacao, tiene características individuales distintivas, de toques florales, frutales, nueces, almendras, especias que lo hace único y especial, sobresaliendo con su ya conocido "SABOR ARRIBA". Todos estos detalles de sabor y aroma están en el origen genético del grano, que se logra con el correcto tratamiento postcosecha, sumado a condiciones naturales de suelo, clima, temperatura, luminosidad que convergen en un solo punto, en un solo territorio, en el mágico y maravilloso Ecuador situado en la mitad del mundo (Bermúdez & Mendoza, 2016).

Cosecha de cacao

La cosecha se inicia cuando el fruto o mazorca está maduro. La madurez de la mazorca se aprecia por su cambio de pigmentación: de verde

pasa al amarillo o del rojo y otros similares al amarillo anaranjado fuerte o pálido. No obstante, en frutos de coloración roja o violácea muy acentuada el cambio de color puede no ser muy aparente y se corre el riesgo de no cosechar a tiempo las mazorcas que han alcanzado madurez plena (Paredes, 2003).

Descascarado

Se denomina quiebra a la operación que consiste en partir la mazorca y extraer las almendras. El tiempo entre el desgrane y la puesta en fermentación no debe exceder las 24 horas. Para los casos en los cuales no exista la cantidad de cacao suficiente para fermentar o no haya mano de obra disponible para hacer la quiebra, se sugiere amontonar las mazorcas hasta 5 días (Paredes, 2003).

Manejo postcosecha

Fermentación

La fermentación y el secado son etapas muy importantes en el beneficio del cacao, *Theobroma cacao* L. En la primera etapa se producen reacciones bioquímicas que causan una disminución del amargor y de la astringencia y que dan origen a los precursores del aroma y sabor a chocolate. En la segunda etapa se reduce la humedad, continua la fase oxidativa iniciada en la fermentación y se completa la formación de los compuestos del aroma y sabor (Vega, 2018).

Fases del proceso de fermentación del cacao

Al momento que los granos del cacao son extraídos de la mazorca, comienza la acción de numerosos microorganismos por el simple contacto con las manos e implementos y cuya composición dependerá la zona productora, de la temperatura etc. (Nogales, 2000).

De esos microorganismos, las levaduras tienen un rápido incremento debido al bajo contenido de oxígeno de la masa, del pH ácido y del alto contenido de azúcares de la pulpa, esta población alcanza un desarrollo máximo, declinando después de 24 horas (Nogales, 2000).

Al segundo día se produce la muerte del embrión, principalmente por la penetración del ácido acético en los tejidos de los cotiledones y por las altas temperaturas alcanzadas (44 a 50 °C), además ocurre el desprendimiento de la cutícula de los cotiledones, el color violeta se torna marrón, el color externo blanco o rosado se torna pardo-rojizo, aumenta el volumen del grano, la muerte del embrión está acompañada de un aumento en la permeabilidad de las paredes celulares lo que permite una Inter difusión de los componentes del jugo celular, se inician las reacciones enzimáticas en los cotiledones, las cuales originan la desaparición de los pigmentos coloreados y el desdoblamiento de las moléculas de las sustancias proteínicas en moléculas más sencillas (aminoácidos) y que probablemente ocasionan el sabor y aroma característico de chocolate, ésta es considerada como la reacción esencial más importante de todo el proceso de fermentación del cacao (Nogales, 2000).

Al tercer día se ha estabilizado el equilibrio entre las bacterias acéticas y las levaduras. Esta fase es estrictamente anaeróbica, por lo que se conoce como la fase anaeróbica hidrolítica de la fermentación del cacao. La hidrólisis de los polifenoles del cacao por la enzima glicosidasa, ocurre a una temperatura de 45 °C y a un pH de 4,0-4,5 (Nogales, 2000).

Fase aeróbica: Una segunda fase del proceso de fermento se conoce como fermentación aeróbica o presencia de aire, acelerado por la mezcla o volteos de la masa de cacao, aquí se da una disminución de la astringencia del grano y termina hasta que el contenido de humedad se reduce hasta el

punto que ya no es posible que ocurra ningún proceso, por eso esta fase continúa durante el secado.

Sistemas de fermentación

Fermentación en sacos

Para la fermentación del cacao en costales de polietileno o yute se colocan las almendras dentro de estos, se cierran y se los deja fermentando en el piso. Algunos agricultores suelen colgarlos para que tengan mejor aireación durante dos o tres días al cabo de los cuales son extraídas para someterlas al proceso de secado. Este método no es recomendable debido a que las almendras presentan un elevado porcentaje de granos violáceos y pizarrosos (Paredes, 2003).

Fermentación en rumas o montones.

Sobre el piso se dispone una capa de hojas de plátano que sirve de base y facilita el drenaje del exudado. Las almendras son acondicionadas sobre estas hojas formando rumas que se cubren con hojas de plátano y sacos de yute para evitar la fuga de calor que dará muerte al embrión de las semillas, deben estar expuestos directamente al sol y no bajo sombra con remociones a intervalos de 48, 72 y 96 horas (Paredes, 2003).

Fermentación en cascadas

Para este tipo de fermentación se colocan las almendras frescas dentro de cajones fermentadores por un período de cinco días. Para una buena fermentación, debe nivelarse uniformemente la masa de cacao en los cajones y cubrirlos con hojas de plátano, costales de yute o plástico, a fin de mantener la humedad y conservar el calor desprendido por la fermentación alcohólica (Paredes, 2003).

Características del grano bien fermentado

Cuando se logra fermentar adecuadamente el cacao debe reunir las siguientes características:

- Cambios de color de violeta a marrón en la parte interna del grano
- Por la parte externa pasa de blanco a pardo rojizo
- Muerte del embrión
- El grano se hincha
- Buena abertura entre los cotiledones
- Olor agradable (Vega, 2018).

La fermentación del cacao se lleva a cabo de diversas formas que varían de acuerdo con las prácticas agrícolas de cada zona del país y los requerimientos del mercado de destino, sin embargo, todo tratamiento especial de post cosecha será avalado por AGROCALIDAD. En el Ecuador los principales métodos recomendados son los cajones de madera “montón” y los sacos.

La madera más aconsejable para elaborar los cajones de fermentación es el laurel, pudiéndose utilizar también maderas blancas como el pechiche, tilo o chanul. No usar nunca maderas que puedan contaminar, transmitir olores y/o resinas al grano.

Las dimensiones de los cajones deberían estar acordes a los volúmenes de producción de la huerta, aunque las más utilizadas en nuestro país son: 0,60m de alto, 0,60m de ancho x 1,80m de largo. Las cuáles deberían estar divididas en tres compartimentos de 0.60m porque permiten un mejor manejo.

El grosor de la madera debe ser mínimo de 2cm, el piso del cajón debe tener perforaciones de 1cm de diámetro, con una separación de 10cm entre sí, para el escurrimiento y debe estar separado del suelo por lo menos 10cm.

Los cajones deben estar bajo cobertura colocados en lugares frescos y secos, su disposición puede ser individual o tipo escaleras, en el caso de este último evitar que los residuos del fermentado caigan al nivel inferior y puedan contaminar pro lo que se recomienda su recolección y tratamiento para materia prima de elaborados o semielaborados y su disposición final en pozos sépticos y nunca desecharlos al medio ambiente.

Al hacer la remoción es importante que esta se lo realice lentamente, con una pala de madera, y evitar la formación de bolsas de aire para prevenir el crecimiento de mohos y aglomeraciones de almendras.

Indicativos de que la almendra siguió un buen proceso de fermentación es que la temperatura empieza a descender, el grano se hincha, el embrión muere, al hacerle un corte escurre un líquido color vino tinto y la almendra es de color lila pálido.

Evitar la sobre fermentación ya que hacen a la almendra de color negro, olor y sabor a putrefacto y con mohos (AGROCALIDAD, 2012).

Cuando la fermentación es a montón se recomienda:

- Al apilar la masa de cacao fresco, de preferencia sea sobre un tendal de caña o de madera.
- El montón debe estar protegido de la lluvia y del viento, cubierto con hojas limpias de musáceas (plátano, banano o bijao).

- Una vez cubierto se deja de fermentar por 48 horas, luego se hace la remoción, de tal manera que se invierta las capas, se vuelve a tapar y se deja nuevamente fermentar por otras 48 horas más en el cacao nacional y para el cacao CCN-51 se recomienda al menos 48 horas más adicionales. Este tratamiento permite la homogenización de la fermentación.
- Sobre tendales de cemento se aconseja formar una alfombra con hojas de musáceas sobre la cual descansa la masa a fermentar.
- No se debe tapar la masa de cacao con sacos de yute, porque transmiten el sabor del yute al cacao, tampoco utilizar lonas plásticas o impermeables, estas impiden el intercambio gaseoso y pueden “cocinar” los granos.
- Cuando la fermentación es en sacos, se debe remover cada 48 horas con la finalidad de airear el cacao; esta práctica en el caso del cacao nacional hay que se realizó la dos veces y para el cacao CCN-51 tres veces (Vega, 2018).

Licor de cacao

Licor o pasta de cacao, es una pasta de color café que se obtiene de la molienda del grano tostado, sin adicionar o extraer ninguno de sus componentes, al cual previamente se le han eliminado las impurezas y la cascarilla. El licor de cacao mantiene todo el contenido de grasa y las características organolépticas del cacao con que fue preparado (Guerrero, 2006).

Calidad física

(Sotomayor, 2011), define a la calidad de cacao como la clasificación realizada a las almendras de cacao, tomando en cuenta sus características físicas (aparición, humedad, contenido de materiales extraños, mohos, insectos, entre otros) y organolépticas (sabor intrínseco de cada variedad).

Hay características afectadas por el ambiente durante el desarrollo de la mazorca; por ejemplo, la deficiencia de agua y nutrientes impide que las semillas alcancen su tamaño normal. De allí que el índice de semilla, es más alto al final del periodo lluvioso por las mejores condiciones para el desarrollo de las almendras. La comercialización internacional requiere cacao con índice de semilla arriba de 1 g. El índice promedio de semilla para el cacao ecuatoriano es de 1.26 g. El de Ghana, considerado el referente mundial para la calidad, particularmente física, en el mejor de los casos llega a 1.15 g (Mera & Ruíz, 2014).

El clon CCN-51 (Colección Castro Naranjal), es considerado como un cacao fino, pero no de aroma (ya que no posee sabor arriba-floral). Posee características que han permitido su aceptación entre los cacaoteros ecuatorianos, como por ejemplo su amplia adaptación, y rendimientos muy altos (bajo ciertas condiciones de manejo), además de su mayor contenido de grasa y peso. Posee un sabor frutal-nuez (Sotomayor, 2011).

El cacao Arriba, a nivel comercial se clasifica en varias categorías de acuerdo a ciertos parámetros (Anexo 1), así se tiene: ASE (Arriba Superior Época), ASN (Arriba Superior Navidad), ASS (Arriba Superior Selecto), ASSS (Arriba Superior Summer Selecto), y ASSPS (Arriba Superior Summer Plantación selecta). La Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 176, establece los requisitos de calidad, que debe cumplir el cacao en grano beneficiado, y los criterios que deben aplicarse para su clasificación (Sotomayor, 2011).

El porcentaje de fermentación mínimo para el cacao debe ser del 70 al 85% para las diferentes variedades clonales, además menciona que el contenido de humedad en las almendras no debe ser mayor que el 7% mientras que el porcentaje de granos defectuosos no debe exceder el 1% de

granos partidos y el grano beneficiado debe estar libre de olores a humo, moho, ácido butírico (podrido), agroquímicos, etc. (Mera & Ruíz, 2014).

La prueba de corte es subjetiva y sirve para conocer el estado de la fermentación más los efectos comerciales o calidad comercial (tamaño, peso, porcentaje de humedad, contenido de material extraño, mohos, hongos e insectos) en los granos de cacao; pero no es suficiente para determinar con precisión la calidad final del mismo (Mera & Ruíz, 2014).

En una prueba de corte se clasifican a las almendras cortadas longitudinalmente de la siguiente manera:

Almendras de color marrón o café: poseen una fermentación completa, los ácidos han matado al embrión y a las vacuolas de pigmentación, estas almendras son muy hinchadas y se separan fácilmente del cotiledón. La coloración es marrón o marrón rojiza.

Almendras marrón o violeta: representa una fermentación parcial, los ácidos no han penetrado y una proporción de vacuolas se encuentran intactas, los cotiledones están poco compactos y la testa algo suelta. La calidad del sabor es regular pero aprovechable para reducir chocolate. Coloración medianamente marrón.

Almendras violetas: son aquellas que no se han fermentado completamente, por ello aparecen ácidos procedentes de la pulpa. Las almendras no están hinchadas y la apariencia interna es compacta, desarrollan un sabor astringente y ácido.

Almendras pizarrosas (de color gris): son aquellas que no se han logrado fermentar, las almendras son muy compactadas por lo que desarrollan sabores amargos y astringentes, el color gris pizarra negruzco, es un defecto muy serio para cualquier procesador.

Pasos para la obtención de licor de cacao

Recepción de la materia prima

El cacao que ingresa se lo ubica en la bodega de almacenamiento y para que este sea utilizado en el proceso se debe tener en cuenta los siguientes parámetros y consideraciones:

- Su humedad en la etapa de recepción está alrededor del 8 %.
- La cantidad de granza, palos, piedras, etc., debe de ser mayor al 50% de una muestra representativa
- El peso promedio de las 100 pepas no debe de ser inferior a 105 g (Guerrero, 2006).

Pre secado

El método de presecado consiste en que una vez cosechadas las mazorcas, se sacan las pepas y estas se ponen a exposición al sol eliminando el exceso de su pulpa lo cual permite que al momento de meter a fermentar se produzca un rápido incremento en su temperatura y acorte el tiempo de este proceso. El tiempo de presecado dependerá del sol, aquí lo más importante es ir palpando con la mano si la baba ha desaparecido, luego pasaría a la fermentación (Bustamante & Ramirez, 2010) .

La fermentación del cacao (CCN5 1) se divide en dos fases. La primera, consiste en un presecado inicial del grano que retire el exceso de mucilago, para que se active la fermentación con el calor. En la segunda fase, se colocan los granos en sacos de yute o montículos alargados que no superen una altura de 50 cm y del largo que uno quiera, cubiertos durante 2 o 3 días de fermentado. Los granos se remueven cada 24 horas (Bustamante & Ramirez, 2010).

Secado

Al salir del fermentador, el cacao tiene mucha acidez, la cual debe salir del grano por evaporación. Con este objetivo es que se debe hacer el presecado. Si se lleva el cacao directamente del fermentador al patio de secado o a la secadora mecánica, se corre el riesgo de que se forme alrededor del grano una costra dura que evita al ácido salir del interior del grano

Por la razón anterior, es necesario que el primer día de secado se deje el grano en reposo, bien sea en una capa gruesa o en montones, tapado con sacos. Ese día se le debe dar vuelta al cacao 3 o 4 ocasiones hasta que el olor a ácido disminuya suficientemente. Si la estructura del beneficio cuenta con cajones con ruedas, ese primer día de secado sólo se debe exponer al sol por una o máximo dos horas (MAG, 2013).

Secado al sol

Al terminar la etapa del presecado, el cacao se lleva al sol, utilizando elementos como esteras de fibra vegetal, manteados, bandejas de madera y estructuras construidas en plástico, llamadas marquesinas. Las superficies para el secado no deben tener residuos de tierra o arena; piedras o semillas; o estar cerca de sustancias que le den al cacao malos olores y sabores extraños. Las orillas de caminos, así como aceras y garajes, son inadecuadas porque se puede contaminar fácilmente el cacao (MAG, 2013).

Durante el secado, se debe remover frecuentemente los granos de cacao, con la mano o con una pala o rastrillo de madera, teniendo cuidado de hacerlo en toda la superficie para que el secado sea bien uniforme. Cuando el cacao logra la humedad del 6 al 7%,

adquiere un sonido característico que indica que el cacao ya está listo para guardarlo (MAG, 2013).

Secadores mecánicos

Otra forma para secar el cacao es por medio de secadoras mecánicas con fuentes de calor indirecto como la leña, el diésel o la electricidad. Cuando se use leña o Diesel se debe tener mucho cuidado que el humo no llegue al cacao, porque puede tomar el olor del humo que estropea la calidad del grano. El secador debe estar techado para evitar se humedezca el cacao durante el proceso y la temperatura nunca debe subir de 60°C (MAG, 2013).

Limpiezas de las habas de cacao

Las habas de cacao en estado natural contienen gran cantidad de impurezas, debido a que luego de la fermentación realizada en las haciendas, estas son tendida en el piso para secarlas, allí se contaminan con restos de piedras, sogas, pelos de animales, pedazos de metal, etc. (Guerrero, 2006).

Este primer proceso tiene como objetivo retirar la mayor parte de las impurezas que pueden afectar los procesos posteriores o introducir sabores extraños al licor (Guerrero, 2006).

Se realiza una separación mecánica utilizando tamices vibratorios a través de los cuales se hace pasar un flujo continuo de habas de cacao, separando en los distintos tamices todos aquellos elementos extraños, granza, palos, pelotas y deja pasar el cacao a otro tamiz más pequeño, que separa el cacao quebrado (Guerrero, 2006).

Tostado

El cacao crudo ingresa a una cámara de precalentamiento, el objetivo de tostar el cacao es bajar el contenido de humedad del 8% a 1.5 - 2% con temperatura de 140°C por siete minutos y desarrollar el aroma y sabor (Guerrero, 2006).

Con este tratamiento térmico se elimina la mayor parte de la carga microbiana y se producen reacciones químicas (tipo Maillard), que originan los precursores del sabor y le dan ese olor y sabor característicos, además se eliminan gran cantidad de ácidos volátiles (ácido acético) que pueden afectar el perfil sensorial del licor de cacao (Guerrero, 2006).

Descascarillado

En la descascaradora se produce la operación de rotura de las habas de cacao, en donde se separa la cáscara y su interior (Nibs), el cual es usado en el proceso productivo de transformación de cacao (Guerrero, 2006).

Molienda gruesa y molienda fina

Los nibs de cacao tostados, pasan a una primera molienda en un molino de pines, (pre molino) este recibe los nibs, lo premuele, a una finura de 85 %. El producto resultante de este proceso es el licor corriente grueso (Guerrero, 2006).

Este contiene todavía partículas demasiado “grandes” para los procesos siguientes, por lo que se somete a una segunda molienda en molinos de bola, el cual reduce el tamaño de partículas hasta alcanzar una finura de 98.5 % - 90 %.

El calor generado durante la molienda, derrite la grasa contenida en la almendra, de ahí el nombre de “licor de cacao”. También se denomina “pasta de cacao”, “pasta de chocolate”, masa de cacao, o, por ejemplo, en las normas de identificación de alimentos de los Estados Unidos, simplemente “chocolate”. Cuando está aún más refinado se le denomina también “chocolate repostero no edulcorado” (Guerrero, 2006).

Esterilización

El licor se esteriliza durante 15 horas, dentro de los Esterilizadores que posee agitación mecánica. La temperatura dentro de estos tanques es de 94°C inicialmente, esto se logra debido a que se encuentran recubiertos por camisas por donde circula aceite térmico a T° de 100 – 130°C. El tiempo de esterilización es de 5 horas a temperatura constante de 112°C. La finalidad de este proceso térmico es la de bajar la carga microbiana, para obtener licor de cacao dentro de parámetros establecidas por normas de calidad, ver Apéndice C y D (Guerrero, 2006).

Características físicas – químicas del licor de cacao

Tabla 3

Características físicas y químicas del licor de cacao.

Parámetro	Porcentaje (%)
% Manteca	56
% Humedad	Max. 2.0
% Ceniza	Max. 6.0
Granulometría	Min. 98
Ph	5.5 – 6.0

(Guerrero, 2006)

Calidad sensorial

Siempre que se habla de calidad sensorial es preciso distinguir las características organolépticas que poseen los alimentos. Entre ellas podemos mencionar a la apariencia relacionada con la forma y especialmente en el color, textura que tiene que ver con las sensaciones que se manifiestan a través del tacto y la tensión; y el sabor, característica organoléptica en la que básicamente el presente estudio se centrará; que está caracterizada por el aroma, que resume las impresiones de agrado percibidas por vía indirecta a través del órgano olfativo; y el gusto. Para muchos el sabor es la principal razón que permite a las personas disfrutar de los alimentos (Díaz & Pinoargote , 2012).

Evaluación sensorial de licor de cacao

La evaluación sensorial es un método que utiliza un grupo de panelistas previamente entrenado para medir, analizar e interpretar reacciones de las características de los alimentos; estas son percibidas por los sentidos de la vista, olfato y gusto y se las realizan en una pasta de cacao preparada para la identificación de los sabores y aromas que van a determinar los perfiles organolépticos de una muestra, todo proceso que se le realice para obtenerla influirá en estos, negativa o positivamente (Mera & Ruíz, 2014).

Términos para describir la importancia sensorial del chocolate

Sabores básicos

✓ Acidez

Describe licores con sabor ácido; expresan la presencia de ácidos volátiles y no volátiles; se percibe a los lados y centro de la lengua.

Referencias: Frutas cítricas, vinagre.

✓ **Amargor**

Describe un sabor fuerte y amargo, en respuesta a una falta de fermentación; se percibe en la parte posterior de la lengua o en la garganta. Referencia: café, cerveza, toronja.

✓ **Astringencia**

Describe un sabor fuerte también por falta de fermentación; se expresa como sequedad en la boca producto de la precipitación de las proteínas en la saliva; va acompañada de un aumento de salivación; se percibe en toda la boca, lengua, garganta y hasta en los dientes. Referencia: cacao no fermentado, mango verde, hojas de plátano, carambola pintona.

Sabores específicos

✓ **Cacao**

Describe el sabor típico de granos de cacao bien fermentados, secos, tostados y libre de defectos. Referencia: barras de chocolate negro, cacao fermentado y tostado.

✓ **Floral**

Describe aroma a flores, con tonos perfumados. Referencia: lilas, violetas, flores de cítricos.

✓ **Frutal**

Describe el sabor y aroma a fruta madura, combinado con notas dulzainas agradables. Referencia: cualquier fruta seca madura, fruta cítrica madura y seca; ciruelas pasas.

Características bromatológicas

El cacao contiene cerca de 18% de proteínas (8% digeribles); grasas, aminos y alcaloides incluyendo teobromina (0.5 a 2.7%), cafeína (0.25 a

1.43%), tiramina, dopamina, salsolinol, trigonelina, ácido nicótico y aminoácidos libres, taninos, fosfolípidos, etc. En adición a los alcaloides (principalmente teobromina), taninos y otros constituyentes (Mera & Ruíz, 2014).

✓ **Grasa**

El chocolate tiene un alto contenido de grasa (alrededor de un 55% después de fermentado, tostado y secado), que se reduce al separar la manteca de cacao hasta un 25%, o incluso menos en chocolate destinado a bebidas. Un 60% de la grasa de chocolate es saturada, rica en ácidos grasos como el esteárico (34%) o el palmítico (28%), motivo por el cual es difícil que un chocolate adquiera un sabor rancio (además de sus antioxidantes). Pero contiene también ácidos grasos insaturados como el oleico (35%) -de ese que abunda en el aceite de oliva y en el aguacate y juega un papel preponderante en la protección vascular al disminuir el colesterol y las LDL (Lipoproteínas de Baja Densidad, por sus siglas en inglés) y aumentar las HDL (Lipoproteínas de Alta Densidad o colesterol bueno) (Lopez & Canales , 2011).

✓ **Humedad**

Los granos de cacao fermentados y secado, contienen un % de humedad 6-7, cuando el 13 secado se lo realiza de manera natural y cuando se realiza el secado de forma mecanizada este valor puede ser inferior (Vega, 2018).

✓ **Ceniza**

El contenido mineral promedio 2,5-3 %, La mayoría de ellos están representados por óxidos de potasio, fósforo y magnesio. Entre los oligoelementos que se encuentran en los granos de cacao zinc, cobre, manganeso, flúor, arsénico y molibdeno (Vega, 2018).

En investigaciones realizadas en porcentaje de ceniza puede llegar al 3 %. Según los autores (Álvarez, Tobar , & García, 2010), en sus investigaciones obtuvieron valores promedios de 3 - 3,16 %.

✓ **pH y acidez titulable**

La acidez y el pH son parámetros críticos en la calidad del cacao usado por la industria chocolatera. El exceso de ácido acético producido por una mala fermentación causa efectos adversos sobre el “flavour” del chocolate (Álvarez, Tobar , & García, 2010).

Un nivel alto de pH en los cotiledones es un indicativo de una sobre fermentación de la masa, la cual conduce a la formación de ácidos carboxílicos y amina biogénicas por descarboxilación enzimática de los correspondientes aminoácidos (Álvarez, Tobar , & García, 2010).

✓ **Fibra**

Según la norma INEN. (2013) menciona que el porcentaje máximo de fibra cruda para el licor de cacao debe alcanzar máximo 4,7 %.

Industrialización del Cacao

En el país existen unas 10 industrias grandes dedicadas a la producción de torta, pasta o licor, manteca, polvo y elaborados de cacao y que destinan su producto básicamente al mercado internacional (FAO, 2016).

Las industrias pequeñas se dedican a la producción de chocolates, caramelos y bombones. Las principales industrias son: La Universal S.A, NestléEcuador S.A, Indexa, Confiteca, ECUACOCOA, TRIAIRI S.A y Navolli S.A.; Ecuatoriana de Chocolates, entre otras(FAO, 2016).

Capítulo III

Metodología

Ubicación

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 Ecológica

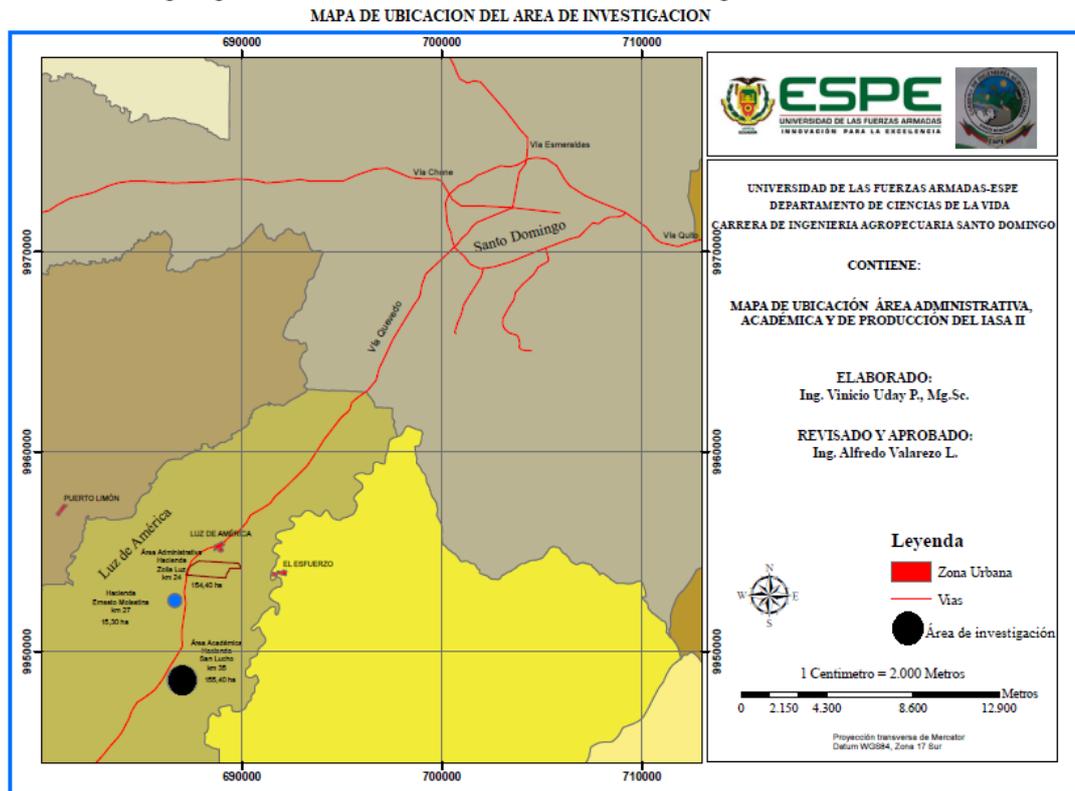
Zona de vida:	Bosque húmedo subtropical
Altitud:	625 m.s.n.m.
Temperatura:	24 – 26 °C
Precipitación:	2800 mm/año.
Humedad relativa:	85%
Heliofanía:	680h luz/año
Suelos:	Franco Limo arcillosos
Vegetación:	Predominantemente pasturas, especies forestales, cultivos anuales y perennes (Martinez , Jandry, & David Tapia , 2013) .

Ubicación Geográfica

- Latitud: 00° 24´ 36"E
- Longitud: 79° 18´ 43"O

Figura 1

Ubicación geográfica donde se desarrollará la investigación



Materiales

Muestras Bilógicas

- Cacao: Nacional y CCN – 51.

Equipos

- Balanza
- Centrifuga
- Estufa
- Cámara fotográfica
- Medidor de pH
- Equipo de fibra

- Equipo de grasa

Reactivos

- Agua destilada

Materiales e Insumos

- Cuchillo
- Tamiz
- Vasos de precipitación
- Probetas
- Bandeja plástica
- Fundas

- Cajas Petri
- Varilla de agitar

Material de Oficina

- Cuadernos
- Esferos

- Calendario

Equipos de Oficina

- Cámara fotográfica
- Impresora
- Computadora

Métodos

En la presente investigación se realizó la caracterización del licor de dos variedades de cacao Nacional y CCN – 51 considerando manejo postcosecha y distintas zonas de producción de Santo Domingo.

Las variedades de cacao fueron tomadas de las diferentes zonas, con el fin de obtener licor de cacao, para ello se evaluaron propiedades organolépticas y sensoriales con el fin de determinar su calidad. En el ensayo se establecieron doce 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 son: variedades de cacao, diferentes zonas productoras de cacao, cada uno con sus niveles como se describen a continuación.

Factores y niveles a probar**Tabla 4***Factores, niveles utilizados en la caracterización de licor de cacao.*

Factores	Niveles
Variedades (A)	A ₀ = Nacional
	A ₁ = CCN - 51
Métodos de fermentación (B)	B ₀ = Fermentación. Controlada
	B ₁ = Fermentación. Cascada
Zonas (C)	C ₀ = San Jacinto
	C ₁ = La Concordia
	C ₂ = Puerto Limón

Tratamientos a comparar**Tabla 5***Tratamientos utilizados en la caracterización de licor de cacao.*

Tratamiento	Factores	Descripción
T1	a ₀ b ₀ c ₀	Nacional + Controlada + San Jacinto
T2	a ₀ b ₀ c ₁	Nacional + Controlada + La Concordia
T3	a ₀ b ₀ c ₂	Nacional + Controlada + Puerto Limón
T4	a ₀ b ₁ c ₀	Nacional + Cascada + San Jacinto
T5	a ₀ b ₁ c ₁	Nacional + Cascada + La Concordia
T6	a ₀ b ₁ c ₂	Nacional + Cascada + Puerto Limón
T7	a ₁ b ₀ c ₀	CCN – 51 + Controlada + San Jacinto
T8	a ₁ b ₀ c ₁	CCN – 51 + Controlada + La Concordia
T9	a ₁ b ₀ c ₂	CCN – 51 + Controlada + Puerto Limón
T10	a ₁ b ₁ c ₀	CCN – 51 + Cascada + San Jacinto
T11	a ₁ b ₁ c ₁	CCN – 51 + Cascada + La Concordia
T12	a ₁ b ₁ c ₂	CCN – 51 + Cascada + Puerto Limón

Tipo de diseño

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

$$Y = U + V + M + Z + (VMZ) + (AC) + (BC) + (ABC) + R + E$$

Repeticiones o bloques

Para cada tratamiento se aplicaron tres pruebas en similares (repeticiones).

Características de la UE

Cada unidad experimental fue de 1000 gramos de cacao. Las almendras de cacao una vez recolectadas fueron fermentadas por los métodos: (controlada y cascada); posterior a ello se realizó el secado para la elaboración del licor de cacao y se determinaron sus propiedades organolépticas y sensoriales.

Análisis Estadístico

Esquema de análisis de varianza

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

Tabla 6*Esquema del análisis de varianza utilizado.*

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F - Calculado	P- Valor
Bloque	2				
Variedades A	1				
Métodos de Fermentación (B)	1				
Zonas (C)	2				
A x B	1				
AXC	2				
BXC	2				
AXBXC	2				
Error experimental	22				
Total	35				
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:

- C.V.= Coeficiente de variación
- CMe= Cuadrado medio del error
- \bar{x} = Media del experimento

Análisis funcional

En el siguiente proyecto se utilizó la Prueba de Tukey al 5 %.

Variables a Medir

Tabla 7

Variables a evaluar de licor de cacao.

Variables bromatológicas	Variables organolépticas
pH	Dulce
Acidez titulable	Amargor
Grasa	Astringencia
Humedad	Floral
Proteína	Frutal
Ceniza	Nuez

Evaluación de las variables en estudio

Acidez titulable

Se pesó 2 g de licor de cacao y se transfirió a un matraz Erlenmeyer de 100 cm³. Agregamos lentamente 50 cm de alcohol de 90% (V/V) neutralizado; tapar el matraz Erlenmeyer y se agitó fuertemente. Dejamos en reposo durante 24 h, y se agito de vez en cuando. Con la pipeta se tomó una alícuota del 10 cm³ del líquido claro sobrenadante y se transfirió al matraz Erlenmeyer de 50 cm³; agregando 2 cm³ de la solución indicadora de fenolftaleína.

Se agregó lentamente y con agitación solución 0,02 N de hidróxido de sodio, hasta conseguir un color rosado que desaparece poco a poco. Se agregó la solución hasta que el color rosado persistió. Medir en la bureta del volumen de solución empleado, con aproximación a 0,05 cm³.

Cálculos:

La acidez titulable en almidón, se calculó mediante la ecuación siguiente:

$$\frac{490 NV}{m(100 - H)} \times \frac{V_1}{V_2}$$

Siendo:

A= contenido de acidez en el almidón, en porcentaje de masa de ácido sulfúrico.

N= normalidad de la solución de hidróxido de sodio.

V= volumen de la solución de hidróxido de sodio empleado en la titulación, en cm.

V₁= volumen del alcohol empleado en cm³

V₂= volumen de la alícuota tomada para la titulación, en cm³

m= masa de la muestra, en g.

H= porcentaje de humedad en la muestra (Sanchez, 2018).

Grasa

Se secó los vasos beakers en la estufa a 100°C por 1 hora. Luego se transfirió al desecador y se pesó con una aproximación de 0,1 mg, cuando haya alcanzado la temperatura ambiente, por consiguiente, se pesó 2g de muestra sobre el papel filtro y se colocó los en el interior del dedal, taponar con suficiente algodón, luego introducirlo en el porta dedal. Se colocó el dedal en el vaso Baker, y se llevó a los ganchos metálicos del aparato de golfish. Se adicionó en el vaso Baker 50 ml de solvente, al mismo tiempo abrir el reflujo de agua (Sanchez, 2018).

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 graduó la temperatura a 55 °C (Sanchez, 2018).

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 este casi todo en el vaso de recuperación, sin quemar la muestra, se bajó los calentadores, se retiró los Baker con el residuo de grasa, el solvente se transfirió al frasco original (Sanchez, 2018).

El vaso con la grasa se llevó a la estufa a 105°C hasta completa evaporación del solvente por 30 minutos. Se colocó los vasos Baker que contiene la grasa, durante 30 min en la estufa calentando a 100°C, finalmente se enfrió hasta temperatura ambiente en el desecador. Se utilizó la siguiente fórmula:

$$G = \frac{W2 - w1}{w0} * 100$$

G = Porcentaje de grasa

W0 = Peso de la muestra

W1 = Peso del vaso Baker vacío

W2 = Peso del vaso más la grasa

Humedad

Se calentó las cajas Petri con sus tapas durante 30 minutos en la estufa a 130 ± 3°C. Luego se dejó enfriar en el desecador hasta temperatura ambiente y se pesó 5 g de muestra preparada, y se la transfirió a la caja Petri y se la distribuyó uniformemente en su fondo.

Se calentó la caja y su contenido durante una hora, en la estufa a $130 \pm 3^\circ\text{C}$, sin la tapa (Sanchez, 2018).

Se colocó la tapa a la caja Petri antes de sacarlo y trasladar al desecador; tan pronto alcanzó la temperatura ambiente, se pesó (Sanchez, 2018)..

Calculo

$$Pc = \frac{m_2 - m_3}{m_2 - m_3} \times 100$$

Siendo:

Pc = pérdida por calentamiento, en porcentaje de masa.

m_1 = masa de la caja vacía con tapa, en g.

m_2 = masa de la caja y tapa, con la muestra sin secar, en g.

m_3 = masa de la caja y tapa, con la muestra seca en gramos.

Porcentaje de proteína

Para determinar el porcentaje de proteína del mucílago, placenta y cáscara de cacao, se realizó lo siguiente:

- Se molió 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 rápidamente 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 preparada sobre un papel exento de Nitrógeno y se colocó en el microtubo digestor.
- Se añadió al microtubo una tableta catalizadora y 5 ml de ácido sulfúrico concentrado.
- Se colocó 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.
- Se dejó 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.
- Se colocó el microtubo 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.
- Se recogió aproximadamente 200 ml de destilado, retirar del sistema los accesorios y apagar.

C. Titulación

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

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

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

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).

Ceniza

Se pesó aproximadamente 5g de cacao en un crisol de porcelana que fue previamente lavado. Se Colocó el crisol de porcelana con la muestra en la mufla e incinerar a 550 °C durante tres horas y media. Se esperó que enfrié el crisol y las cenizas en un desecador hasta que se obtuvo un peso constante. Lugo se Pesó el crisol con las cenizas y se calculó la cantidad de cenizas. Los resultados se expresaron como porcentaje de cenizas totales.

$$Ceniza(\%) = \frac{Peso \text{ de las cenizas}(g)}{Peso \text{ de muestra } (g)}$$

pH

Para medir pH se realizó mediante el uso del potenciómetro. Se tomó 5 gramos de una muestra de licor de cacao, se colocó en un vaso de precipitación y seguidamente adicionar agua destilada hasta enrazar hasta 50ml. Esta dilución agitar durante 15 minutos para luego introducir el electrodo del potenciómetro e inmediatamente se tomar la lectura en la pantalla y obtener el resultado (Bermudez & Mendoza, 2016).

Proceso para la obtención para licor de cacao

Recolección de muestras

Las muestras a recolectar fueron extraídas de los sectores más representativos de Santo Domingo mencionados anteriormente. Se solicitó un registro de las fincas con mayor producción al GAD Parroquial de cada zona.

Mediante un análisis visual se seleccionaron las plantas más representativas y se contara los árboles con mayor número de mazorcas, buscando la forma y tamaño similar. Los datos fisiológicos del cultivo fueron registrados en la siguiente ficha:

Tabla 8

Registro de información de las muestras de cacao

Ficha técnica para el cacao (*Teobroma cacao* L.)

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:

Extracción de los granos

Se realizó 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 contiene los granos para facilitar la extracción, partiendo la cáscara evitando cortar los granos

ya que esto produce un riesgo de contaminación por mohos. La extracción de los granos se hizo de forma manual evitando que se adhieran sustancias extrañas y se colocó sobre un recipiente plástico libre de contaminación (Bermudez & Mendoza, 2016).

Pesado

Una vez obtenidos los granos de las variedades de cacao se pesó una determinada cantidad e identificó los tratamientos (Bermudez & Mendoza, 2016).

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 con hojas de plátano verde con el envés hacia abajo para elevar la temperatura y se produzca la fermentación por las levaduras, bacterias acéticas y lácticas.

Posteriormente se cubrió con una lona plástica oscura para proteger el material a fermentar y protegerlos de las condiciones ambientales y de los insectos rastroeros y voladores que puedan afectar las condiciones de esta investigación. Se registró la hora inicial de la fermentación y se realizó 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 (Bermudez & Mendoza, 2016).

Secado

El secado se lo realizó por iluminación solar sobre tendales de madera, identificando cada variedad con su respectivo nombre, el secado, de forma paulatina evaporándose el agua contenida hasta llegar a un porcentaje de humedad del 5 -7 %, en un tiempo de 10-12 días, para ser almacenada sin peligro de contaminación (Bermúdez & Mendoza, 2016).

Almacenamiento de granos

Una vez secados los granos se llenó en bolsas de papel y se codificaron con el nombre, número de muestra, fecha de inicio de la fermentación y fecha de almacenamiento. Se almacenaron a temperatura ambiente (Bermúdez & Mendoza, 2016).

Selección de semillas

Se seleccionaron las almendras de cacao y se descartaron aquellas que estuvieran en mal estado o contaminadas para evitar que afecte la calidad final de los licores en cada variedad (Bermúdez & Mendoza, 2016).

Tostado

Las muestras se colocaron en varias bandejas de acero inoxidable y luego se llevaron a una estufa, a una temperatura estándar de 115 °C por 30 minutos para cada muestra, posterior se dejó enfriar para el posterior descascarillado (Bermúdez & Mendoza, 2016).

Descascarillado

Luego del tostado de las almendras de cacao se descascarillará manualmente a temperatura ambiente, la testa se

separó y se colocaron en recipientes plásticos para cada muestra quedando listo para la molienda.

Molienda

Las almendras descascarilladas se trituraron en un molino especial para granos secos para obtener los nibs de cacao.

Refinado

Los granos triturados pasaron a un molino para licor de cacao por un tiempo de 2 horas a 35 °C para reducir 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.

Moldeado

La pasta de licor se moldeó en cubos plásticos de 50 g cada uno con su respectiva identificación y se mantuvo en refrigeración por 24 horas.

Empaquetado

Transcurridas las 24 horas se desmoldaron las barras de licor de cada variedad y se empacaron en papel aluminio con sus respectivas identificaciones.

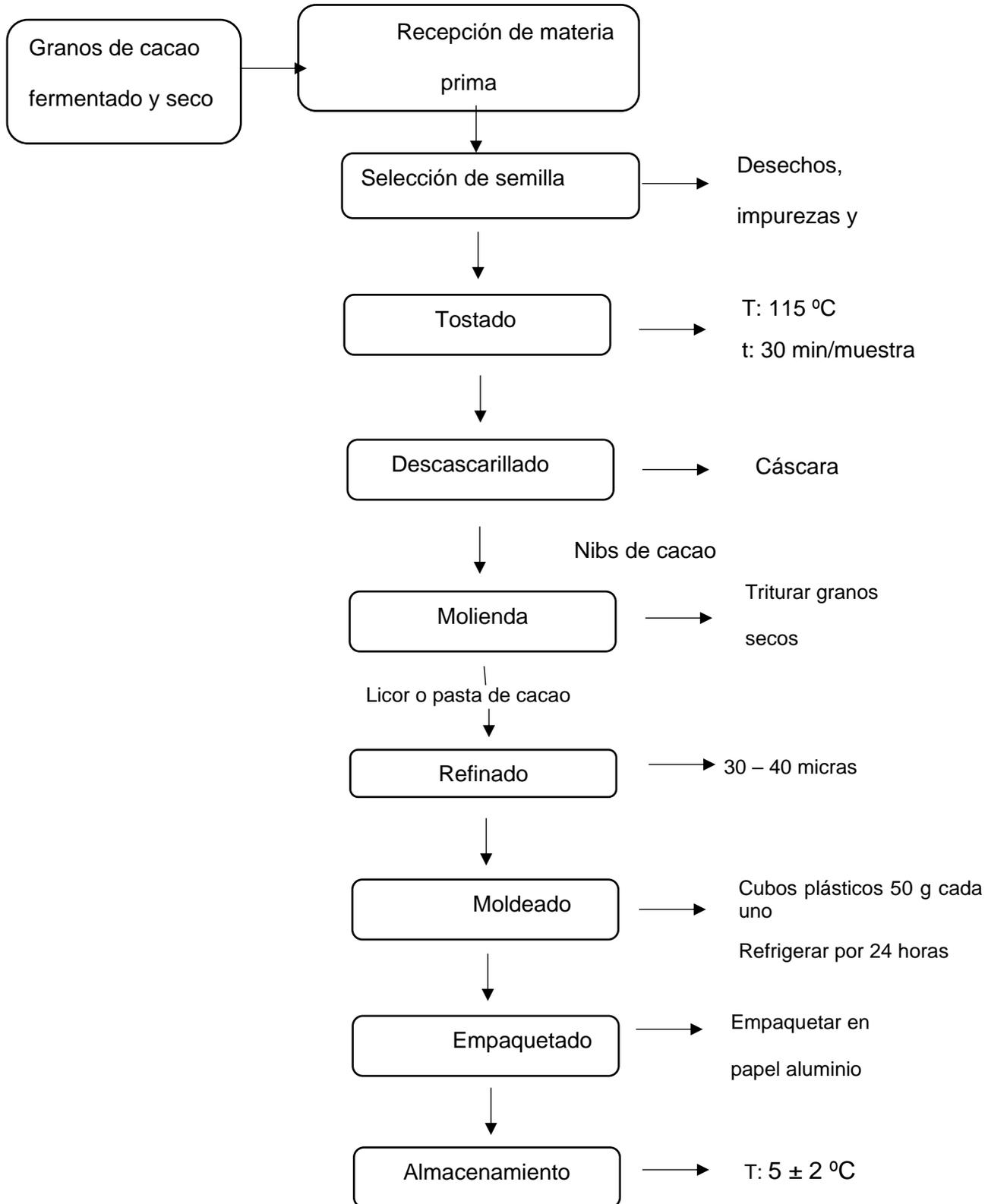
Almacenamiento

Las barras de licor de cacao se almacenaron en una nevera a una temperatura de 5 ± 2 °C hasta el momento de las evaluaciones controlando que no hay cerca de ellos otros productos ya que puede contaminarse o bajar su calidad sensorial.

Diagrama de flujo para licor de cacao

Figura 2

Diagrama de flujo para licor de cacao



Análisis sensorial

Para determinar las variables organolépticas, se realizaron las evaluaciones sensoriales que consistirán en cada una de las muestras utilizando los sentidos del olfato y gusto.

Las evaluaciones sensoriales se realizaron en el laboratorio de bromatología de la UFA Santo Domingo por un panel de tres catadores especializados en licor de cacao, los cuales realizaron un análisis descriptivo el que permitirá hacer una valoración cuantitativa y cualitativa de las muestras seleccionadas.

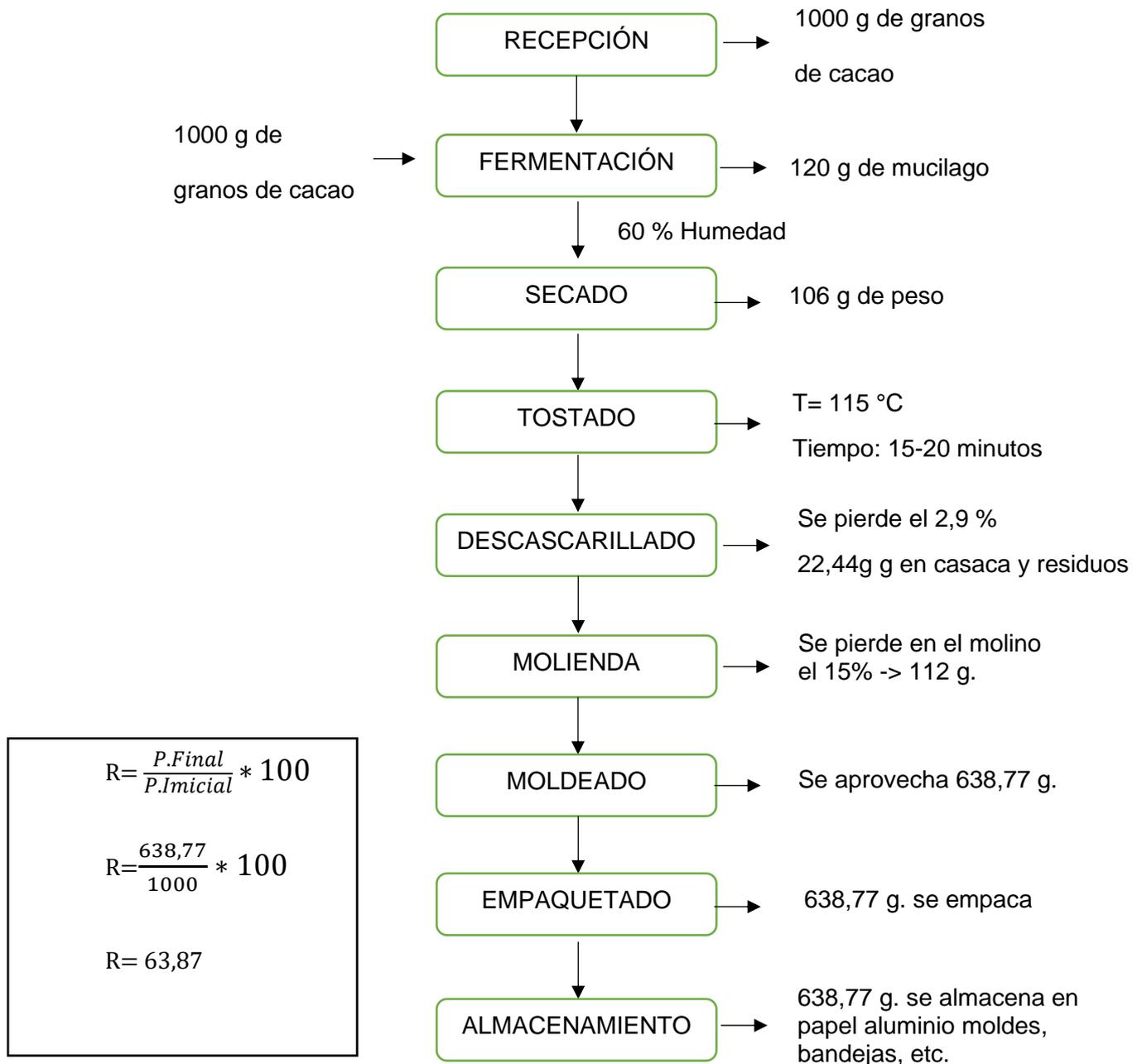
El perfil sensorial se estableció partir de la medida de las siguientes variables: Acidez, amargor, astringencia, floral, frutal, nuez, estas variables se agrupan en sabores básicos y específicos que calificaron individualmente en la degustación de licor de cacao utilizando una escala internacional de 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 por (Vera J. F., 2015)

Las muestras se mantuvieron en vasos de vidrio de 100 ml sumergidos en baño María calibrada a 50 °C por 15 minutos antes de iniciar la degustación. Una vez que el licor alcance una temperatura de 40 °C, se utilizó una cuchara de plástico pequeña para tomar una muestra de licor y distribuirla sobre la lengua. La muestra se mantuvo 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 se realizó una pausa de un minuto para comer una galleta de sal que quite el sabor de la muestra anterior, luego cada panelista se enjuagó la boca con agua purificada para degustar la siguiente muestra.

Balance de Materiales del T12 – CCN-51 + Cascada + Puerto Limón

Figura 3

Balance de materiales del T12



Capítulo IV

Resultados

Numero de almedras.

Tabla 9

Análisis de varianza para la variable número de almendras.

Fuente de variación	Suma de Cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
A:Tipo de cacao	6426,69	1	6426,69	1001,96	0,0000*
B:Tipo de fermentación	164,694	1	164,694	25,68	0,0000*
C:Zona	751,722	2	375,861	58,60	0,0000*
D:Repeticion	9,55556	2	4,77778	0,74	0,4864
AB	191,361	1	191,361	29,83	0,0000*
AC	163,722	2	81,8611	12,76	0,0002*
BC	48,7222	2	24,3611	3,80	0,0383*
ABC	40,7222	2	20,3611	3,17	0,0615
RESIDUOS	141,111	22	6,41414		
TOTAL (CORREGIDO)	7938,31	35			

En la tabla 9 para la variable número de almendras, se puede apreciar que existe diferencia significativa en: el Factor A, Factor B, Factor C y en las interacciones AxB, BxC, AxC y AxBxC. Por otro lado, en la réplica no se encontró diferencia significativa.

Peso de la Mazorca

Tabla 10

Análisis de varianza para la variable peso de la mazorca.

Fuente de variación	Suma de Cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
A:Tipo de cacao	687241,	1	687241,	1424,04	0,0000*
B:Tipo de fermentación	33733,4	1	33733,4	69,90	0,0000*
C:Zona	794299,	2	397149,	822,94	0,0000*
D:Repeccion	3475,5	2	1737,75	3,60	0,5444
AB	37120,4	1	37120,4	76,92	0,0000*
AC	252862,	2	126431,	261,98	0,0000*
BC	122040,	2	61020,2	126,44	0,0000*
ABC	156159,	2	78079,7	161,79	0,0000*
RESIDUOS	10617,2	22	482,598		
TOTAL (CORREGIDO)	2,09755	35			

En la tabla 10 para la variable peso de la mazorca, se puede apreciar que existe diferencia significativa en: el Factor A, Factor B, Factor C, Factor D y en las interacciones AxB, BxC, AxC y AxBxC.

Peso de almendras.**Tabla 11***Análisis de varianza para la variable peso de almendras.*

Fuente de variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
A:Tipo de cacao	26,1121	1	26,1121	851,15	0,0000*
B:Tipo de fermentación	0,02054	1	0,02054	0,67	0,4219
C:Zona	16,7534	2	8,37669	273,05	0,0000*
D:Repeccion	0,04787	2	0,02393	0,78	0,4706
AB	0,2209	1	0,2209	7,20	0,0136*
AC	0,86411	2	0,43205	14,08	0,0001*
BC	0,11290	2	0,05645	1,84	0,1824
ABC	0,19005	2	0,09502	3,10	0,0653
RESIDUOS	0,67492	22	0,03067		
TOTAL (CORREGIDO)	44,9968	35			

En la tabla 11 para la variable peso de almendras, se puede apreciar que existe diferencia significativa en: el Factor A, Factor C y en las interacciones AxB y AxC. Por otro lado, en la el Factor B y las interacciones BxC y AxBxC no se encontró diferencia significativa.

Acidez del licor de cacao

Tabla 12

Análisis de varianza para la variable acidez

Fuente de variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
A:Tipo de cacao	299,578	1	299,578	2676,59	0,0000*
B:Tipo de fermentación	26,4367	1	26,4367	236,20	0,0000*
C:Zona	135,614	2	67,8072	605,82	0,0000*
D:Repeccion	0,129306	2	0,0646528	0,58	0,5695
AB	6,9784	1	6,9784	62,35	0,0000*
AC	200,807	2	100,403	897,06	0,0000*
BC	10,6835	2	5,34174	47,73	0,0000*
ABC	65,2143	2	32,6072	291,33	0,0000*
RESIDUOS	2,46236	22	0,111926		
TOTAL (CORREGIDO)	747,904	35			

En la tabla 12 para la variable acidez, se puede apreciar que existe diferencia significativa en: el Factor A, Factor B, Factor C y en las interacciones AxB, BxC, AxC y AxBxC. Por otro lado, en la réplica no se encontró diferencia significativa.

Ceniza del licor de cacao

Tabla 13

Análisis de varianza para la variable ceniza del licor de cacao.

Fuente de variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
A:Tipo de cacao	533,61	1	533,61	33,61	0,0000*
B:Tipo de fermentación	501,76	1	501,76	31,60	0,0000*
C:Zona	304,665	2	152,332	9,59	0,0010*
D:Repeccion	9,12667	2	4,56333	0,29	0,7530
AB	285,61	1	285,61	17,99	0,0003*
AC	168,585	2	84,2925	5,31	0,0131*
BC	606,995	2	303,497	19,11	0,0000*
ABC	470,555	2	235,277	14,82	0,0001*
RESIDUOS	349,313	22	15,8779		
TOTAL (CORREGIDO)	3230,22	35			

En la tabla 13 para la variable ceniza, se puede apreciar que existe diferencia significativa en: el Factor A, Factor B, Factor C y en las interacciones AxB, BxC, AxC y AxBxC. Por otro lado, en la réplica no se encontró diferencia significativa.

Grasa del licor de cacao

Tabla 14

Análisis de varianza para la variable ceniza.

Fuente de variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
A:Tipo de cacao	533,61	1	533,61	33,61	0,0000*
B:Tipo de fermentación	501,76	1	501,76	31,60	0,0000*
C:Zona	304,665	2	152,332	9,59	0,0010*
D:Repeccion	9,12667	2	4,56333	0,29	0,7530
AB	285,61	1	285,61	17,99	0,0003*
AC	168,585	2	84,2925	5,31	0,0131*
BC	606,995	2	303,497	19,11	0,0000*
ABC	470,555	2	235,277	14,82	0,0001*
RESIDUOS	349,313	22	15,8779		
TOTAL (CORREGIDO)	3230,22	35			

En la tabla 14 para la variable ceniza, se puede apreciar que existe diferencia significativa en: el Factor A, Factor B, Factor C y en las interacciones AxB, BxC, AxC y AxBxC. Por otro lado, en la réplica no se encontró diferencia significativa.

Porcentaje de grasa de licor de cacao

Tabla 15

Análisis de varianza para la variable grasa.

Fuente de variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
A:Tipo de cacao	138,043	1	138,043	10,42	0,0039*
B:Tipo de fermentación	110,618	1	110,618	8,35	0,0085*
C:Zona	152,443	2	76,2215	5,76	0,0098*
D:Repeccion	95,1593	2	47,5797	3,59	0,4446*
AB	52,2271	1	52,2271	3,94	0,0596
AC	29,9478	2	14,9739	1,13	0,3409
BC	50,0406	2	25,0203	1,89	0,1749
ABC	407,67	2	203,835	15,39	0,0001*
RESIDUOS	291,341	22	13,2428		
TOTAL (CORREGIDO)	1327,49	35			

En la tabla 15 para la variable grasa, se puede apreciar que existe diferencia significativa en: el Factor A, Factor B, Factor C, Factor D y en las interacciones BxC, AxC y AxBxC. Por otro lado, en la interacción AxB no se encontró diferencia significativa.

Porcentaje de Humedad

Tabla 16

Análisis de varianza para la variable humedad.

Fuente de variación	Suma de Cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
A:Tipo de cacao	33,3699	1	33,3699	5,56	0,0277*
B:Tipo de fermentación	1255,52	1	1255,52	209,23	0,0000*
C:Zona	39,4691	2	19,7345	3,29	0,0563
D:Repeccion	2,15071	2	1,07535	0,18	0,8371
AB	85,0084	1	85,0084	14,17	0,0011*
AC	22,7526	2	11,3763	1,90	0,1739
BC	29,496	2	14,748	2,46	0,1088
ABC	16,8436	2	8,42181	1,40	0,2669
RESIDUOS	132,014	22	6,00063		
TOTAL (CORREGIDO)	1616,63	35			

En la tabla 16 para la variable humedad, se puede apreciar que existe diferencia significativa en: el Factor A, Factor B, y en la interacción AxB. Por otro lado, en el Factor C, el factor D y en las interacciones BxC, AxC y AxBxC, no se encontró diferencia significativa.

pH del licor de cacao**Tabla 17***Análisis de varianza para la variable pH.*

Fuente de variación	Suma de Cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
A:Tipo de cacao	0,120178	1	0,120178	31,53	0,0000*
B:Tipo de fermentación	0,494678	1	0,494678	129,80	0,0000*
C:Zona	0,131806	2	0,065902	17,29	0,0000*
D:Repeccion	0,009622	2	0,004811	1,26	0,3027
AB	0,09	1	0,09	23,62	0,0001*
AC	0,186439	2	0,093219	24,46	0,0000*
BC	0,307672	2	0,153836	40,37	0,0000*
ABC	0,024616	2	0,012308	3,23	0,0589
RESIDUOS	0,083844	22	0,00381111		
TOTAL (CORREGIDO)	1,44886	35			

En la tabla 17 para la variable pH, se puede apreciar que existe diferencia significativa en: el Factor A, Factor B, Factor C y en las interacciones BxC, AxC y AxB. Por otro lado, en el Factor D y en la interacción AxBxC no se encontró diferencia significativa.

Porcentaje de proteína de licor de cacao

Tabla 18

Análisis de varianza para la variable proteína.

Fuente de variación	Suma de Cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
A:Tipo de cacao	68,2248	1	68,2248	1431,09	0,0000*
B:Tipo de fermentación	55,2817	1	55,2817	1159,60	0,0000*
C:Zona	4,01698	2	2,00849	42,13	0,0000*
D:Repeccion	0,156547	2	0,07827	1,64	0,2165
AB	2,1146	1	2,1146	44,36	0,0000*
AC	0,874669	2	0,43733	9,17	0,0013*
BC	15,5286	2	7,76429	162,86	0,0000*
ABC	8,05331	2	4,02666	84,46	0,0000*
RESIDUOS	1,04881	22	0,04767		
TOTAL (CORREGIDO)	1,44886	35			

En la tabla 18 para la variable proteína, se puede apreciar que existe diferencia significativa en: el Factor A, Factor B, Factor C y en las interacciones BxC, AxC, AxB y AxBxC. Por otro lado, en la interacción Factor D no se encontró diferencia significativa.

Resultados del estudio de las variedades (Factor A)

Tabla 19.

Resultados del Análisis Tukey ($P>0,05$) para el Factor A de las variables físicas.

	Factor A	Numero de almendras	Peso de Mazorca	Peso de la almendra	Peso del maguey
V0	Nacional	32,5+/-0,59(A)	566,5+/-15,18(A)	3,87+/-0,12(A)	13,34+/-0,41(A)
V1	CCN-51	59,22+/-0,59(B)	842,83+/-15,18(B)	5,58+/-0,12(B)	30,85+/-0,41(B)

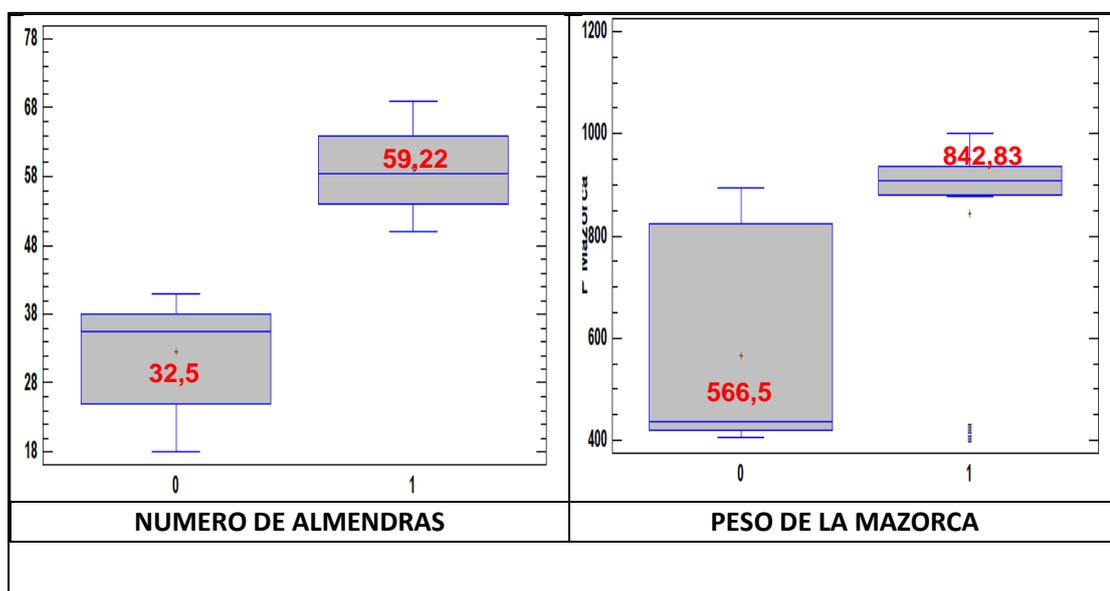
Tabla 20

Resultados del Análisis Tukey ($P>0,05$) para el Factor A de las variables químicas.

	Factor A	Acidez	Ceniza	Grasa	Humedad	pH	Proteína
V0	Nacional	4,73 +/-0,23(A)	5,95+/-2,75(A)	49,23+/-2,52(A)	55,33+/-1,69(B)	5,30+/-0,04(B)	14,11+/-0,15(A)
V1	CCN-51	10,5+/-0,23(B)	13,65+/-2,75(B)	53,15+/-2,52(B)	53,40+/-1,69(A)	5,19+/-0,04(A)	16,86+/-0,15(B)

Figura 4

Caracterización del licor de cacao (Factor A), sobre las variables físicas (parte 1).



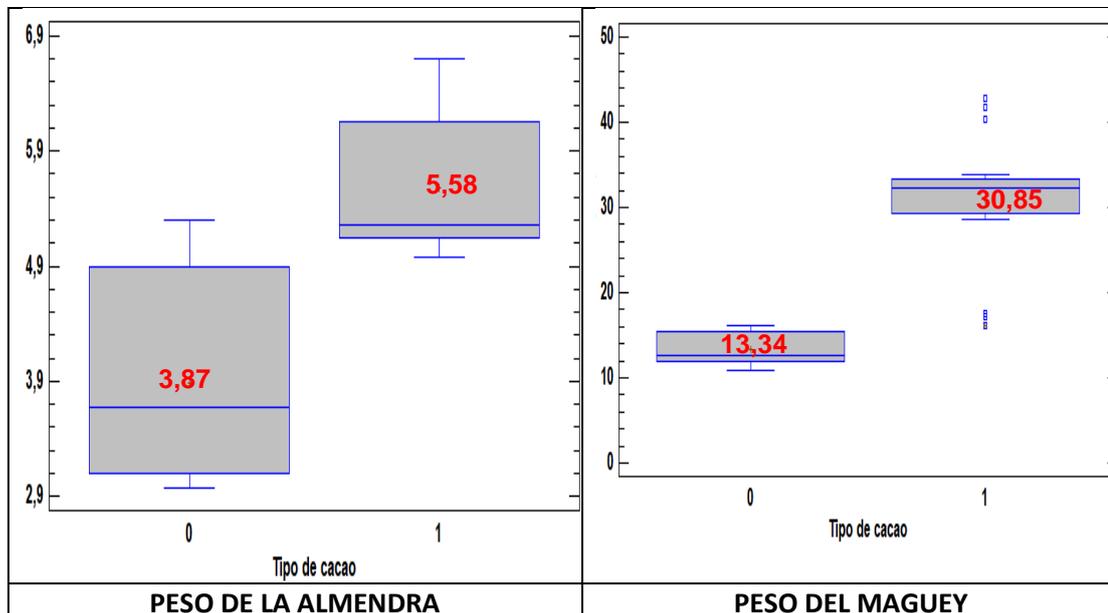
La figura 4 muestra los resultados obtenidos de las variables número de almendras y peso de la mazorca.

Para la variable número de almendras se encontró dos grupos independientes donde el valor más elevado pertenece al grupo B, con una media de 59,22 para la variedad nacional, seguido por la variedad CCN-51 perteneciente al grupo A con una media de 32,5.

Respecto a la variable peso de la mazorca se encontraron dos grupos independientes, donde el valor más alto pertenece al grupo B, con una media de 842,83 g para la variedad CCN-51, seguido de la variedad Nacional pertenece al grupo A con una media de 566,5 g.

Figura 5

Caracterización del licor de cacao (Factor A), sobre las variables físicas (parte 2).



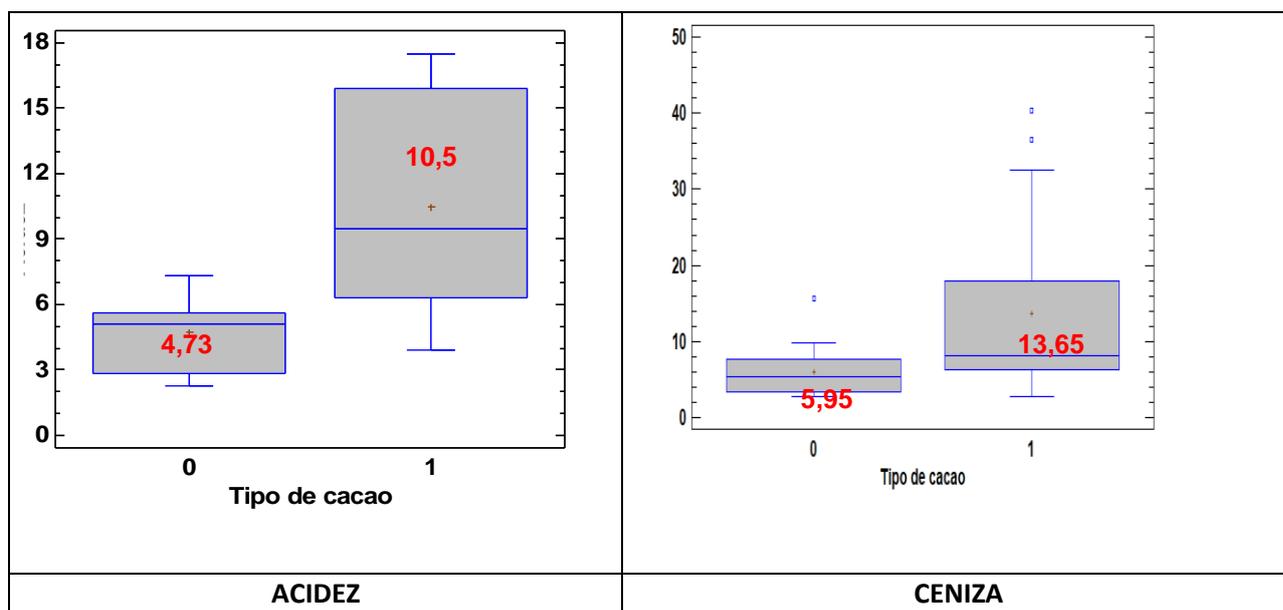
La figura 5, muestra los resultados obtenidos de las variables pesos de la almendra y peso del maguey, los cuales se observa diferencia significativa en la caracterización del licor de cacao respecto al Factor A.

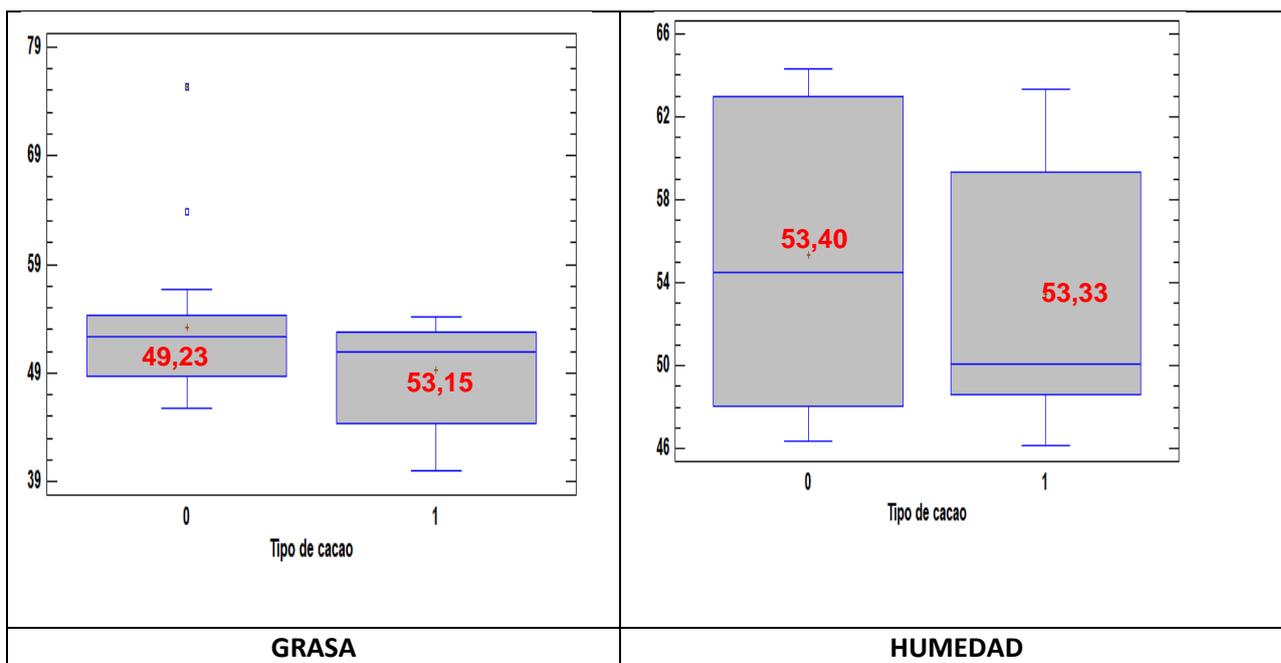
Para la variable peso de la almendra se encontró dos grupos independientes, donde el valor más elevado pertenece al grupo B, con una media de 5,58 g para la variedad CCN-51, seguido por la variedad Nacional perteneciente al grupo A con una media de 3,87 g.

Respecto a la variable peso del maguey se encontraron dos grupos independientes, donde el valor más alto pertenece al grupo B, con una media de 30,85 g para la variedad CCN-51, seguido de la variedad Nacional perteneciente al grupo A con una media de 13,34 g.

Figura 6

Caracterización del licor de cacao (Factor A), sobre las variables químicas (parte 1).





La figura 6 muestra los resultados obtenidos de las variables acidez, ceniza, grasa y humedad los cuales se observa diferencia significativa en la caracterización del licor de cacao respecto al Factor A.

Para la variable Acidez se encontró dos grupos independientes, donde el valor más elevado pertenece al grupo B, con una media de 10,5 para la variedad CCN-51, seguido por la variedad Nacional perteneciente al grupo A con una media de 4,73 .

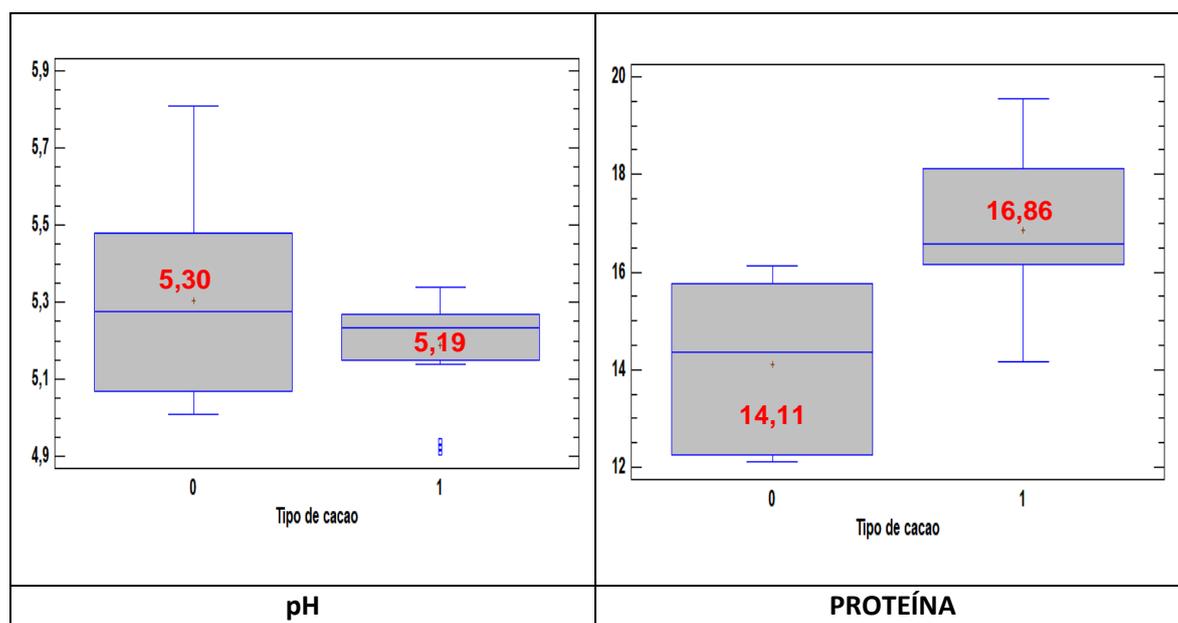
En la variable ceniza se encontraron dos grupos independientes, donde el valor más alto pertenece al grupo B, con una media de 13,65 % para la variedad CCN-51, seguido de la variedad Nacional perteneciente al grupo A con una media de 5,95 %.

En la variable grasa se encontraron dos grupos independientes, donde el valor más alto pertenece al grupo B, con una media de 53,15 % para la variedad CCN-51, seguido de la variedad Nacional perteneciente al grupo A con una media de 49,23 %.

Par la variable humedad, se encontraron dos grupos independientes, donde el valor más alto pertenece al grupo B, con una media de 53,40 % para la variedad Nacional, seguido de la variedad CCN-51 perteneciente al grupo A con una media de 53,33 %.

Figura 7

Caracterización del licor de cacao (Factor A), sobre las variables químicas (parte2)



La figura 7 muestra los resultados obtenidos de las pH y proteína los cuales se observa diferencia significativa en la caracterización del licor de cacao respecto al Factor A.

Para la variable pH se encontró dos grupos independientes, donde el valor más elevado pertenece al grupo B, con una media de 5,30 para la variedad Nacional, seguido por la variedad CCN-51 perteneciente al grupo A con una media de 5,19.

En la variable proteína se encontraron dos grupos independientes, donde el valor más alto pertenece al grupo B, con una media de 16,86 % para la variedad

CCN-51, seguido de la variedad Nacional perteneciente al grupo A con una media de 14,11 %.

Resultados del estudio de los tipos de fermentación (Factor B)

Tabla 21

Resultados del Análisis Tukey ($P>0,05$) para el Factor B de las variables físicas.

	Factor B	Numero de almendras	Peso de mazorca	Peso de la almendra	Peso del maguey
m0	Controlada	43,72+/-1,75(A)	735,27+/-15,18(A)	4,71+/-0,12(A)	19,46+/-0,41(A)
m1	Cascada	48+/-1,75(B)	674,06+/-15,18(B)	4,75+/-0,12(A)	24,72+/-0,41(B)

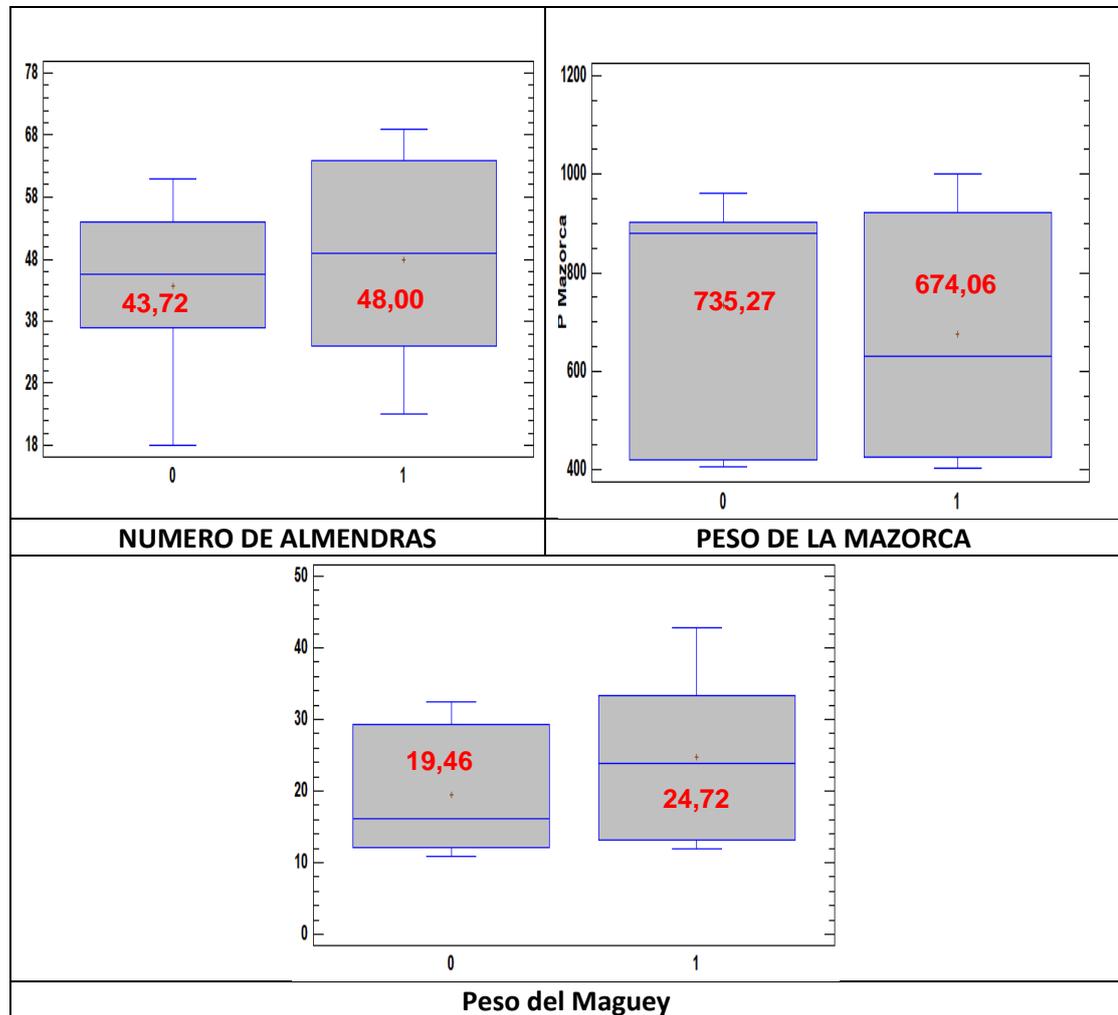
Tabla 22

Resultados del Análisis Tukey ($P>0,05$) para el Factor B de las variables químicas

	Factor B	Acidez	Ceniza	Grasa	Humedad	pH	Proteína
m0	Controlada	6,75+/-0,23(A)	6,06+/-2,75(A)	19,43+/-2,51(A)	48,47+/-1,69(A)	5,12+/-0,04(A)	14,24+/-0,15(A)
m1	Cascada	8,47+/-0,23(B)	3,53+/-2,75(B)	2,94+/-2,51(B)	60,27+/-1,69(B)	5,36+/-0,04(B)	16,72+/-0,15(B)

Figura 8

Caracterización del licor de cacao (Factor B), sobre las variables físicas (parte 1).



La figura 8 Muestra los resultados obtenidos de las variables número de almendras, peso de la mazorca y peso del maguey, los cuales se observa diferencia significativa en la caracterización del licor de cacao respecto al Factor B.

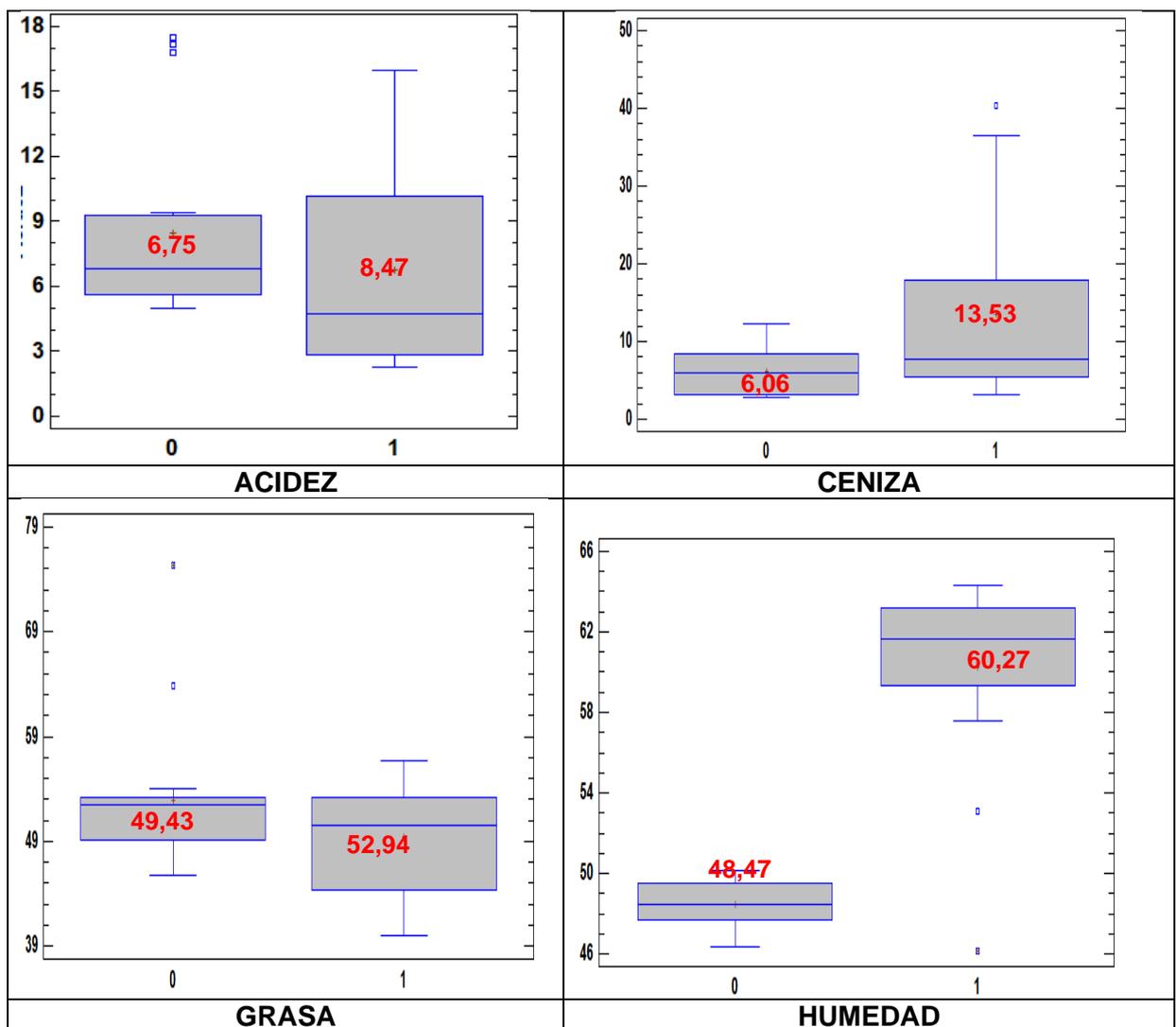
Para la variable número de almendras se encontró dos grupos independientes donde el valor más elevado pertenece al grupo B, con una media de 48 para la fermentación controlada, seguido por la fermentación en cascada perteneciente al grupo A con una media de 43,72.

Respecto a la variable peso de la mazorca se encontraron dos grupos independientes, donde el valor más alto pertenece al grupo A, con una media de 735,27 g para la fermentación controlada, seguido de la fermentación en cascada perteneciente al grupo B con una media de 674,06 g.

Respecto a la variable peso del maguey se encontraron dos grupos independientes, donde el valor más alto pertenece al grupo B, con una media de 24,72 g para la fermentación en cascada, seguido de la fermentación controlada perteneciente al grupo A con una media de 19,46 g.

Figura 9

Caracterización del licor de cacao (Factor B), sobre las variables químicas (parte 1).



La figura 9 Muestra los resultados obtenidos de las variables acidez, ceniza, grasa y humedad los cuales se observa diferencia significativa en la caracterización del licor de cacao respecto al Factor B.

Para la variable Acidez se encontró dos grupos independientes, donde el valor más elevado pertenece al grupo B, con una media de 8,47 para la fermentación controlada, seguido por la fermentación en cascada perteneciente al grupo A con una media de 6,75.

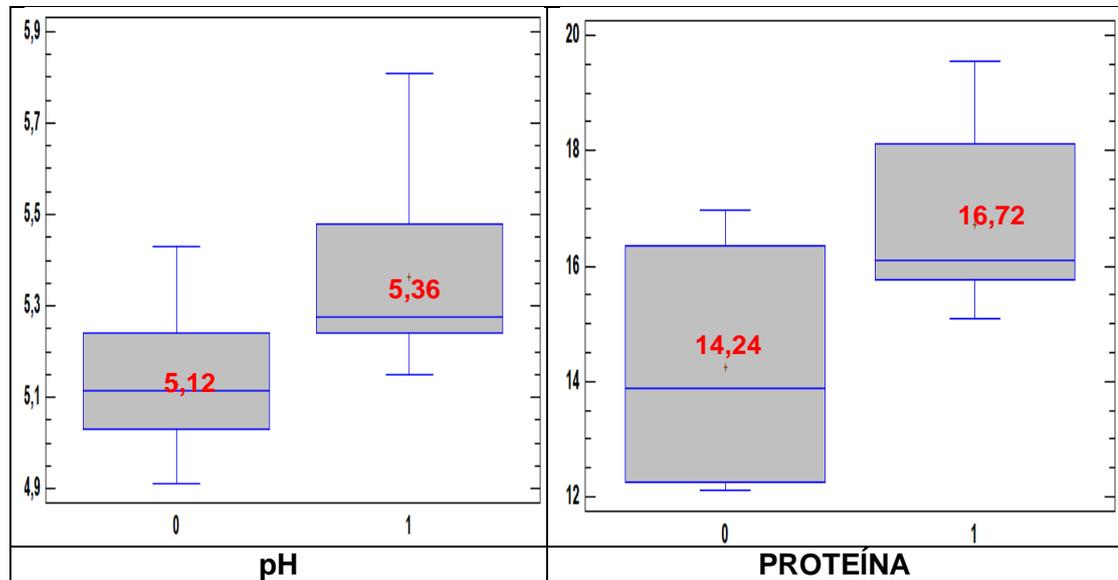
En la variable ceniza se encontraron dos grupos independientes, donde el valor más alto pertenece al grupo B, con una media de 13,53 % para la fermentación en cascada, seguido de la fermentación controlada perteneciente al grupo A con una media de 6,06 %.

En la variable grasa se encontraron dos grupos independientes, donde el valor más alto pertenece al grupo B, con una media de 52,94 % para la fermentación en cascada, seguido de la fermentación controlada perteneciente al grupo A con una media de 49,43 %.

Par la variable humedad, se encontraron dos grupos independientes, donde el valor más alto pertenece al grupo B, con una media de 60,27 % para la fermentación en cascada, seguido de la fermentación controlada perteneciente al grupo A con una media de 48,47 %.

Figura 10

Caracterización del licor de cacao (Factor B), sobre las variables Químicas (parte 2).



La figura 10 muestra los resultados obtenidos de las variables pH y proteína los cuales se observa diferencia significativa en la caracterización del licor de cacao respecto al Factor B.

Para la variable pH se encontró dos grupos independientes, donde el valor más elevado pertenece al grupo B, con una media de 5,12 para la fermentación en cascada, seguido de la fermentación controlada perteneciente al grupo A con una media de 5,36.

En la variable proteína se encontraron dos grupos independientes, donde el valor más alto pertenece al grupo B, con una media de 16,72 % para la fermentación en cascada, seguido de la fermentación controlada perteneciente al grupo A con una media de 14,24.

Resultados del estudio de las variedades (Factor C)

Tabla 23

Resultados del Análisis Tukey ($P>0,05$) para el Factor C de las variables físicas.

	Factor C	Numero de almendras	Peso de mazorca	Peso de la almendra	Peso del maguey
Z0	San Jacinto	39,41+/-2,59(A)	542,25+/-22,54(A)	4,09+/-0,18(A)	21,81+/-0,61(A)
Z1	La Concordia	48,66+/-2,59(B)	670,5+/-22,54(B)	4,42+/-0,18(B)	21,97+/-0,61(AB)
Z2	Puerto Limón	49,5+/-2,59(B)	901,25+/-22,54(C)	5,67+/-0,18(C)	22,50+/-0,61(B)

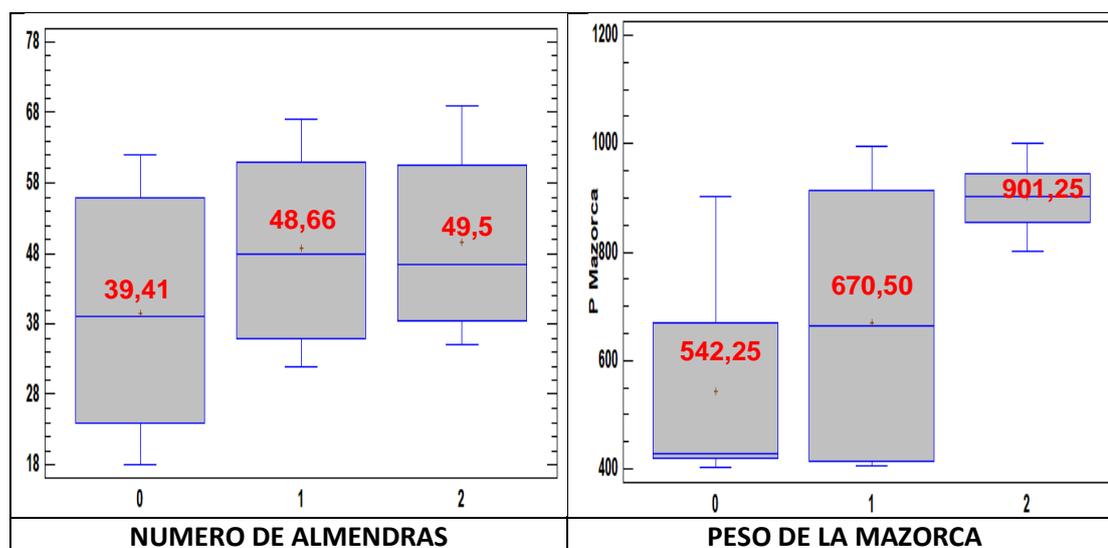
Tabla 24

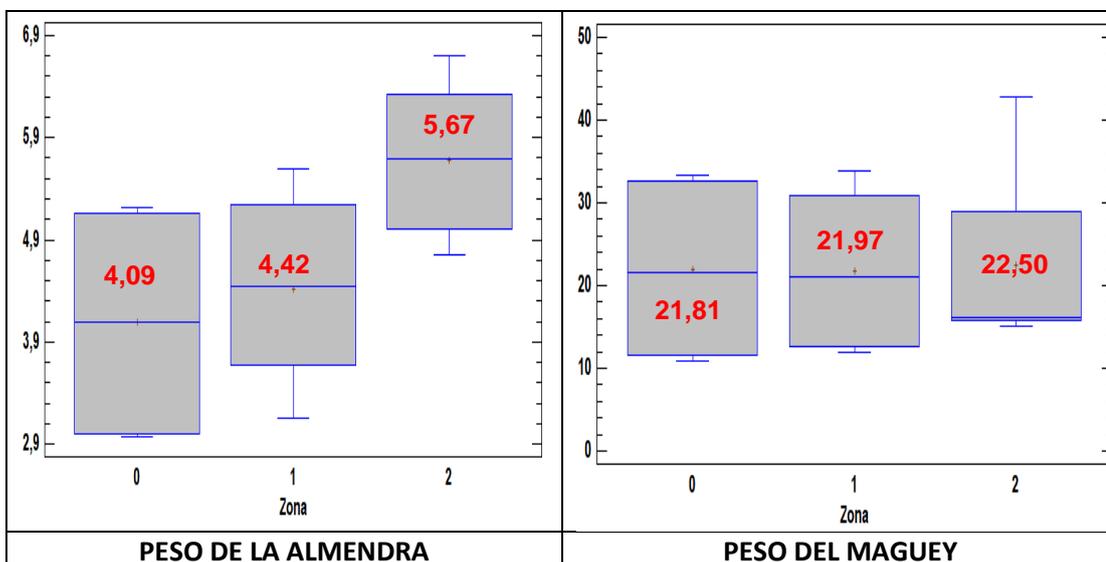
Resultados del Análisis Tukey ($P>0,05$) para el Factor C de las variables químicas.

	Factor C	Acidez	Ceniza	Grasa	Humedad	pH	Proteína
Z0	San Jacinto	5,92+/-0,34(A)	13,17+/-4,08(B)	48,96+/-3,73(A)	52,89+/-2,51(A)	5,18+/-0,06(A)	15,08+/-0,22(A)
Z1	La Concordia	5,58+/-0,34(B)	0,15+/-4,08(AB)	50,67+/-3,73(AB)	55,01+/-2,51(A)	5,23+/-0,06(A)	15,47+/-0,22(A)
Z2	Puerto Limón	0,33+/-0,34(C)	6,07+/-4,08(A)	53,92+/-3,73(B)	55,20+/-2,51(A)	5,32+/-0,06(B)	15,90+/-0,22(B)

Figura 11

Caracterización del licor de cacao (Factor C), sobre las variables físicas.





La figura 11 muestra los resultados obtenidos de las variables número de almendras, peso de la mazorca, peso de la almendra y el peso del maguey los cuales se observa diferencia significativa en la caracterización del licor de cacao respecto al Factor C.

Para la variable número de almendras se encontró dos grupos independientes donde los valores más elevados pertenecen al grupo B, el cual se conforma por la zona de Puerto Limón con una media de 49,5 para y la Concordia con una media con 48,66, seguido del grupo a al cual pertenece la zona de San Jacinto con una media de 39,41.

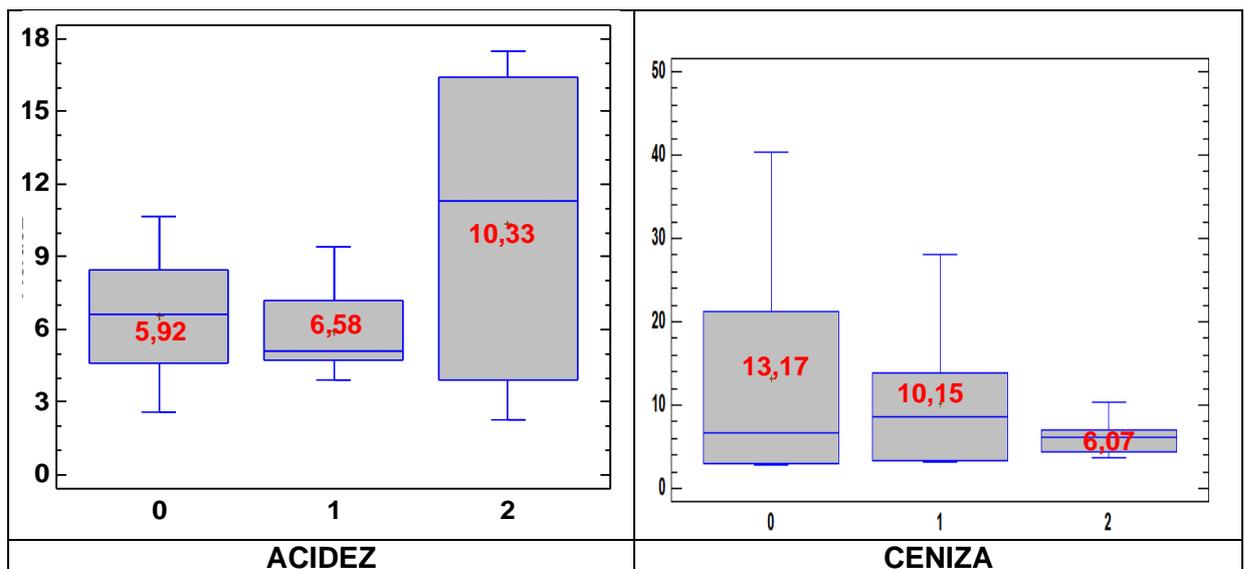
Respecto a la variable peso de la mazorca se encontraron tres grupos independientes, donde el valor más alto pertenece al grupo C, con una media de 901,25 g para la zona de Puerto Limón, seguido por la zona de la concordia perteneciente al grupo B con una media de 670,5 g y para finalizar el grupo A al cual pertenece la zona de San Jacinto con una media de 542,25.

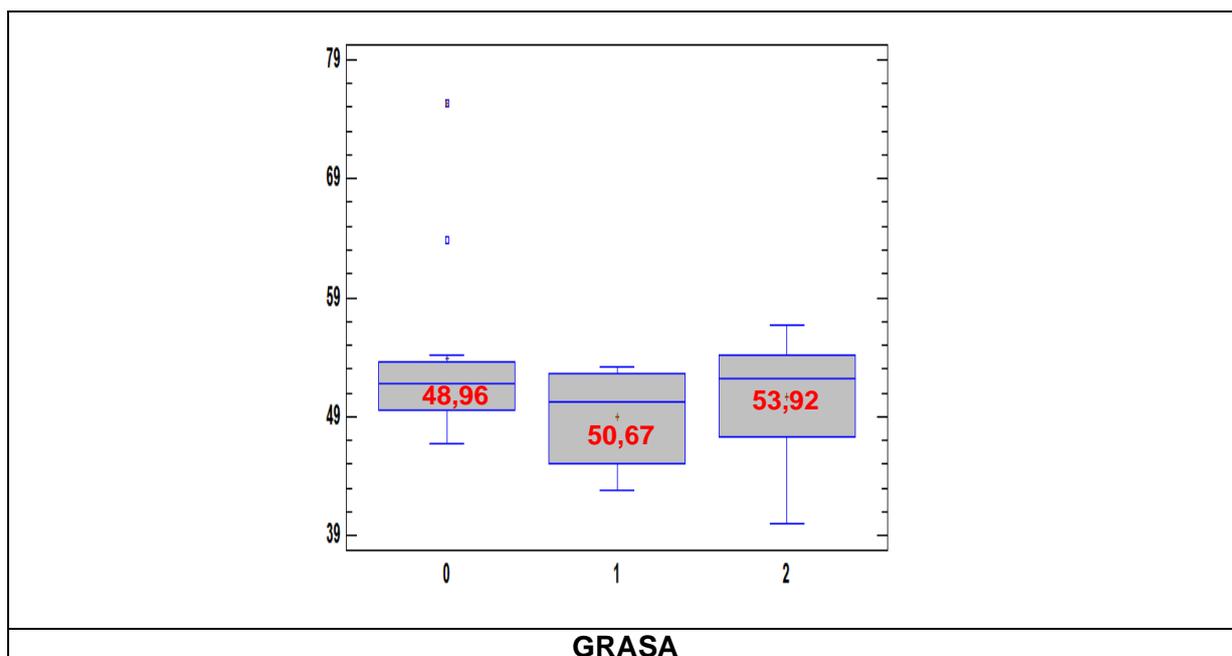
Respecto al peso de las almendras se encontraron tres grupos independientes, donde el valor más alto pertenece al grupo C, con una media de 5,67 g para la zona de Puerto Limón, seguido por la zona de la concordia perteneciente al grupo B con una media de 4,42 g y para finalizar el grupo A al cual pertenece la zona de San Jacinto con una media de 4,09 g.

Respecto al peso del maguey se encontraron dos grupos completamente independientes, donde el valor más alto pertenece al grupo B, con una media de 22,50 g para la zona de Puerto Limón, seguido por el grupo A con una media de 21,81 g para la zona de San Jacinto.

Figura 12

Caracterización del licor de cacao (Factor C), sobre las variables químicas (parte 1).





La figura 12 muestra los resultados obtenidos de las variables acidez, ceniza y grasa, los cuales se observa diferencia significativa en la caracterización del licor de cacao respecto al Factor C.

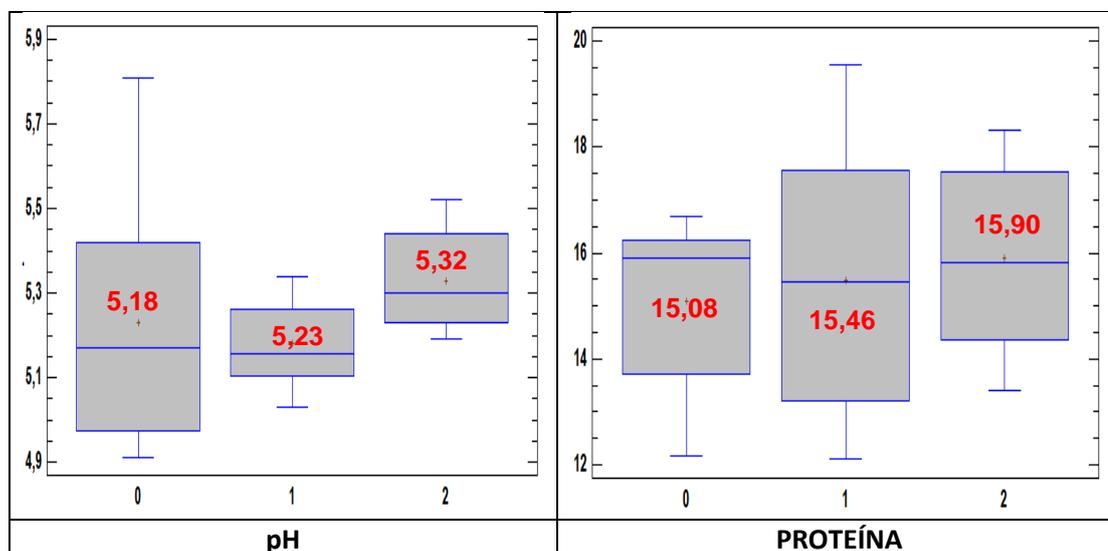
Para la variable acidez se encontró tres grupos independientes, donde el valor más alto pertenece al grupo C, con una media de 10,33 para la zona de Puerto Limón, seguido por la zona de la concordia perteneciente al grupo B con una media de 6,58 y para finalizar el grupo A el cual pertenece la zona de San Jacinto con una media de 5,92.

Respecto a la variable ceniza se encontraron dos grupos completamente independientes, donde el valor más alto pertenece al grupo B, con una media de 13,17 % para la zona de San Jacinto , seguido por la zona de Puerto limón, la cual pertenece al grupo A con una media de 6,07.

Respecto a la variable grasa se encontraron dos grupos completamente independientes, donde el valor más alto pertenece al grupo B, con una media de 53,92 % para la zona de Puerto Limón, seguido por la zona de San Jacinto la cual pertenece al grupo A con una media de 48,96 %,

Figura 13

Caracterización del licor de cacao (Factor C), sobre las variables químicas (parte 2).



La figura 13 muestra los resultados obtenidos de las variables pH y proteína, los cuales se observa diferencia significativa en la caracterización del licor de cacao respecto al Factor C.

Para la variable pH se encontró dos grupos independientes, donde el valor más alto pertenece al grupo C, con una media de 5,32 para la zona de Puerto Limón, seguido por la zona de la concordia con una media de 5,23 y San Jacinto con una media de 5,18 pertenecientes al grupo B.

Para la variable proteína se encontró dos grupos independientes, donde el valor más alto pertenece al grupo C, con una media de 15,90% para la zona de Puerto Limón, seguido por la zona de la concordia con una media de 15,47 y San Jacinto con una media de 15,08 pertenecientes al grupo B.

Resultados de la Interacción A*B*C

Tabla 25

*Resultados del Análisis Tukey ($P>0,05$), para la Interacción A*B*C de las variables físicas.*

Factor A	Factor B	Factor C	Numero de almendras	Peso de mazorca	Peso de la almendra	Peso del maguey
Nacional	Controlada	San Jacinto	21,00(F)	419,00(A)	2,99(B)	11,10(A)
Nacional	Controlada	La Concordia	38,00(A)	408,67(A)	3,82(C)	12,12(AB)
Nacional	Controlada	P. Limón	39,00(A)	867,33(B)	5,13(A)	16,03(C)
Nacional	Cascada	San Jacinto	25,33(F)	444,67(A)	3,10(B)	12,25(AB)
Nacional	Cascada	La Concordia	34,00(A)	428,67(A)	3,34(BC)	13,19(B)
Nacional	Cascada	P. Limón	37,66(A)	830,67(B)	4,88(A)	15,35(C)
CCN – 51	Controlada	San Jacinto	51,66(B)	890,00(BC)	5,13(A)	31,47(D)
CCN – 51	Controlada	La Concordia	58,33(BCD)	893,33(BC)	5,23(A)	29,10(E)
CCN – 51	Controlada	P. Limón	54,33(BC)	933,33(CD)	6,22(D)	16,97(C)
CCN – 51	Cascada	San Jacinto	59,67(CDF)	415,33(A)	5,14(A)	33,08(D)
CCN – 51	Cascada	La Concordia	64,33(DE)	951,33(CD)	5,30(A)	32,83(D)
CCN – 51	Cascada	P. Limón	67,00(E)	973,67(D)	6,46(D)	41,65(F)

Tabla 26

*Resultados del Análisis Tukey ($P>0,05$), para la Interacción A*B*C de las variables químicas (parte 1).*

Factor A	Factor B	Factor C	Acidez	Ceniza	Grasa	Humedad
Nacional	Controlada	San Jacinto	7,05(E)	5,70(A)	63,89(C)	47,41(A)
Nacional	Controlada	La Concordia	5,10(AB)	3,30(A)	47,22(AB)	47,75(A)
Nacional	Controlada	P. Limón	5,93(BD)	6,10(AB)	50,03(AB)	48,51(A)
Nacional	Cascada	San Jacinto	2,85(A)	7,60(AB)	49,91(AB)	62,98(B)
Nacional	Cascada	La Concordia	5,10(AB)	9,40(AB)	52,21(AB)	62,98(B)
Nacional	Cascada	P. Limón	2,35(A)	3,60(A)	55,67(BC)	63,19(B)
CCN – 51	Controlada	San Jacinto	6,30(DE)	2,90(A)	50,83(AB)	48,75(A)
CCN – 51	Controlada	La Concordia	9,30(F)	10,00(AB)	52,93(AB)	48,58(A)
CCN – 51	Controlada	P. Limón	17,15(H)	8,40(AB)	52,80(AB)	49,78(A)
CCN – 51	Cascada	San Jacinto	10,15(E)	36,50(B)	51,12(AB)	60,89(B)
CCN – 51	Cascada	La Concordia	4,20(B)	17,90(B)	43,50(A)	53,09(AC)
CCN – 51	Cascada	P. Limón	15,90(G)	6,20(AB)	44,19(A)	59,34(BC)

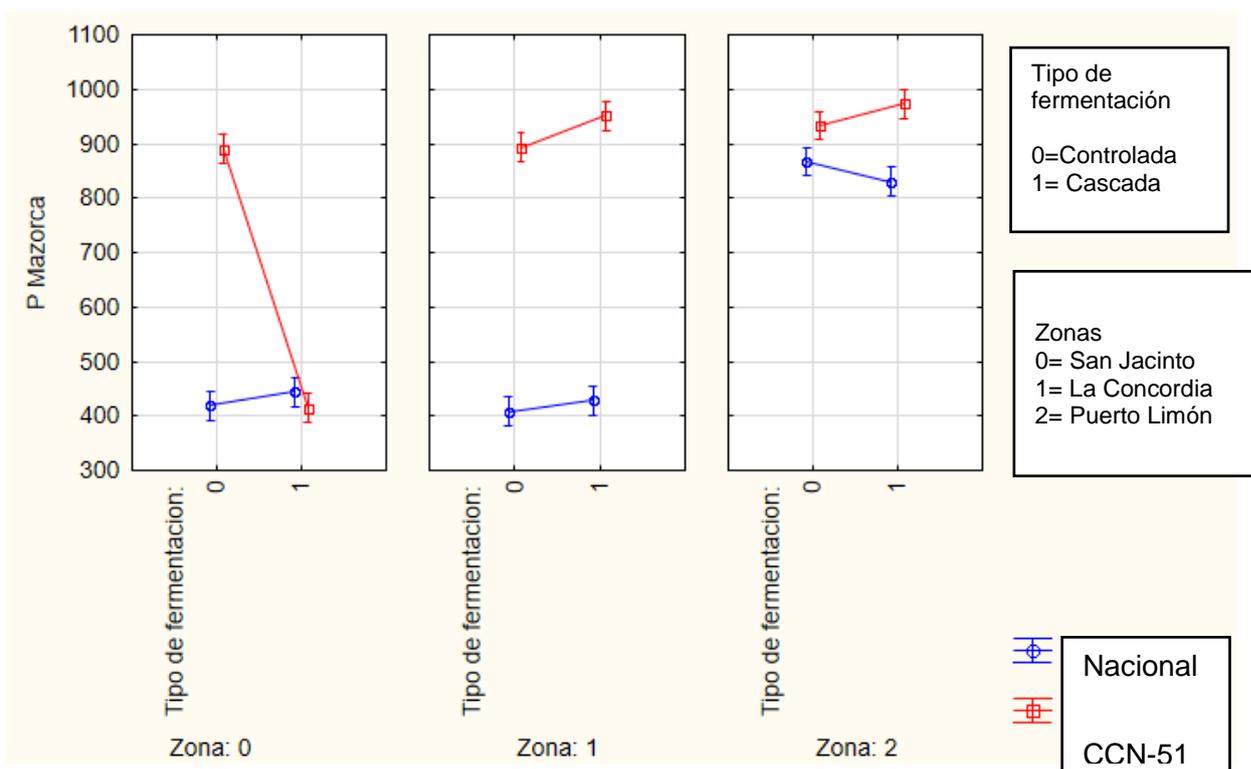
Tabla 27

Resultados del Análisis Tukey ($P>0,05$), para la Interacción A*B*C de las variables químicas (Parte 2).

Factor A	Factor B	Factor C	pH	Proteína
Nacional	Controlada	San Jacinto	5,05(BC)	12,21(A)
Nacional	Controlada	La Concordia	5,05(BC)	12,18(A)
Nacional	Controlada	P. Limón	5,31(AD)	13,48(B)
Nacional	Cascada	San Jacinto	5,69(E)	15,16(D)
Nacional	Cascada	La Concordia	5,24(A)	16,05(DE)
Nacional	Cascada	P. Limón	5,48(D)	15,16(D)
CCN – 51	Controlada	San Jacinto	4,92(C)	16,39(E)
CCN – 51	Controlada	La Concordia	5,15(AB)	14,42(C)
CCN – 51	Controlada	P. Limón	5,29(A)	16,78(E)
CCN – 51	Cascada	San Jacinto	5,26(A)	16,17(DE)
CCN – 51	Cascada	La Concordia	5,28(A)	19,23(G)
CCN – 51	Cascada	P. Limón	5,22(AB)	18,18(F)

Figura 14

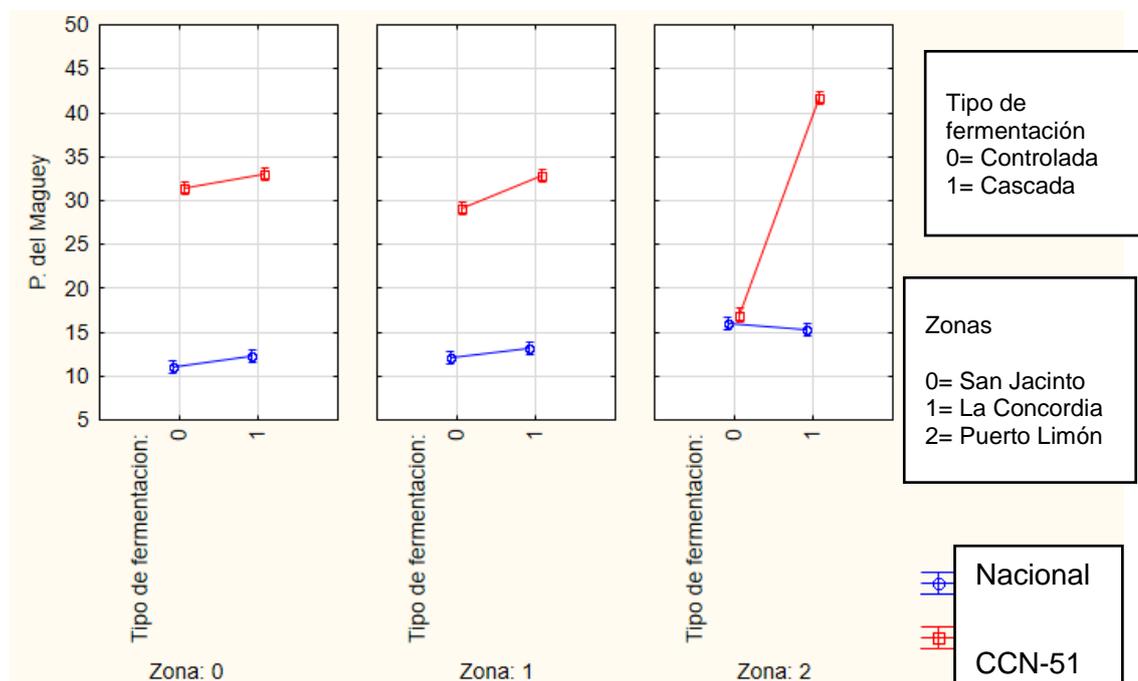
Interacción AxBxC para la variable Peso de la mazorca.



La figura 14 muestra la interacción A*B*C (Variedad de Cacao * Tipo de Fermentación * Zona) para el peso de la mazorca, donde se identificó que la mejor interacción se da en el grupo D, al cual pertenece el tratamiento T12 (CCN – 51 * Cascada * Puerto Limón) con una media de 973,67 g, mientras que en el grupo A, el menor peso se obtiene del tratamiento T1 (Nacional * Controlada * San Jacinto) con una media de 408,68 g.

Figura 15

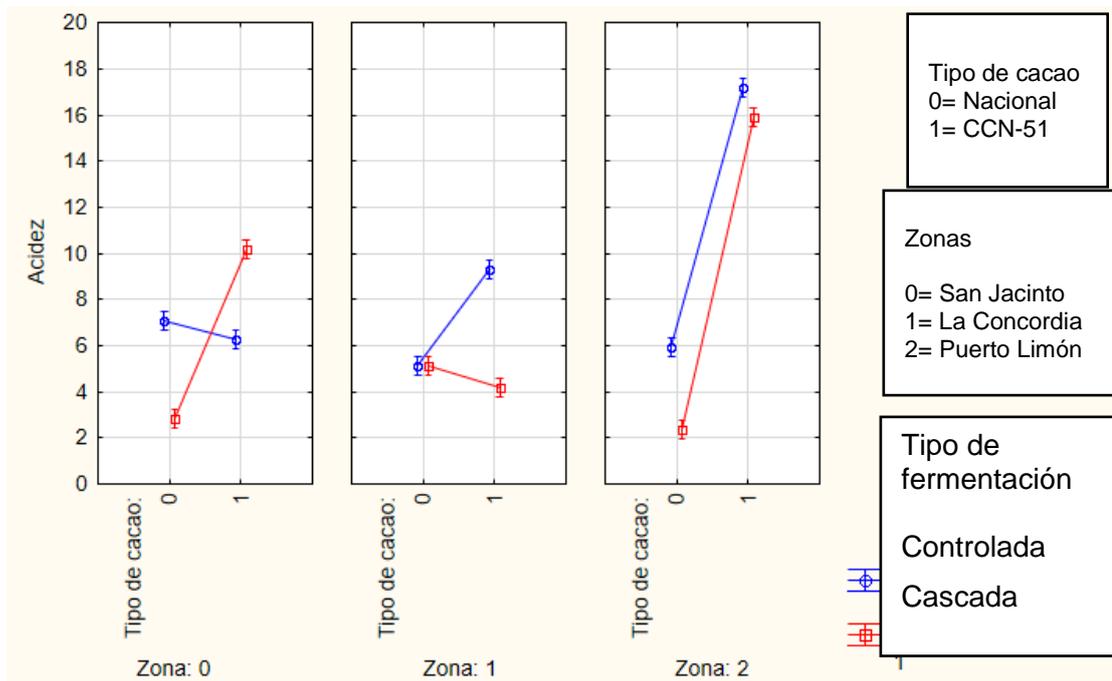
Interacción AxBxC para la variable Peso del Maguey .



La figura 15 muestra la interacción A*B*C (Variedad de Cacao * Tipo de Fermentación * Zona) para el peso del maguey, donde se identificó que la mejor interacción se da en el grupo F, al cual pertenece el tratamiento T12 (CCN – 51 * Cascada * Puerto Limón) con una media de 41,65 g, mientras que en el grupo A, el menor peso se obtiene del tratamiento T2 (Nacional * Controlada * San Jacinto) con una media de 11,10 g.

Figura 16

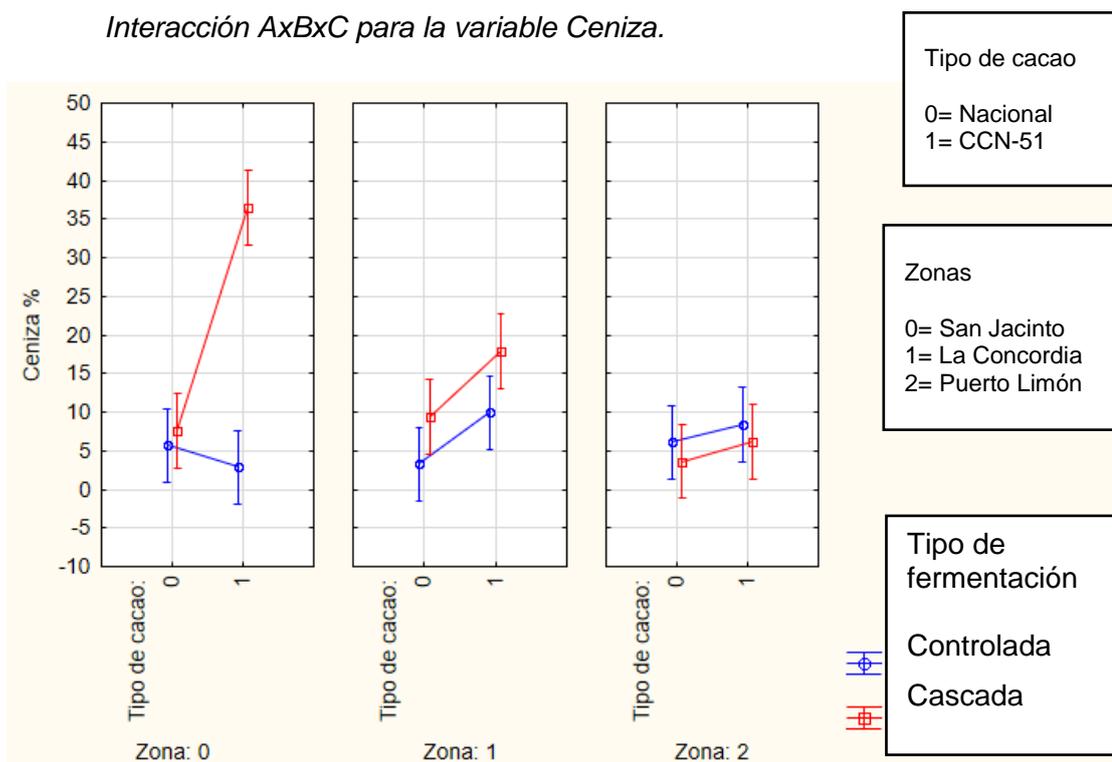
Interacción AxBxC para la variable Acidez.



La figura 16 muestra la interacción A*B*C (Variedad de Cacao * Tipo de Fermentación * Zona) para la acidez, se identificó que la mejor interacción se da en el grupo G, al cual pertenece el tratamiento T12 (CCN – 51 * Cascada * Puerto Limón) con una media de 15,90, mientras que en el grupo A, el menor valor se obtiene del tratamiento T7 (CCN – 51* Controlada * San Jacinto) con una media de 2,9.

Figura 17

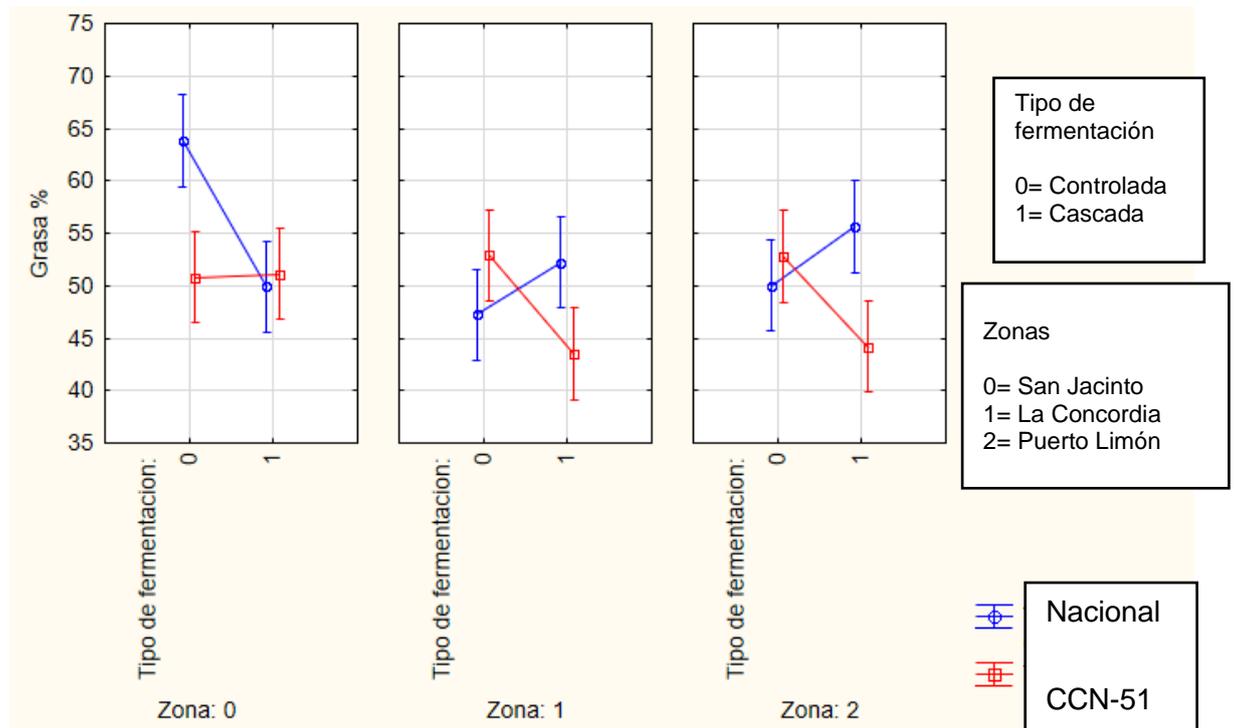
Interacción AxBxC para la variable Ceniza.



La figura 17 muestra la interacción A*B*C (Variedad de Cacao * Tipo de Fermentación * Zona) para la variable ceniza, se identificó que la mejor interacción se da en el grupo B, al cual pertenece el tratamiento T10 (CCN – 51 * Cascada * San Jacinto) con una media de 36,50 %, mientras que en el grupo A, el menor valor se obtiene del tratamiento T7 (CCN – 51* Controlada * San Jacinto) con una media de 2,9 %.

Figura 18

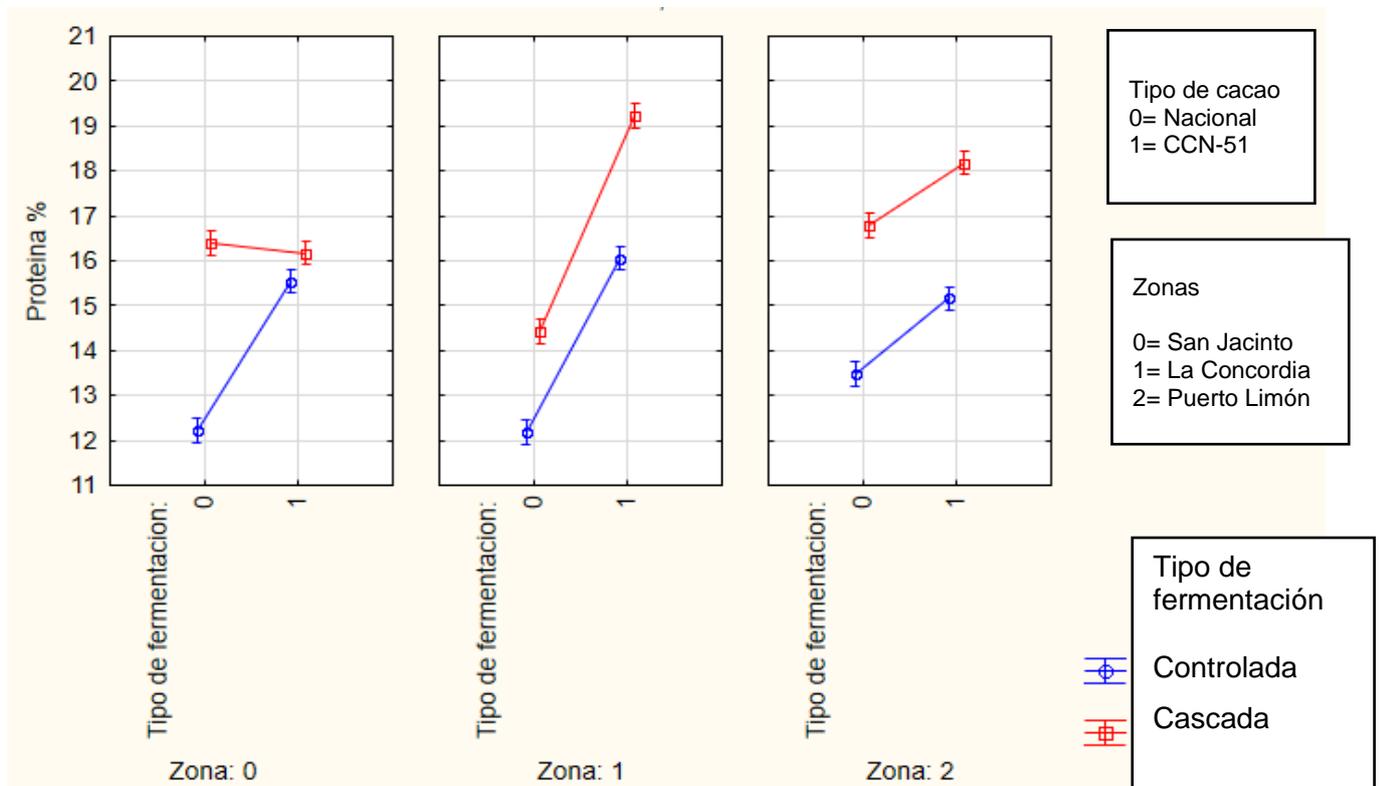
Interacción AxBxC para la variable Grasa.



La figura 18 muestra la interacción A*B*C (Variedad de Cacao * Tipo de Fermentación * Zona) para la variable grasa, se identificó que la mejor interacción se da en el grupo C, al cual pertenece el tratamiento T1 (Nacional * Controlada * San Jacinto) con una media de 63,89 %, mientras que en el grupo A, el menor valor se obtiene del tratamiento T11 (CCN – 51 * Cascada * la Concordia) con una media de 43,50 %.

Figura 19

Interacción AxBxC para la variable Proteína.

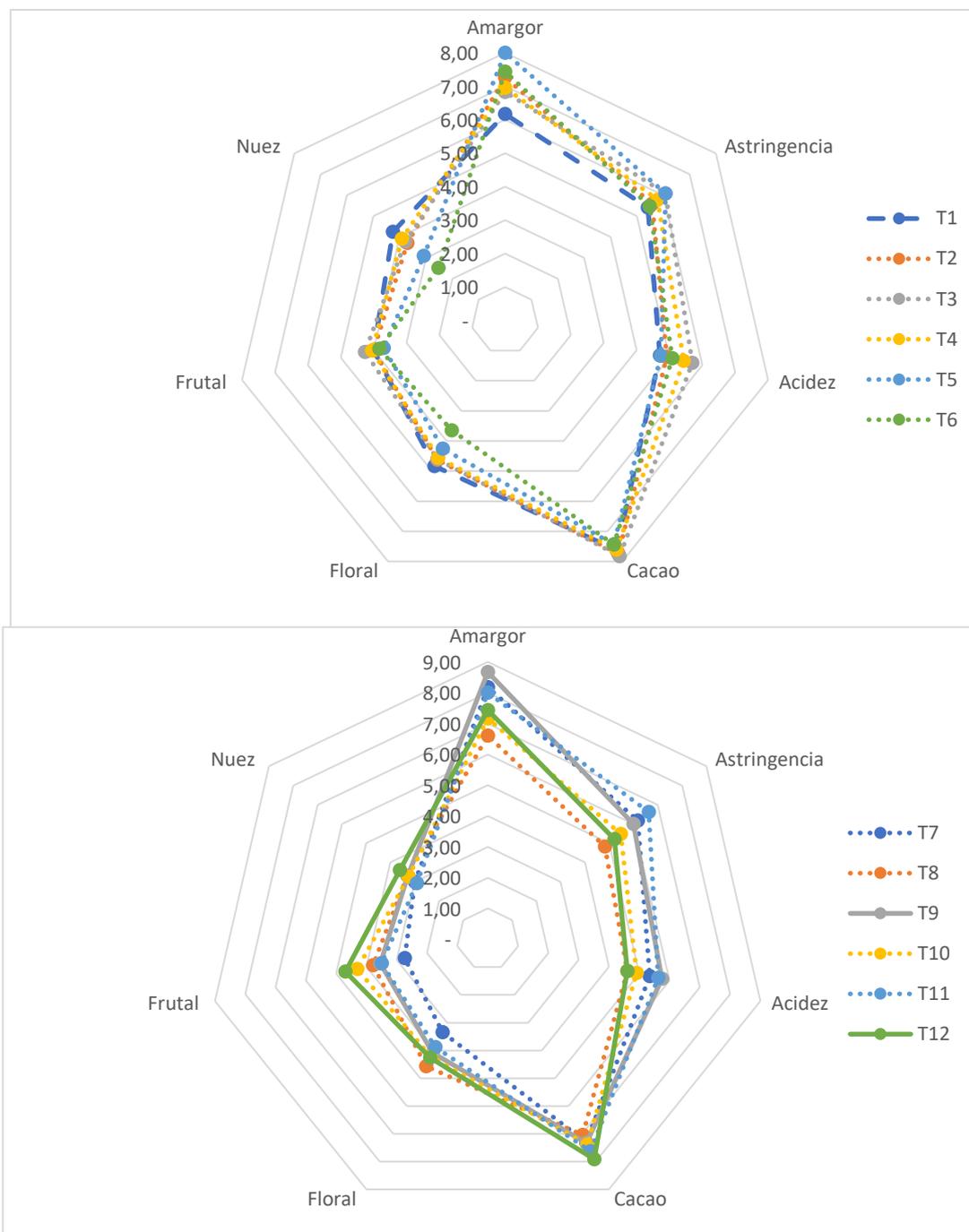


La figura 17 muestra la interacción A*B*C (Variedad de Cacao * Tipo de Fermentación * Zona) para la variable Proteína, se identificó que la mejor interacción se da en el grupo G, al cual pertenece el tratamiento T11 (CCN – 51 * Cascada * la Concordia) con una media de 19,23 %, mientras que en el grupo A, el menor valor se obtiene del tratamiento T2 (Nacional * Controlada * la Concordia) con una media de 12,18 %.

Análisis sensorial del licor de cacao

Figura 20

Análisis sensorial de los tratamientos evaluados



En la figura 18, se indica el resultado del análisis sensorial de los tratamientos donde se evidencia que todos los tratamientos tienen una predominancia al sabor característico cacao principalmente los tratamientos

en los que se utilizó cacao nacional y con una atribución aromática los sabores específicos a floral y frutal, en el caso del amargor el tratamiento 5 y 9 presentó mayor amargor, el tratamiento 10 y 12 utilizando cacao CCN51, presentaron ligero sabor frutal, el tratamiento 5 es el tratamiento con mayor astringencia.

Capítulo v

Discusión

Factor A

Respecto a las variedades (Nacional y CCN-51) para la obtención de licor de cacao, de las cual cuales se evaluaron las propiedades físicas y química.

Para la variable número de almendras el valor más elevado con una media de 59,22 para la variedad nacional, seguido por la variedad CCN-51 con una media de 32,5. Según (Vera , Vallejo, Párraga, & Morales, 2014) mencionan que la cantidad de semillas es variable y dependen en su gran parte de la adaptación genética y el medio ambiente, donde se encuentran rangos entre 20 hasta 60 almendras por mazorca, por lo que coincide con los datos obtenidos considerando que este valor es influenciado por fecundación de la flor y asociado al rendimiento.

Respecto a la variable peso de la mazorca se encontró el valor más alto con una media de 842,83 g para la variedad CCN-51, seguido de la variedad Nacional con una media de 566,5 g, dichos valores concuerdan con los datos obtenidos por Rosero en el 2008 donde el rango de pesos de la mazorca de cacao va desde los 400 g esto se debe a lo mencionado por Vera , Vallejo, Párraga, & Morales en el 2014, donde mencionan que la fecundación de la flor esta posiblemente relacionada al rendimiento y al peso promedio de la almendra a esto se le incluye la influida de la época en la que se cosecha.

Para la variable peso de la almendra se encontró el valor más elevado con una media de 5,58 g para la variedad CCN-51, seguido por la variedad Nacional con una media de 3,87 g, lo cual coincide con lo mencionado por

Álvarez en el 2007 menciona que obtuvo promedio de 5.45 g. por otro lado Vera, Vallejo, Párraga, & Morales en el 2014, recalcan que el peso de la almendra está influenciado por la época de la cosecha.

Respecto a la variable peso del maguey se encontró el valor más alto para la variedad CCN-51 con una media de 30,85 g, seguido de la variedad Nacional con una media de 13,34 g, de acuerdo ya lo mencionado Quimbita & Rodríguez en el 2008 indica que la palcenta del cacao puede llegar a obtener un peso de hasta 42,16 g, por lo que nuevamente se recalca que el peso y la composición de las mazorcas se ve influenciado por la genética y la zona según lo mencionan Vera, Vallejo, Párraga, & Morales en el 2014.

Para la variable Acidez se encontró valor más elevado con una media de 10,5 % para la variedad CCN-51, seguido por la variedad Nacional con una media de 4,73 % de acuerdo a lo mencionado por (Parraga & Zambrano, 2014) estos valores son altos en comparación a los encontrados dicha investigación ya que los resultados variaron de 0,76 % a 1,22%.

En la variable ceniza se encontró valor más alto para la variedad CCN-51 con una media de 13,65 %, seguido de la variedad Nacional con una media de 5,95 %, estos valores son altos en comparación con los estándares impuestos por la norma INEN 533 donde establece que las cenizas totales máximo debe ser de 7,5 %.

En la variable grasa se encontró el valor más alto con una media de 53,15 % para la variedad CCN-51, seguido de la variedad Nacional con una media de 49,23 % los cuales están dentro de los parámetros establecidos por la norma INEN 535 donde establece que el mínimo debe de ser 48 % y el máximo del 54 %.

Para la variable humedad, se encontró el valor más alto con una media de 55,43 % en la variedad Nacional, seguido de la variedad CCN-51 con una media de 55,33 % de acuerdo a lo mencionado por Cros en 1995 la humedad del licor de chocolate debe tener un mínimo de 40% máximo de 60 %, por lo las dos variedades coinciden con lo mencionado por dicho autor.

Para la variable pH se encontró el valor más elevado a la variedad Nacional con una media de 5,30, seguido por la variedad CCN-51 con una media de 5,19, de acuerdo a la norma COVENIN 1314 el pH para la pasta de cacao debe mantener un rango de 5,5 a 6,1 para lo que las dos variedades se mantienen dentro del rango establecido por la norma.

En la variable proteína se encontró el valor más alto a la variedad CCN-51, con una media de 16,86 % seguido de la variedad Nacional con una media de 14,11 %, dichos valores son menores a lo establecido en la Norma INEN 621 el rango de Proteína debe ir de 18 a 22,5 %. Según Badui en el 2006 la conformación la proteína depende en gran medida, del ambiente que la rodea, y su estado nativo, para que se desnaturalicen las proteínas pueden darse debido a cambios químicos, térmicos o efectos mecánicos provocados por calentamiento o enfriamiento durante la fermentación de los granos.

Factor B

Respecto los tipos de fermentación (Controlada y Cascada) para la obtención de licor de cacao, de las cual cuales se evaluaron las propiedades físicas y química.

Para la variable número de almendras se encontró el valor más elevado a la fermentación controlada con una media de 48, seguido por la fermentación en cascada con una media de 43,72. Según mencionan Vera , Vallejo, Párraga, & Morales en el 2014 que la cantidad de semillas es

variable y que este parámetro va a depender en su gran parte de la adaptación genética y del medio ambiente, el rango es de 20 hasta 60 almendras por mazorca, por lo que coincide con los datos obtenidos considerando que este valor es influenciado por fecundación de la flor.

Respecto a la variable peso de la mazorca se encontró el valor más alto a la fermentación controlada con una media de 735,27 g, seguido de la fermentación en cascada una media de 674,06 g, dichos valores concuerdan con los datos obtenidos por Rosero en el 2008 donde el rango de pesos de la mazorca de cacao va desde los 400 g esto se debe a lo mencionado por Vera , Vallejo, Párraga, & Morales en el 2014, donde mencionan que la fecundación de la flor esta posiblemente relacionada al rendimiento y al peso promedio de la almendra a esto se le incluye la influida de la época en la que se cosecha

Respecto a la variable peso del maguey se encontró el valor más alto para la fermentación en cascada con una media de 24,72 g, seguido de la fermentación controlada con una media de 19,46 g, Quimbita & Rodríguez en el 2008 menciona que la placenta del cacao puede llegar a obtener un peso de hasta 42,16 g, por lo que los valores obtenidos son bajos en comparación con dicho parámetro a lo que nuevamente se recalca que el peso y la composición de las mazorcas se ve influenciado por la genética según lo mencionan Vera, Vallejo, Párraga, & Morales en el 2014.

Para la variable Acidez se encontró el valor más para la fermentación controlada, con una media de 8,47%, seguido por la fermentación con una media de 6,75% de acuerdo a lo mencionado por (Parraga & Zambrano , 2014) estos valores son altos en comparación a los encontrados dicha investigación ya que los resultados variaron de 0,76 % a 1,22%.

En la variable ceniza se encontró el valor más alto para la fermentación en cascada con una media de 13,53 %, seguido de la fermentación controlada con una media de 6,06 %, en comparación con los estándares impuestos por la norma INEN 533 donde establece que las cenizas totales máximo debe ser de 7,5 % solo la fermentación controlada logra obtener una media menor al parámetro establecido por dicha normativa.

En la variable grasa se encontró valor más alto para la fermentación en cascada con una media de 52,94 %, seguido de la fermentación controlada con una media de 49,43 en comparación con los estándares impuestos por la norma INEN 535 donde establece que porcentaje mínimo debe de ser 48 % y el máximo del 54 %.

Para la variable humedad, se encontró el valor más alto para la fermentación en cascada con una media de 60,27 %, seguido de la fermentación controlada con una media de 48,47 % de acuerdo a lo mencionado por Cros en 1995 la humedad del licor de chocolate debe tener un mínimo de 40% máximo de 60 %, por lo que la fermentación controlada cumple con el parámetro establecido mientras que la fermentación en cascada sobrepasa con un 0,27% dicho parámetro.

Para la variable pH se encontró el valor más elevado para la fermentación en cascada, con una media de 5,12 seguido de la fermentación controlada con una media de 5,36 de acuerdo a la norma COVENIN 1314 el pH para la pasta de cacao debe mantener un rango de 5,5 a 6,1 en base a estos resultados la fermentación controlada se mantiene dentro del rango establecido por la normativa.

En la variable proteína se encontró el valor más elevado para la fermentación en cascada, con una media de 16,72 % seguido de la

fermentación controlada con una media de 14,24, dichos valores son menores a lo establecido en la Norma INEN 621 el rango de Proteína debe ir de 18 a 22,5 %. Según Badui en el 2006 la conformación la proteína depende en gran medida, del ambiente que la rodea, y su estado nativo, para que se desnaturalicen las proteínas pueden darse debido a cambios químicos, térmicos o efectos mecánicos provocados por calentamiento o enfriamiento durante la fermentación de los granos.

Factor C

Respecto las zonas (San Jacinto, la Concordia y Puerto Limón) para la obtención de licor de cacao, de las cual cuales se evaluaron las propiedades físicas y química.

Para la variable número de almendras se encontró el valor más alto para la zona de Puerto Limón con una media de 49,5 y para la zona de la Concordia con una media con 48,66, seguido de la zona San Jacinto con una media de 39,4. Según (Vera , Vallejo, Párraga, & Morales, 2014) mencionan que la cantidad de semillas es variable y dependen en su gran parte de la adaptación genética y el medio ambiente, donde se encuentran rangos entre 20 hasta 60 almendras por mazorca, por lo que coincide con los datos obtenidos considerando que este valor es influenciado por fecundación de la flor y asociado al rendimiento.

Respecto a la variable peso de la mazorca se encontró el valor más alto para la zona de Puerto Limón con una media de 901,25 g, seguido por la zona de la concordia 670,5 g y para finalizar la zona de San Jacinto con una media de 542,25, dichos valores concuerdan con los datos obtenidos por Rosero en el 2008 donde el rango de pesos de la mazorca de cacao va desde los 400 g esto se debe a lo mencionado por Vera , Vallejo, Párraga, & Morales en el 2014, donde mencionan que la fecundación de la flor esta

posiblemente relacionada al rendimiento y al peso promedio de la almendra a esto se le incluye la influida de la época en la que se cosecha

Respecto al peso de las almendras el valor más alto pertenece a la zona de Puerto Limón con una media de 5,67 g, seguido por la zona de la concordia con una media de 4,42 g y para finalizar la zona de San Jacinto con una media de 4,09 g. lo cual coincide con lo mencionado por Álvarez en el 2007 menciona que obtuvo promedio de 5.45 g. por otro lado Vera, Vallejo, Párraga, & Morales en el 2014, recalcan que el peso de la almendra está influenciado por la época y la zona de la cosecha.

Respecto al peso del maguey el valor más alto pertenece a la zona de Puerto Limón, con una media de 22,50 g, seguido por la zona de San Jacinto con una media de 21,81 g, de acuerdo ya lo mencionado, Quimbita & Rodríguez en el 2008 indica que la palcenta del cacao puede llegar a obtener un peso de hasta 42,16 g, por lo que los valores obtenidos de las 3 zonas no alcanzan dicho parámetro y nuevamente se recalca que el peso y la composición de las mazorcas se ve influenciado por la genética y la zona según lo mencionan Vera, Vallejo, Párraga, & Morales en el 2014.

Para la variable acidez el valor más alto pertenece a la zona de Puerto Limón con una media de 10,33, seguido por la zona de la concordia con una media de 6,58 y para finalizar la zona de San Jacinto con una media de 5,92, de acuerdo a lo mencionado por (Parraga & Zambrano , 2014) estos valores son altos en comparación a los encontrados dicha investigación ya que los resultados variaron de 0,76 % a 1,22%.

Respecto a la variable ceniza el valor más alto pertenece a la zona de San Jacinto , una media de 13,17 %, seguido por la zona de Puerto limón con una media de 6,07 en comparación con los estándares impuestos por la

norma INEN 533 donde establece que las cenizas totales máximo debe ser de 7,5 % por lo que solo la zona de puerto Limón se mantiene dentro del parámetro.

Respecto a la variable grasa se encontró el valor más alto en la zona de Puerto Limón con una media de 53,92 %, seguido por la zona de San Jacinto la cual con una media de 48,96 % en comparación con los estándares impuestos por la norma INEN 535 el porcentaje de grada es correcto ya que dicha norma establece que el porcentaje mínimo debe de ser 48 % y el máximo del 54 %.

Para la variable pH se encontró el valor más alto en la zona de Puerto Limón con una media de 5,32, seguido por la zona de la concordia con una media de 5,23 y San Jacinto con una media de 5,18. de acuerdo a la norma COVENIN 1314 el pH para la pasta de cacao debe mantener un rango de 5,5 a 6,1 para lo que las medias de las tres zonas son menores a dicho rango establecido por la norma.

Para la variable proteína se encontró el valor más alto para la zona de Puerto Limón con una media de 15,90%, seguido por la zona de la concordia con una media de 15,47 y San Jacinto con una media de 15,08 %, dichos valores son menores a lo establecido en la Norma INEN 621 el rango de Proteína debe ir de 18 a 22,5 %. Según Badui en el 2006 la conformación la proteína depende en gran medida, del ambiente que la rodea, y su estado nativo, para que se desnaturalicen las proteínas pueden darse debido a cambios químicos, térmicos o efectos mecánicos provocados por calentamiento o enfriamiento durante la fermentación de los granos.

Interacción AXBXC

Para el peso de la mazorca, donde se identificó que la mejor interacción pertenece el tratamiento T12 (CCN – 51* Cascada* Puerto Limón) con una media de 973,67 g, mientras que el menor peso se obtiene del tratamiento T1 (Nacional * Controlada* San Jacinto) con una media de 408,68 g, estos valores concuerdan con los datos obtenidos por Rosero en el 2008 donde el rango de pesos de la mazorca de cacao va desde los 400 g, esto se debe a lo mencionado por Vera , Vallejo, Párraga, & Morales en el 2014, donde mencionan que la fecundación de la flor esta posiblemente relacionada al rendimiento y al peso promedio de la almendra a esto se le incluye la influencia de la época y la zona en la que se cosecha.

Para el peso del maguey, donde se identificó que la mejor interacción se da en el tratamiento T12 (CCN – 51 * Cascada * Puerto Limón) con una media de 41,65 g, mientras el menor peso se obtiene del tratamiento T2 (Nacional * Controlada * San Jacinto) con una media de 11,10 g, de acuerdo ya lo mencionado Quimbita & Rodríguez en el 2008 indica que la palcenta del cacao puede llegar a obtener un peso de hasta 42,16 g, por lo que nuevamente que la composición de las mazorcas se ve influenciado por la genética y la zona según lo mencionan Vera, Vallejo, Párraga, & Morales en el 2014.

Para la acidez, se identificó que la mejor interacción se da en el tratamiento T12 (CCN – 51 * Cascada * Puerto Limón) con una media de 15,90 %, mientras que el menor valor se obtiene del tratamiento T7 (CCN – 51* Controlada * San Jacinto) con una media de 2,9 % de acuerdo a lo mencionado por (Parraga & Zambrano , 2014) estos valores son altos en

comparación a los encontrados dicha investigación ya que los resultados variaron de 0,76 % a 1,22%.

Para la variable ceniza, se identificó que la mejor interacción se da el tratamiento T10 (CCN – 51 * Cascada * San Jacinto) con una media de 36,50 %, mientras el menor valor se obtiene del tratamiento T7 (CCN – 51* Controlada * San Jacinto) con una media de 2,9 %, este último tratamiento se encuentra dentro del rango que establece la norma INEN 533 donde las cenizas totales máximo debe ser de 7,5 %.

Para la variable grasa, se identificó que la mejor interacción se da en el tratamiento T1 (Nacional * Controlada * San Jacinto) con una media de 63,89 %, mientras que el menor valor se obtiene del tratamiento T11 (CCN – 51 * Cascada * la Concordia) con una media de 43,50 % los cuales se encuentran fuera de los parámetros establecidos por la norma INEN 535 donde establece que el mínimo debe de ser 48 % y el máximo del 54 %.

Para la variable Proteína, se identificó que la mejor interacción se da en el tratamiento T11 (CCN – 51 * Cascada * la Concordia) con una media de 19,23 %, mientras que el menor valor se obtiene del tratamiento T2 (Nacional * Controlada * la Concordia) con una media de 12,18 %. De acuerdo a lo establecido en la Norma INEN 621 el rango de Proteína debe ir de 18 a 22,5 %, por lo que el tratamiento T2 queda fuera del rango, según Badui en el 2006 la conformación la proteína depende en gran medida, del ambiente que la rodea, y su estado nativo, para que se desnaturalicen las proteínas pueden darse debido a cambios químicos, térmicos o efectos mecánicos provocados por calentamiento o enfriamiento durante la fermentación de los granos.

Análisis sensorial

Para el análisis sensorial del cacao se contó con 10 jueces catadores donde se concluyó que:

En el análisis sensorial del licor de cacao, los tratamientos evaluados donde se evidencia que los 12 tratamientos tienen una predominancia al sabor característico cacao principalmente los tratamientos en los que se utilizó cacao nacional y con una atribución aromática los sabores específicos a floral y frutal, en el caso del amargor el tratamiento 5 y 9 presentó mayor amargor, el tratamiento 10 y 12 utilizando cacao CCN51, presentaron ligero sabor frutal, el tratamiento 5 es el tratamiento con mayor astringencia.

El resto de los parámetros como se apreció en la figura indican coincidencia en las intensidades de los parámetros, esto se correlaciona al tipo de fermentación, por ende, sobresalen los atributos como amargor y astringencia, donde sucede la disminución de compuestos como los polifenoles que son los que confieren estas características, en el caso de la acidez se debe al proceso de secado de los granos ya que según (Pinargote, 2012), en esta etapa disminuyen los ácidos volátiles, siempre que exista una buena aireación y movimiento de los granos.

En el caso de los sabores característicos el tratamiento 12 fue el que presentó mayor predominancia en el sabor característico frutal y floral lo que es un indicativo de suavidad y finura del licor de cacao CCN-51 en la zona de Puerto Limón con una fermentación en tipo cascada.

El tratamiento 7 reveló características menos favorables con una alta inclinación a sabor amargo, astringente y acidez, de la misma manera en los sabores característicos fueron casi nulos en el caso de los sabores nuez, floral y frutal

Capítulo V

Conclusiones y Recomendaciones

Conclusiones

Factor A

Se concluye que la variedad CCN- 51 presento mejores características físicas confiriéndole al licor de cacao propiedades ventajosas en comparación a la variedad Nacional como el número de almendras es de 59,22, peso de la mazorca 842,83 g, peso de la almendra de 5,58 g y peso del maguey de 30,85 g, lo que indica que con esta variedad se obtiene mayor rendimiento, mas no calidad.

Con respecto a las propiedades químicas se concluye que la Variedad Nacional presento mejores parámetros que le otorgan calidad al licor del cacao como Acidez 4,73, ceniza 5,95 %, Grasa 49,23 %, humedad 55,33 %, pH 5,30, lo que indica que con esta variedad se logra obtener mejor calidad para el licor.

Con base a los datos obtenidos para las variedades donde se encontró diferencias para la mayoría de variables físicas y químicas se concluye que se acepta la hipótesis alternativa y se rechaza la hipótesis nula, donde indica que las variedades de Cacao si influyen en la calidad y rendimiento del licor de cacao.

Factor B

Se concluye que la fermentación en cascada presento mejores características físicas confiriéndole al licor de cacao propiedades ventajosas en comparación a la variedad Nacional como el número de almendras es de 48, peso de la mazorca 674,06 g, peso de la almendra de 4,75 g y peso del

maguey de 24,72 g, lo que indica que con este tipo de fermentación se obtiene mayor rendimiento, mas no calidad.

Con respecto a las propiedades químicas se concluye que la fermentación controlada presento mejores parámetros que le otorgan calidad al licor del cacao como Acidez 6,75, ceniza 6,06 %, Grasa 49,43 %, humedad 48,47 %, pH 5,12 lo que indica que con esta variedad se logra obtener mejor calidad para el licor.

Con base a los datos obtenidos para los tipos de fermentación donde se encontró diferencias para la mayoría de variables físicas y químicas se concluye que se acepta la hipótesis alternativa y se rechaza la hipótesis nula, donde indica que los tipos de fermentación si influyen en la calidad y rendimiento del licor de cacao.

Factor C

Se concluye que zona de la concordia presento mejores características físicas confiriéndole al licor de cacao propiedades ventajosas en comparación a las otras dos zonas estudiadas, como el número de almendras es de 49,5, peso de la mazorca 901,25 g, peso de la almendra de 5,67 g y peso del maguey de 22,50 g, lo que indica que en esta zona se obtiene mayor rendimiento.

Con respecto a las propiedades químicas se concluye que la zona de San Jacinto presentó mejores parámetros que le otorgan calidad al licor del cacao como Acidez 5.92, Grasa 48,96 %, humedad 52,89 %, pH 5,18 y proteína 15,08 lo que indica que con esta variedad se logra obtener mejor calidad del licor de cacao.

Con base a los datos obtenidos de las tres zonas de estudio se encontraron diferencias para la mayoría de variables físicas y químicas, por

lo que se concluye que se acepta la hipótesis alternativa y se rechaza la hipótesis nula, donde indica que las zonas de estudio si influyen en la calidad y rendimiento del licor de cacao.

AxBxC

Se concluye que la interacción (CCN-51 x Cascada x Puerto Limón) con mejores características físicas confiriéndole al licor de cacao propiedades ventajosas, como el número de almendras es de 67, peso de la mazorca 973,6 g, peso de la almendra de 6,46 g y peso del maguey de 41,65 g, lo que indica que esta interacción obtiene mayor rendimiento.

Con respecto a las propiedades químicas se concluye que interacción (Nacional x Cascada x Puerto Limón) presento mejores parámetros que le otorgan calidad al licor del cacao como Acidez 2,35, Ceniza 3.60 %, Grasa 55,67 %, humedad 63,19 %, pH 5,44 y proteína 15,16 % lo que indica que con esta interacción se logra obtener mejor calidad en el licor de cacao.

Con base a los datos obtenidos de las interacciones de AxBxC se encontraron diferencias para la mayoría de variables físicas y químicas, por lo que se concluye que se acepta la hipótesis alternativa y se rechaza la hipótesis nula, donde indica que las zonas de estudio si influyen en la calidad y rendimiento del licor de cacao.

Análisis sensorial

Con base a los resultados en la variable análisis sensorial, el tratamiento que presento mejores características organolépticas y aceptabilidad por los catadores fue el T12 (CCN-51 +Cascada+ Puerto Limón), ya que presentó una baja astringencia amargor y acidez, y mayor inclinación a sabores específicos como frutal

Recomendaciones

Para la elaboración de licor de cacao se recomienda utilizar la variedad Nacional, ya que presenta excelentes características químicas, especialmente su Acidez y Ceniza, ya que son variables importantes que influyen en la calidad del licor del cacao.

En lo que respecta a tipo de fermentación, se recomienda la fermentación Controlada ya que le confiere excelentes resultados tanto en la producción como en la calidad del licor de cacao.

En cuanto a las zonas se recomienda realizar un estudio más detallado sobre la caracterización en la calidad del licor del cacao a nivel de provincia ya que en los datos que se obtuvo en la investigación se encontró diferencias especialmente en los parámetros de calidad en las tres zonas donde se realizó en ensayo.

Considerar el tiempo empleado en la fermentación y secado de los granos de acuerdo a la zona donde se efectuó dichos procesos, debido a que, si no se toma en cuenta los días necesarios, las almendras se llenan de moho, factor que es determinante en la calidad del licor de cacao.

Realizar más investigaciones sobre las características bromatológicas y sensoriales del licor de cacao en más zonas de Santo Domingo para poder comparar y así determinar en qué zona se presenta mejor calidad en el licor de cacao.

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*
- 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*
- ANECACAO. (2015). *http://www.anecacao.com*. Obtenido de *http://www.anecacao.com: http://www.anecacao.com/index.php/es/quienes-somos/cacaoccn51.html*
- Anonimo. (s.f.). *http://fortalezadelvalle.org/*. Obtenido de *http://fortalezadelvalle.org: http://www.fao.org/fileadmin/templates/olq/documents/Ecuador/ppp/taller%20nacional%20ecuador/2DiagnosticoCadenaCacaoSergioPino.pdf*
- Avalos, E. (2014). *http://dspace.esPOCH.edu.ec*. Obtenido de *http://dspace.esPOCH.edu.ec: http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/7257/1/22T0283.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*
- 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. (2006). *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

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>

Enriquez, G. (2010). <file:///C:/Users>. Obtenido de <file:///C:/Users>:
<file:///C:/Users/Elite2018/Downloads/iniapeetpm54.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>

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>.

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.

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>

- Nogales, J. (2000). <https://poscosechacacao.blogspot.com>. Obtenido de <https://poscosechacacao.blogspot.com>:
<https://poscosechacacao.blogspot.com/2017/08/acerca-del-autor.html>
- Paredes, M. (2003). <http://agroaldia.minagri.gob.pe>. Obtenido de <http://agroaldia.minagri.gob.pe>:
http://agroaldia.minagri.gob.pe/biblioteca/download/pdf/manuales-boletines/cacao/manual_cultivo_cacao_2003.pdf
- Parraga , E., & Zambrano , M. (2014). *CONCENTRACIONES DE LICOR DE CACAO Y ESPIRULINA (Spirulina platensis) COMO POTENCIALIZADOR PROTEICO EN LA ELABORACIÓN DE CHOCOLATE EN BARRA*. Obtenido de <http://repositorio.espam.edu.ec/bitstream/42000/429/1/Tesis%20Ma.%20de%20los%20%20C3%81ngeles%20y%20Estefan%20C3%ADa%20P%20C3%A1rrag.pdf>
- Pinargote, M. (2012). ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL. Obtenido de <https://www.dspace.espol.edu.ec/retrieve/90047/D-79697.pdf>
- Sanchez, S. (2018). *Metodología para variables bromatológicas* . Santo Domingo de lo Tsachilas .
- 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>
- 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>

Vera , J., Vallejo, C., Párraga, D., & Morales, W. (2014). Atributos físicos-químicos y sensoriales de las almendras de quince clones de cacao nacional (*Theobroma cacao* L.) en el Ecuador. (pág. 14). Quevedo- Ecuador : Ciencia y Tecnología. UTEQ.

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.