



# **UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO**

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA**

**ESCUELA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL**

**TÍTULO DE TESIS:**

**CARACTERIZACIÓN FÍSICA-QUÍMICA Y SENSORIAL DE 13 CLONES DE  
CACAO (*Theobroma cacao* L.) TIPO NACIONAL ESTABLECIDOS EN LA  
FINCA “LA REPRESA” PARA OBTENCIÓN DE PASTA.**

**PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO  
AGROINDUSTRIAL**

**AUTOR: CRISTIAN RAÚL ESPÍN ESPÍN**

**DIRECTOR:**

**ING. MAG. PABLO RAMOS**

QUEVEDO - ECUADOR

2013

# DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

Las ideas, conceptos, procedimientos y resultados de la presente investigación de tesis titulada CARACTERIZACIÓN FÍSICA QUÍMICA Y SENSORIAL DE 13 CLONES DE CACAO (*Theobroma cacao* L.) NACIONAL ESTABLECIDO EN LA FINCA “LA REPRESA” PARA OBTENCIÓN DE PASTA, son de exclusiva responsabilidad del autor.

**Atentamente**

.....

**Cristian Raúl Espín Espín**

## **CERTIFICACIÓN.**

El suscrito, Pablo Cesar Ramos Corrales, Docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, certifica que el Egresado Cristian Raúl Espín Espín, realizó la tesis de grado previo a la obtención del título de Ingeniero Agroindustrial titulada CARACTERIZACIÓN FÍSICA – QUÍMICA Y SENSORIAL DE 13 CLONES DE CACAÓ (*Theobroma cacao* L.). TIPO NACIONAL ESTABLECIDOS EN LA FINCA “LA REPRESA”. bajo mi dirección, habiendo cumplido con las disposiciones reglamentarias establecidas para el efecto.

.....  
Ing. Mag. Pablo Cesar Ramos Corrales.



## **UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO**

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA**

**ESCUELA DE INGENIERÍA PARA EL DESARROLLO AGROINDUSTRIAL**

PRESENTADO AL CONSEJO DIRECTIVO COMO REQUISITO PREVIO A LA  
OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE TÍTULO DE INGENIERO AGROINDUSTRIAL

Aprobado:

---

Ing. Sonia Barzola Miranda

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL DE TESIS

---

Ing. Flor Marina Fon Fay

MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE TESIS

---

Ing. Rodrigo Armas Cajas

MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE TESIS

QUEVEDO – LOS RIOS – ECUADOR

AÑO 2013

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco en primer lugar a Dios todo poderoso por permitir estar aquí para poder realizar con éxito este trabajo y encaminarme siempre por el bien.

A mis padres por brindarme en todo momento su apoyo que fue de vital importancia y así poder terminar satisfactoriamente una parte más de mi vida estudiantil.

A la prestigiosa Universidad Técnica Estatal de Quevedo por permitirme obtener gran parte de los conocimientos para formarme como profesional.

A las autoridades de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería por acoger favorablemente las peticiones presentadas en el transcurso de la carrera y en el trabajo de investigación.

A mi director y codirector de tesis Ing. Mag. Pablo Ramos e Ing. Jaime Vera, quienes me brindaron su amistad a más de la información durante mi trabajo investigativo.

A todos mis profesores quienes brindaron sus conocimientos que fueron de gran importancia durante el transcurso de la carrera.

Cristian.

## **DEDICATORIA**

En primer lugar a mis padres Raúl Alberto Espín y Emma Mariana Espín Ledesma, quienes me dieron la vida, e incondicionalmente me brindaron el apoyo necesario que fue esencial para continuar con mis estudios y seguir adelante. A mis hermanos que en todo momento se preocuparon por mi bienestar y con quienes compartimos muchos momentos tristes y felices en nuestras vidas.

## Contenido

CAPITULO I.....	i
MARCO CONTEXTUAL DE LA INVESTIGACION.....	i
<b>1.1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>2</b>
<b>1.2. PROBLEMATIZACIÓN.....</b>	<b>4</b>
1.2.1. Diagnóstico.....	4
1.2.2. Formulación.....	5
1.2.3. Sistematización.....	5
<b>1.3. JUSTIFICACIÓN.....</b>	<b>6</b>
<b>1.4. OBJETIVOS.....</b>	<b>7</b>
1.4.1. General.....	7
1.4.2. Específicos.....	7
<b>1.5. HIPÓTESIS.....</b>	<b>8</b>
CAPITULO II. MARCO TEÓRICO.....	2
<b>2.1. FUNDAMENTACION TEORICA.....</b>	<b>10</b>
2.1.1. Antecedentes del cacao.....	10
2.1.1.1. Complejo genético del cacao.....	10
2.1.2. Propagación.....	12
2.1.2.1. Multiplicación asexual.....	13
2.1.2.2. Injerto.....	13
2.1.3. Tipos de injertos.....	14
2.1.4. Manejo pos cosecha del cacao.....	15
2.1.4.1. Cosecha.....	15
2.1.4.3. Fermentación.....	16
2.1.4.4. Periodo de fermentación.....	17
2.1.4.4.1. Tipos de fermentación.....	18
a. Microfermentadores.....	18
2.1.4.5. El Secado.....	20
2.1.4.5.1 Métodos de secado.....	21
a. Secado natural (al sol).....	21
b. Secado artificial.....	21
2.1.4.6. Almacenado.....	21
2.1.5. Evaluación de la calidad de cacao.....	22
2.1.5.1. Parámetros de calidad.....	23

2.1.5.2. Calidad física de las almendras de cacao.....	23
<b>2.1.5.3. Prueba de corte para el análisis de fermentación .....</b>	<b>24</b>
<b>2.1.5.4. Norma de calificación comercial del cacao .....</b>	<b>24</b>
<b>2.1.5.5. Composición química del grano de cacao.....</b>	<b>26</b>
2.1.7. Calidad sensorial.....	30
<b>2.1.7.1. Sabores básicos .....</b>	<b>31</b>
<b>2.1.7.2. Sabores (aromas) específicos .....</b>	<b>31</b>
<b>2.1.7.3. Sabores adquiridos (normalmente defectos).....</b>	<b>32</b>
<b>CAPITULO III. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACION .....</b>	<b>11</b>
3.1. MATERIALES Y METODOS.....	34
3.1.1. Localización de la investigación .....	34
3.1.2. Recursos empleados .....	34
3.1.2.1. Recursos humanos .....	34
3.1.2.2. Recursos Físicos .....	35
3.1.3. Materiales y equipos .....	35
3.1.3.1. Materiales .....	35
3.1.3.3. Reactivos.....	36
3.1.3.4. Otros.....	37
3.1.4. Materia Prima.....	37
3.1.5. Proceso de obtención de pasta .....	37
3.1.6. Diseño experimental.....	40
3.1.5.2. Modelo matemático.....	41
3.1.5.3. Tratamientos.....	41
3.1.7. Variables a estudiar en almendras de cacao.....	41
3.1.7.1. Variables físicas.....	41
<b>3.1.7.4. Evaluación de características sensoriales .....</b>	<b>49</b>
3.1.8. Análisis Microbiológico.....	50
<b>CAPITULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>51</b>
4.1. RESULTADOS Y DISCUSION.....	52
4.1.1. Parámetros Físicos.....	52
4.1.1.1. Características de rendimiento en mazorcas de cacao .....	52
4.1.1.1.1. Peso de mazorca (g).....	52
4.1.1.1.2. Longitud de mazorca (cm).....	52
4.1.1.1.3 Espesor de surco (cm) .....	53

4.1.1.1.4. Espesor de lomo (cm).....	53
4.1.1.1.5. Diámetro de mazorca (cm).....	53
4.1.1.1.6. Número de almendras (#).....	54
4.1.2. Características físicas en almendras secas de cacao.....	56
4.1.2.1. Índice de semilla (g).....	56
4.1.2.2. Índice de mazorca (#).....	56
4.1.2.3. Peso fresco (g).....	57
4.1.2.4. Rendimiento estimado (Kg Ha <sup>-1</sup> ).....	57
4.1.2.5. Porcentaje de testa (%).....	57
4.1.2.6. Porcentaje de cotiledón (%).....	58
4.1.3. Parámetros Químicos.....	60
4.1.3.1. Temperatura en fermentación (°C).....	60
4.1.3.2. pH en fermentación.....	63
4.1.3.2.1. Almendras en fermentación (°c).....	63
4.1.3.2.2. pH de testa seca.....	65
4.1.3.2.3. pH de cotiledón seco.....	66
4.1.3.2.4. Porcentaje Energía (Kcal).....	67
4.1.3.2.5. Porcentaje Grasa (%).....	67
4.1.3.2.6. Porcentaje de ceniza (%).....	67
4.1.3.2.7. Porcentaje de humedad (%).....	68
4.1.4. Evaluación comercial de almendras de cacao.....	70
4.1.4.1. Peso de 100 almendras (g).....	70
4.1.4.2. Prueba de corte.....	70
4.1.4.2.1. Buena fermentación.....	70
4.1.4.2.2. Ligera fermentación.....	71
4.1.4.2.3. Total fermentación (%).....	71
4.1.4.2.4. Almendras violetas.....	71
4.1.4.2.5. Almendras pizarras.....	72
4.1.4.2.6. Almendras con presencia de moho.....	72
4.1.5. Perfil sensorial de la pasta o licor de 13 clones de cacao.....	74
4.1.5.1. Sabores básicos.....	74
4.1.5.2. Sabores específicos.....	74
4.1.5.3. Sabores adquiridos.....	75
4.1.6. Análisis microbiológicos de la pasta de cacao.....	75

4.1.7. Análisis de Componentes principales (ACP).....	77
<b>4.1.8. Análisis de correlación entre variables .....</b>	<b>78</b>
CAPITULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	84
5.1. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	85
CAPITULO VI. BIBLIOGRAFIA CITADA.....	88
6.1. LITERATURA CITADA .....	89
CAPITULO VII. ANEXOS.....	98
ANEXO. 1.....	99

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro		Página
1	Clasificación de la calidad del grano de cacao según la norma INEN N° 176 .....	25
2	Requisitos químicos de la pasta de cacao.....	29
3	Requisitos microbiológicos de la pasta de cacao .....	30
4	Promedios estadístico de los factores físicos presentes en 13 clones de cacao ( <i>Theobroma cacao</i> L.) provenientes de la Finca Experimental "La Represa" FCI.UTEQ. 2013.....	55
5	Promedio estadístico de los factores físicos presentes en 13 clones de cacao ( <i>Theobroma cacao</i> L.) Provenientes de la Finca Experimental "La Represa" FCI.UTEQ. 2013.....	59
6	Promedios de temperatura durante las horas de fermentación en 13 clones de cacao ( <i>Theobroma cacao</i> L.), provenientes de la Finca Experimental "La Represa" FCI.UTEQ. 2013.....	61
7	Promedios de pH durante las horas de fermentación presentes en 13 de cacao ( <i>Theobroma cacao</i> L.) provenientes de la Finca Experimental La Represa" FCI. UTEQ. 2013.....	64

<b>8</b>	Promedios estadístico de los factores químicos pH de Testa y Cotiledón presentes en 13 clones de cacao ( <i>Theobroma cacao</i> L.) provenientes de la Finca Experimental "la Represa FCI.UTEQ. 2013.....	<b>66</b>
<b>9</b>	Promedios estadísticos de los factores químicos presentes en 13 clones de cacao ( <i>Theobroma cacao</i> L.), provenientes de la Finca Experimental "La Represa" FCI.UTEQ. 2013.....	<b>69</b>
<b>10</b>	Análisis estadístico de la prueba de corte presentes en 13 clones de cacao ( <i>Theobroma cacao</i> L.) provenientes de la Finca Experimental "La Represa" FCI.UTEQ. 2013.....	<b>73</b>
<b>11</b>	Valores del perfil sensorial para cada uno de 13 clones de cacao ( <i>Theobroma cacao</i> L.), tipo Nacional provenientes de la Finca Experimental "La Represa" FCI.UTEQ. 2013.....	<b>76</b>
<b>12</b>	Coeficiente de regresión (b) y determinación (r <sup>2</sup> ), de 13 variables en 13 clones de cacao ( <i>Theobroma cacao</i> L.), provenientes de la Finca Experimental "La Represa". UTEQ.FCI.2013.....	<b>83</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura</b>		<b>Página</b>
<b>1</b>	Curva de variación temperatura en el proceso de fermentación de 13 clones nacionales y 3 testigos de cacao de la UTEQ Finca Experimental “La Represa”. Quevedo, 2013.....	<b>62</b>
<b>2</b>	Curva de variación de pH en proceso de fermentación registrado en 13 clones y 3 testigos de cacao provenientes de la Finca Experimental “La Represa”. Quevedo, 2013.....	<b>65</b>
<b>3</b>	Distribución de los 13 clones estudiados en función de los resultados de la evaluación sensorial obtenida a partir del Análisis de Componentes Principales, centrado en los CP1 y CP2.....	<b>77</b>
<b>4</b>	Relación entre el peso y longitud de mazorca, de 13 clones clones tipo Nacional de cacao ( <i>Theobroma cacao. L.</i> ), provenientes de la Finca Experimental "La Represa" FCI.UTEQ. 2013.....	<b>78</b>
<b>5</b>	Relación entre peso de mazorca e índice de semilla, de 13 clones clones tipo Nacional de cacao ( <i>Theobroma cacao L.</i> ), provenientes de la Finca Experimental "La Represa" FCI.UTEQ. 2013.....	<b>79</b>

<b>6</b>	Relación entre índice de mazorca y peso seco, de 13 clones clones tipo Nacional de cacao ( <i>Theobroma cacao L.</i> ), provenientes de la Finca Experimental "La Represa" FCI.UTEQ. 2013.....	<b>80</b>
<b>7</b>	Relación positiva entre el índice de semilla y el peso de 100 almendras, de 13 clones clones tipo Nacional de cacao ( <i>Theobroma cacao L.</i> ), provenientes de la Finca Experimental "La Represa" FCI.UTEQ. 2013.....	<b>81</b>
<b>8</b>	Relación entre el porcentaje de testa y de cotiledón, Relación positiva entre el índice de semilla y el peso de 100 almendras, de 16 clones clones tipo Nacional de cacao ( <i>theobroma cacao L.</i> ), provenientes de la Finca Experimental "La Represa" FCI.UTEQ. 2013.....	<b>82</b>

## INDICE DE ANEXOS

### ANEXOS

1	Boleta de valoración sensorial.....	99
2	Informe anual, finca Experimental “La Represa”.....	100
3	Análisis de varianza de Peso, Largo, Diámetro de Mazorca. Finca Experimental “La Represa”. UTEQ. 2013.....	101
4	Análisis de varianza de Espesor de Surco y Lomo, Numero de Almendras. Finca Experimental “La Represa”. UTEQ.2013.....	102
5	Análisis de varianza de Peso Fresco, Rendimiento, Índice de Mazorca. Finca Experimental “La Represa”. UTEQ. 2013.....	103
6	Análisis de varianza de Índice de Semilla, pH de Testa y Cotiledón. Finca Experimental “La Represa”. FCI. UTEQ. 2013.....	104
7	Análisis de varianza de Índice de Semilla, pH de Testa y Cotiledón. Finca Experimental “La Represa”. FCI. UTEQ. 2013.....	105
8	Análisis de varianza de Porcentaje de Humedad, Grasa, Energía, Ceniza. Finca Experimental “La Represa”. FCI. UTEQ. 2013.....	106

<b>9</b>	Análisis de varianza del Perfil Sensorial de Buena, Ligera Fermentación y total. Finca Experimental “La Represa”. FCI. UTEQ. 2013.....	107
<b>10</b>	Análisis de varianza del Perfil Sensorial de Violeta, Pizarra, Moho e Insecto. Finca Experimental “La Represa”. FCI. UTEQ. 2013.....	108
<b>11</b>	Cosecha.....	109
<b>12</b>	Fermentación.....	109
<b>13</b>	pH de Almendras.....	110
<b>14</b>	Secado de Almendras.....	110
<b>15</b>	Análisis Físicos.....	111
<b>16</b>	Prueba de Corte.....	111
<b>17</b>	Descascarillado.....	112
<b>18</b>	Elaboración de Pasta.....	112
<b>19</b>	Moldeado y Empaquetado de Pasta de cacao.....	113
<b>20</b>	Análisis Químicos.....	113
<b>21</b>	Peso de Muestras.....	114
<b>22</b>	Extracción de Grasa.....	114
<b>23</b>	Determinación de Energía.....	115

<b>24</b>	Determinación de Humedad.....	115
<b>25</b>	Valores de los tratamientos según el perfil sensorial de 13 clones de cacao tipo Nacional Finca “La Represa”. FCI. UTEQ. 2013.....	116
<b>26</b>	Resultados de análisis microbiológicos al mejor tratamiento.....	117

## RESUMEN

En la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, en la Finca Experimental la Represa se dispone de 13 nuevos clones de cacao (*Theobroma cacao* L.) tipo Nacional, que se destacan por tener cierta resistencia a plagas y enfermedades y buen comportamiento en productividad y calidad, condiciones que permiten ser un fruto con buenas propiedades, por estas características se transforma en producto óptimo para la industria especialmente la chocolatera y aportar a la tendencia de los mercados industriales que es identificar nuevos sabores y aromas especiales. La presente investigación busca identificar y caracterizar clones de cacao de la variedad *Theobroma* que se encuentran en fase experimental, para determinar si cumple con las características organolépticas del cacao *Theobroma* a fin de obtenerlo dentro de parámetros de las normas de calidad y manteniendo la calidad del producto. La presente investigación se desarrolló en la finca experimental “La Represa” de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo (UTEQ), ubicada en el recinto Faita, km 8 vía Quevedo – San Carlos. La fase de campo del estudio se realizó en el periodo de enero a Junio del 2031 y tuvo como objetivos: 1) Evaluar característica físicas-química en almendras fermentadas y secas de los 13 clones de cacao en estudio. 2) Determinar los perfiles sensoriales en pasta de cacao de los 13 clones. 3) Realizar análisis microbiológico al mejor tratamiento.

Para el desarrollo de esta investigación se utilizó un diseño experimental completamente al azar con trece tratamientos constituido por veinte mazorcas maduras, con cuatro repeticiones (cosechas). Para determinar diferencias entre medias de tratamientos se empleará la prueba de ( $P \leq 0.05$ ). Como material experimental se usaron mazorcas fisiológicamente maduras de 13 clones experimentales de cacao tipo Nacional (*Theobroma cacao* L.) con 3 clones comerciales como Testigos, variedad CCN-51 y Trinitario. Algunas variables físicas a estudiar fueron: fueron prueba de corte, diámetro de mazorca, peso de mazorca, índice de semilla índice de mazorca, porcentaje de testa etc. Las variables químicas: porcentaje de grasa, humedad, ceniza y valor de energía, mientras que para construir el perfil sensorial se evaluaron los sabores básicos, específicos y adquiridos. En cuanto a los resultados obtenidos, hubo materiales

que presentaron altos índice de almendras totalmente fermentadas como el T10 (95.25) %. En el total de almendras con buena y ligera fermentación los T6 (94.50), T8 (79.75), T10 (95.25), T11 (78.00) y T13 (78.00), demostraron los mejores resultados entre tratamientos con categoría cacao, como también en sabor a frutas refleja más el T9 y T13, y los T1 (93.00), T5 (88.50), T10 y los testigos T14 (91.00) y T16 (97.00), fueron los mejores en sabor floral. Con los mejores tratamientos se debe estudiar otro tipo de parámetros o métodos específicos como Teobromina y cafeína. Como también estudiar otros ambientes para ver si influyen sobre su calidad sensorial.

## SUMMARY

In Quevedo State Technical University, at the Experimental Farm Dam provides 13 new clones of cacao (*Theobroma cacao* L.) National, which stand out as having some resistance to pests and diseases and good performance in productivity and quality, conditions which allow the result to be good properties for these characteristics becomes optimum product for the chocolate industry and particularly contribute to the industrial market trend is to identify new flavors and aromas specials. the present research aims to identify and characterize clones of *Theobroma cacao* variety found in the experimental stage , to determine compliance with the organoleptic characteristics of *Theobroma cacao* to get within the parameters of quality standards and maintaining the quality of producto. This research was conducted at the experimental farm " Dam " State Technical University of Quevedo ( UTEQ ) , located on the grounds Faita, km 8 via Quevedo - San Carlos . The field phase of the study was conducted in the period from January to June of 2031 and had the following objectives: 1). To assess physical - chemical characteristic fermented and dried almonds 13 cocoa clones study. 2) Determine the sensory profiles cocoa paste of the 13 clones. 3) Perform microbiological testing to the best treatment.

For the development of this research we used a completely randomized design with thirteen treatments consisting of twenty ripe pods with four replications (crops). To determine differences among treatment means were used Test ( $P \leq 0.05$ ). As experimental material used physiologically mature ears of 13 experimental clones National type cocoa (*Theobroma cacao* L.) with 3 commercial clones as Witness CCN -51 variety and Trinitario. Some physical variables studied were: were cutting test, ear diameter, ear weight, seed index pod index, percentage of testa etc . Chemical variables: percentage of fat, moisture, ash and energy value, while to build the sensory profile were evaluated basic tastes and acquired specific. Regarding the results, there had high index materials fully fermented almond like T10 (95.25) %. In the total of good and light almond fermentation the T6 ( 94.50 ) , T8 ( 79.75 ) , T10 (95.25 ) , T11 ( 78.00 ) and T13 ( 78.00 ) showed the best results among treatments with cocoa category , as well as in flavor fruit reflects more the T9 and T13, and T1

( 93.00 ) , T5 ( 88.50 ) , T10 and T14 witnesses ( 91.00 ) and T16 ( 97.00 ) were the best in floral flavor . With the best treatments should be studied parameters or other specific methods as theobromine and caffeine. As also study other environments to see if they affect sensory quality.

## **CAPITULO I**

### **MARCO CONTEXTUAL DE LA INVESTIGACIÓN**

## 1.1. INTRODUCCIÓN

El cacao (*Theobroma cacao* L.) fue clasificado taxonómicamente por Carlos Linneo T. El cacao es un árbol de 4-8 m de alto de la familia Sterculiaceae, nativo de las regiones tropicales de América, con semillas que contienen una cantidad significativa de grasas (40-50 %) y polifenoles (alrededor del 10 % del peso del grano seco) (Richelle, 1999).

Según (González y Ruiz, 2009), El Ecuador es el mayor proveedor de cacao fino a nivel mundial, con una oferta de 60 a 70 mil ton/año-1; países como: Colombia, Indonesia, Venezuela y Nueva Guinea exportan alrededor de 10 mil toneladas cada uno. Jamaica, Trinidad y Tobago, Costa Rica y Granada producen entre 1 y 3 mil toneladas año-1. Cabe mencionar que la industria chocolatera mundial requiere de 3.3 millones de toneladas, de cacao en grano al año, siendo 500.000 toneladas de estas, cacao fino de aroma.

La agroindustria ecuatoriana es la actividad exportable de mayor dinamismo, el desarrollo de esta industria genera riqueza al país ubicándolo en una muy buena posición dentro de un mercado inter *Theobroma*, en virtud de ciertos factores favorables como las unidades de producción individuales y asociadas; la industria casera y de elaborados, han permitido el desarrollo de los consumidores locales y extranjeros, siendo este el caso del cacao ecuatoriano una materia prima reconocida en el mercado (Guaman, 2007).

En la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, en la finca experimental la Represa se dispone de 13 nuevos clones de cacao que se destacan por tener cierta resistencia a plagas y enfermedades y buen comportamiento en productividad y calidad, condiciones que permiten ser un fruto con buenas propiedades, por estas características se transforma en producto óptimo para la industria especialmente la chocolatera y aportar a la tendencia de los mercados industriales que es identificar nuevos sabores y aromas especiales.

Por la disponibilidad de esta variedad de clones de cacao, es importante realizar esta investigación para reconocer las características que estos poseen para lo cual, se elaborará una pasta de cacao a partir de los 13 clones, la misma que será caracterizada para determinar las características físico-química, microbiológicas y sensoriales que esta posee.

La caracterización físico-química, microbiológica y sensorial consiste en determinar las propiedades que presentan los nuevos clones, realizando una serie de análisis a la pasta de este cacao que se obtendrá por la desintegración mecánica de los granos que hayan sido sanitariamente cosechados, fermentados y secados, sin extraerle ni añadirle ninguno de sus componentes, para posteriormente ser sometidos al tostado, descascarillado y molido para la obtención de pasta.

## **1.2. PROBLEMATIZACIÓN**

### **1.2.1. Diagnóstico**

El Ecuador es uno de los principales países productores de cacao fino de aroma en Latinoamérica y resto del mundo, debido a la gran demanda por parte de la industria chocolatera, que tiene esta materia prima de alta calidad, como también las principales características tanto físicas, químicas, microbiológicas y sensoriales muy perecible en el conservación y procesamiento, de calidad, como también tener nueva información sobre los clones de cacao en fase de experimentación para la obtención de producto final, pasta de cacao. El manejo inadecuado puede alterar el aspecto externo y el sabor del producto final. Como también una inadecuada fermentación puede no causar los cambios bioquímicos dentro de la almendra por lo cual no se expresaría el verdadero sabor y aroma deseable. Otro aspecto importante es el tiempo de la fermentación de las variedades. Además del riesgo de almacenar cacao cerca de sustancias tóxicas como: combustible, agroquímicos, humo, excrementos de animales los cuales afectan considerablemente a la fermentación causando sabores y aromas desagradables no aptos para el consumo humano debido a la propiedad de higroscopia propia del grano de cacao. Otro punto es la importancia de dar un correcto manejo pos cosecha ya que alto contenido de humedad en el grano puede crear el ambiente necesario para que se desarrolle moho relacionado con la presencia de aflatoxinas, las cuales son consideradas altamente tóxicas y carcinógenas para el consumidor final. El análisis físico tiene su importancia para identificar características del grano como: forma, tamaño, peso seco, color, entre otros como porcentaje de cascarilla, porcentaje de almendra, pH del cotiledón, temperatura de la masa y demás parámetros físicos. Para el análisis bioquímico se registrará el contenido de grasa, carbohidratos, calorías, ceniza, mientras que para el análisis organoléptico se determina sabores básicos, específicos y adquiridos.

### **1.2.2. Formulación**

¿Se conoce las características de calidad y aroma que presentan los trece nuevos clones experimentales de cacao (*Theobroma cacao* L.) destinados a la obtención de pasta, establecidos en la Finca Experimental La Represa?

### **1.2.3. Sistematización**

¿Cuál ha sido el comportamiento de los parámetros físico-químico, microbiológico y sensorial relacionado con la calidad sanitaria y productiva de los clones destinados a emplearse en la elaboración de pasta?

### 1.3. JUSTIFICACIÓN

La producción de cacao ha generado recursos y empleo a decenas de miles familias campesinas, principalmente en las provincias de Los Ríos, Manabí, Guayas y El Oro, lo que genera múltiples beneficios para la zona de influencia; permitiendo establecer grandes exportaciones y desarrollo de la economía ecuatoriana. La producción de cacao en nuestro país se encuentra muy ligada a las condiciones del ecosistema siendo esto determinante para incrementar el rendimiento pos cosecha (Loyola, 2001).

En la actualidad se siembra el Clon CCN-51 comercial origen Ecuatoriano, destacado por tener un excelente comportamiento agronómico y aceptable productividad y resistencia a enfermedades, sin embargo es cuestionada su calidad por no tener aroma. Ya que la industria chocolatera demanda pasta de cacao de origen Theobroma necesitando en sus combinaciones para elaborar chocolate aproximadamente un 12 % de pasta de cacao fino (González y Ruiz, 2009).

La presente investigación busca identificar y caracterizar clones de cacao de la variedad para determinar si las características organolépticas del cacao están dentro de la categoría de primera calidad, para lo cual se debe realizar un correcto manejo post-cosecha, por ello se pretende determinar variables físicas, químicas, microbiológicas y perfiles sensoriales para identificar notas florales que nos permitan una mejor reclasificación de los materiales y poder agrupar dar a conocer a la comunidad científica nuevas tendencias, lo cual sería de ayuda para trabajos a mediano plazo en la obtención de progenies con características de alta calidad estabilizadas.

El propósito de este trabajo consiste en caracterizar física, química, sensorial y microbiológica las almendras y analizar el proceso de obtención de pasta de cacao a partir de clones de Tipo Theobroma establecidos en la Finca Experimental “La Represa” los cuales se encuentran en fase de experimentación para observar la factibilidad comercial en el área de agroindustria y determinar si cumple con las características organolépticas del cacao Theobroma a fin de obtenerlo dentro de parámetros de las normas de calidad y manteniendo la calidad del producto.

## **1.4. OBJETIVOS**

### **1.4.1. General**

- Caracterizar física-química y sensorialmente 13 clones de cacao (*Theobroma cacao* L.), tipo Nacional, establecidos en la Finca Experimental “La Represa” para la obtención de pasta.

### **1.4.2. Específicos**

- Evaluar características físicas-químicas en almendras fermentadas y secas de 13 clones de cacao en estudio.
- Determinar perfiles sensoriales en pasta de cacao para la industria chocolatera.
- Realizar análisis microbiológico al mejor tratamiento.

## 1.5. HIPÓTESIS

**H<sub>a</sub>** Al menos un clon en estudio tendrá parámetros físicos-químicos y microbiológicos deseables para la industria chocolatera.

**H<sub>b</sub>** Al menos un clon experimental en estudio tendrá perfiles sensoriales en pasta con atributos ligados al sabor floral deseables para la industria chocolatera.

## **CAPITULO II. MARCO TEÓRICO**

## 2.1. FUNDAMENTACIÓN TÈORICA

### 2.1.1. Antecedentes del cacao

La producción de cacao en Ecuador data desde 1780 mucho antes de la instauración de la República del Ecuador, esto significaría que la producción de cacao (*Theobroma cacao* L.) tiene más de 200 años de existencia. Se conoce que en la década de 1890 se introdujo material foráneo a la Provincia de Los Ríos conocido como "cacao Venezolano", perteneciente al complejo genético de los Trinitarios, mientras que el cacao (*Theobroma cacao* L.) pertenece al grupo genético conocido como Forastero (Anchundia y Verdezoto, 2001).

La variedad conocida como "Theobroma" es nativa del Ecuador y se mantuvo pura hasta 1890, a partir del cual fue introducida por primera vez a la provincia de Los Ríos, un material conocido como "cacao venezolano", perteneciente al complejo genético de los cacaos Trinitarios (Soria, 1961)

De acuerdo a otros autores, la variedad original conocida como Theobroma es nativa del país, se originó en los declives orientales en la cordillera de los Andes (Hoya Amazónica del Ecuador), distribuida por monos y ardillas. Otra hipótesis propuesta es que las semillas fueron introducidas del Tena, Archidona, Macas, a través de los viejos caminos del Imperio Inca, donde fue sembrada por los aborígenes de la Costa Occidental, en tiempos muy remotos (Soria, 1966; Vera, 1993).

#### 2.1.1.1. Complejo genético del cacao

El cacao (*Theobroma cacao* L.), comercial pertenece a una sola especie el cual comprende tres complejos genéticos: Los criollos, Forasteros amazónicos, Theobroma y los trinitarios (Urquhart, 1963; Vera, 1993).

### **a. Variedad Criollo**

Los Criollos (palabra que significa nativo pero de ascendencia extranjera), se originaron también en Sudamérica, pero fueron domesticados en México y Centro América y son conocidos también como híbridos de cacao dulce. Son plantas de poco vigor y bajo rendimiento, destacándose la alta calidad de sus semillas. Este tipo de cacao posee un cotiledón de color marfil pardusco y castaño muy claro, con un olor de cacao dulce unido a un aroma delicado característico. Se cultivan principalmente en América Central, México, Colombia, y parte de Venezuela, son más susceptibles a enfermedades, este tipo de cacao se caracteriza por tener mazorcas ruguosas y concluyen en forma de media luna o punta, con coloraciones verdes y rojizas en estado inmaduro, tornándose amarillas y anaranjado rojizas cuando alcanzan su madures, las almendras de este cacao son blancas y de un tamaño grande, el chocolate que se obtiene de este fruto es apetecido por su sabor a nuez, panela, malta y caramelo (Anecacao– Corpei, 2009).

### **b. Variedad Forastero amazónico**

Su centro de origen es la parte alta de la cuenca del Amazonas en el área comprendida entre los ríos Napo, Putumayo y Caquetá, se caracteriza por ser de mayor tolerancia a las enfermedades que el cacao Criollo, sus frutos de cáscara dura y leñosa, de superficie relativamente tersa y de granos aplanados, pequeños de color morado y sabor amargo; dentro de esta raza se destaca distintas variedades como Cundeamor, amelonado, Sambito, Calabacillo y Angoleta. La variedad originaria de Ecuador se caracteriza por ser un cacao fino y de gran aroma también pertenece a este grupo. Representa aproximadamente un 85% de la producción mundial. Este dio su evolución en la Cuenca del río Amazonas, encontrándose de modo silvestre en la amazonia de Ecuador, Colombia, Perú, Brasil y Venezuela. Las mazorcas en estado inmaduro son verdes y amarillas cuando alcanzan su madures. Las almendras

son de color púrpura. De este tipo de cacao se obtiene un chocolate con un sabor básico de cacao (Anecacao– Corpei, 2009)

### **c. Variedad Theobroma**

La variedad "Theobroma", durante mucho tiempo se la ha considerado perteneciente a los Forasteros, pero se la mantiene como un grupo distintivo aparte, porque sus características de calidad y aroma más se asemejan a los Criollos. Según el mismo autor la mazorca de cacao de tipo Theobroma es típica y puede ser identificada frente a otros genotipos, y considerando además que la forma y color de la semilla no es similar al de los Forasteros; asimismo el tiempo de fermentación, calidad y el aroma, indica que es más razonable que esta variedad esté cerca del grupo criollo, pero que su origen es del alto Amazonas en la región del Oriente ecuatoriano, la variedad Theobroma es conocida por su especial calidad organoléptica (Saucedo, 2003).

### **d. Variedad Trinitario**

Este se formó de manera espontánea de un cruce entre cacaos Criollos y Forasteros amazónicos de este cruce se generan diversidad de formas y colores de mazorcas, hallándose mazorcas de colores verdes y rojas, que cuando estas alcanzan su madurez total son de color amarillas y anaranjadas. Es más resistente y productivo que el cacao "criollo" pero de inferior calidad. Es producido en Granada, Jamaica, Trinidad y Tobago, Colombia Venezuela y América Central. Ocupan el 10 al 15% de la producción mundial. Presentan granos de tamaño mediano a grande y cotiledones de color castaño (Soria 1966, Arciniega 2005, Bartley 2005, citado por Pérez, J. 2009).

## **2.1.2. Propagación**

Los métodos de propagación asexual permiten obtener una planta que fructifica en menor tiempo que la propagada por semilla. Manteniendo la conformidad

genética (idéntica a la planta madre), con un sistema radical pivotante, por lo tanto un mejor anclaje.

La obtención de plantas productivas y vigorosas por parte del agricultor por reproducción sexual (semilla), no ha dado los resultados esperados debido a la alta variabilidad genética presente en las fincas: por tanto lo recomendable es la vía asexual o “clonación” y se da de dos formas

- Enraizamiento de ramillas
- Injertación

El proceso de injertación (yemas o púas), es práctico y de fácil implementación que permite obtener planta con alta producción y saludables, similares a la planta progenitora (madre), es recomendable utilizar material seleccionado en las fincas, adaptados a dichas condiciones (Quiroz, y Mestanza, 2012).

#### **2.1.2.1. Multiplicación asexual**

El cacao es una planta alógama lo que hace que su reproducción por semilla exista una alta variabilidad genética especialmente si los frutos son de “polinización” libre.

Se recomienda reproducir asexualmente ramilla de cacao ya que este método permite reproducir individuos con características genéticas y fenotípicas similares a la planta madre, la cual sembrada bajo las mismas condiciones medio ambientales va a producir en el mismo grado que su progenitor (Quiroz, y Mestanza, 2012).

#### **2.1.2.2. Injerto**

Según Quiroz y Mestanza (2012), la injertación permite la unión de tejidos jóvenes de dos plantas, que continúan su desarrollo como una sola planta; una de ellas es la yema que, al progresar, se convierte en la copa o clon y corresponde a la parte aérea (ramas y follaje); el otro es el patrón o soporte, que se constituyen en parte del tronco y en totalidad en el sistema radical. El momento oportuno para empezar la injertación depende del desarrollo de los

patrones; sin embargo, se calcula que cuando estos tengan entre tres y cuatro meses de edad es conveniente realizar este proceso.

### **2.1.2.3. Patrones**

Es de esencial importancia que los respectivos patrones porta injertos deben ser plantas provenientes de semillas de clones con resistencia a enfermedades como es el caso del Mal de Machete (*Ceratocystis cacao funesta*), escoba de bruja, monilla (Enríquez, 1985).

### **2.1.2.4. Varetas**

La vareta porta yemas para la injertación debe ser obtenida de planta con características de resistencia y productividad altas de árboles sobresalientes seleccionados, en fincas que presentan alta producción, buena calidad de almendra, tolerantes a plagas y enfermedades.

Es importante que las varetas se seleccionen en plantas lozanas, bien nutridas, que estén bajo un sombreamiento adecuado de aproximadamente el 70 al 80% con lo cual se asegura que las yemas estén en un estado de dormancia (latencia), condición que facilita el adecuado anclaje al patrón al momento de la injertación (Quiroz, y Mestanza, 2012).

### **2.1.3. Tipos de injertos**

- **Injerto de púa lateral**

Consiste en colocar en la parte lateral de un patrón, el extremo terminal de una vareta con tres o cuatro yemas funcionales; para realizar este tipo de injerto se procede a hacer una abertura Injerto de yema lateral Injertos de púa lateral en etapa de prendimiento en el costado del patrón de aproximadamente dos centímetros de longitud y en la vareta porta yema se hacen dos cortes lisos a los lados en forma de una cuña, de tal

manera que penetre en la hendidura y coincida con el corte del patrón, luego se amarra fuerte el injerto, utilizando Para film o cinta de injertar. Se cubren las varetas injertadas con plástico transparente (blanco) durante 21 días, tiempo en que se retira la cinta y se continúa con el proceso de aclimatación de injertos prendidos (Quiroz, y Mestanza, 2012).

#### **a. Injerto por yema**

Este método consiste en tener el patrón preparado con anticipación, con la navaja de injertar se realiza tres respectivos cortes en forma de U, invertida en la corteza, bajo la cicatriz del cotiledón, los cortes se realizan con 2 a 3 cm de longitud y uno horizontal en la parte superior uniendo los 2 cortes paralelos, seguido de esto se mueve hacia una esquina de los cortes para verificar el correcto desprendimiento de la corteza para que este apta para la injertación. (Quiroz, y Mestanza, 2012).

### **2.1.4. Manejo pos cosecha del cacao**

#### **2.1.4.1. Cosecha**

Según (Amores *et al.*, 2009), la post-cosecha de cacao inicia con la recolección oportuna de las mazorcas, asegurándose de que estas se encuentren completamente maduras. Al recolectar frutos que estén sobre maduros pueden contener semillas germinadas, casi sin pulpa, y que al mezclarse con la masa de fermentación con el resto de semillas estas deterioran la calidad final del cacao fermentado. Es importante evitar la mezcla de semillas provenientes de mazorcas que no han alcanzado su madurez total (pintonas) sin suficiente pulpa ni azúcar para fermentarse bien. Finalmente la mezcla de almendras gravemente deterioradas por provenir de mazorcas con

podriciones, también constituye un defecto grave para la fermentación y calidad final del cacao.

#### **2.1.4.2. Desgrane**

Enríquez (2004), indica que la apertura del fruto puede hacerse en campo usando un mazo de madera para evitar el corte de las almendras por el uso indebido de machetes o cuchillas, la extracción de las almendras se realiza con los dedos, por ningún concepto debe lastimarse las almendras, los cuales interfieren en una buena fermentación y causan problemas de limpieza al final del secado.

#### **2.1.4.3. Fermentación**

Para (Amores *et al.*, 2009), la producción alcanzada como resultado del manejo de la huerta sembrada con los clones recomendados, puede recibir valor agregado con la aplicación de buenas prácticas de beneficio post-cosecha: recolección fermentación y secado. Después de todo hay que tener presente que el mercado inter Theobroma es cada vez más exigente en cuanto a los estándares de calidad del cacao que se destina para exportación.

Según Jiménez (2003), el beneficiado se refiere a la preparación de las almendras como paso previo para su comercialización e industrialización. Con este propósito, se ejecutan una serie de operaciones ordenadas que se inician con la cosecha de las mazorcas en el punto de maduración adecuado para extraer las almendras, seguida por la fermentación y concluyendo con el secado del grano. Las almendras fermentadas y secas representan un producto de mejor calidad cuyo transporte y almacenamiento es más fácil

La fermentación de las almendras de cacao tiene como propósito formar los precursores del sabor a chocolate en los cotiledones. Si no hay fermentación, simplemente no se produce este sabor ni las notas florales asociadas (floral, frutal, nuez, malta, etc.). Al final de la fermentación las almendras contienen

aún un 60 por ciento de humedad, porcentaje que debe reducirse sustancialmente mediante el secado para facilitar el almacenamiento y manejo comercial del producto (Amores *et al.*, 2009).

Para Enríquez (1985), la fermentación alcohólica inicia tan pronto se abren las mazorcas y se extraen las almendras, y alcanza su punto máximo durante las primeras 48 horas y su máxima actividad depende de la temperatura que pueda alcanzar. Tan pronto como se consume la mayoría de los azúcares, se termina la fermentación alcohólica, dando paso a la fermentación acética.

Asimismo para Enríquez (1985), la fermentación acética se produce cuando se ha transformado todos los azúcares en alcohol lo cual es un ambiente idóneo para las bacterias aeróbicas (*Acetobacter* sp.), producen fermentación acética, consumiendo el alcohol, necesitan oxígeno y desarrollan algo de temperatura. Las bacterias anaeróbicas producen una fermentación butírica, cuando no hay buena oxigenación o aireación, que puede terminar en una putrefacción de los granos

Según Amores (2009), para el mejor desarrollo de la fermentación, se requiere que esta se lleve a cabo en un lugar que no se encuentre expuesto a corrientes de viento fuertes, aunque si tiene que estar ventilado. El sitio es especial y destinado solamente para el cacao teniendo el cuidado de no ubicar en los alrededores materiales como combustibles agroquímicos o cualquier otro contaminante. Tampoco hay que permitir la entrada de animales como aves, cerdos, perros, etc., al área de fermentación, y cuyos desechos en contacto con el cacao afectan seriamente su calidad final.

#### **2.1.4.4. Periodo de fermentación**

El tiempo de fermentación depende del tipo de la variedad de cacao por lo cual cada grupo genético tiene su tiempo de fermentación, por lo tanto si se reduce el tiempo de fermentación dará sabores más ácidos, astringentes y

amargos esto se asocia con la presencia de teobromina. No obstante se conoce que la acides de la variedad Theobroma es menos que los Trinitarios (Jiménez, 2000).

El tiempo de fermentación debe ser de 5 a 6 días, o mejor, de 120 a 144 horas contadas a partir del depósito del grano en los recipientes. Nunca se deben mezclar granos cosechados en diferentes días, los depositados con posterioridad no alcanzarán completar todos los procesos requeridos, reduciéndose una fermentación incompleta, por esto es importante organizar la recolección de mazorcas para obtener lo volúmenes mínimos para poder iniciar la fermentación el mismo día para toda la masa cosechada. En lo posible, la partida de los frutos y el inicio de la fermentación deben hacerse el mismo día de la cosecha, pues resulta inconveniente para la fermentación dejar los frutos en montones dentro del lote. Tampoco es adecuado depositar los granos en costales de fibra dejados en la intemperie en los cultivos (Jiménez, 2000).

#### **2.1.4.4.1. Tipos de fermentación**

##### **a. Microfermentadores**

Es un sistema útil para fermentar pequeñas cantidades de masa de cacao fresco. Ha sido adaptado para pruebas de investigación acerca del proceso fermentativo y es el que se utilizó en el presente estudio. Se utilizan muestras de cacao hasta de 4 Kg, colocando la masa en pequeños sacos de tela con mallas de 45 cm de largo por 25 cm de ancho. La masa queda holgada dentro de la malla para facilitar la eliminación natural del mucílago y la remoción de las almendras cuando sea necesario. Los pequeños sacos se ubican en el interior de una gran masa fermentante, preferiblemente más de 100 Kg, para simular las condiciones y reacciones normales del proceso de fermentación (Jiménez, 2003).

En el método Roham se hacen bandejas micro-fermentadores que deben medir de 1,57 m largo, 0,75 m de ancho y 0,10 m de profundidad, el interior de la caja tienen 24 compartimientos; cada división de 0.19 m y 0.16 de ancho y largo, tienen capacidad para dos kilos de cacao fresco y el fondo de la bandeja debe llevar rendijas de 5 mm cada 5 cm para permitir la salida de los exudados de las almendras. Existen muchas variantes en los sistemas de fermentación pero en todo caso son pequeñas variaciones de los métodos generales descritos, y corresponden a costumbres locales o tradicionales. El factor clave en la bandeja de Rohan, es el grosor de la capa de almendras. La máxima fermentación se produce en los primeros 10 cm de profundidad (Enríquez, 1985).

### **b. Fermentación en montón**

Se hace un tendido de hojas de plátano sobre tablas de madera o un piso de caña para amontonar allí las almendras frescas. Luego éstas se cubren con el mismo tipo de hojas para que comience la fermentación. Los montones se tapan adicionalmente con sacos de yute para reducir la pérdida de calor.

### **c. Fermentación en sacos**

Una práctica común del productor es llenar sacos con cacao fresco para luego dejarlos colgando con el fin de facilitar el escurrimiento. Alternativamente, acostumbra amontonar los sacos en el piso por un periodo de 5 a 7 días, o los que sean necesarios según el tipo de cacao. De cuando en cuando mueve la masa dentro de los sacos para promover la aireación y completar la fermentación. Si el método no se maneja bien, da lugar a un alto porcentaje de almendras tipo violeta y pizarra, afectándose seriamente la calidad sensorial del cacao.

#### **2.1.4.5. El Secado**

Este proceso es como una fase del beneficio post-cosecha, con frecuencia no recibe la importancia debida, pero es muy crítico influyendo en forma significativa sobre la calidad final del grano a través de la reducción de la humedad hasta valores del 6 a 7 por ciento de humedad. El secado correcto (hay varios detalles que deben tomarse en cuenta para un secado efectivo) también ayuda a la disminución de la acidez volátil (ácido acético) acumuladas en las almendras al final de la fermentación. Por ejemplo, si el secado es muy rápido se pierde poca acidez volátil y este resultado tiene un impacto negativo sobre la calidad sensorial (sabor) del cacao (Amores *et al.*, 2009). Consiste en la remoción de cantidades de agua de determinado material, la cual se elimina en una mezcla de aire-vapor de agua.

La semilla luego de fermentación, contiene un 60% de humedad que es necesario reducir para asegurar su almacenamiento y transportación en condiciones óptimas interviene entonces el secado que es la última etapa del tratamiento post-cosecha (Boistelle, 1993).

El objetivo del secado es eliminar y completar la fase de oxidación del grano de cacao, lo cual realiza de forma lenta y gradual empezando con pocas horas de exposición al sol en los primeros días, aumentando progresivamente el número de horas hasta la total exposición solar en los últimos días de secado, ya que un secado rápido no es uniforme, y posiblemente interrumpa la actividad hidrolítica de las enzimas, el endurecimiento de la testa, poca difusión de ácidos volátiles, agua hacia el exterior de la almendra, por lo cual reflejaría un alta acidez, es recomendable hacer un secado lento y homogéneo aprovechando el calor de los rayos solares durante 8 a 10 días según el ambiente externo y el tipo de tendal que se tenga. (Jiménez, 2000; Ramos, 2004).

La almendra sufre cambios bioquímicos para obtener el sabor y aroma que termina con el tostado adecuado, con lo que se obtiene el sabor a chocolate de cada genotipo (Enríquez, 2004).

#### **2.1.4.5.1 Métodos de secado**

##### **a. Secado natural (al sol)**

Enríquez (2004), sustenta que los métodos y tiempos dependen en su totalidad de las condiciones climáticas, número de horas de iluminación y de la intensidad de los rayos solares. Durante el primer día, el secado se realiza durante dos a tres horas, esparciendo las almendras en una capa de 4 a 5 cm de espesor, la que se remueve varias veces al día. El espesor de la capa disminuye gradualmente a medida que pasan los días y el último día el espesor es de un cm o el equivalente al diámetro de las almendras. Paralelamente, el periodo de exposición al sol se va ampliando

##### **b. Secado artificial**

Con este tipo de secado es una alternativa necesaria para reducir la humedad del cacao en zonas con lluvias frecuentes, en periodos pico de cosecha, o en plantaciones de gran extensión, donde es difícil el secado natural de toda la producción. Hay varias alternativas de secadoras mecánicas, pero la mayoría se basa en el paso del aire seco y caliente por la masa de cacao (Enríquez, 2004, citado por Amores *et al.*, 2009)

#### **2.1.4.6. Almacenado**

Jiménez, (2000), señala que el almacenamiento de cacao con un porcentaje de humedad más allá de lo normal (7%) por periodos prolongados, conduce al deterioro prolongado de los componentes no grasos de las almendras. También provoca la oxidación de la grasa por acción de los hongos. Este último

proceso conduce a su vez al aumento en la concentración de los ácidos grasos libres, la que en condiciones normales no debería ir más allá del 1 %; pero, niveles más altos afectan en forma importante la calidad del cacao y chocolate, el cacao se almacena en sacos que luego se colocan en tarimas de madera de 0.15 m de altura, para aislarlos del piso y mantenerlos alejados de otros productos. Las almendras absorben fácilmente aromas extraños de otros productos con los que está en contacto, o que se encuentran en la cercanía

### **2.1.5. Evaluación de la calidad de cacao**

Juran (2005), sostiene que el concepto de calidad ha evolucionado en los últimos años y ha adquirido a los ojos de la sociedad un extraordinario protagonismo. Se pueden encontrar múltiples definiciones del término “calidad”, dependiendo del ámbito de aplicación. En el dominio de la producción, comercio y venta, se ha definido como conformidad con las especificaciones. La mayor objeción a esta propuesta se refiere a que las especificaciones no son siempre lo que el cliente demanda.

Según Vera (1993), Las características de las almendras de cacao pueden ser apreciadas por métodos objetivos, como es el contenido de agua, la cantidad de manteca y residuos trazas de insecticidas, pero comercialmente esta apreciación se basa en métodos muy subjetivos limitados muy a menudo se designa el término de prueba de corte, que muchas veces se complementa con la prueba de degustación, sin embargo la calidad es una ecuación que depende del tipo genético los cuales está determinado por el medio ambiente, genética.

Reyes (2004), piensa que la calidad del cacao dependerá de las exigencias de cada mercado y más aún del producto terminado, apreciando un cacao fino o aromático que permita la elaboración de productos procesados que tengan buenos parámetros para ser industrializados, por lo tanto un cacao de alta calidad exige implica cumplir con una serie de requisitos que inicia desde la

selección del sitio, tipo de suelo, hasta la aplicación de tecnología post-cosecha adecuada.

#### **2.1.5.1. Parámetros de calidad**

Para Reyes (2004), la calidad de las almendras de cacao está definida por factores que básicamente son cinco: genotipo, el clima, el tipo de suelo, el manejo agronómico y, fitosanitario que se ofrezca a las plantas y el tratamiento post-cosecha, lo que es directamente proporcional a la calidad aromática de los chocolates, incluyendo fermentación, secado, almacenamiento, tostado, lo hasta ahora no se conoce al detalle.

#### **2.1.5.2. Calidad física de las almendras de cacao**

Para Amores (2009), la calidad física es la forma como los países compradores clasifican las almendras de cacao por su apariencia, humedad, contenido de materiales extraños, mohos, insectos, y otros. 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 cacaos 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.

El porcentaje de la testa o cascarilla posee un fuerte componente genético moviéndose en un rango que va desde 6 al 16%. Usualmente, mantiene una relación inversamente proporcional con el tamaño de la almendra (Alvarado y Bullard, 1961), es decir que el porcentaje es más alto en las almendras pequeñas y menor en las más grandes. De la magnitud del porcentaje de cascarilla se derivan importantes implicaciones económicas para el

transporte y el rendimiento de “Nibs”, es decir de los cotiledones triturados. Obviamente, el mercado prefiere almendras con más “Nibs” y menos cascarilla.

### **2.1.5.3. Prueba de corte para el análisis de fermentación**

Según (Stevenson *et al.*, 1993), el análisis de corte es una prueba subjetiva que requiere de la observación visual y se utiliza para determinar el grado de fermentación de las almendras, por su influencia directa sobre el sabor y aroma a chocolate. Es recomendable su aplicación como máximo a los 30 días después del secado, para aislar en lo posible el efecto de oxidación que continúa en alguna medida durante el almacenamiento. La oxidación de los tejidos en los cotiledones, hace que los colores internos cambien naturalmente, pudiendo estos adquirir un color marrón típico de la fermentación, pero el sabor y aroma de las almendras no mejora.

### **2.1.5.4. Norma de calificación comercial del cacao**

Según la norma Técnica del INEN 176, la prueba de corte es una técnica utilizada para calificar u observar el grado de fermentación de una muestra de cacao que se le ha dado el beneficio, por lo tanto esta prueba permite cuantificar el grado de fermentación y defectos presentes por contaminantes, físicos, químico, microbiológicos e insectos. La clasificación se divide en “Arriba y CCN-51”.

**CUADRO 1. Clasificación de la calidad del cacao en grano según norma INEN N° 176**

<b>Calificación Arriba</b>							
<b>REQUISITOS</b>	<b>Unidad</b>	<b>A.S.S.P.S</b>	<b>A.S.S.S</b>	<b>A.S.S</b>	<b>A.S.N</b>	<b>ASE</b>	<b>CCN-51</b>
Peso de 100 pepas	g	136-140	130-135	120-125	111-115	105-110	135-140
Buena fermentación	%	75	65	60	44	26	***65
Ligera fermentación	%	10	10	5	10	27	11
Violetas (máx.)	%	10	15	21	25	25	18
Pizarroso (máx.)	%	4	9	12	18	18	5
Moho (máx.)	%	1	1	2	3	4	1
Totales (Análisis sobre 100 alm.)	%	100	100	100	100	100	100
Defectuosos (Análisis sobre 500 alm.)	%	0	0	1	3	**4	1
<b>Total Fermentado (min.)</b>	<b>%</b>	<b>85</b>	<b>75</b>	<b>65</b>	<b>54</b>	<b>53</b>	<b>76</b>
<b>ASSPS:</b>	Arriba superior summer plantaciones selecto						
<b>ASSS:</b>	Arriba superior summer selecto						
<b>ASS:</b>	Arriba superior summer						
<b>ASN:</b>	Arriba superior navidad						
<b>ASE:</b>	Arriba superior época						
* Coloración marrón violeta							
** Se permite presencia de granza solamente para el tipo A.S.E							
*** La coloración varía de marrón a violeta							

Fuente: Instituto ecuatoriano de normalización INEN Norma N° 176

- **Almendras de color marrón o café:** poseen una fermentación completa; los ácidos han causado la muerte del embrión y apertura de las vacuolas celulares de pigmentación. Las almendras están hinchadas y la testa se separa fácilmente del cotiledón. La calidad del sabor y aroma del grano es óptimo para la elaboración de chocolates gourmet.
- **Almendras marrón con bordes violetas:** han sufrido solo una fermentación parcial; los ácidos no han penetrado completamente y una proporción de las vacuolas está intacta; el cotiledón está algo compacto y la testa moderadamente suelta. La calidad del sabor es regular y aprovechable para producir chocolate.
- **Almendras violetas:** son aquellas que no se han fermentado completamente; contienen un exceso de acidez procedente de la pulpa, la que en forma de ácido acético penetró tempranamente a los cotiledones. Las almendras no están hinchadas y la apariencia interna es compacta; son la fuente de un sabor astringente y ácido.
- **Almendras pizarrosas (de color gris oscuro como el de una pizarra escolar):** las almendras no han logrado fermentar, entre otras razones porque provienen de mazorcas pintonas; la compactación es extrema y producen sabores amargos y astringentes de alta intensidad; el color gris pizarra es un defecto muy serio para la industria.

#### **2.1.5.5. Composición química del grano de cacao**

Según Wakao (2002), La composición química de los granos de cacao depende de varios factores entre los que se pueden citar: tipo de cacao, origen geográfico, grado de madurez, calidad de la fermentación y el secado. El beneficio post-cosecha también influye sobre su composición química. Los principales constituyentes químicos del cacao son: agua, grasa, compuestos fenólicos, materia nitrogenada (proteínas y purinas), almidón y otros carbohidratos.

## **2.1.6. Obtención de pasta de cacao**

### **a. Clasificación del cacao**

Consiste exclusivamente en la separación de los granos de cacao óptimos de los que están en descomposición, de materias extrañas como piedras, hojas, ramas u otros agentes que pudieran estar mezclados entre las almendras y puedan afectar sus características físicas, químicas y organolépticas. Deben quedar solamente almendras que estén óptimas para el proceso de elaboración de pasta.

Serán separados los granos que presenten las siguientes características:

- Daño ocasionado por insectos.
- Que contengan presencia de moho.
- Almendras en estado de germinación.
- Almendras de tamaño relativamente pequeño

### **b. Tostado**

Amores (2004), comenta que el tostado del cacao se lleva a cabo con el propósito de que los precursores del sabor (azúcares, aminoácidos, y otros que se forman durante la fermentación) se combinen y produzcan los olores y sensaciones típicas del sabor a chocolate y otras notas sensoriales como: sabor floral, frutal y nuez, dependiendo del tipo de cacao y para facilitar la eliminación de la cascarilla.

Cros (2004), Altas temperaturas y largo tiempo de tostado eliminan las especificidades aromáticas de los cacaos finos de aroma y favorecen primero al desarrollo de un aroma térmico y luego a un sabor a quemado.

Amores (2004), sostiene que el tamaño de las almendras influye en el proceso de torrefacción, ya que si las almendras son muy pequeñas usualmente corren

el riesgo de sobre tostarse mientras que las almendras grandes se pueden tostar solo parcialmente, esto afectará la calidad del licor y de los chocolates que a partir de ellos se fabriquen.

### **c. Triturado**

Boistelle (1993), apunta que luego de enfriadas las semillas cuya corteza ha estallado, son transportadas hacia la máquina de triturar. La máquina aplasta las semillas y las reduce a partículas de 2 a 3 mm. Las almendras son separadas de la cáscara y el germen con ayuda de un tamiz y de una corriente de aire caliente. Estas semillas trituradas liberadas de su piel reciben el nombre de “Nibs”

### **d. Descascarado**

Enríquez (2004), argumenta que en el descascarado 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 en pasta y sus derivados.

### **e. Molienda**

El proceso de molienda es en el cual los “Nibs” de cacao se transforman en una pasta líquida mediante el uso de cilindros de acero bajo el fino el doble efecto de la molienda y el calor denominada “pasta o licor de cacao”. El de cacao tostado, pasan a una primera molienda en un molino de pines, (pre molino) este recibe y lo pre muele, a una finura de 85 %. El producto resultante de este proceso es el licor corriente grueso. 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” (Boistelle, 1993).

#### **f. Masa del cacao (pasta o licor de cacao)**

Según el INEN, en su regla técnica 623 (2006), la pasta de cacao es el producto obtenido por la desintegración mecánica de los granos en condiciones sanitarias, con semillas de cacao adecuadamente fermentados y secos, que previamente hayan sido sometidos a limpieza, descascarado y tostado prácticamente exentos de toda clase de impurezas. Así como también, dispensas de acuerdo a las tolerancias vigentes, de residuos plaguicidas u otras sustancias tóxicas. Asimismo debe estar exenta de toda clase de materias vegetales de otra procedencia (féculas, harinas, dextrinas) grasas animales o vegetales y semillas extrañas. Además no se deberá agregar cascarilla de cacao sustancias inertes, colorantes, conservantes u otros productos extraños a su composición natural.

La masa de cacao se compone más de la mitad de su peso de cacao en polvo (53%) y el resto es manteca de cacao (17%) y diversos otros elementos como taninos. Por regla general la masa de cacao es uno de los primeros pasos en la elaboración de diversos subproductos como pueden ser el ganache. El proceso de separación de la masa del cacao y de la manteca, suele realizarse mediante el prensado a 105 °C, empleando presión (Bartley, 2005).

#### **CUADRO 2. Requisitos químicos de la pasta de cacao**

Requisitos	Unidad	Mínimo	Máximo	Método de ensayo
Grasa	%	48	54	INEN 535
Humedad	%	-	3	INEN I 676
Almidón natural de cacao	%	8.5	9,0	INEN 636
Fibra cruda	%	-	4,7	INEN 534
Cenizas totales			7,5	INEN 533
			Alcalinizada	
			5 normal	

Fuente. Norma técnica Ecuatoriana obligatoria INEN, 623 (2006).

### CUADRO 3. Requisitos microbiológicos de la pasta de cacao

Requisitos	Unidad	Máximo	Método de ensayo
Mohos y levaduras	u.f.c*/g	100	INEN I 529
Coliformes	u.f.c*/g	10	INEN I 629
E. Coli	u.f.c*/g	1	INEN I 629
Salmonella	u.f.c*en 25 g	0	INEN I 529
u.f.c = unidades formadoras de colonia			

Fuente. Norma técnica Ecuatoriana obligatoria INEN, 623 (2006).

#### 2.1.7. Calidad sensorial

Las almendras de cacao por naturaleza contienen pequeñas cantidades de ácido cítrico (0.5 %) después de la fermentación y del secado. Este compuesto se encuentra estrechamente relacionado con el sabor frutal que exhiben algunos tipos de cacao. También señalan que los aromas frutal y floral pueden surgir a partir de alcoholes producidos por las levaduras durante la fermentación y que completan su desarrollo durante el tostado de las almendras. (Wood 1985, citado por Jiménez *et al.*, 2000).

Para Amores (2009), la evaluación sensorial como método, utiliza panelistas previamente entrenados para medir, analizar e interpretar las reacciones de los sentidos (vista, olfato y gusto), frente a las características de los alimentos. En el caso del cacao, las reacciones se determinan sobre una pasta preparada según procedimientos universalmente establecidos, para la identificación y valoración de sabores y aromas. Con los datos resultantes se construye el perfil sensorial para los distintos tipos de cacao.

La calidad organoléptica del cacao se refiere al calor, olor y sabor, parámetros que distinguen a los cacaos corrientes o básicos de los finos o de aroma. Estos últimos, se caracterizan por que el sabor a cacao se combina con otros sabores como el floral, frutal, nuez entre otros., confiriéndoles estos una calidad más distinguida en lo referente a aroma. Las papilas gustativas de la lengua registran los cuatro sabores básicos (dulce, amargo, ácido y salado) en distintas regiones de la misma. Por el contrario, los aromas se perciben por

medio del órgano olfatorio, por vía retro nasal en la cavidad bucal, tal como se señaló en un párrafo anterior. Según Sancho *et al.* (1999), en el licor de cacao preparado para degustación se identifican tres grupos de sabores (básicos, específicos y adquiridos) como se describe a continuación. (Pérez, 2009, citado por Jiménez *et al.*, 2000)

### 2.1.7.1. 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.
- **Dulce:** se percibe una sensación dulzaina en la punta de la lengua.

### 2.1.7.2. Sabores (aromas) 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.
- **Nuez:** describe el sabor y aroma de almendras y nuez.

### 2.1.7.3. Sabores adquiridos (normalmente defectos)

- **Moho:** describe licores con sabor mohoso por una sobre fermentación de las almendras o por un secamiento incorrecto que favoreció la proliferación de hongos. Referencia: Sabor a pan viejo, musgo, olor a bosque.
- **Químico:** describe licores contaminados por combustible, plaguicidas, desinfectantes y otros productos.
- **Verde/Crudo:** describe características sensoriales que demuestran la insuficiencia de fermentación, o de tostado incompleto.
- **Humo:** describe licores contaminados por humo de madera, usualmente por el uso de prácticas de secado artificial. Referencia: humo de madera, notas fenólicas y jamón.

## **CAPITULO III. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACION**

## **3.1. MATERIALES Y METODOS**

### **3.1.1. Localización de la investigación**

La presente investigación se desarrolló en La Finca Experimental “La Represa” de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, localizada en el Km 7.5, Recinto “Fayta” de la vía Quevedo San Carlos, provincia de Los Ríos: Su ubicación geográfica es de 1° 03´ 18” de latitud sur. Y de 79° 25´ 24 “de longitud oeste a una altura de 73 msnm, y bajo las siguientes características climáticas y edáficas.

- |                          |                  |
|--------------------------|------------------|
| • Temperatura promedio   | 24,2 °C          |
| • Humedad relativa       | 77,4 %           |
| • Heliofanía             | 823horas/luz/año |
| • Precipitación anual    | 1537 mm          |
| • Topografía del terreno | plano            |
| • Textura del suelo      | flanco arcilloso |
| • pH                     | 5,7              |

El desarrollo de los análisis físicos, químicos y microbiológicos se los realizó en el Laboratorio de bromatología de la Facultad de Ciencias Pecuarias ubicada en la finca experimental “La María” de la U.T.E.Q. ubicada en el Km 7 vía El Empalme provincia de Los Ríos.

### **3.1.2. Recursos empleados**

#### **3.1.2.1. Recursos humanos**

- Investigadores
- Equipo de trabajo

### 3.1.2.2. Recursos Físicos

- Computador portátil hp
- Impresora canon pixma 1800
- Hojas copilaser
- Cartuchos de impresora a color y negro
- Lápiz y bolígrafo

### 3.1.3. Materiales y equipos

#### 3.1.3.1. Materiales

- Tijeras de podar
- Baldes
- Machetes
- Balanza de mano
- Escobas de barrer
- Paletas de madera
- Sacos de yute
- Repisas de madera
- Mallas de tela
- Vasos plásticos
- Paletas plásticas
- Cuaderno
- Cinta plástica
- Pinzas
- Espátulas
- Capsulas
- Vasos de precipitación
- Probeta graduada
- Papel filtro
- Cajas petri
- Lápices
- Libro de campo
- Guillotinas
- Navajas
- Estiletes
- Molinos
- Fundas plásticas
- Cajas micro fermentadoras
- Cajas para secado
- Calibrador graduado
- Tijera
- Desecador
- Crisoles
- Algodón
- Termómetro de mercurio
- Calculadora
- Tubos de ensayo

### 3.1.3.2. Equipos

- Bomba calorimétrica
- Molino
- Medidor de pH
- Balanza
- Mufla
- Estufa
- Extractor de grasa
- Autoclave
- Incubadora
- Balanza analítica de precisión 0.001g
- Extractor de grasa
- Desecador
- Refrigeradora
- Plancha de calentamiento con agitador mecánico

### 3.1.3.3. Reactivos

- Fenolftaleína
- Alambre especial
- Ácido sulfúrico  $H_2SO_4$  o. 180M (7.1ml 96% en 1 litro con agua destilada)
- Éter de petróleo

- Agua destilada
- 30 atm de oxígeno
- Agua de pectona 0,12
- PCA 2,55
- Caldo louril sulfato 3.8
- Agar saboroud 6.5

#### **3.1.3.4. Otros**

- Vehículo de transporte
- Cámara fotográfica
- Ropa de campo
- herramientas de oficina

#### **3.1.4. Materia Prima**

Como material experimental se usaron mazorcas fisiológicamente maduras de 13 clones experimentales de cacao tipo Nacional (*Theobroma cacao* L.) con 3 clones comerciales como Testigos, variedad CCN-51 y Trinitario, procedentes de La Finca Experimental “La Represa”, Finca Experimental “La Busetá” en la Parroquia Tengel Provincia del Guayas y del Canton Naranjal, los mismos que tienen como características: Alta producción y tolerancia a las dos principales enfermedades, Escoba de bruja (*Moniliophthora Perniciosa*) y Monilla (*MoniliophthoraRoreri*). Se nombran a continuación.

#### **3.1.5. Proceso de obtención de pasta**

##### **a. Recolección de mazorcas**

Para la recolección de mazorcas de cacao se debe tener muy en cuenta la identificación de las mazorcas maduras, esto se realizó observando la coloración amarilla o anaranjadas según del fruto de cada clon en estudio, los cuales están divididos en cuatro réplicas con cinco arboles por clon.

## **b. Número de mazorcas**

Consistió en tomar como mínimo 10 mazorcas respectivamente maduras recolectadas de cada tratamiento en estudio que fueron trasladadas a la bodega donde con las respectivas herramientas se procedió a retirar las almendras de la cáscara de la mazorca

## **c. Temperatura y pH de la masa en proceso de fermentación**

Las semillas fueron colocadas en un micro fermentador “Rohan” de madera, cubiertas con hojas de verde y sacos de yute para que pueda conservar la temperatura. En este proceso se eliminó mucílago, como también se presentó cambios bioquímicos y de temperatura desde 28 hasta 50 °C. La toma de temperatura de la masa con almendras en proceso de fermentación se realizó durante cuatro días, los datos se registró colocando un termómetro de mercurio a 5 cm de la superficie de la masa y el pH se tomó una vez cada 24 horas escogiendo dos almendras al azar para posteriormente determinar el valor del mismo.

## **d. Secado**

El método de secado se lo realizó de manera natural aprovechando los rayos ultra violetas del sol en un tendal de cemento que permitió la eliminación de agua y mucílago uniforme evitando que las almendras se sobre fermenten, de esta manera desarrollando aromas y sabores característicos.

## **e. Tostado**

En este proceso se sometió las almendras de cacao a temperaturas entre 100 y 110 °C durante 10 minutos y moviéndolas continuamente para evitar que se sobre calienten, el objetivo de este proceso es eliminar el mayor porcentaje de humedad que está presente en el interior de las almendras, conjuntamente servirá para desarrollar los componentes aromáticos propios del cacao y facilitar el descascarillado.

## **f. Descascarillado**

En el descascarado se someterá las habas de cacao a la rotura de la testa, en donde se separará la cáscara y su interior (Nibs), el cual es usará en el proceso productivo de transformación de cacao.

## **h. Molido**

Para el proceso de molienda fue específicamente para reducir el tamaño de las partículas a 75 micras, esto se lo realizó en un molino mecánico dotado de rodillos el cual permitió triturar las almendras para reducir al tamaño señalado. Debido a que el cacao posee un contenido de grasa que supera un 50 % y debido al calor que genera el proceso de la molienda por efecto de la fricción, el cacao sufre una transformación a una pasta fluida muy densa, conocida con el nombre de pasta o licor de cacao.

## **i. Licuado**

Es un método que se utilizó para lograr una consistencia aceitosa de las almendras que pasaron por el proceso de molido con el objetivo de conseguir menor tamaño de partículas de la pasta con la ayuda de una licuadora óster de tres velocidades.

## **j. Moldeado**

El proceso de moldeado se realizó una vez obtenida la pasta mediante moldes plásticos herméticamente cerrados y respectivamente codificados para diferenciarlos y mantener su calidad evitando que se contamine. Este proceso permite sin riesgo el almacenamiento de las muestras en refrigeración.

## **k. Empacado**

Se procedió a empaquetar la pasta de cacao colocada en recipientes plásticos en papel aluminio, luego en fundas plásticas de polietileno para evitar el intercambio de olores y sabores externos del medio evitando así la contaminación, deterioro y pérdida de calidad del licor o pasta de cacao.

## **l. Almacenamiento**

La pasta de cacao se mantuvo en refrigeración a temperatura entre 5 y 10 grados centígrados para conservar su aroma y sabores característicos, esto se realizó en una refrigeradora de casa adecuada para el almacenamiento.

### **3.1.6. Diseño experimental**

Para el desarrollo de esta investigación se utilizó un diseño experimental completamente al azar con trece tratamientos constituido por veinte mazorcas maduras, con cuatro repeticiones (cosechas). Para determinar diferencias entre medias de tratamientos se empleará la prueba de ( $P \leq 0.05$ ). Seguido de un análisis de correlaciones, mediante el empleo de un programa estadístico infoStat 2012.

#### **3.1.6.1. Análisis de Varianza**

<b>Fuente de variación</b>	<b>Grados de libertad</b>	
<b>Tratamientos</b>	(t-1)	15
<b>Error experimental</b>	t(r-1)	48
<b>Total</b>	t.r-1	63

### 3.1.5.2. Modelo matemático

$$Y_{ij} = \mu + T_i + E_{ij}$$

Dónde:

$Y_{ij}$  = Observaciones totales en estudio

$\mu$  = Efecto de la media por observación

$T_i$  = Efecto de los tratamientos en estudio

$E_{ij}$  = Error experimental

### 3.1.5.3. Tratamientos

	CLON		CLON
T1	L12 H23	T9	L17H30
T2	L23H63	T10	L40H49
T3	L24H64	T11	L46H67
T4	L26H60	T12	L46H71
T5	L13H11	T13	L46H75
T6	L49H76	T14 (Testigo 1)	UTEQ-201
T7	L12H27	T15 (Testigo 2)	EET-103
T8	L15H31	T16 (Testigo 3)	CCN-51

### 3.1.6. Manejo estadístico de la investigación

Los datos obtenidos de los diferentes análisis se colocaron en cuadros ordenados de Excel para luego hacer uso del programa estadístico que determinó los valores máximos, mínimos, coeficiente de variación de los diferentes tratamientos en estudio, los mismos que permiten continuar con la investigación.

### 3.1.7. Variables a estudiar en almendras de cacao

#### 3.1.7.1. Variables físicas

### **a. Peso de mazorca**

Para determinar el peso de cada mazorcas recolectada se procedió a colocar cada una de ellas en una balanza de precisión con valores representado en gramos, la cual registro el valor del peso para cada mazorca

### **b. Largo de mazorca**

Se colocó la mazorca sobre una superficie plana y se procedió a medir desde la unión del pedúnculo hasta el ápice de la misma utilizando una regla representada en centímetros

### **c. Peso fresco de almendras frescas**

Este dato se registró recolectando mazorcas de cacao en cada uno de los tratamientos para lo cual se procedió a pesar las almendras frescas utilizando una balanza de precisión. Estos valores fueron expresados en gramos.

### **d. Espesor de surco**

Utilizando un calibrador expresado en milímetros se procedió a medir el grosor mínimo en la cascara de la mazorca (surco).

### **e. Espesor de lomo**

Se midió la parte del grosor máximo (lomo) de la cáscara de la mazorca con un calibrador graduado, lo cual permitió determinar el espesor de lomo de cada mazorca de los diferentes tratamientos en estudio.

### **f. Diámetro de mazorca**

Se obtuvo dividiendo la mazorca por la mitad y midiendo la parte más ancha de la misma con ayuda de un calibrador graduado

### **g. Número de almendras**

Para esta variable se determinó contando el número de almendras que posee cada mazorca recolectada de los diferentes tratamientos en estudio

### **h. Índice de semillas**

Para esta variable se tomaron al azar 300 almendras fermentadas y secas, estas serán pesadas (g) y promediadas. Para la cual se aplicará la siguiente fórmula

$$I_s = \frac{\text{Peso en gramos de 300 semillas fermentadas y secas}}{300}$$

### **i. Índice de mazorca**

Para el registro de esta variable se escogieron al azar 20 mazorcas fisiológicamente maduras, sin síntomas de enfermedad en cada material, luego de extrajeran las almendras se procedió a fermentar y secar hasta que alcance un 7% de humedad. Para determinar el índice de mazorca se aplicó la siguiente fórmula:

$$IM = \frac{20 \text{ mazorcas} \times 1000}{\text{Peso en g de las almendras secas de 20 mazorcas}}$$

### **j. Rendimiento de cacao seco (kg ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>)**

Para la presente variable se determinó multiplicando el peso fresco de las almendras, por el factor de conversión 0,40 dividido para el número de plantas que conforman la parcela neta y este valor aplicando una regla de tres simple transformado a rendimiento por hectárea.

## **k. Porcentaje de testa**

Se seleccionó 35 almendras fermentadas y secas de las mazorcas recolectadas de cada tratamiento, se retiró la testa del cotiledón con un estilete para pesar la misma en una balanza de precisión. Para determinar el porcentaje de testa se aplicó la siguiente fórmula:

$$\% \text{ de testa} = \frac{(\text{Peso de la testa})}{\text{peso de almendras}} * 100$$

## **l. Porcentaje de cotiledón**

Se tomó como base un 100% y se restó al mismo el valor del porcentaje que se obtuvo de la testa y el resultado que se adquirió se determinó como porcentaje de cotiledón.

### **3.1.7.2. Clasificación comercial**

#### **a. Peso de 100 almendras**

Este proceso consiste en escoger un número de 100 almendras con mayor tamaño ya fermentadas y secas, luego se procede a colocarlas en una balanza analítica y registrar el promedio de su peso representado en gramos. Este proceso se lo realizó a cada una de las réplicas de los diferentes tratamientos en estudio para obtener un promedio, dicho proceso se realizó basándose en el método planteado por la Norma Ecuatoriana INEN 176.

#### **b. Porcentaje de fermentación**

Este proceso se determinó mediante una prueba de corte que se basó en el procedimiento de la norma (INEN 175, 176). que consiste en seleccionar 100 almendras al azar, posteriormente con ayuda de un estilete se procedió a cortar por la mitad a cada una de ellas para colocarlas en una superficie plana de color blanco para tener mayor apreciación de la coloración, una vez realizado esto se clasifica las almendras en los distintos niveles de buena y ligera fermentación, almendras violetas, pizarras, con moho e insectos en cada una

de las siguientes categorías que determina la calidad de cacao en la que se encuentran los clones en estudio. Los niveles presentes en las almendras se describen a continuación:

- **Almendras bien fermentadas:** Para colocar las almendras en este nivel se observó la forma la coloración y la cantidad de estrías que presentó cada una de las almendras.
- **Almendras ligeramente fermentadas:** Las almendras colocadas en este nivel fueron las que presentaron una ligera coloración a marrón y menores marcas de estrías.
- **Almendras violetas:** Las almendras que presentaron esta coloración indican que en el transcurso de la fermentación no alcanzaron su máximo nivel.
- **Almendras pizarrosas:** Se registró en este nivel las almendras que presentaron una coloración ligeramente negro.
- **Almendras mohosas:** Son aquellas almendras que registraron presencia de moho en su interior.
- **Almendras con insecto:** Este nivel describió aquellas almendras que en el momento de cortar por la mitad presentaron la existencia de insectos en su interior.
- **Total fermentado:** El valor se lo obtuvo sumando el número de almendras bien fermentadas y ligeramente fermentas.

### **3.1.7.3. Variables químicas**

#### **a. pH de testa y cotiledón**

El pH se registró para el cotiledón y para la testa de almendras fermentadas y secas, en (15 g) de muestra, con la ayuda de una licuadora, agua destilada y un medidor de pH, estos procesos se realizó en el laboratorio de Bromatología de la facultad de Ciencias Pecuarias localizada en la Finca Experimental “La María” de la Universidad técnica Estatal de Quevedo en el Km 7 vía El Empalme, Cantón Quevedo Provincia de Los Ríos.

## **b. Porcentaje de humedad**

Consistió en pesar 2 g de muestra de cacao molido en una balanza analítica, luego se pesó en un crisol previamente esterilizado donde se colocó la cantidad de muestra, se llevaron a una estufa “MEMMERT” a 130 °C por 2 horas seguido de esto se dejó enfriar en el desecador durante media hora para tomar el peso final.

El porcentaje de humedad se determinó mediante la siguiente fórmula:

$$W_0 = \frac{W_2 - W_1}{W_0} \times 100$$

**Dónde:**

$W_0$  = Peso de la Muestra (gr.)

$W_1$  = Peso del crisol más la muestra después del secado.

$W_2$  = Peso del crisol más la muestra antes del secado

## **c. Porcentaje de Energía**

En la cápsula se colocó 1.2 g de cacao que anteriormente fue triturado con la ayuda de un mortero, posteriormente se ubicó en las respectivas cápsulas. Luego fueron ubicadas en el soporte por el cual se cruza un alambre de cromo-níquel para colocarla en la cabina de ignición la cual se le introdujo 30 atmósfera de oxígeno.

En la cubeta del calorímetro se cargó con 2000 ml de agua destilada o desmineralizada. La temperatura del agua estuvo por debajo de la temperatura de la sala de trabajo. Se selló con la tapa del calorímetro y la correa en las poleas para accionar el brazo agitador, esperando que se estabilice la temperatura.

Para el registro se tomó la temperatura inicial y se fue registrando continuamente cada minuto hasta que se estabilizó y se registró la temperatura final.

El interior de la bomba se enjuagó con agua destilada con lo cual se extrajeron los residuos y se lo colocó en un matraz “Erlenmeyer”. Seguido de esto se adiciono al matraz el contenido 1 ml. de solución de fenolftaleína al 2%., para determinar la cantidad de ácidos presentes mediante la valoración de la solución acuosa, con solución de carbonato de sodio 0.1, los ácidos formados (sulfuro y nítrico), durante la ignición de la muestra se expresaron como ácido nítrico.

El valor total de calorías se lo trasformó a kilocalorías sabiendo que mil calorías equivalen a 1 kilocaloría.

La cantidad de calorías presente en la muestra experimental se determinó mediante la siguiente fórmula:

$$Hg = \frac{Tw - e1 - e2 - e3}{m}$$

**Dónde:**

Hg= Calor de combustión Cal/gr.

T = Temperatura final – Temperatura inicial

W = Energía equivalente del calorímetro 2410,16

e1 = Mililitros consumidos de sol. Carbonato de Sodio

e2= (13.7 X 1.02) peso de la pastilla

e3 = cm. del alambre restante X 2.3

m = Peso de la pastilla

**d. Porcentaje de ceniza**

Haciendo uso de los materiales y equipos de laboratorio se determinó la cantidad de ceniza existente en las almendras de cacao. Se esterilizó y pesó el crisol de porcelana en el cual se colocó la muestra para posteriormente ser incinerada. En el crisol se pesó aproximadamente 2 g de muestra. Se introdujo el crisol en la mufla a  $600^0 \pm 2^0$  C hasta obtener cenizas libres de partículas de carbón esto se obtuvo al cabo de 3 horas.

Al finalizar se dejó enfriar el crisol con la muestra en el desecador y luego se pesó para determinar el peso final. La cantidad de cenizas presente en la muestra experimental se determinó mediante la siguiente fórmula:

$$\%C = \frac{w_2 - w_1}{w_0} \times 100$$

**Dónde:**

$W_0$  = Peso de la Muestra (g)

$W_1$  = Peso del crisol vacío.

$W_2$  = Peso del crisol más la muestra calcinada

### **e. Porcentaje de grasa**

Para determinar el porcentaje de grasa se colocó 2 g de muestra de pasta de cacao molido, usando la norma de laboratorio **(MO-LSAIA-34)**, como solvente se usó el éter de petróleo en un equipo "Soxhlet". El éter funcionó como agente extractor en el cual separó la grasa de la estructura fibrosa. Se recuperó el éter dejando como residuo el extracto etéreo, el cual se analizó y determinó mediante gravimetría. Se analizaron las 4 réplicas de cada tratamiento, los valores se los obtuvo utilizando la siguiente fórmula

$$\%G = \frac{w_2 - w_1}{w_0} \times 100$$

**Dónde:**

G = % de grasa

$W_0$  = Peso de la Muestra (g)

$W_1$  = Peso del crisol vacío.

$W_2$  = Peso del vaso más la más la grasa

### **3.1.7.4. Evaluación de características sensoriales**

#### **3.1.7.4.1. Análisis de perfil sensorial**

Mediante el análisis del perfil sensorial se determinaron los sabores básicos, específicos, también se identificó la coloración que puedan contener las muestras.

La degustación sensorial de cada uno de los perfiles fueron realizados en la empresa chocolatera OREOCAO S.A. donde en el transcurso de 20 días se obtuvo los resultados de cada una de las muestras, quien realizó el análisis fue una persona especializada en el área.

#### **3.1.7.4.2. Coloración**

- Café
- Café oscuro
- Café rojizo
- Café pálido
- Marrón
- Marrón oscuro

#### **3.1.7.4.3. Sabores**

##### **a. básicos**

- Dulce
- Salado
- Acido
- Amargo (astringente)

##### **b. específicos**

- Cacao
- Floral
- Frutal
- Nuez

### **c. defectuoso**

Se identificó defectos como un sabor-aroma similar a tejidos vegetales verdes que reflejan una fermentación insuficiente como también astringente.

#### **3.1.8. Análisis Microbiológico**

Se realizó el respectivo análisis de Mohos y Levaduras, Coliformes y Aerobios Totales, según la Norma Técnica Ecuatoriana obligatoria **INEN, 623 (2006)**. En el laboratorio de bromatología de la Facultad de Ciencias Pecuarias ubicada en la Finca Experimental “La María” de la UTEQ, al mejor tratamiento en estudio, quien destacó los mejores resultados en las diferentes variables y con el mejor valor en perfil sensorial sabor arriba.

#### **3.1.9. Análisis multivariados de las variables**

**a.** para la presente variable los datos fueron ordenados en una matriz, para ser colocados en el programa que se utilizó para realizar el análisis. Esta opción permite analizar la interdependencia de variables métricas y encontrar una representación gráfica óptima de la variabilidad de los datos de una tabla de n observaciones y p columnas o variables. Con el Análisis de Componentes Principales (APC), se construyen ejes artificiales que permiten obtener gráficos de dispersión de observaciones y/o variables con propiedades óptimas para la interpretación de la variabilidad y covariabilidad subyacente.

#### **b. Análisis de correlación de variables**

En el estudio de correlación entre variables, los datos fueron ordenados en forma de matriz, y se usó la opción estadística que permitió medir el grado de intensidad de asociación entre dos variables o el grado en el cual dos variables cambian una con respecto a otra. Los valores de correlación ( $r^2$ ) varían de -1 a +1, cuando existe una relación perfecta negativa y positiva. (Gonzales, 1985).

## **CAPITULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

## **4.1. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **4.1.1. Parámetros Físicos**

#### **4.1.1.1. Características de rendimiento en mazorcas de cacao**

##### **4.1.1.1.1. Peso de mazorca (g)**

Para la presente variable registró diferencia estadística altamente significativa entre tratamientos, mientras numéricamente T9 (537.74) y T13 (620,01) consiguieron los mayores valores superando a todos los tratamientos y al testigo T14 (482.70), pero no logró superar el valor de los testigos T15 (577.35) y T16 (543.51), por otro lado T6 (325.28) y T5 (344.17) obtuvieron los promedios más bajos. Se registró un promedio general de 473.49 y coeficiente de variación de 15.79 %, (Ver Cuadro 4.). Estos resultados coincide con (Arciniega, 2005), quien estudió clones de cacao Criollos mejorados registrando valores que oscilaron entre 349.8 y 1035.4 g, lo cual indica que los clones se ajustan con los obtenidos por este autor. Con 100 g menos de peso tres de los tratamientos T6 (325.28), T5 (344.17), T (374.01), no se ajustan a lo manifestado por (Braudeau, 1970), quien indica que los cacaos forasteros tienen un peso de mazorca que está comprendido entre 400 y 500 g, mientras los otros tratamientos coinciden y superan los promedios obtenidos por el autor mencionado. Por lo que se acepta la hipótesis planteada.

##### **4.1.1.1.2. Longitud de mazorca (cm)**

Se observa que existe diferencia estadística altamente significativa entre tratamientos para esta variable, T11 (18.62) y T12 (18.58) superaron a todos incluyendo a los testigos T14 (16.06), T15 (16.50) y T16 (16.70) con los valores más altos, mientras T6 (13.59) y T5 (13.80) obtuvieron los valores más bajos. Se registró un promedio general de 16.37 y un coeficiente de variación de 9.26 % (Ver Cuadro 4.). En relación a la longitud de mazorca los tratamientos presentaron amplia variabilidad de 13.59 a 18.62 cm, estos valores coinciden con los obtenidos por (Montoya, 2012), quien registró como valor mínimo 13.38

y máximo 23.85 en clones élites provenientes de huertas tradicionales. Asimismo (Hardy, 1961), indica que el largo de una mazorca de cacao está entre los 10 a 32 cm.(Enríquez, 1966), considera que la longitud del fruto es un carácter práctico para diferenciar clones, pero su utilidad es cuestionada debido a la fuerte variación que presenta incluso dentro de un mismo árbol, por lo que se acepta la hipótesis planteada

#### **4.1.1.1.3 Espesor de surco (cm)**

Respecto al espesor de surco los clones mostraron diferencia estadística significativa, T13 (1.34) y T12 (0.81), obtuvieron mayor resultado superando a todos incluso a los testigos T15 (1.13), T14 (1.00) y T16 (0.91), mientras que T12 (0.81) y T7 (0.90) consiguieron los valores más bajos. Esta variable presentó un promedio general de 1.03 y un coeficiente de variación de 18.44 % (Ver Cuadro 4.). Los valores de los tratamientos coinciden con los valores obtenidos por (Arciniega, 2005), quien estudió clones de cacao Criollos mejorados y registró valores que oscilaron entre 1.8 y 0.9 cm, por lo que se acepta la hipótesis planteada

#### **4.1.1.1.4. Espesor de lomo (cm)**

Se observa que no existe diferencia estadística significativa entre tratamientos pero registra diferencia numérica, siendo el de mayor valor T13 (2.00), sobre todos incluyendo los testigos, mientras que T12 y T1 (1.32) obtuvieron los valores más bajos. Se registró un promedio general de 1.48 y un coeficiente de variación de 18.76 % (Ver Cuadro 4.), esto coincide con (Arciniega, 2005), que registró valores que oscilan entre 1.1 y 2.2 cm en cacaos mejorados, por lo que se rechaza la hipótesis planteada

#### **4.1.1.1.5. Diámetro de mazorca (cm)**

En el análisis estadístico de varianza se observa que no existe diferencia estadísticas significativa, pero si diferencia numérica, siendo el de mayor valor T13 (8.45) y T6 (8.11) sobre todos los tratamientos incluyendo a los testigos, a

diferencia de T5 (6.88) y T1 (7.10) adquirieron los menores valores entre los tratamientos, con un promedio general de 7.60 y un coeficiente de variación de 11.89 % (Ver Cuadro 4.), (Montoya, 2012), registró valores mínimos y máximos que oscilan entre 7.13 y 10.50 respectivamente los cuales coinciden con los tratamientos en estudio. Asimismo (Ramírez, 1987), menciona que en general las mazorcas presentan variabilidad en el diámetro dependiendo la posición del árbol, por lo que se rechaza la hipótesis planteada

#### **4.1.1.1.6. Número de almendras (Unid.)**

Para esta variable se registró diferencia estadística significativa, T11 (42.88) y T2 (42.42) registraron los valores más altos sobre los tratamientos y el testigo T14 (36.02), pero no superaron el valor de los testigos T15 (44.20) y T16 (49.48), por otro lado T6 (33.35) obtuvo el promedio más bajo. Se registró un promedio general de 38.87 y un coeficiente de variación de 10.90 % (Ver Cuadro 4.). Con valores que fluctúan entre 33.35 y 42.88 semillas por fruto, estos valores coinciden con los obtenidos por (Arciniega, 2005), que registró valores que oscilan entre 24 y 51 semillas por mazorca en cacaos mejorados. Algo similar manifestó (Hardy, 1961), indicando que en una mazorca de cacao existen de 20 a 50 almendras. Al igual que (Pérez, 2009) quien registró valores de hasta 47 semillas por frutos en clones de cacao como el CATIE R-100. Por lo que se acepta la hipótesis planteada.

**CUADRO 4. Promedios estadísticos de los factores físicos presentes en 13 clones de cacao (*Theobroma cacao* L.) provenientes de la Finca Experimental La Represa“. FCI. UTEQ. 2013.**

TRATAM.	P.M		L.M		E.S		E.L		D.M		N.Alm.	
T1 L12H23	406,13	b c d e	16,76	a b c	0,96	a b	1,32	a	7,10	a	40,89	a b
T2 L23 H63	426,77	b c d e	14,92	a b c	1,10	a b	1,42	a	7,53	a	42,42	a b
T3 L24H64	459,48	a b c d e	16,38	a b c	1,09	a b	1,47	a	7,44	a	40,55	a b
T4 L26H60	374,01	c d e	14,26	b c	1,07	a b	1,42	a	7,89	a	39,40	a b
T5 L13H11	344,17	d e	13,80	c	1,04	a b	1,39	a	6,88	a	37,63	b
T6 L49H76	325,28	e	13,59	c	1,03	a b	1,34	a	8,11	a	33,35	b
T7 L12H27	470,58	a b c d e	17,85	a b	0,90	a b	1,59	a	7,17	a	37,92	b
T8 L15H31	480,39	a b c d e	17,79	a b	1,00	a b	1,50	a	7,37	a	37,21	b
T9 L17H30	537,74	a b c	16,23	a b c	1,12	a b	1,55	a	7,90	a	37,47	b
T10 L40H49	504,52	a b c d e	15,79	a b c	0,91	a b	1,42	a	7,71	a	38,34	b
T11 L46H67	518,47	a b c d	18,62	a	1,11	a b	1,40	a	7,39	a	42,88	a b
T12 L46H71	506,26	a b c d e	18,58	a	0,81	b	1,32	a	7,11	a	39,14	a b
T13 L46H75	620,01	a	18,16	a	1,34	a	2,00	a	8,45	a	38,67	a b
T14 UTEQ-201	482,70	a b c d e	16,06	a b c	1,00	a b	1,44	a	7,65	a	36,02	b
T15 EET-103	577,35	a b	16,50	a b c	1,13	a b	1,68	a	7,94	a	44,20	a b
T16 CCN-51	543,51	a b c	16,70	a b c	0,91	a b	1,48	a	7,99	a	49,48	a
<b>Promedio</b>	<b>473,59</b>		<b>16,37</b>		<b>1,03</b>		<b>1,48</b>		<b>7,60</b>		<b>38,87</b>	
<b>V. máximo</b>	<b>620,01</b>		<b>18,58</b>		<b>1,34</b>		<b>2</b>		<b>8,45</b>		<b>49,48</b>	
<b>V. mínimo</b>	<b>325,28</b>		<b>13,59</b>		<b>0,81</b>		<b>1,32</b>		<b>6,88</b>		<b>33,35</b>	
<b>C.V. (%)</b>	<b>15,79</b>		<b>9,26</b>		<b>18,44</b>		<b>18,76</b>		<b>11,89</b>		<b>10,9</b>	

*Los promedios con letras diferentes, difieren estadísticamente entre si, según la prueba de Tukey (P ≤ 0,05)*

*Elaborado por: Espín2013*

*P.M: Peso de mazorca*

*E.L: Espesor de lomo*

*L.M: Longitud de mazorca*

*D.M: Diámetro de mazorca*

*E.S: Espesor de surco*

*N.Alm: Numero de almendras*

## **4.1.2. Características físicas en almendras secas de cacao**

### **4.1.2.1. Índice de semilla (g)**

Para esta variable se observó diferencia estadística altamente significativa, T12 (1.34) y T8 (1.31) lograron mayores valores sobre los tratamientos superando a los testigos T14 (1.03) T15 (1.28), excepto al testigo T16 (1.35), por lo contrario, los valores menores fueron adquiridos por T4 (0.87) y T6 (0.91). Se registró un promedio general de 1.15 y un coeficiente de variación de 13.13%. (Ver Cuadro 5.), esto coincide con lo manifestado por (Amores *et al.*, 2009), quien considera que el índice de semilla para clones de cacao Nacional EET-575 y EET-576 está entre 1.2 y 1.3 respectivamente y para cacaos esmeraldeños está en 1.35 indicando que los tratamientos presentan aceptable peso de semilla, por lo que se acepta la hipótesis planteada

### **4.1.2.2. Índice de mazorca (Unid.)**

Para la variable en estudio se observa que no existe diferencia estadística entre tratamientos pero presenta diferencia numérica, con los promedios más altos T9 (33.84) y T10 (33.33), son los que necesitan más mazorcas para obtener un kg de cacao seco, mientras que T11 (19.56) fue el clon en estudio que menos mazorcas necesita pero igual no superó a los testigos T16 (14.57), T15 (17.29) pero si al T14 (31.15) según la prueba de Tukey ( $P \leq 0.05$ ), el promedio general fue de 25.71 y el coeficiente de variación de 29.72 %. (Ver Cuadro 5.). Con un rango entre 19.56 y 33.84 los tratamientos se ajustan a lo mencionado por el autor (Braudeau, 1970), quien manifestó que los cacaos forasteros tienen un índice de mazorca que está comprendido generalmente entre 20 y 25 mazorcas, pero discrepa con lo manifestado por (Enríquez, 1963), quien manifiesta que es preferible obtener materiales con un bajo Índice de mazorca (< 20 mazorcas) para obtener un mayor rendimiento, por lo que se rechaza la hipótesis planteada.

#### **4.1.2.3. Peso fresco (g)**

Según el análisis de varianza no registró diferencia estadística entre tratamientos, sin embargo existió diferencia numérica, T2 (325.88) y T1 (324.30) registraron los mayores pesos a diferencia del T12 (7215) y T4 (87.28), quienes obtuvieron pesos más bajos. Se registró un promedio general de 136.92 y un coeficiente de variación de 110.70%. (Ver Cuadro 5.). Por lo que se rechaza la hipótesis planteada.

#### **4.1.2.4. Rendimiento estimado (Kg Ha<sup>-1</sup>)**

Para esta variable el análisis de varianza no encontró diferencias estadísticas significativas entre tratamientos según la prueba de Tukey ( $p \leq 0.05$ ), dando el mayor rendimiento estimado en T2 (143.39) y T1 (142.69) que superaron a todos los tratamientos incluyendo los testigos T14 (52.44), T15 (57.71) y T16 (83.29), mientras que los menores pesos registrados fueron para T6 (31.75), registrando un promedio general de 67.05 y un coeficiente de variación de 110.7%. (Ver Cuadro5.). Estos datos se ajustan al rendimiento obtenido por (Montoya, 2011), quien evaluó clones de cacao en huertas tradicionales obteniendo como mejor el clon UICYT-C-076, con 335.07 kg ha<sup>-1</sup>, indicando superioridad respecto al testigo Nacional EET-96 con 98,04 Kg e inferioridad con el testigo Trinitario CCN-51 con 337 Kg. Por lo que se acepta la hipótesis planteada.

#### **4.1.2.5. Testa (%)**

Según el análisis de la varianza se observa diferencia estadística altamente significativa entre tratamientos, T1 (20.56) y T9 (20.47) alcanzaron los valores más altos, en cambio T11 (10.05) y T8 (13.20) consiguieron menor cantidad de testa incluso que los testigos T15 (15.68), T14 (15.91) y T16 (17.29). Se registró un promedio general de 16.54 y un coeficiente de variación de 15.02 % (Ver Cuadro 5.), los valores están entre 10.05 y 20.46 y se ajustan a valores obtenidos por (Sánchez, 2011), quien en cacaos “finos de aroma” registró

valores que fluctúan entre 12.25 a 21.26 con 16.67 de promedio. Por lo que se acepta la hipótesis planteada.

#### **4.1.2.6. Cotiledón (%)**

Los resultados estadístico obtenidos registraron diferencia altamente significativa entre tratamientos, presentando los mejores promedios T11 (89.95) y T8 (86.80) superando a todos los tratamientos incluso a los testigos T16 (82.71), T15 (83.57) y T14(84.09),a diferencia del T1 (79.44) y T9 (79.53), que alcanzaron los menores valores para la presente variable. Se registró un promedio general de 83.41 y un coeficiente de variación de 3.02 %, (Ver Cuadro 5.). Por lo que se acepta la hipótesis planteada.

**CUADRO 5. Promedio estadístico de los factores físicos presentes en 13 clones de cacao (*Theobroma cacao* L.) Provenientes de la Finca Experimental "La Represa" FCI.UTEQ. 2013.**

TRATAM.	IM	IS	PF	RE (Kg Ha <sup>-1</sup> )	% Testa	% cotiledón
T1 L12H23	29,34 a	1,01 a b c	324,30 a	407,25 a	20,56 a	79,44 c
T2 L23 H63	22,15 a	1,13 a b c	325,88 a	486,00 a b c	16,86 a b	83,15 b c
T3 L24H64	25,93 a	1,04 a b c	108,33 a	511,50 a b c	17,48 a b	82,53 b c
T4 L26H60	29,98 a	0,87 c	87,28 a	459,00 b c	16,63 a b	83,38 b c
T5 L13H11	28,08 a	1,11 a b c	89,90 a	544,75 a b c	15,46 a b c	84,54 a b c
T6 L49H76	27,75 a	0,91 b c	72,15 a	390,25 c	18,10 a b	81,82 b c
T7 L12H27	26,56 a	1,09 a b c	102,09 a	545,50 a b c	15,42 a b c	84,59 a b c
T8 L15H31	20,07 a	1,31 a	107,90 a	871,50 a b	13,20 b c	86,80 a b
T9 L17H30	33,84 a	1,19 a b c	105,23 a	449,25 b c	20,47 a	79,53 c
T10 L40H49	33,33 a	1,14 a b c	110,54 a	584,50 a b c	16,54 a b	83,46 b c
T11 L46H67	19,56 a	1,25 a b c	164,10 a	696,25 a b c	10,05 c	89,95 a
T12 L46H71	28,85 a	1,34 a	119,11 a	519,00 a b c	16,47 a b	83,54 a b c
T13 L46H75	22,89 a	1,29 a b	124,23 a	586,50 a b c	18,59 a b	81,42 b c
T14 UTEQ-201	31,15 a	1,03 a b c	119,18 a	415,83 c	15,91 a b c	84,09 a b c
T15 EET-103	17,29 a	1,28 a b	131,15 a	867,50 a b	15,68 a b c	83,57 a b c
T16 CCN-51	14,57 a	1,35 a	189,30 a	906,50 a	17,29 a b	82,71 b c
<b>Promedio</b>	<b>25,71</b>	<b>1,15</b>	<b>136,92</b>	<b>577,57</b>	<b>16,54</b>	<b>83,41</b>
<b>V. máximo</b>	<b>33,84</b>	<b>1,35</b>	<b>325,88</b>	<b>906,5</b>	<b>20,56</b>	<b>89,95</b>
<b>V. mínimo</b>	<b>14,57</b>	<b>0,87</b>	<b>72,15</b>	<b>390,25</b>	<b>10,05</b>	<b>79,44</b>
<b>C.V. (%)</b>	<b>92,72</b>	<b>13,13</b>	<b>110,7</b>	<b>30,2</b>	<b>15,02</b>	<b>3,02</b>

Los promedios con letras diferentes, difieren estadísticamente entre sí, según la prueba de Tukey ( $P \leq 0,05$ )

Elaborado por: Espín 2013

I.M: Índice de mazorca

I.S: Índice de semilla

P.F: Peso fresco

RE (Kg Ha<sup>-1</sup>): Rendimiento de cacao en kilogramos(Estimado)

### **4.1.3. Parámetros Químicos**

#### **4.1.3.1. Temperatura en fermentación (°C)**

##### **a) Hora 24**

La variación de temperatura resultó altamente significativa entre tratamientos al realizar el análisis estadístico, T5 (31.75); T4, T7 y T10 (30.50) alcanzaron la temperatura más elevada las primeras 24 horas superando a todos, incluso a los testigos T14 (28.13), T15 (26.75) y T16 (26.63), que fueron las temperaturas bajas, el promedio general registrado fue de 29.44 y un coeficiente de variación de 3.78%. (Ver Cuadro 6.).

##### **b) Hora 48**

Transcurrida las 48 horas no hubo diferencia estadística entre tratamientos pero si difirieron numéricamente, los índices térmicos más elevados fluctuaron en los T1, T9 y T15 (37.75), entre tratamientos, incluso superando el valor de los testigos T14 (32.63) y T16 (36.00), el valor más bajo lo consiguió T13 (34.75) y T8 (35.25) el promedio general fue de 36.07 con un coeficiente de variación de 6.7%, (Ver Cuadro 6.). Estos datos registrados son muy bajos y no coinciden con lo argumentado por (Wood, 1983), sosteniendo que en el transcurso de segundo al tercer día la temperatura fluctúa entre 45 y 50 °C lo que es una variación normal.

##### **c) Hora 72**

Según el análisis estadístico no hubo diferencia estadística significativa entre tratamientos pero registró diferencia numérica, T7 (40.75) alcanzó la temperatura más elevada, el testigo T16 (34.13) consiguió el valor más bajo. El promedio para el tercer día fue de 36.92 con un coeficiente de variación de 8.91 %, (Ver Cuadro 6.). (Enríquez, 2004), considera que la temperatura en la masa puede llegar a subir hasta los 50 °C, lo cual no se pudo apreciar en los materiales en estudio ya que la temperatura al tercer día llegó hasta los 40 °C.

#### d) Hora 96

Según el análisis estadístico registró diferencia estadística significativa entre tratamientos, T3 (34.25) con el mayor valor mantuvo la temperatura elevada a diferencia de los otros tratamientos y los testigos T14 (32.35), T16 (31.00) y T15 (30.25), que bajaron rápidamente la temperatura. El promedio general fue de 30.47 con un coeficiente de variación de 5.78 %, (Ver Cuadro 6.). Estos valores de temperatura no coinciden con lo manifestado por (Enríquez, 1985), quien argumenta que durante las 72 y 96 horas hasta el fin de la fermentación los cambios térmicos fluctúan de 42 a 45 °C en promedio.

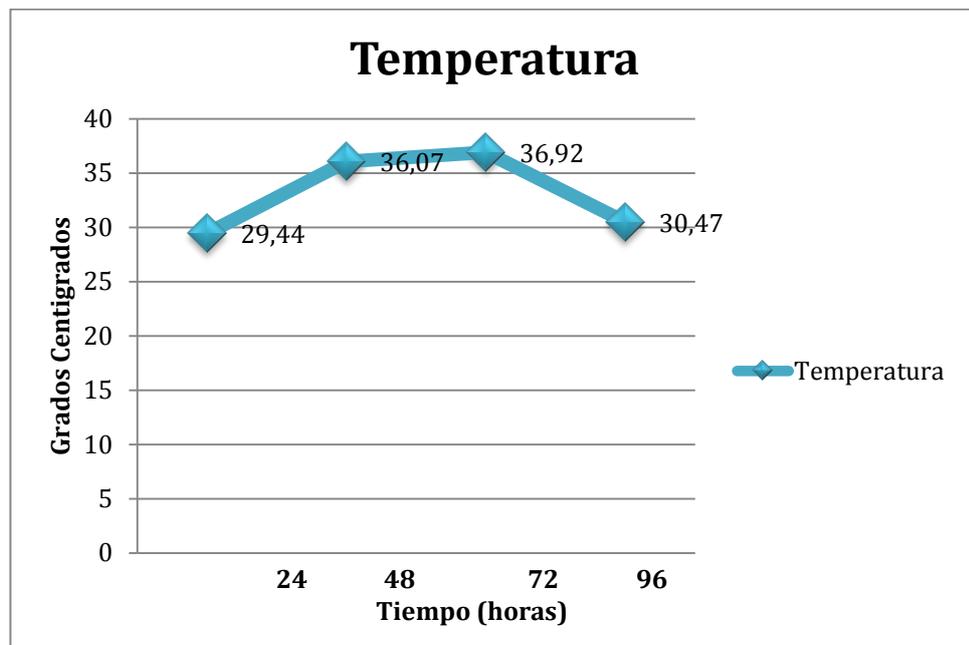
**CUADRO 6. Promedios de temperatura durante las horas de fermentación en 13 clones de cacao (*Theobroma cacao L.*), provenientes de la Finca Experimental "La Represa" FCI.UTEQ. 2013.**

Tratamientos	24 h	48 h	72 h	96 h
T1 L12H23	29,75 a b	37,75 a	37,25 a	32,50 a b
T2 L23 H63	30,00 a b	35,50 a	37,25 a	30,00 a b
T3 L24H64	28,25 b c d	35,50 a	36,25 a	34,25 a
T4 L26H60	30,50 a b	36,75 a	35,25 a	30,50 a b
T5 L13H11	31,75 a	37,13 a	35,50 a	30,50 a b
T6 L49H76	30,25 a b	36,88 a	34,50 a	29,25 b
T7 L12H27	30,50 a b	38,25 a	40,75 a	30,50 a b
T8 L15H31	29,88 a b	35,25 a	39,75 a	30,00 a b
T9 L17H30	30,00 a b	37,75 a	38,50 a	30,00 a b
T10 L40H49	30,50 a b	35,63 a	36,50 a	29,25 b
T11 L46H67	29,00 a b c d	34,75 a	36,75 a	30,25 a b
T12 L46H71	30,00 a b	36,50 a	35,50 a	29,25 b
T13 L46H75	29,50 a b c	34,75 a	38,25 a	29,75 a b
T14 UTEQ-201	28,13 b c d	32,63 a	36,88 a	32,25 a b
T15 EET-103	26,75 c d	37,75 a	38,00 a	30,25 a b
T16 CCN-51	26,63 d	36,00 a	34,13 a	31,00 a b
<b>Promedio</b>	<b>29,44</b>	<b>36,07</b>	<b>36,92</b>	<b>30,47</b>
<b>V. máximo</b>	<b>31,75</b>	<b>38,25</b>	<b>40,75</b>	<b>34,25</b>
<b>V. mínimo</b>	<b>26,63</b>	<b>32,63</b>	<b>34,13</b>	<b>29,25</b>
<b>C.V. (%)</b>	<b>3,78</b>	<b>6,7</b>	<b>8,91</b>	<b>5,78</b>

Los promedios con letras diferentes, difieren estadísticamente entre sí, según la prueba de Tukey ( $P \leq 0,05$ )

Elaborado por: Espín 2013

En la figura 1, se puede apreciar que transcurridas las 24 horas la variación de temperatura puede alcanzar un valor de 29.44°C, continúa con el crecimiento hasta las 48 y 72 horas con valores de 36.07 y 36.92 °c, posteriormente decrece en el transcurso de las 96 horas alcanzando un valor de 30.47(Ver Cuadro 6.).



*Elaborado por: Espín 2013*

**Figura 1.** Curva de variación temperatura en el proceso de fermentación de 13 clones nacionales y 3 testigos de cacao de la UTEQ Finca Experimental “La Represa”. Quevedo, 2013.

### **4.1.3.2. pH en fermentación**

#### **4.1.3.2.1. Almendras en fermentación (°C)**

##### **a) hora 24**

En los resultados del análisis estadístico no hubo diferencia estadística significativa entre tratamientos, en el primer día de fermentación T7 y T10 (4.69) adquirieron pH alto pero no superaron a los testigos T15 (5.31) y T19 (5.39), contrario a esto T4 (4.12) obtuvo pH más bajo. El promedio general fue 4.49 con un coeficiente de variación de 7.70 %.(Ver Cuadro7.).

##### **b) horas 48**

Los resultados obtenidos por el análisis estadístico revelan que no hubo diferencia estadística entre tratamientos, dando los mayores valores en T9 y T12 (5.50), superaron a los testigos T14 (4.79), T15 (5.31) y T14 (5.39) y a todos los demás tratamientos, el menor valor fue para T1 (4.67), según la prueba de Tukey ( $p \leq 0.05$ ). Se registró un promedio general de 5.12 con un coeficiente de variación de 8.83 %. (Ver Cuadro 7.).

##### **c) hora 72**

Pasado las 72 horas de fermentación el análisis estadístico revela que no hubo diferencia estadística entre tratamientos, dando el mayor valor T11 (6.37), que superó a los testigos T14 (5.43), T15 (6.06) y T16 (6.21) y a todos los demás tratamientos, el menor valor fue para T2 (5.18), según la prueba de Tukey ( $p \leq 0.05$ ). Se registró un promedio general de 5.88 con un coeficiente de variación de 11.67 %. (Ver Cuadro 7.).

##### **d) hora 96**

Según los resultados del análisis estadístico no existió diferencia altamente significativa entre tratamientos, T3 (7.53) y T1 (7.46) alcanzaron los valores mayores superando a los demás y a los testigos T16 (6.63), T14 (7.08) y T15 (7.18), en cambio T2 (6.39) adquirió el valor más bajo. Se registró un promedio

de 7.05 y un coeficiente de variación de 6.89% (Ver Cuadro 7.). Los promedios obtenidos presentan gran variación con los datos registrados por (Amores *et al.*,2009), que en cacao proveniente de la ciudad de Esmeraldas (sector Colón Eloy) se registró un promedio de 4.93 en la testa (cascarilla) a los 5 días de fermentado. También discrepan con lo manifestado por (Enríquez, 1985), quien indica que en el transcurso del tercer día hacia cuarto el pH sube rápidamente hasta llegar a 4.75.

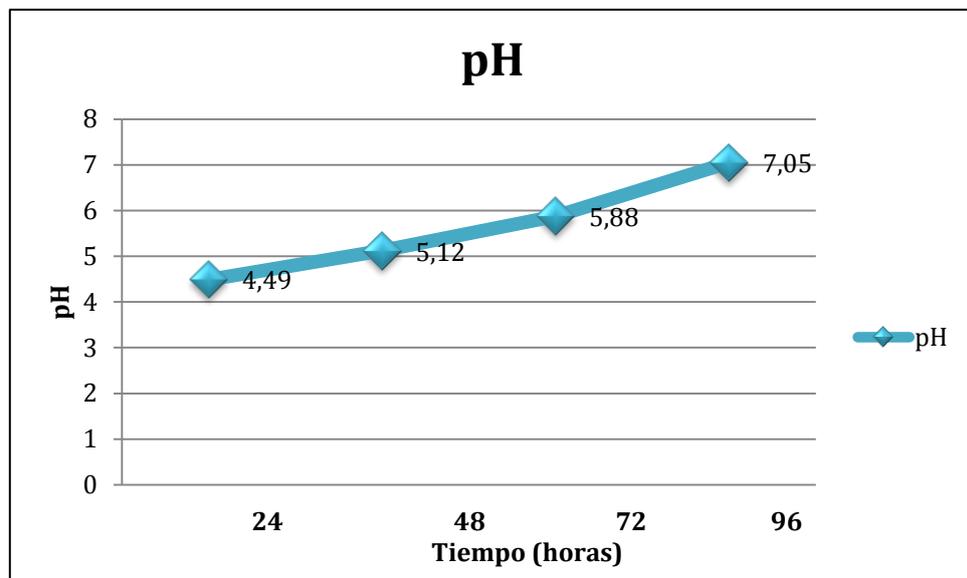
**CUADRO 7. Promedios de pH durante las horas de fermentación presentes en 13 de cacao (*Theobroma cacao* L.) provenientes de la Finca Experimental La Represa“. FCI. UTEQ. 2013.**

TRATAM.	24 h	48 h	72 h	96 h
T1 L12H23	4,21 a	4,67 a	6,18 a	7,46 a
T2 L23 H63	4,26 a	4,96 a	5,18 a	6,39 a
T3 L24H64	4,35 a	4,69 a	5,71 a	7,53 a
T4 L26H60	4,12 a	4,71 a	5,89 a	6,49 a
T5 L13H11	4,30 a	5,24 a	5,93 a	7,18 a
T6 L49H76	4,47 a	4,97 a	5,70 a	7,33 a
T7 L12H27	4,69 a	5,23 a	5,77 a	6,85 a
T8 L15H31	4,19 a	4,98 a	5,69 a	7,01 a
T9 L17H30	4,52 a	5,50 a	6,13 a	7,24 a
T10 L40H49	4,69 a	5,35 a	5,80 a	7,35 a
T11 L46H67	4,60 a	5,22 a	6,37 a	7,15 a
T12 L46H71	4,64a	5,50 a	6,12 a	7,04 a
T13 L46H75	4,35a	4,97 a	6,19 a	7,32 a
T14 UTEQ-201	4,36 a	4,79 a	5,43 a	7,08 a
T15 EET-103	4,98 a	5,31 a	6,06 a	7,18 a
T16 CCN-51	4,80 a	5,39 a	6,21 a	6,63 a
<b>Promedio</b>	<b>29,44</b>	<b>36,07</b>	<b>36,92</b>	<b>30,47</b>
<b>V. máximo</b>	<b>31,75</b>	<b>38,25</b>	<b>40,75</b>	<b>34,25</b>
<b>V. mínimo</b>	<b>26,63</b>	<b>32,63</b>	<b>34,13</b>	<b>29,25</b>
<b>C.V. (%)</b>	<b>3,78</b>	<b>6,7</b>	<b>8,91</b>	<b>5,78</b>

Los promedios con letras diferentes, difieren estadísticamente entre si según la prueba de Tukey ( $P \leq 0,05$ )

Elaborado por: Espín2013

En la figura 2, se puede observar que al transcurrir las 24 horas de fermentación se aprecia en la curva de variación que el pH alcanza un valor de 4.49, posteriormente el crecimiento continua en las siguientes 48 (5.12) y 72 (5.88), finalmente a las 96 horas llega al valor de 7.05 con valores de 5.12, 5.88 y 7.05 (Ver Cuadro 8.).



Elaborado por: Espín 2013

**Figura 2.** Curva de variación de pH en proceso de fermentación registrado en 13 clones y 3 testigos de cacao provenientes de la Finca Experimental “La Represa”. Quevedo, 2013.

#### 4.1.3.2.2. pH de testa seca

Los resultados obtenidos por el análisis estadístico indican que hubo diferencia altamente significativa entre tratamientos, dando los mayores valores T3 (7.99) y T5 (7.96), superando a los testigos T15 (7.46), T16 (7.49) y T14 (7.86) y a todos los demás tratamientos, los menores valores fueron para T8 (6.11) y T11 (6.17), según la prueba de Tukey ( $p \leq 0.05$ ). Se registró un promedio general de 7.08 y un coeficiente de variación de 7.04%, (Ver Cuadro 8.) estos promedios no coinciden con los obtenidos por (Amores *et al*; 2009), quienes en cacao Esmeraldeños registraron pH de 5.56 para cacao provenientes del sector Colón Eloy en época lluviosa mientras que en época seca registró un promedio de 5.44. Por lo que se acepta la hipótesis planteada.

#### 4.1.3.2.3. pH de cotiledón seco

Se registró diferencia altamente significativa entre tratamientos, T2 (7.97) y T5 (7.63) alcanzaron los valores mayores superando a todos y a los testigos T16 (7.02), T15 (7.05) y T14 (7.21), en cambio T11 (5.52) y T7 (5.75) consiguieron los valores más bajos. Se registró un promedio general de 6.65 y un coeficiente de variación de 5.35 %, (Ver Cuadro 8.). Estos valores discrepan con los obtenidos por (Ortiz *et al.*, 2009), registraron valores en pH de 6.20 en cacao tipo “Forastero” y 6.00 en cacao tipo “Criollo”. Por lo que se acepta la hipótesis alternativa.

**CUADRO 8. Promedios estadístico de los factores químicos presentes en 13 clones de cacao (*Theobroma cacao* L.) provenientes de la Finca Experimental “la Represa” FCI.UTEQ.2013.**

TRATAM.	pH testa	pH cotiledón
T1 L12H23	7,46 a b	7,20 a b
T2 L23 H63	7,46 a b	7,23 a b
T3 L24H64	7,99 a	7,43 a b
T4 L26H60	7,45 a b	7,30 a b
T5 L13H11	7,96 a	7,97 a
T6 L49H76	7,90 a	7,52 a b
T7 L12H27	6,32 b c	5,75 c
T8 L15H31	6,11 c	5,79 c
T9 L17H30	6,50 b c	5,90 c
T10 L40H49	6,31 b c	5,81 c
T11 L46H67	6,17 c	5,52 c
T12 L46H71	6,38 b c	6,01 c
T13 L46H75	6,49 b c	5,76 c
T14 UTEQ-201	7,86 a	7,21 a b
T15 EET-103	7,46 a b	7,05 b
T16 CCN-51	7,49 a b	7,02 b
<b>Promedio</b>	<b>7,08</b>	<b>6,65</b>
<b>V. máximo</b>	<b>7,99</b>	<b>7,97</b>
<b>V. mínimo</b>	<b>6,11</b>	<b>5,52</b>
<b>CV (%)</b>	<b>7,04</b>	<b>5,35</b>

*Elaborado por: Espín 2013*

#### **4.1.3.2.4. Porcentaje Energía (Kcal)**

Los resultados obtenidos mediante el análisis estadístico registró diferencia significativa entre tratamientos, T2 (7.38) y T8 (7.24) lograron los mayores resultados superando a los testigos T14 (6.04), T15 (6.27) y T16 (6.37), mientras que T9 (5.82) adquirió el menor valor, se registró un promedio general de 6.59 y un coeficiente de variación de 14.16 % (Ver Cuadro 9.). Los valores de los tratamientos oscilan entre 5.82 y 7.38 Kcal x g, esto coincide con lo manifestado por (Muñoz, 2012), quien indica que 100 g de pasta de cacao posee un valor energético de 644 Kcal. Por lo que se acepta la hipótesis planteada.

#### **4.1.3.2.5. Porcentaje Grasa (%)**

Mediante el análisis estadístico se registró diferencia altamente significativa entre tratamientos, T4 (36.70) y T2 (37.12) consiguieron los mejores resultados, superando a todos menos a los testigos T15 (41.37), T14 (38.96) y T16 (38.36), por lo contrario T13 (23.73) y T6 (23.45) adquirieron los menores valores en esta variable. Se registró un promedio general de 32.00 y un coeficiente de variación de 13.87% (Ver Cuadro 9.). Con un valor mínimo y máximo de 23.45 y 41.37 los tratamientos en estudio no coinciden con los datos registrados por (Perea, 2010), quien estudio materiales regionales de cacao "Criollos" Colombianos y cacao clonados obteniendo como valor mínimo y máximo en grasa 51.04 y 51.07% respectivamente. Pero los resultados se ajustan a lo manifestado por (Godos, 1908), quien menciona que el contenido de grasa de cacao "arriba" es de 45 a 49%. Por lo que se acepta la hipótesis planteada.

#### **4.1.3.2.6. Porcentaje de ceniza (%)**

En los resultados del análisis estadístico hubo diferencia altamente significativa entre tratamientos, T6 (3.53) y T1 (3.48) con los mayores valores superaron a todos incluso a los testigos T15 (2.90), T16 (2.81) y T14 (2.66), mientras que T3 (2.97) y T4 (2.96) obtuvieron resultados menores en contenido de ceniza.

Se registró un promedio general de 3.16 y un coeficiente de variación de 9.56%. (Ver Cuadro 9.). Con valores que van de 2.66 a 3.53 % estos promedios se ajustan a lo manifestado por (Godos, 1908), quien menciona que el porcentaje de ceniza en cacao tipo “Nacional” es de 3.03%, de igual manera coincide con los estudios realizados por (Nosti, 1963), indicando en un cuadro de composición de cacao, que el porcentaje de ceniza en cacaos es de 3.58%. Por lo que se acepta la hipótesis planteada.

#### **4.1.3.2.7. Porcentaje de humedad (%)**

Según el análisis estadístico la presente variable registró diferencia altamente significativa entre tratamientos, T1 (9.14) y T5 (8.93) con los valores más altos superaron a los de más incluso a los testigos T15 (7.87), T14 (7.42) y T16 (7.09), a diferencia de T6 (6.12) y T10 (6.21), que alcanzaron los promedios más bajos. Se registró un promedio general de 7.44 y un coeficiente de variación de 13.42%. (Ver Cuadro 9.), según (Godos, 1908) sostiene que el porcentaje de humedad en cacaos arriba es de 8.52%, dos de los tratamientos están por encima de este valor lo cual no coincide con lo manifestado por este autor, los otros tratamientos alcanzan valores no superiores a 8.52% lo cual coincide con (Braudeau, 1970), quien menciona que el contenido de agua en almendras fermentadas y secas de cacao aproximadamente es del 6 al 7%. Por lo que se acepta la hipótesis planteada.

**CUADRO 9. Promedios estadísticos de los factores químicos presentes en 13 clones de cacao (*Theobroma cacao* L.), provenientes de la Finca Experimental "La Represa" FCI.UTEQ. 2013.**

TRATAM.	(%) Ceniza	(%) Humedad	(Kcal) Energía	(%) Grasa
T1 L12H23	3,48 a	9,14 a	6,47 a	30,69 a b c d
T2 L23 H63	3,43 a b	8,41 a b	7,38 a	37,12 a b c
T3 L24H64	2,97 a b	7,71 a b	6,82 a	32,74 a b c d
T4 L26H60	2,96 a b	7,71 a b	7,11 a	36,70 a b c
T5 L13H11	3,02 a b	8,93 a	6,07 a	32,28 a b c d
T6 L49H76	3,53 a	8,08 a b	6,44 a	23,45 d
T7 L12H27	3,27 a b	6,12 b	6,93 a	32,10 a b c d
T8 L15H31	3,42 a b	7,18 a b	7,24 a	27,16 c d
T9 L17H30	3,31 a b	6,70 a b	5,82 a	28,51 b c d
T10 L40H49	3,31 a b	6,21 b	6,79 a	28,13 b c d
T11 L46H67	3,09 a b	7,04 a b	6,43 a	28,24 b c d
T12 L46H71	3,18 a b	6,61 a b	6,42 a	32,53 a b c d
T13 L46H75	3,23 a b	6,85 a b	6,87 a	23,73 d
T14 UTEQ-201	2,66 b	7,42 b	6,04 a	38,96 a b
T15 EET-103	2,90 a b	7,87 a b	6,27 a	41,37 a
T16 CCN-51	2,81 a b	7,09 a b	6,37 a	38,36 a b c
<b>Promedio</b>	<b>3,16</b>	<b>7,44</b>	<b>6,59</b>	<b>32,00</b>
<b>V. máximo</b>	<b>3,53</b>	<b>9,14</b>	<b>7,38</b>	<b>41,37</b>
<b>V. mínimo</b>	<b>2,66</b>	<b>6,12</b>	<b>5,82</b>	<b>23,45</b>
<b>C.V. (%)</b>	<b>9,59</b>	<b>13,42</b>	<b>14,16</b>	<b>13,87</b>

*Los promedios con letras diferentes, difieren estadísticamente entre sí, según la prueba de Tukey ( $P \leq 0,05$ )*

*Elaborado por: Espín 2013*

#### **4.1.4. Evaluación comercial de almendras de cacao**

##### **4.1.4.1. Peso de 100 almendras (g)**

La presente variable registro diferencia estadística significativa al realizar el análisis de varianza, T13 (148.00) y T12 (147.50) consiguieron el mayor peso en almendras sobre todos los tratamientos en estudio, incluyendo los testigos T16 (137.00), T15 (128.00) y T14 (109.50), mientras que T6 (90.33) obtuvo el menor peso, se registró un promedio general de 121.29 con un coeficiente de variación de 17.84 % (Ver Cuadro 10.). Los tratamientos T13 (148.00) y T12 (147.50) se encasillaron en la categoría A.S.S.P.S según la norma Técnica del INEN 176, mientras que el testigo T14 (109,50) se encasilló en la categoría A.S.E, asimismo el testigo T15 (128.00) estuvo entre la categoría A.S.S.-A.S.S.S y el testigo T16 (137.00) se ubicó en la categoría trinitario, dos tratamientos T6 (90.33) y T4 (94.30) no se pueden clasificar como cacao comerciales ya que el peso de 100 almendras es muy bajo. Por lo que se acepta la hipótesis planteada.

##### **4.1.4.2. Prueba de corte**

###### **4.1.4.2.1. Buena fermentación**

Los resultados del análisis estadístico presentan diferencia altamente significativa entre tratamientos, alcanzando mejores resultados con buena fermentación el T6 (77.50) y T4 (72.50), entre los de más incluso superando a los testigos T14 (68.50) y T16 (72.00), pero no pudo superar al testigo T15 (79.50), a diferencia de T10 (13.25) y T7 (20.50) registraron menor valor de almendras con buena fermentación. Registrando un promedio general de 29.70 y un coeficiente de variación de 22.64. (Ver Cuadro 10.). Por lo que se acepta la hipótesis planteada.

#### **4.1.4.2.2. Ligera fermentación**

En el análisis estadístico de varianza registra diferencia altamente significativa entre tratamientos, los mejores resultados obtuvo T10 (79.50) y T7 (62.75) incluso superando a los testigos T16 (16.50), T15 (17.50) y T14 (22.50), por otro lado los menores valores registro T6 (17.00) y T4 (19.00), según la prueba de Tukey ( $p \leq 0.05$ ). Siendo el promedio general en almendras ligeramente fermentadas de 36.25 con un coeficiente de variación de 34.15 % (Ver Cuadro 10.). Por lo que se acepta la hipótesis planteada.

#### **4.1.4.2.3. Total fermentación (%)**

Se observa que en el total de fermentación de almendras de cacao, presenta diferencia estadística significativa registrando mejores resultados T7 (94.50) y T10 (95.25), superando a todos los tratamientos incluso a los testigos T16 (88.50) y T14 (91.00), pero no pudo superar al testigo T15 (97.00), a diferencia de T11 y T13 (78.00) que registro valores más bajos. Se registró un promedio general de 87.42 y un coeficiente de variación de 8.39 (Ver Cuadro 10). Al clasificar los tratamientos según la norma Técnica del INEN 176, establecida para calificar el cacao Ecuatoriano en grano, todos los tratamientos cumplen con el número total de almendras fermentadas para la categoría A.S.S.P.S, incluso algunos sobrepasan los criterios de calificación. Por lo que se acepta la hipótesis planteada.

#### **4.1.4.2.4. Almendras violetas**

El análisis estadístico registró diferencia significativa entre tratamientos en almendras con coloración violeta, registrando T8 (17.50) y T11 (22.00) resultados más altos superando el valor de los testigos T15 (3.00), T16 (5.50) y T14 (7.50), mientras T6 (3.00) y T1 (4.00) registraron resultados menores según la prueba de Tukey ( $p \leq 0.05$ ). Se registró un promedio general de 10.56 y un coeficiente de variación de 66.43. Según la clasificación de almendras violetas nueve tratamientos cumplen con el máximo de almendras violetas para pertenecer a la categoría A.S.S.P.S, mientras que tres tratamientos se

encasillan en la categoría A.S.S.S, asimismo tres clones pertenecen a la categoría A.S.S. y solo uno a la categoría A.S.N. según la norma Técnica del INEN 176 (ver Cuadro 10.). Por lo que se acepta la hipótesis planteada.

#### **4.1.4.2.5. Almendras pizarras**

Se observa que el análisis estadístico no registró diferencia estadística entre tratamientos, pero si presenta diferencia numérica, alcanzando T13 (4.50) y T12 (4.75) resultados mayores con almendras con coloración pizarra superando a los testigos T14 (1.50) y T16 (3.50), a diferencia de T6 (0,50) y T2 (1.00) registraron valores menores. Registrando un promedio general de 1.16 y un coeficiente de variación de 205.69 % (Ver Cuadro 10.). Por el bajo número de almendras pizarras que tuvieron los tratamientos, estos cumplen con los criterios para pertenecer la categoría A.S.S.P.S según la norma Técnica del INEN 176. Por lo que se rechaza la hipótesis planteada.

#### **4.1.4.2.6. Almendras con presencia de moho**

Los resultados del análisis de varianza no registran diferencia significativa con presencia de moho entre tratamientos, pero si presenta diferencia numérica alcanzando el resultado mayor T6 y T1 (2.00), mientras que T4 y T5 (0.50) registró menor valor. Registrando un promedio general de 0.69 y un coeficiente de variación de 178.14%. (Ver Cuadro 10.). Por lo que se rechaza la hipótesis planteada.

**Cuadro 10. Análisis estadístico de la prueba de corte presentes en 13 clones de cacao (*Theobroma cacao* L.) provenientes de la Finca Experimental "La Represa" FCI.UTEQ. 2013.**

TRATAM.	P.100 Alm.	B.F	L.F	TOTAL	VIOLETA	PIZARRA	MOHO	INSECTO	ARRIBA								
T1 L12H23	110,70	a b	69,00 a b	24,00	d e	93,00	a b	4,00	b	0,00	a	2,00	a	1,00	a	<b>A.S.S.P.S</b>	
T2 L23 H63	130,00	a b	67,50 a b	25,50	e	88,00	a b	9,00	a b	1,00	a	1,50	a	0,50	a	<b>A.S.S.P.S</b>	
T3 L24H64	111,00	a b	69,00 a b	20,50	e	89,50	a b	9,00	a b	0,00	a	1,50	a	0,00	a	<b>A.S.S.P.S</b>	
T4 L26H60	94,30	a b	72,50 a	19,00	e	91,50	a b	8,00	a b	0,00	a	0,50	a	0,00	a	<b>A.S.S.P.S</b>	
T5 L13H11	122,50	a b	61,50 a b c	27,00	c d e	88,50	a b	11,00	a b	0,00	a	0,50	a	0,00	a	<b>A.S.S.P.S</b>	
T6 L49H76	90,33	b	77,50 a	17,00	e	94,50	a b	3,00	b	0,50	a	2,00	a	0,00	a	<b>A.S.S.P.S</b>	
T7 L12H27	108,75	a b	20,50	d	62,75	a b	83,25	a b	16,75	a b	0,00	a	0,00	a	0,00	a	<b>A.S.S.S</b>
T8 L15H31	136,75	a b	40,00	b c d	39,75	b c d e	79,75	a b	17,50	a b	2,75	a	0,00	a	0,00	a	<b>A.S.S.S</b>
T9 L17H30	117,75	a b	36,75	c d	45,50	b c d e	82,25	a b	17,50	a b	0,00	a	0,00	a	0,00	a	<b>A.S.S.S</b>
T10 L40H49	125,75	a b	13,25	d	79,50	a	95,25	a b	7,25	a b	0,00	a	0,00	a	0,00	a	<b>A.S.S.P.S</b>
T11 L46H67	122,75	a b	21,75	d	56,25	a b c	78,00	b	22,00	a	0,00	a	0,00	a	0,00	a	<b>A.S.S.S</b>
T12 L46H71	147,50	a	27,00	d	53,75	a b c d	80,75	a b	14,50	a b	4,75	a	0,00	a	0,00	a	<b>A.S.S.S</b>
T13 L46H75	148,00	a	25,00	d	53,00	a b c d	78,00	b	13,50	a b	4,50	a	1,50	a	0,00	a	<b>A.S.S.S</b>
T14UTEQ-201	109,50	a b	68,50	a b	22,50	d e	91,00	a b	7,50	a b	1,50	a	0,00	a	0,00	a	<b>A.S.S.P.S</b>
T15 EET-103	128,00	a b	79,50	a	17,50	e	97,00	a	3,00	b	0,00	a	0,00	a	0,00	a	<b>A.S.S.P.S</b>
T16 CCN-51	137,00	a b	72,00	a	16,50	e	88,50	a b	5,50	a b	3,50	a	1,50	a	1,00	a	<b>A.S.S.P.S</b>
<b>Promedio</b>	<b>121,29</b>		<b>29,70</b>		<b>36,25</b>		<b>87,42</b>		<b>10,56</b>		<b>1,16</b>		<b>0,69</b>		<b>0,16</b>	.....	
<b>V. Máximo</b>	<b>148,00</b>		<b>79,50</b>		<b>79,50</b>		<b>97,00</b>		<b>22,00</b>		<b>4,75</b>		<b>2,00</b>		<b>1,00</b>	.....	
<b>V. Mínimo</b>	<b>90,33</b>		<b>13,25</b>		<b>16,50</b>		<b>78,00</b>		<b>3,00</b>		<b>0,00</b>		<b>0,00</b>		<b>0,00</b>	.....	

Los promedios con letras diferentes, difieren estadísticamente entre si, según la prueba de Tukey ( $P > 0,05$ )

B.F: Buena fermentación L.F: ligera fermentación.

Elaborado por: Espín 2013.

## **4.1.5. Perfil sensorial de la pasta o licor de 13 clones de cacao**

### **4.1.5.1. Sabores básicos**

La pasta destinada de T11, registró valores de 9, lo cual indica una alta existencia de amargor en las muestras. Mientras que entre T8, registro una valoración de 7 respectivamente indicando alto contenido de sabor astringencia, por otro lado T8 y T10 dando valores de 4 se caracterizó por tener intensidad media de acidez. El testigo quien adquirió un valor de 3 de amargor, y 5 para astringencia y acidez respectivamente, presentó valores inferiores a la de los tratamientos en estudiado, lo cual indica que en los materiales con valores altos tal vez existió un proceso de fermentación inadecuado (Ver Cuadro 11.).

Los primeros valores no concuerdan con los obtenidos por (Solórzano, 2011) quien estudió cacaos finos de aroma en asociaciones de productores en distintas zonas del país, con valores máximos sabor a amargor y astringencia de 4,7 y 4,4, y un valor de 5 correspondiente a acidez quien se ajusta al valor T8 y T10 de los tratamientos en estudio.

### **4.1.5.2. Sabores específicos**

El valor registrado para T9, con un resultado de 9, indica alta intensidad de sabor a cacao, T1, T5 y T10, respondieron con valores de 5 indicando una intensidad medio sabor floral. Las muestras de T9 y T13 obtuvieron valores de 9 y 7, indicando que presenta un alto vigor a sabor frutal. Con respecto a T9 alcanzando valores más altos de 4 lo cual indica una intensidad media con sabor a nuez. Comparados algunos de estos resultados están por encima de los valores del testigo quien adquirió valores de 8, 1, 6 para sabor a cacao, floral, frutal y un valor de 4 a nuez, indicando una intensidad alta, baja y media. (Ver Cuadro 11.). Según (Solórzano, 2011), en sus estudios realizados sobre perfiles sensoriales en cacaos finos de aroma, los sabores a cacao, floral, frutal y nuez alcanzaron valores máximos de 4.6, 4.2, 4.4 y 3.1, indicando que estos no coinciden con los

sabores específicos con valores de 9, 5, 7 y 4, de los tratamientos en estudio siendo mayores a los resultados obtenidos por el autor mencionado.

#### **4.1.5.3. Sabores adquiridos**

El mayor resultado registró T5 alcanzando un valor de 4, lo que indica un vigor medio de sabor pizarroso, mientras que T3 obtuvo el valor superior de 8 recalando una alta intensidad en cuanto a moho/tierra. Por otro lado el mayor resultado registro T1 dando un valor de 3 indicando así una intensidad intermedia sabor a verde. Los valores de los tratamientos están por encima de los del testigo quien presento sabor pizarroso, moho/tierra con valores de 2 y 3 y un valor de 0 con sabor a verde demostrando una intensidad baja. (Ver Cuadro 11.). Estos resultados están dentro de los valores estudiados por (Solórzano, 2011), quien sostiene que los sabores adquiridos no superan valores de 2,7.

#### **4.1.6. Análisis microbiológicos de la pasta de cacao**

Los resultados adquiridos mediante el respectivo análisis alcanzaron valores de 2.7 ufc /gr para hongos y levaduras, 4.6 ufc /gr en contenido de aerobios totales y Coliformes presento ausencia en la pasta. Estos valores no superan a los establecidos por la **Norma técnica Ecuatoriana obligatoria INEN, 623 (2006)**. (Ver Cuadro 3.).

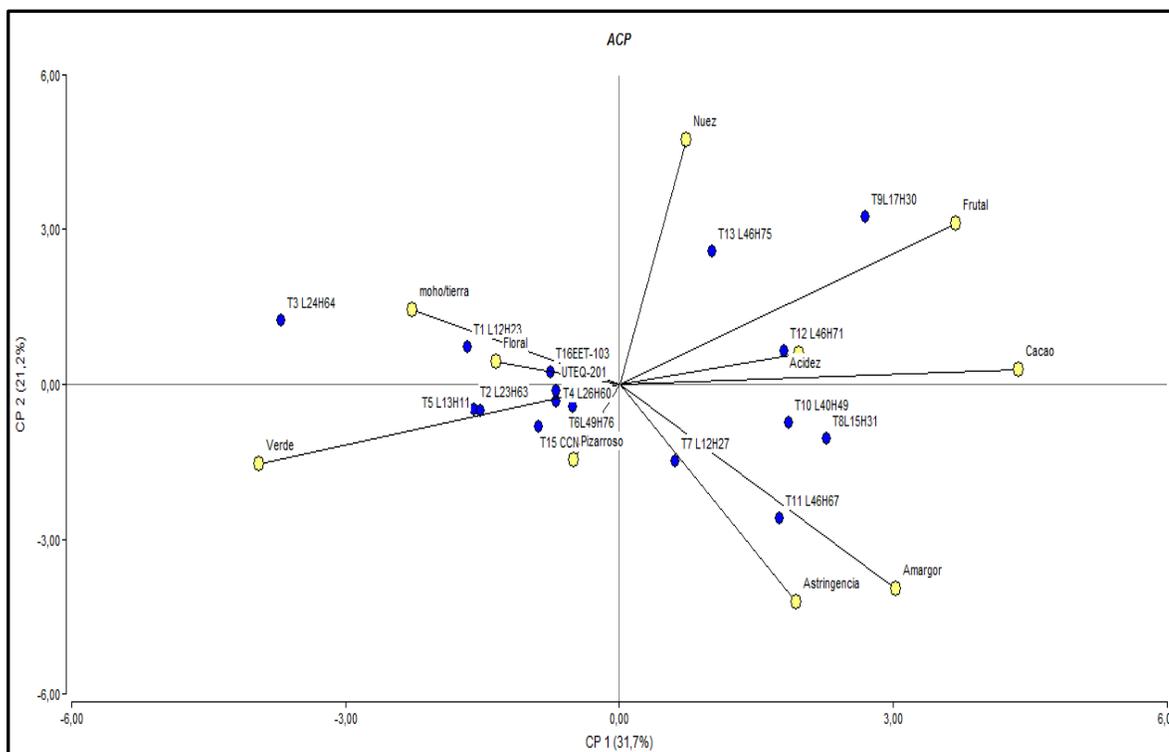
**Cuadro 11. Valores del perfil sensorial para cada uno de 13 clones de cacao (*Theobroma cacao* L.), tipo Nacional provenientes de la Finca Experimental "La Represa" FCI.UTEQ. 2013.**

VARIABLES ORGANOLEPTICAS											
CLONES	Sabores básicos			sabores específicos				Sabores adquiridos			Nota 1 a 10
	Amargor	Astringencia	Acidez	Cacao	Floral	Frutal	Nuez	Pizarroso	moho	Verde	
T1 L12H23	2	3	2	5	5	5	2	2	2	3	10
T2 L23H63	2	5	2	5	3	2	2	3	3	2	10
T3 L24H64	2	2	2	2	3	2	2	2	8	2	10
T4 L26H60	5	5	2	5	3	2	3	2	2	2	10
T5 L13H11	4	3	2	6	5	2	2	4	3	2	10
T6L49H76	4	4	3	6	4	3	2	3	2	2	10
T7 L12H27	7	4	2	7	4	4	1	3	2	1	10
T8L15H31	7	7	4	8	3	5	2	2	3	1	10
T9L17H30	3	3	3	9	3	9	4	2	2	0	10
T10 L40H49	6	5	4	7	5	5	1	2	2	0	10
T11 L46H67	9	6	1	8	1	5	1	3	2	1	10
T12 L46H71	6	5	2	7	2	6	3	2	3	0	10
T13 L46H75	3	1	2	8	3	7	3	3	3	0	10
UTEQ-201	4	4	2	7	7	3	2	2	2	2	10
T15 CCN-51	4	5	2	5	2	2	2	4	2	2	10
<b>T16EET-103</b>	4	3	2	6	7	4	2	2	1	2	10
<b>Promedios</b>	4	4	3	6	4	4	2	2	3	1	10,00
<b>v. Máximo</b>	9	7	4	9	7	9	4	4	3	3	
<b>v. Mínimo</b>	1	1	1	2	1	2	1	2	2	0	

#### 4.1.7. Análisis de Componentes principales (ACP)

La figura 3, muestra el ACP, en el cual se explican los puntos que corresponden a los 16 clones de cacao tipo Nacional, el primer CP 1 explica el 31,7% de la variación total; el segundo CP 2 explica el 21,2 % de la variación, lo que como proporción acumulada representa el 52,9 % de la variación existente (Ver Cuadro 12.)

Se pudo observar que T9 (L17H30), presenta asociación con el sabor frutal, T13 (L46H75) presenta una clara inclinación hacia el sabor nuez; Los testigos T14 (UTEQ-201), T16 (EET-103) y el tratamiento T4 (L26 H60) tienen tendencia a ser cacaos florales, mientras que T12 (L46H71) presenta una gran asociación con la acidez. El testigo T15 (CCN-51) se relacionó con el sabor pizarroso. T7 (L12 H27) y T11 (L46H67) son cacaos más amargos y astringentes, mientras que T3 (L24H64) no presenta asociación fuerte con ninguna variable organoléptica.



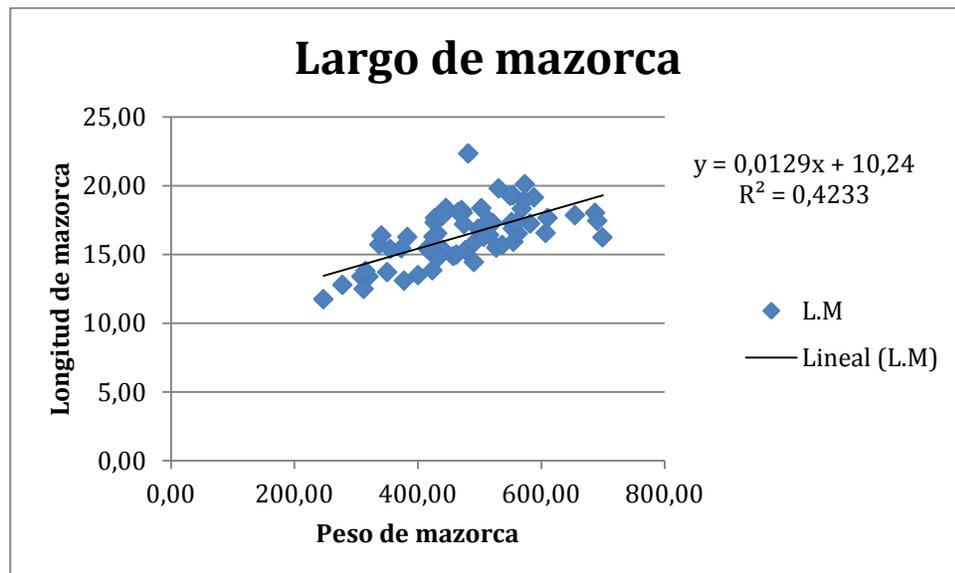
Elaborado por: Espín 2013

**Figura 3.** Distribución de los 16 clones estudiados en función de los resultados de la evaluación sensorial obtenida a partir del Análisis de Componentes Principales, centrado en los CP1 y CP2.

#### 4.1.8. Análisis de correlación entre variables

Mediante el análisis se evidenció correlaciones altamente significativas entre variables al ( $P \leq 0,05$ ), entre peso de mazorca, longitud de mazorca, índice de semilla, índice de mazorca, peso de 100 almendras y porcentaje de cotiledón (Ver Cuadro 12.).

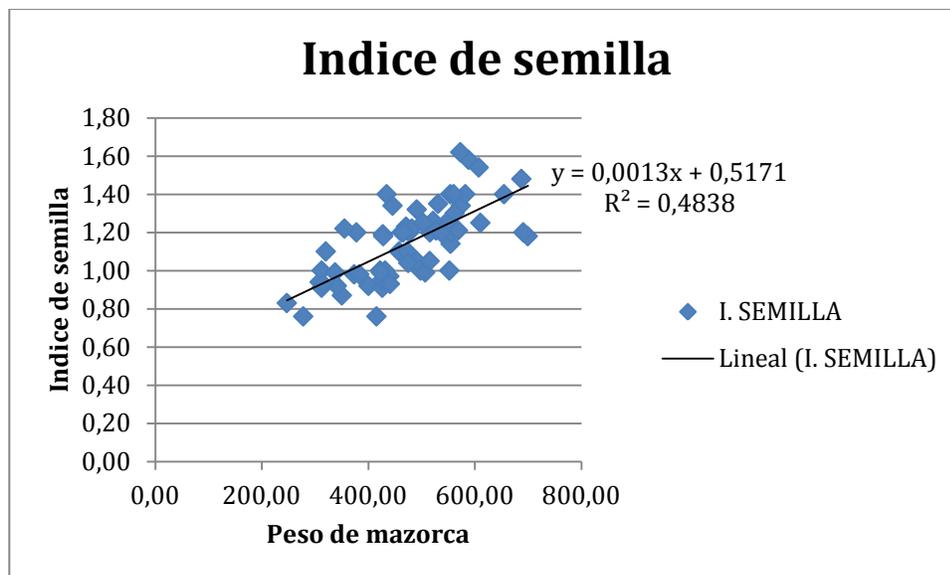
Según la figura 4 el peso de mazorca presentó una correlación positiva significativa al ( $P \leq 0,05$ ), con la longitud de mazorca ( $r^2 = 0,4233^*$ ), indicando que a medida que aumenta el largo de mazorca también aumenta el peso de la misma.



Elaborado por: Espín 2013.

**Figura 4.** Relación entre el peso y longitud de mazorca, de 13 clones de cacao (*Theobroma cacao* L.), tipo Nacional provenientes de la Finca Experimental "La Represa" FCI.UTEQ. 2013.

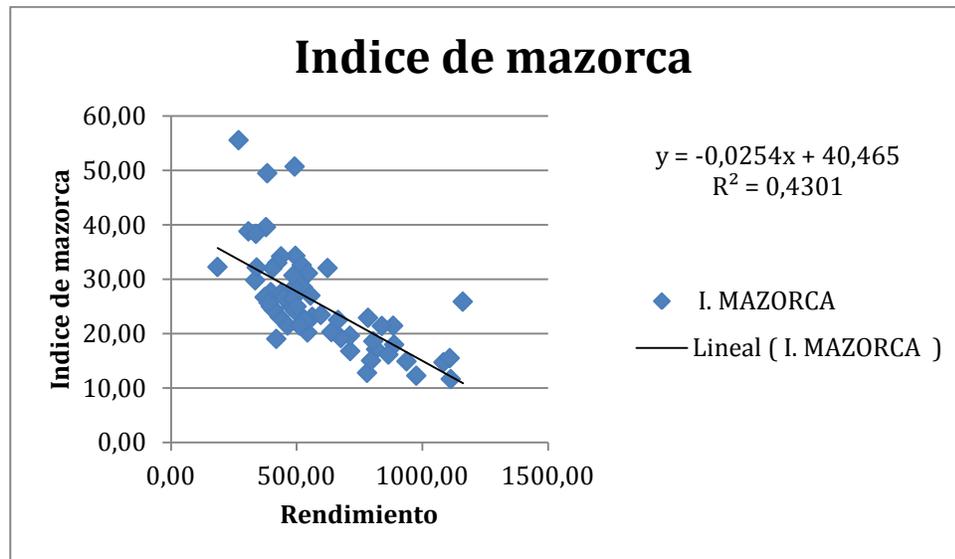
Se observó en la figura 5, una correlación positiva altamente significativa al ( $P \leq 0,05$ ), entre el peso de mazorca y el índice de semilla ( $r^2 = 0,4838^{**}$ ), indicando que el peso de la mazorca no solamente está influenciado por la corteza y el número de almendras sino también por el peso de las almendras contenidas. (Ver Cuadro 12.).



Elaborado por: Espín 2013.

**Figura 5.** Relación entre peso de mazorca e índice de semilla, de 13 de cacao (*Theobroma cacao* L.), tipo Nacional provenientes de la Finca Experimental "La Represa" FCI.UTEQ. 2013.

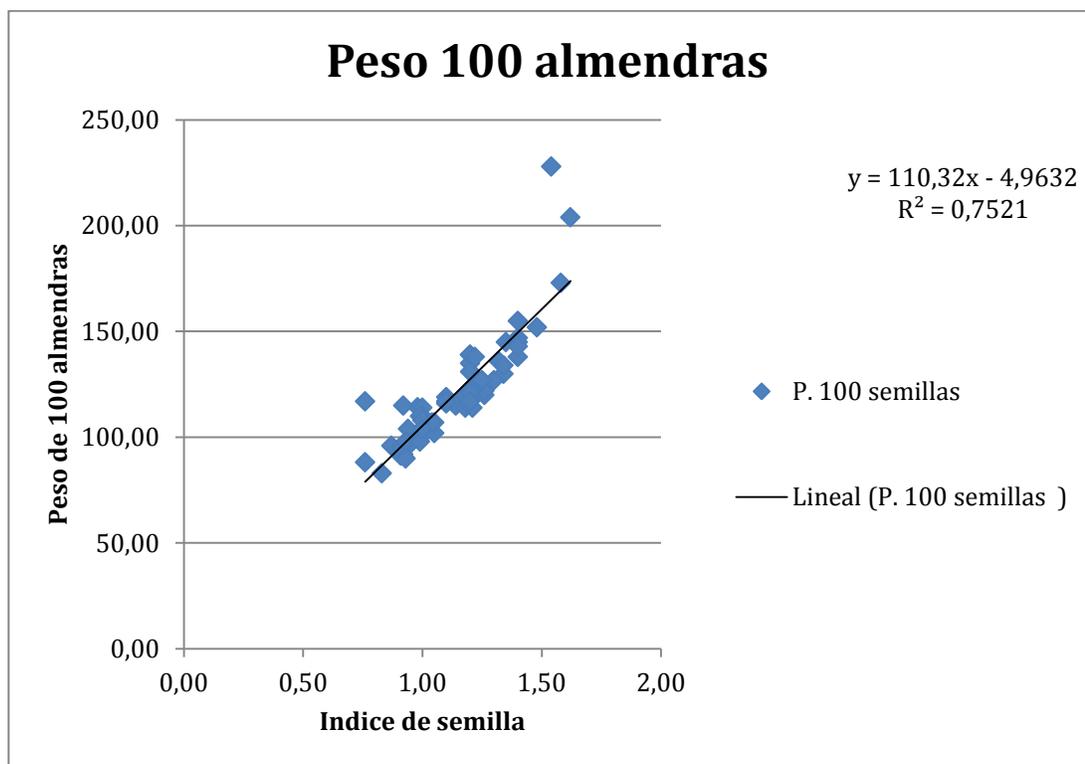
La figura 6, demuestra una correlación positiva significativa al ( $P \leq 0,05$ ), entre el rendimiento y el índice de mazorca ( $r^2 = 0,4301^*$ ), se pudo observar que a medida que el peso de almendras secas disminuye el índice de mazorca aumenta y se necesitan más almendras para obtener un kg de cacao seco. (Ver Cuadro 12.).



Elaborado por: Espín 2013.

**Figura 6.** Relación entre índice de mazorca y peso seco, de 13 clones de cacao (*Theobroma cacao* L.), tipo de Nacional provenientes de la Finca Experimental "La Represa" FCI.UTEQ. 2013.

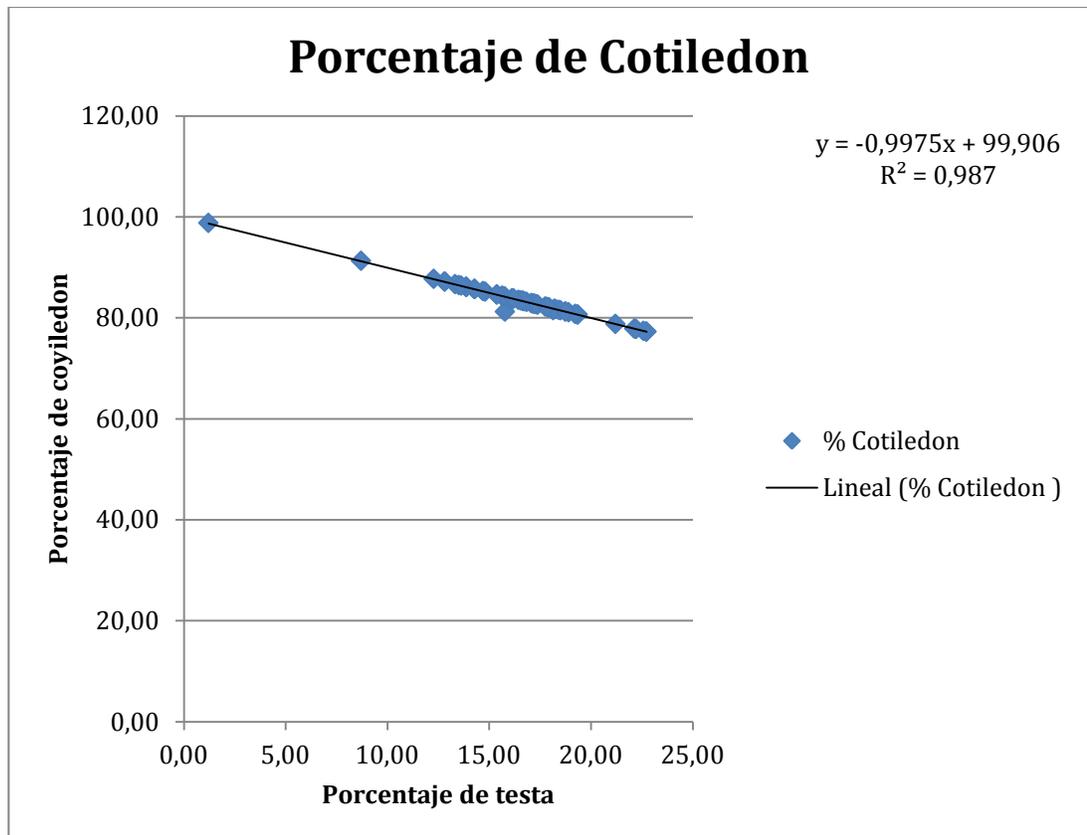
En la figura 7 se observó que existe relación altamente significativa al ( $P \leq 0,05$ ), entre el índice de semilla y el peso de 100 almendras ( $r^2 = 0,7521^{**}$ ), ya que el aumento en el peso de las semillas se ve reflejado en el peso de las 100 almendras. (Ver Cuadro 12.).



Elaborado por: Espín 2013.

**Figura 7.** Relación positiva entre el índice de semilla y el peso de 100 almendras, de 13 clones de cacao (*Theobroma cacao* L.), tipo Nacional provenientes de la Finca Experimental "La Represa" FCI.UTEQ. 2013.

Según la figura 8 registró una correlación positiva altamente significativa al ( $P \leq 0,05$ ), entre el porcentaje de testa y el porcentaje de cotiledón ( $r^2 = 0,987^{**}$ ), indicando que a medida que disminuye el porcentaje de testa aumenta el porcentaje de cotiledón lo cual es evidentemente favorable (Ver Cuadro12.).



*Elaborado por: Espín 2013.*

**Figura 8.** Relación entre el porcentaje de testa y de cotiledón, Relación positiva entre el índice de semilla y el peso de 100 almendras, de 13 clones de cacao (*Theobroma cacao* L.), tipo Nacional provenientes de la Finca Experimental "La Represa" FCI.UTEQ. 2013.

**CUADRO 12. Coeficiente de regresión (b) y determinación (r<sup>2</sup>), de 13 variables en 13 clones de cacao (*Teobroma cacao* L.), provenientes de la Finca Experimental "La Represa". UTEQ.FCI.2013.**

x/y		P.M	L.M	D.M	E.S	E.L	N° Alm.	P.F	Rendim	I. M.	I. S.	P. 100 alm.	P.T.	P.C.
P.M.	b	1												
	r <sup>2</sup>													
L.M.	b	10,24	1											
	r <sup>2</sup>	0,42*												
D.M.	b	6,57	7,35	1										
	r <sup>2</sup>	0,06	0,00											
E.S.	b	0,82	1,13	0,52	1									
	r <sup>2</sup>	0,05	0,00	0,09										
E.L.	b	0,76	0,75	0,83	0,65	1								
	r <sup>2</sup>	0,29	0,10	0,07	0,32									
N° Alm.	b	31,82	27,40	42,22	32,27	41,00	1							
	r <sup>2</sup>	0,11	0,09	0,00	0,02	0,00								
P.F.	b	147,55	204,32	130,89	65,43	151,32	129,14	1						
	r <sup>2</sup>	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,05							
Rendim	b	147,55	204,32	130,89	65,43	151,32	129,14	1	1					
	r <sup>2</sup>	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,05							
I. M.	b	43,04	48,63	38,74	32,27	35,25	52,22	26,85	26,85	1				
	r <sup>2</sup>	0,19	0,11	0,03	0,02	0,05	0,16	0,02	0,02					
I. S.	b	0,52	0,24	0,92	1,08	0,84	0,82	1,15	1,15	1,48	1			
	r <sup>2</sup>	0,48**	0,33	0,02	0,00	0,10	0,05	0,00	0,00	0,33				
P. 100 alm.	b	60,53	40,23	103,29	108,03	85,87	103,29	120,34	120,34	147,69	4,96	1		
	r <sup>2</sup>	0,28	0,17	0,01	0,01	0,08	0,01	0,00	0,00	0,13	0,75**			
P.T.	b	16,20	19,91	13,95	14,85	15,84	16,77	16,51	16,51	14,56	20,37	19,07	1	
	r <sup>2</sup>	0,00	0,02	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,04	0,03		
P.C.	b	83,88	79,90	86,42	85,23	84,32	83,43	83,44	83,44	85,30	79,62	80,86	99,91	1
	r <sup>2</sup>	0,00	0,02	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,04	0,03	0,99**	
<p>&lt;0,380=NO SIGNIFICATIVO(NS) 0,381-0,486=SIGNIFICATIVO(*) 0,487-1ALTAMENTE SIGNIFICATIVO(**)</p> <p>P.M: Peso de mazorca E.L: Espesor de Lomo D.M: Diámetro de mazorca P.F: Peso fresco I.M: Índice de mazorca</p> <p>L.M: Largo de mazorca E.S: Espesor de surco N°.Alm: Numero de almendras R.E: Rendimiento estimado I.S: Índice de semilla</p>														

Elaborado por: Espín 2013.

## **CAPITULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

## 5.1. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1.1. CONCLUSIONES

1. Se concluye que el T9 (537.74), T13 (620.01) y los testigos T15 (577.35) y T16 (543.51), registraron los valores superiores entre tratamientos en cuanto a peso de mazorca.
2. Los resultados de T12 (1.34) y T8 (1.31) adquirieron el mejor resultado entre tratamientos en estudio referente a índice de semilla.
3. El resultado para la variable rendimiento se concluye que el T12 (143.39) y T1 (142.69), obtuvieron los mejores resultados en rendimiento ( $\text{Kg Ha}^{-1}$ ) de cacao seco entre los de más tratamientos.
4. Con respecto al contenido en porcentaje de testa el valor superior registro T1 (20.56) y T9 (20.47) quienes están por encima de los de más tratamientos.
5. El menor contenido de testa se obtiene un mayor valor en porcentaje de cotiledón dando promedios superiores T11 (89.95) y T8 (86.80), en esta variable.
6. Para la variable pH de testa se concluye que T3 (7.99) y T5 (7.96), demostraron mejores resultados, T2 (7.97) y T5 (7.63), de igual forma registraron el mayor valor en contenido de pH de cotiledón contrario de los tratamientos restantes.
7. Al observar los resultados de T2 (7.38) y T8 (7.24), se concluye que alcanzaron el mejor resultado en contenido de grasa entre tratamientos, T4 (36.70) y T2 (37.12), siendo superior al de los demás, al presentan mayor valor de energía presente en almendras de cacao.
8. Para la variable peso de 100 almendras se concluye que T13 (148.00) y T12 (147.50) obtuvieron mejores resultados.
9. En el total de almendras con buena y ligera fermentación se concluye que T6 (94.50), T8 (79.75), T10 (95.25), T11 (78.00) y T13

(78.00), demostraron los mejores resultados entre tratamientos con categoría cacao arriba ASSPS, como también en sabor a frutas refleja más el T9 y T13, y los T1 (93.00), T5 (88.50), T10 y los testigos T14 (91.00) y T16 (97.00), fueron los mejores en sabor floral según la Norma INEN 176.

10. Para los resultados de sabores específicos a cacao, floral, frutal, se concluye que T9, 13 y T14 obtuvieron los mejores resultados.
11. Siendo los sabores adquiridos, el parámetro con valores menores entre los de más, se concluye que, los valores más altos con presencia de sabor pizarra y verde. los registró T5 y T1, reflejando una mayor intensidad el T3 con sabor a moho/tierra.
12. Para este análisis se concluye que existe correlación altamente significativa entre, peso de mazorca, longitud de mazorca, índice de semilla, índice de mazorca, peso de 100 almendras y porcentaje de cotiledón.

## **5.1.2. RECOMENDACIONES**

- En base a la variabilidad encontrada en la investigación, se recomienda elaborar chocolates y además sub productos de la post cosecha para la industria.
- Con los mejores tratamientos se recomienda estudiar otro tipo de parámetros o métodos específicos como Teobromina y cafeína; como también, estudiar otros ambientes para ver si influyen sobre su calidad sensorial.

## **CAPITULO VI. BIBLIOGRAFIA CITADA**

## 6.1. LITERATURA CITADA

- Alvarado, M. R y Bullard, E. T. 1961. Variation of bean characteristics in hybrid cacao progenies. Proceeding of the Caribbean Region. America Society of Horticultural Sciences. 105 p.
- Amores, F; Palacios, A; Jiménez, J; Zhang, D. 2009. Entorno ambiental, genético atributos de calidad y singularización del cacao en el Nor - Oriente de la provincia de Esmeraldas. Quevedo- Ecuador. INIAP. Boletín técnico 135. 29 p
- Amores, F; Agama, J; Suárez, C; Quiroz, J; Motato, N. 2009. Nuevos Clones de cacao Nacional para la zona central de Manabí “EET 575 y EET-576”. Quevedo- Ecuador. INIAP. Boletín divulgativo 346. 4 p
- Amores, F. Agama, J. Mite, F. Jiménez, J. Loor, G. Quiroz, J. 2009. “EET-544 y EET-558 nuevos clones de cacao Theobroma para la producción bajo riego en la península de Santa Elena”. INIAP Pichilingue. Boletín técnico N° 134. Pp 45
- Amores, F. 2004. Cacaos Finos y Ordinarios. In Taller Internacional de Calidad Integral de cacao Teoría y Práctica, Noviembre 15 – 17 del 2004. INIAP, Estación Experimental Tropical Pichilingue. Quevedo – Ecuador. 16 p. 4 y 7.
- Anchundia, S. Verdezoto, A. R. 2001. Tesis de “Estudio de algunas características físicas en almendras de cacao que se comercializan en la zona de Quevedo”. Tesis Tecnólogo. Quevedo-EC. Universidad Técnica Estatal de Quevedo UTEQ. p 4.

- Anecacao. 2008. Título (en línea) Consultado 11 dic 2012. Disponible en <http://www.anecacao.com/boletin2008.html>
- Arciniega, L. 2005. Caracterización de árboles superiores de cacao (*Theobroma cacao L.*) seleccionados por el programa de mejoramiento genético del CATIE. Tesis Mag. Sc. Turrialba, CR. CATIE. 126 p
- Bartley, B.G 2005. The genetic diversity of cacao and its utilization. CABI Publishing. CAB International, Wallingford, Oxfordshire, UK. p. 14-110.
- Braudeau, J. 1970. El cacao. Técnicas agrícolas y producciones tropicales. Blume. Barcelona, ES. 292 p.
- Biostelle, C. 1993. Chocolates y Chocolates. Editorial Dormonval. Argentina. p 32.
- Crespo, E. Crespo, F. 1997. "Cultivo y Beneficio del Cacao". Editorial Conejo. Quito-Ecuador. Pp 123-125.
- Cros, E. 2004. Factores que afectan el desarrollo del sabor a cacao, bases bioquímicas del perfil aromático. INIAP, Estación Experimental Tropical Pichilingue. Quevedo-Ecuador. 16-32pp.
- Enríquez, G. A. 1963. Característica y comportamiento de 25 cruces interclonales de cacao (*Theobroma cacao L.*). Tesis de Ing. Agr. Quito, EC. Universidad Central del Ecuador. 150 p.
- Enríquez, 1966. Selección y estudio de las características de la flor, la hoja y la mazorca, útiles para la identificación y descripción de cultivares de cacao. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, IICA. 97 p.
- Enríquez, G. 1985. Curso sobre el cultivo de cacao. Centro agronómico tropical de enseñanza Turrialba. CR. 188.192 pp

Enríquez, G. 2004. "Cacao Orgánico guía para productores Ecuatorianos". Manual Nro 54. INIAP. Quito-Ecuador. Pp 271.

Enríquez, g. 1985. "Curso sobre el cultivo de cacao". Primera edición. Centro agronómico tropical de enseñanza. Turrialba - Costa Rica. Instituto Theobroma de investigaciones agropecuarias Iniap. Quevedo-Ecuador. P 187-193.

Godos, L. 1908. Fabricación industrial de chocolates pasta para sopa y galletas. Madrid Ep. Adrián Romo editor.

González, K. Y Ruiz, J., 2009. Tesis de Economista con mención en gestión empresarial Especialización: FINANZAS "Valoración económica y financiera de la sustitución de cultivos de cacao (*Theobroma cacao* L.). Por un tipo de clon de cacao Denominado CCN-51. Caso finca San miguel" Escuela Politécnica del Litoral, Guayaquil – Ecuador.

Guamán, P. Consuelo, 2007 Tesis: "Estudio de factibilidad para el cultivo de cacao 51 en la Parroquia Cristóbal Colon de la ciudad de Santo Domingo de los Tsachilas y su comercialización" Escuela Politécnica Theobroma. Quito - Ecuador.

Hardy, F. 1960. Manual del Cacao. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas (IICA). Turrialba, CR. 335 p.

Hardy, F. 1961. Manual de Cacao. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. Turrialba, Costa Rica. 439 p.

INEN, 2006. Instituto Ecuatoriano de Normalización, Clasificación comercial del grano de cacao. Requisitos. Norma técnica ecuatoriana (NTE). Cuarta Revisión, 26 / 07 / 2006. Quito, Ecuador. 8 p.

Jiménez, J. 2000. Efecto de los métodos de fermentación sobre la calidad de tres grupos de cacao (*Theobroma cacao* L.) Cultivado en la zona de Quevedo provincia de los Ríos. Tesis Ing. Agr. Universidad de Bolívar- Ecuador. P 20.

Jiménez, J 2003. Prácticas del Beneficio del cacao y su calidad organoléptica. Mimeografiado. INIAP, Estación Experimental Tropical Pichilingue. Quevedo, Ecuador. 16 p

Jiménez, J. Amores, F. Nicklin<sup>2</sup>, C. Rodríguez<sup>3</sup>, D. Zambrano<sup>3</sup>, f. Bolaños<sup>4</sup>, M. Reynel<sup>4</sup>, V. Dueñas<sup>2</sup>, A. Y Cedeño<sup>1</sup>, P. 2011. “Micro fermentación y análisis sensorial para la selección de árboles superiores de cacao”. Calidad sensorial. INIAP Pichilingue. Boletín Técnico N<sub>o</sub> 140. P15.

Jiménez, J. 2000. Efectos de dos Métodos de fermentación sobre la calidad de tres grupos de cacao (*Theobroma cacao* L.) cultivados en la zona de Quevedo Provincia de Los Ríos. Tesis Ing. Agrónomo, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Central de Bolívar. Guaranda, Ecuador. 58 p.

Juran, J. (2005). Manual de Control de la Calidad. 2<sup>a</sup> ed. Reverté. Barcelona, España. 1534 pp.

Loyola, M. Karen. 2001 Tesis: “Análisis estadístico de la producción de cacao en el Ecuador” Escuela Politécnica del Litoral. Guayaquil - Ecuador.

- Montoya, M. 2012. Evaluación de 36 clones élites de cacao (*theobroma cacao* L.), tipos nacional y trinitario, procedentes de huertas tradicionales de la cuenca alta del río Guayas. Tesis de Ing. Agr. Quevedo, EC. Universidad Técnica Estatal de Quevedo. 44-45 p.
- Muñoz, M. 2010. Composición de alimentos. Valor nutritivo de alimentos de mayor consumo. 2<sup>ed</sup> Distrito Federal, MX, McGraw-Hill. 58-59 pp.
- Nielsen, D.S., J. Jakobsen, J.J., Jespersen. 2010. *Candida halmia* sp. nov., *Geotrichum ghanense* sp. nov., and *Candida awaia* sp. nov., isolated from Ghanaian cocoa fermentations. *International journal of systematic and evolutionary microbiology* 60: 1460-1465.
- Normas, Técnica Ecuatoriana NTE INEN 623:2006. Características de pasta de cacao (en línea). Consultado 17 de diciembre del 2012. Disponible en: [http://www.inen.gob.ec/index.php?Option=com\\_content&view=article&id=206&Itemid=62](http://www.inen.gob.ec/index.php?Option=com_content&view=article&id=206&Itemid=62)
- Normas Técnica Ecuatoriana NTE INEN 176. Características de pasta de cacao (en línea). Consultado 17 de diciembre del 2012. Disponible en: [http://www.inen.gob.ec/index.php?Option=com\\_content&view=article&id=206&Itemid=62](http://www.inen.gob.ec/index.php?Option=com_content&view=article&id=206&Itemid=62)
- Nosti, J. 1963. Cacao, café y té. Barcelona. Esp. Salvat editores. 74 p
- Radi, C. 2005. Estudio sobre los mercados de valor para el cacao *Theobroma* de origen y con certificaciones. CORPEI. Biocomercio Sostenible (en línea). Consultado 03 dic 2012. Disponible en <http://www.ecociencia.org/archivos/estudiodemercadoparacacaoTheobromadeorigenyconcertificaciones-100226.pdf>.

- Ramírez M., LG. 1987. Herencia de ciertos caracteres de la mazorca y del árbol de cacao (*Theobroma cacao* L.). Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica. Universidad de Costa Rica. 82 p.
- Ramos, G. 2004. La Fermentación, el Secado y Almacenamiento del Cacao. In Taller Internacional de Calidad Integral de cacao, Teoría y Práctica (15-17 nov./ 2004). INIAP – Quevedo, Ecuador, 44 p.
- Ratecas, M. Y Codony, R, 2000. Informe sobre Estudios Nutricionales del Cacao y Productos Derivados. Instituto del cacao y chocolate (ICC). (en línea). Consultado 20 12 diciembre 2012. Disponible en [http://www.nutricion.org/publicaciones/revista\\_marzo\\_02/vcongreso\\_publicaciones/Conferencias/cacao.pdf](http://www.nutricion.org/publicaciones/revista_marzo_02/vcongreso_publicaciones/Conferencias/cacao.pdf)
- Reyes, H. 2004. La calidad en el cacao. Factores determinantes de la calidad del cacao. (en línea) Consultado el 07 May. 2012. Disponible en <http://www.ceniap.cov.ve>
- Richelle M.; Tavazzi I.; Enslin M. And Offord E.A. (1999).“Plasma kinetics in man of epicatechin from black chocolate”.European Journal of Clinical Nutrition, vol. 53, No. 1 (January), pp. 22-26.
- Sánchez, V. 2011. Caracterización organoléptica del cacao (*Theobroma cacao* L.), para la selección de árboles con perfiles de sabor de interés comercial. Tesis. Ing. Agrónomo. Quevedo, Ecuador, UTEQ. 55 70 pp. Consultado el 29 Julio 2013. Disponible en: [http://www.iniap.gob.ec/nsite/images/documentos/Caracterizacion\\_organoleptica\\_cacao%20Theobroma%20cacao%20L.\\_seleccion\\_arboles\\_%20perfiles\\_sabor\\_interes\\_comercial.pdf](http://www.iniap.gob.ec/nsite/images/documentos/Caracterizacion_organoleptica_cacao%20Theobroma%20cacao%20L._seleccion_arboles_%20perfiles_sabor_interes_comercial.pdf)
- Sancho, J.; Bota, E.; de Castro, J. 1999. Introducción al análisis de los alimentos. Edición de la Universidad de Barcelona, España. pp. 28 - 215.

- Saucedo, A. 2003. Comportamiento de híbridos de cacao (*Theobroma cacao* L.) Tipo *Theobroma* en la zona de Quevedo. Comportamiento genético del cacao. Sistemas de incompatibilidad. Tesis Ing. Agr. Universidad Técnica de Babahoyo. Quevedo-Ecuador. P 91.
- Solórzano, E. 2011. Evaluación sensorial del Cacao (*Theobroma cacao* L.) Nacional Fino o de aroma procedente de varias zonas del país. Tesis. Ing. Agroindustrial. Quevedo - Ecuador. Universidad Técnica Estatal de Quevedo. 20-30 pp
- Soria, J. 1961. El mejoramiento del cacao. In Manual de cacao. (Edición en español). Compilado y editado por Frederick Hardy. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas (IICA). Turrialba - Costa Rica. P 353-380.
- Soria, J. 1966. Principales variedades de cacao cultivadas en América Tropical. Revista Turrialba - Costa Rica. P 261-266.
- Suárez, C. Moreira., Vera, B. 1993, Tesis: "Manual del cultivo de cacao" INIAP Quevedo – Ecuador, pp 10 - 16.
- Stevenson, C.; Corven, J. y Villanueva, G. 1993. Manual para Análisis de Laboratorio. San José, Costa Rica p. 13 - 46.
- Ortiz de Bertorelli, L; Graziani de Fariñas, L; Rovedas, G. 2009. Influencia de varios factores sobre características del grano de cacao fermentado y secado al sol. (En línea). Cielo: Agronomía Trop. 59(2): Pp 119-127. Consultado 10 de agosto del 2013. Disponible en:

[http://www.scielo.org.ve/scielo.php?pid=S0002-192X2009000200001&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.ve/scielo.php?pid=S0002-192X2009000200001&script=sci_arttext)

- Perea, J; Ramírez, O; Villamizar, A. 2010. Caracterización fisicoquímica de materiales regionales de cacao colombiano. (en línea). U NICAUCA. Biotecnología en el sector Agropecuario y Agroindustrial. Vol. 9. N<sup>o</sup>1. Pp 35-42. Consultado 14 de agosto del 2013. Disponible en: <http://www.unicauca.edu.co/biotecnologia/ediciones/vol9-1/CARACTERIZACION%20FISICOQUIMICA%20DE%20MATERIALES%20REGIONALES%20DE%20CACAO%20COLOMBIANO.pdf>
- Pérez, J. 2009. “Evaluación y caracterización de selecciones clónales cacao (*Theobroma cacao* L.) Del Programa de Mejoramiento del CATIE. Centro Agronómico Tropical de Investigaciones y Enseñanza. Turrialba-Costa Rica. (En línea). Consultado 10 de Marzo del 2013. Disponible en: [http://worldcocoafoundation.org/wp-content/files\\_mf/perezzuniga2009.pdf](http://worldcocoafoundation.org/wp-content/files_mf/perezzuniga2009.pdf)
- Quiroz, J. Mestanza, S. 2012. “Injertación de cacao”. Programa Theobroma de Cacao. Instituto Theobroma Autónomo de Investigaciones Agropecuarias INIAP. Boletín técnico n<sup>o</sup> 148.
- Vera, J. 1993. Origen del cacao, botánica y clasificación del cacao en manual del cultivo de cacao. Segunda edición, Manual número 25 Estación Experimental Tropical Pichilingue, INIAP, Quito- Ecuador. Pp 8- 16.
- INEN, 2006. Instituto ecuatoriano de Normalización, Cacao en grano. Requisitos. Norma técnica ecuatoriana (NTE). Cuarta Revisión, 26 / 07 / 2006. Quito, Ecuador. 8 p.

INEN, 2006. Instituto Ecuatoriano de Normalización, Clasificación comercial del grano de cacao. Requisitos. Norma técnica ecuatoriana (NTE). Cuarta Revisión, 26 / 07 / 2006. Quito, Ecuador. 8 p.

Urquhart, d.h. 1963. El cacao catalysedcaínreaction. Métodos enzymol. P 335 – 340.

Wood, G. 1983. Cacao. Traducido por Ambrosio, Tercera edición en español, México,D.F. p. 258 – 267.

## **CAPITULO VII. ANEXOS**

**ANEXO. 1**

**Boleta de evaluación sensorial**

Formulario para evaluación sensorial de muestras de licor de cacao.

Nombre.....

Institución.....

Fecha.....

Sesión N°.....

Código	Generalidades			Sabores básicos				Sabores específicos				Defectos				Observaciones
	Aroma	Sabor	Intensidad	Cacao	Acidez	Amargor	Astringencia	Floral	Frutal	Nuez	Caramelo o melaza	Moho	Quemado	Contaminado	Otros	

Comentarios.....  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....

Conclusiones.....  
 .....  
 .....  
 .....

**Donde se emplea la siguiente escala:**

Escala		
0	=	Ausente
1 a 2	=	intensidad baja
3 a 5	=	intensidad media
6 a 8	=	intensidad alta
9 a 10	=	intensidad muy fuerte o alta

## ANEXO 2

No.	Ubicación	Clon	Periodo 2002 -2006								
			Valores acumulados		Promedios anuales			Escoba de bruja <sup>3</sup>	Mazorca		
			NMS	NME	MS <sup>1</sup>	ME	ME <sup>2</sup> (%)		Color	Tamaño	
1	La Represa	L12 H23	829	53	165.8	10.6	6	1	Amarilla	Mediana	
2	La Represa	L23 H63	733	55	146.6	11	7	1	Amarilla	Mediana	
3	La Represa	L24 H64	500	70	100.0	14	12	1	Amarilla	Mediana	
4	La Represa	L26H60	1113	76	222.6	15.2	6	1	Amarilla	Mediana	
5	La Represa	L13H11	591	50	147.8	12.5	8	1	Amarilla	Mediana	
6	La Represa	L49H76	996	103	199.2	20.6	9	1	Amarilla	Mediana	
7	La Represa	L12H27	638	33	127.6	6.6	5	1	Amarilla	Mediana	
8	La Represa	L15H31	544	14	108.8	2.8	3	2	Amarilla	Mediana	
9	La Represa	L17H30	552	40	110.4	8	7	2	Roja	Mediana	
10	La Represa	L40H49	1276	44	255.2	8.8	3	2	Amarilla	Mediana	
11	La Represa	L46H67	983	102	196.6	20.4	9	2	Amarilla	Mediana	
12	La Represa	L46H71	744	46	148.8	9.2	6	2	Amarilla	Mediana	
13	La Represa	L46H75	584	38	116.8	7.6	6	2	Amarilla	Pequeña	
14	La Represa	UTEQ-201	TESTIGO 1							Roja	Mediana
15	Guayas	EET-103	TESTIGO 2							Amarilla	Mediana
16	Naranjal	CCN-51	TESTIGO 3							Roja	Grande

Fuente: Informe Anual 2006, Finca experimental "La Buseta"

<sup>1/</sup> El promedio anual de mazorcas sanas debe ser  $\geq 100$  mazorcas por árbol.

<sup>2/</sup> Porcentaje de mazorcas enfermas debe ser  $\leq 30\%$  respecto al promedio anual de mazorcas sanas.

<sup>3/</sup> Parámetro medido en base a una escala arbitraria de infección 1 – 5, donde: 1 = No infección, 2 = Poco, 3 = Ligero, 4 = Fuerte y 5 = Severo.

<sup>4/</sup> Adicionalmente estos árboles se encuentran establecidos en la finca "La Represa".

**ANEXO 3.** Análisis de varianza de Peso, Largo, Diámetro de Mazorca, Finca Experimental “La Represa”. FCI. UTEQ. 2013

F.V.	GL	Peso mazorca	Largo mazorca	Diámetro mazorca	F. Tabla	
					5%	1%
<b>Tratamientos</b>	15	26,930,22	10,39	0,74	1.90	2.48
<b>Error</b>	48	5591,72	2,30	0,82		
<b>Total</b>	63	4.81	4.51	0.90		
<b>Tukey</b>		191,02	3,87	2,30		
<b>C.V. %</b>		15,79	9,26	11,89		
<b>Significancia</b>		**	**	N.S		

NS No significativo

\* Significación al 95% de probabilidades

\*\* alta Significación al 99% de probabilidades

**ANEXO 4.** Análisis de varianza de Espesor de Surco y Lomo, y Número de Almendras Finca Experimental “La Represa”. FCI. UTEQ. 2013

F.V.	GL	Espesor		Número almendras	F. Tabla	
		surco	lomo		5%	1%
<b>Tratamientos</b>	15	0,06	0,11	56,35	1.90	2.48
<b>Error</b>	48	0,04	0,08	18,75		
<b>Total</b>	63	1.5	1.37	3		
<b>Tukey</b>		0,48	0,71	11,06		
<b>C.V. %</b>		18,44	18,76	10,9		
<b>Significancia</b>		N.S	N.S	**		

NS No significativo

\* Significación al 95% de probabilidades

\*\* alta Significación al 99% de probabilidades

**ANEXO 5.** Análisis de varianza de Peso Fresco, Rendimiento, Índice de mazorca.  
Finca Experimental “La Represa”. FCI. UTEQ. 2013

F.V.	GL	Peso	Rendimiento	Índice	F. Tabla	
		fresco	estimado	mazorca	5%	1%
<b>TRATAMIENTOS</b>	15	23483,37	115181,95	132,19	1.90	2.48
<b>Error</b>	48	24898,11	30424,53	58,67		
<b>Total</b>	63	0.94	3.78	2.25		
<b>Tukey</b>		403,08	445,58	19,56		
<b>C.V. %</b>		110,70	30,2	29,72		
<b>Significancia</b>		N.S	**	*		

NS No significativo

\* Significación al 95% de probabilidades

\*\* alta significación Significación al 99% de probabilidades

**ANEXO 6.** Análisis de varianza de Índice de Semilla, pH de Testa y Cotiledón.  
Finca Experimental “La Represa”. FCI. UTEQ. 2013

F.V.	GL	Índice semilla	pH de tésta	pH de cotiledón	F. Tabla	
					5%	1%
<b>TRATAMIENTOS</b>	15	0,09	2.07	2,86	1,90	2,48
<b>Error</b>	48	0,02	0,25	0,13		
<b>Total</b>	63	4.5	8.28	22		
<b>Tukey</b>		0,38	1,27	0,91		
<b>C.V. %</b>		13,13	7,04	5,35		
<b>Significancia</b>		**	**	**		

NS No significativo

\* Significación al 95% de probabilidades

\*\* alta significación Significación al 99% de probabilidades

**ANEXO 7.** Análisis de varianza de Índice de Semilla, pH de Testa y Cotiledón.  
Finca Experimental “La Represa”. FCI. UTEQ. 2013

F.V.	GL	% de Testa	% de Cotiledón	F. Tabla	
				5%	1%
<b>TRATAMIENTOS</b>	15	25,77	25,64	1,90	2.48
<b>Error</b>	48	6,17	6,33		
<b>Total</b>	63	4.17	4.05		
<b>Tukey</b>		6,34	3,02		
<b>C.V. %</b>		15,02	6,42		
<b>Significancia</b>		**	**		

NS No significativo

\* Significación al 95% de probabilidades

\*\* alta Significación al 99% de probabilidades

**ANEXO 8.** Análisis de varianza de Porcentaje de Humedad, Grasa, Energía, Ceniza. Finca Experimental “La Represa”. FCI. UTEQ. 2013.

F.V.	GL	Humedad	Grasa	Energía	Ceniza	F. Tabla	
						5%	1%
<b>TRATAMIENTOS</b>	15	3,20	115,75	0,80	0,26	1.90	2.48
<b>Error</b>	48	1,00	19,69	0,87	0,09		
<b>Total</b>	63	3.2	5.87	0.91	2.88		
<b>Tukey</b>		2,55	11,33	2,38	0,77		
<b>C.V. %</b>		13,42	13,87	14,16	9,59		
<b>Significancia</b>		**	**	N.S	**		

NS No significativo

\* Significación al 95% de probabilidades

\*\* alta Significación al 99% de probabilidades

**ANEXO 9.** Análisis de varianza del Perfil Sensorial de Buena, Ligera Fermentación y total. Finca Experimental “La Represa”. FCI. UTEQ. 2013.

F.V	GL	F. Tabla				
		Buena Fermen.	Ligera Fermen.	total	5%	1%
<b>TRATAMIENTOS</b>	15	2277,26	1596,38	158,86	1,90	2,48
<b>Error</b>	48	134,98	150,63	53,77		
<b>Total</b>	63	16.87	10.59	2.95		
<b>Tukey</b>		29,67	31,35	18,73		
<b>C.V %</b>		22.64	34,15	8,39		
<b>Significancia</b>		**	**	**		

NS No significativo

\* Significación al 95% de probabilidades

\*\* alta Significación al 99% de probabilidades

**ANEXO 10.** Análisis de varianza del Perfil Sensorial de Violeta, Pizarra, Moho e Insecto. Finca Experimental “La Represa”. FCI. UTEQ. 2013.

F.V	GL	F. Tabla					
		violeta	pizarra	moho	insecto	5%	1%
<b>TRATAMIENTOS</b>	15	134,55	11,93	2,65	0,50	1,90	2,48
<b>Error</b>	48	49,24	5,66	1,50	0,23		
<b>Total</b>	63	2.73	2.10	1.76	2.17		
<b>Tukey</b>		17,92	6,07	3,12	1,22		
<b>C.V %</b>		66,43	205,69	178,14	306,38		
<b>Significancia</b>		**	*	N.S	*		

NS No significativo

\* Significación al 95% de probabilidades

\*\* alta Significación al 99% de probabilidades

**ANEXO 11. Cosecha de mazorcas**



**ANEXO 12. Fermentación**



**ANEXO 13. pH de almendras**



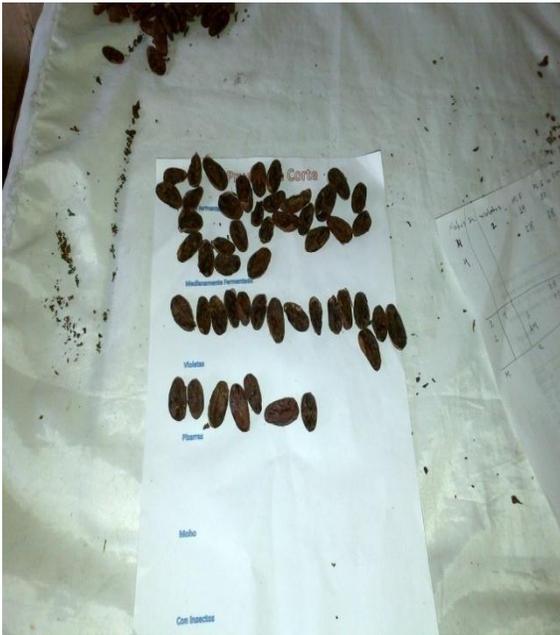
**ANEXO 14. Secado de almendras**



**ANEXO 15. Análisis Físicos**



**ANEXO 16. Prueba de corte**



**ANEXO 17. Descascarillado**



**ANEXO 18. Elaboración de pasta**



**ANEXO 19. Moldeado y empackado de pasta de cacao**



**ANEXO 20. Análisis químicos de las almendras**



**ANEXO 21. Peso de muestras**



**ANEXO 22. Extracción de grasa**



**ANEXO 23. Determinación de energía**



**ANEXO 24. Determinación de humedad**



**NEXO 25.** Valores de los tratamientos según el perfil sensorial de 13 clones de cacao tipo Nacional Finca “La Represa” FCI. UTEQ. 2013.



Hacienda LIMON  
 Km 22 via Quevedo-Guapara  
**MORASPUNGO** Cotopaxi  
 Ecuador  
 E-MAIL: vonrutesamuel@gmail.com  
**MAIL BOX / CASILLA POSTAL 1205 02051**  
**QUEVEDO** ECUADOR  
 OFICINA **QUEVEDO** VIA VALENCIA Km 1,5

**DEGUSTACION CACAO**

PROVEEDOR MUESTRAS: CHRISTIAN ESPIN  
 No muestras: 9  
 FECHA: 2013 07 30  
 testigo=l 200

nota 1 a 10

Características	testigo	I2414	I2660	I2363	I1223	L5000	L1311	L2001	L4976
cacao	6	2	5	5	5	5	6	7	6
arriba	7	2	3	3	5	4	5	7	4
frutal	4	2	2	2	5	2	2	3	3
amargo	4	2	5	3	2	4	4	4	4
nuez	2	2	3	2	2	2	2	2	2
acidez	2	2	2	2	2	2	2	2	3
astringente	3	2	5	5	3	5	3	4	4
pizarroso	2	2	2	3	2	4	4	2	3
moho/tierra	1	8	2	3	2	3	3	2	2
verde	2	2	2	2	3	2	2	2	2

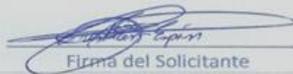
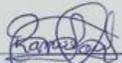
Observaciones:

algo en la fermentacion no esta bien  
 mejor se fermenta el testigo que las muestras

firma:

s v rütte

**ANEXO 26.** Análisis microbiológico a la pasta de cacao del mejor tratamiento, en 13 clones de cacao (*Theobroma cacao* L.), provenientes de la Finca Experimental “La Represa”. FCI.UTEQ.2013.

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO</b> <b>FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS</b> <b>LABORATORIO DE BROMATOLOGÍA</b> <b>SOLICITUD DE ANÁLISIS</b>		No.S-N-2013		
FECHA DE INGRESO	Junio 26, 2013			
SOLICITANTE	Sr. Espín Espín Cristian			
RESPONSABLE DE LA EMPRESA	TESISTA			
CARACTERÍSTICAS	Número de muestra: UNA			
	Identificación: PASTA DE CACAO			
	Estado Físico: Líquido	<input type="checkbox"/>	Sólido <input checked="" type="checkbox"/>	
	Debe ser: Procesada	<input type="checkbox"/>	Refrigerada <input type="checkbox"/>	
TIPO DE RECIPIENTE	Metálico <input type="checkbox"/>	Plástico <input type="checkbox"/>	Vidrio <input checked="" type="checkbox"/>	
PARÁMETRO				
VALOR				
Humedad Total				\$. . .
Cenizas				\$. . .
Extracto Etéreo (Grasa)				\$. . .
Proteína Bruta				\$. . .
Fibra Cruda				\$. . .
Brix				\$. . .
Aflatoxinas				\$. . .
Energía Bruta				\$. . .
Ph				\$. . .
Acidez				\$. . .
Recuento de Hongos y Levaduras				\$. . .
Coliformes Totales				\$. . .
Recuento de Aerobios Mesófilos				\$. . .
OBSERVACIONES:				
TIPO DE ANÁLISIS	Cuant. <input checked="" type="checkbox"/>	Cuali. <input type="checkbox"/>	Otros <input type="checkbox"/>	
NOTA:	Toda muestra analizada se guardará en el Laboratorio por un tiempo máximo de UN MES excepto productos alimenticios y otras sustancias degradables.			
	 Firma del Solicitante			
PRECIO:	Pese a conocimiento de:			
COMENTARIOS:	Análisis realizados por el tesista.			
	Autorizado casos especiales SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>			
	 Firma, Coordinadora de Laboratorio			
Comprobante de Pago No.	Forma de Pago Efectivo <input checked="" type="checkbox"/> Cheque <input type="checkbox"/>			

*Cpntinuación....*

### RESULTADOS

PARÁMETROS	PASTA DE CACAO			
<b>ANÁLISIS QUÍMICO</b>				
Humedad Total (%)				
Materia Seca (%)				
Cenizas (%)				
Extracto Etéreo (Grasa) (%)				
Proteína Cruda (%)				
Fibra Cruda (%)				
Calcio (%)				
Aflatoxinas (ppb)				
Energía Bruta Kcal/gr.				
Ph				
Acidez				
Nitrógeno				
*Brix				
Rcto. Aerobios mesófilos UFC/gr ó cm <sup>3</sup>	4.6 X 10 <sup>2</sup>			
Rcto. Hongos y Levaduras UFC/gr ó cm <sup>3</sup>	2.7 X 10			
Rcto. Coliformes Totales UFC/gr ó cm <sup>3</sup>	AUSENCIA			

OBSERVACIONES: Análisis bajo la supervisión del Técnico del Laboratorio, Ing. Lourdes Ramos

Técnico de Laboratorio



Fecha de Entrega de Resultados:

FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS

Prestación de Servicios

Análisis Químicos

Análisis Bromatológicos

Análisis Microbiológicos

Quevedo Km. 7 ½ vía a "El Empalme"

Telefax: 05 2752-177

Fax: 05 2753-300

Atención de Lunes a Viernes de (08H00 – 16H30)