



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA AGROPECUARIA DE  
MANABÍ MANUEL FÉLIX LÓPEZ**

**CARRERA AGRÍCOLA**

**TESIS PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE  
INGENIERA AGRÍCOLA**

**TEMA:**

**COMPARACIÓN DE PERFILES FÍSICOS Y SENSORIALES  
ENTRE CLONES DE *Theobroma cacao* L. BAJO TRES TIEMPOS  
DE MICROFERMENTACIÓN**

**AUTORAS:**

**MENDOZA BRAVO JULIANA MELISA  
PÁRRAGA BASURTO ELISA MARCELINA**

**TUTOR:**

**ING. FABRICIO ENRIQUE ALCÍVAR INTRIAGO M.Sc.**

**CALCETA, JUNIO 2017**

## DERECHOS DE AUTORÍA

Juliana Melisa Mendoza Bravo y Elisa Marcelina Párraga Basurto, declaramos bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional, y que hemos consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedemos nuestros derechos de propiedad intelectual a la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí “Manuel Félix López”, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual y su reglamento.

.....  
**JULIANA M. MENDOZA BRAVO**

.....  
**ELISA M. PÁRRAGA BASURTO**

## CERTIFICACIÓN DE TUTOR

**Ing. Fabricio Alcívar Intriago** certifica haber tutelado la tesis **COMPARACIÓN DE PERFILES FÍSICOS Y SENSORIALES ENTRE CLONES DE *Theobroma cacao* L. BAJO TRES TIEMPOS DE MICROFERMENTACIÓN**, que ha sido desarrollada por **Juliana Melisa Mendoza Bravo y Elisa Marcelina Párraga Basurto**, previa la obtención del título de Ingeniera Agrícola, de acuerdo al **REGLAMENTO PARA LA ELABORACIÓN DE TESIS DE GRADO DE TERCER NIVEL** de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí “Manuel Félix López”.

.....  
**ING. FABRICIO E. ALCÍVAR INTRIAGO M.Sc.**

## APROBACIÓN DEL TRIBUNAL

Los suscritos integrantes del tribunal correspondiente, declaran que han **APROBADO** la tesis **COMPARACIÓN DE PERFILES FÍSICOS Y SENSORIALES ENTRE CLONES DE *Theobroma cacao* L. BAJO TRES TIEMPOS DE MICROFERMENTACIÓN**, que ha sido propuesta, desarrollada y sustentada por **Juliana Melisa Mendoza Bravo y Elisa Marcelina Párraga Basurto**, previa la obtención del título de Ingeniera **Agrícola**, de acuerdo al **REGLAMENTO PARA LA ELABORACIÓN DE TESIS DE GRADO DE TERCER NIVEL** de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí “Manuel Félix López”.

.....  
**ING. GALO A. CEDEÑO GARCÍA M.Sc.**  
**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

.....  
**ING. SERGIO M. VÉLEZ ZAMBRANO M.Sc.**  
**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

.....  
**ING. JAIRO J. CEDEÑO DUEÑAS M.Sc.**  
**PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**

## **AGRADECIMIENTO**

A la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López que nos dio la oportunidad de una educación superior de calidad y en la cual hemos forjado nuestros conocimientos profesionales día a día.

Al Ing. Leonardo Vera Macías Director de la Carrera de Ingeniería Agrícola por el apoyo brindado en esta investigación.

A los Catedráticos de la Carrera de Ingeniería Agrícola que en el transcurso de nuestro paso estudiantil nos guiaron y brindaron siempre su apoyo incondicional.

Al Ing. Paúl Cedeño por su aporte desinteresado en la investigación y por el apoyo incondicional que siempre nos brindó.

Al Ing. Fabricio Alcívar Intriago por su apoyo en la investigación.

A los Ingenieros Miembros del Tribunal de la Carrera de Ingeniería Agrícola por su colaboración.

A nuestros padres por su apoyo moral y económico que nos permitieron el éxito de nuestro trabajo de tesis.

Y a todas las personas que nos ayudaron y colaboraron en la realización de este proyecto quedamos eternamente agradecidas.

**LAS AUTORAS**

## DEDICATORIA

Esta tesis primeramente se la dedico a Dios quien supo guiarme por el buen camino, darme fuerzas para salir adelante y no desmayar en los problemas que se presentaban, enseñándome a encarar las adversidades sin perder nunca la dignidad ni desfallecer en el intento y por permitirme llegar a este momento tan especial en mi vida.

A mi madre Jacinta Bravo por ser la persona que me ha acompañado durante todo mi trayecto estudiantil y de vida por ser el pilar fundamental para salir adelante y alcanzar mi meta eternamente agradecida de mi madre.

A mi padre Luis Mendoza quien con sus consejos ha sabido guiarme para culminar mi carrera gracias a estas dos personas maravillosas este esfuerzo va por ustedes, por lo que valen, porque admiro su fortaleza y por lo que han hecho de mí.

A mis hermanos Estefanía, Gregorio, Gabriel y a mi sobrina Guadalupe por estar siempre presentes, acompañándome y por haber fomentado en mí el deseo de superación y el anhelo de triunfo de vida.

A mi familia en general por el apoyo que siempre me brindaron día a día en el transcurso de cada semestre de mi vida universitaria.

A mis amigos que también me apoyaron y me permitieron entrar en su vida durante mi vida universitaria.

A mis profesores, gracias por su tiempo, enseñanzas, por su apoyo, así como por la sabiduría que me transmitieron en el desarrollo de mi formación profesional.

.....  
**JULIANA M. MENDOZA BRAVO**

## DEDICATORIA

Al creador de todas las cosas, el que me ha dado fortaleza para continuar cuando a punto de caer he estado por ello, con toda mi humildad que de mi corazón puede emanar, dedico primeramente esta investigación a Dios.

A mi Padre y a mi Madre, hermanos y sobrinos en general, a su vez les agradezco por brindarme su amor, su confianza, sus consejos y enseñanzas que fortalecieron mi vida y me supieron guiar por el camino del bien.

Por su dedicación y esmero y por ese amor incondicional que siempre me dan, les estaré muy eternamente agradecida.

.....

**ELISA M. PÁRRAGA BASURTO**

## CONTENIDO GENERAL

<b>DERECHOS DE AUTORÍA.....</b>	<b>ii</b>
<b>CERTIFICACIÓN DE TUTOR.....</b>	<b>iii</b>
<b>APROBACIÓN DEL TRIBUNAL .....</b>	<b>iv</b>
<b>AGRADECIMIENTO .....</b>	<b>v</b>
<b>DEDICATORIA.....</b>	<b>vi</b>
<b>DEDICATORIA.....</b>	<b>vii</b>
<b>CONTENIDO GENERAL .....</b>	<b>viii</b>
<b>CONTENIDO DE CUADROS Y FIGURAS.....</b>	<b>x</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>xi</b>
<b>RESUMEN.....</b>	<b>xii</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>xiii</b>
<b>CAPÍTULO I. ANTECEDENTES.....</b>	<b>1</b>
<b>1.1. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA .....</b>	<b>1</b>
<b>1.2. JUSTIFICACIÓN.....</b>	<b>2</b>
<b>1.3. OBJETIVOS.....</b>	<b>3</b>
<b>1.3.1. OBJETIVO GENERAL .....</b>	<b>3</b>
<b>1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....</b>	<b>3</b>
<b>1.4. HIPÓTESIS.....</b>	<b>3</b>
<b>CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>4</b>
<b>2.1. ORIGEN DEL CACAO Y DEL CULTIVO EN EL ECUADOR .....</b>	<b>4</b>
<b>2.2. GRUPOS GENÉTICOS .....</b>	<b>4</b>
<b>2.2.1. CLON EET-116 .....</b>	<b>6</b>
<b>2.2.2. CLON EET-575 .....</b>	<b>7</b>
<b>2.2.3. CLON EET-576 .....</b>	<b>7</b>
<b>2.3. MANEJO POSCOSECHA .....</b>	<b>8</b>
<b>2.4. FERMENTACIÓN.....</b>	<b>9</b>
<b>2.4.1. TIEMPO DE FERMENTACIÓN .....</b>	<b>10</b>
<b>2.4.2. MICROFERMENTACIÓN DEL CACAO .....</b>	<b>10</b>
<b>2.4.3. FERMENTACIÓN DE LAS ALMENDRAS EN CAJAS ROHAN .....</b>	<b>11</b>
<b>2.5. SECADO.....</b>	<b>12</b>
<b>2.6. ALMACENADO .....</b>	<b>12</b>



<b>2.7. CALIDAD</b> .....	<b>12</b>
<b>2.7.1. TIPOS DE CALIDAD DEL CACAO</b> .....	<b>13</b>
<b>2.7.2. CALIDAD DEL GRANO DE CACAO</b> .....	<b>13</b>
<b>2.7.3. CALIDAD FÍSICA DEL CACAO</b> .....	<b>13</b>
<b>2.7.4. CALIDAD SENSORIAL DEL CACAO</b> .....	<b>14</b>
<b>2.8. EVALUACIÓN FÍSICA DE LAS ALMENDRAS DE CACAO</b> .....	<b>14</b>
<b>2.8.1. IDENTIFICACIÓN Y CLASIFICACIÓN DE ALMENDRAS</b> .....	<b>15</b>
<b>2.8.2. TAMAÑO Y PESO DE LAS ALMENDRAS</b> .....	<b>15</b>
<b>2.8.3. EVALUACIÓN DE LA FERMENTACIÓN (PRUEBA DE CORTE)</b> .....	<b>15</b>
<b>2.9. PERFILES SENSORIALES</b> .....	<b>16</b>
<b>2.9.1. PERFILES DE LOS SABORES BÁSICOS</b> .....	<b>16</b>
<b>2.9.2. PERFILES DE SABORES Y AROMAS ESPECÍFICOS</b> .....	<b>16</b>
<b>CAPÍTULO III. DESARROLLO METODOLÓGICO</b> .....	<b>17</b>
<b>3.1. UBICACIÓN</b> .....	<b>17</b>
<b>3.2. FACTORES EN ESTUDIO</b> .....	<b>17</b>
<b>3.3. TRATAMIENTOS</b> .....	<b>17</b>
<b>3.4. DISEÑO EXPERIMENTAL Y ANÁLISIS DE DATOS</b> .....	<b>18</b>
<b>3.5. MANEJO DEL EXPERIMENTO</b> .....	<b>18</b>
<b>3.6. VARIABLES RESPUESTAS</b> .....	<b>18</b>
<b>CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> .....	<b>23</b>
<b>CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b> .....	<b>27</b>
<b>5.1. CONCLUSIONES</b> .....	<b>27</b>
<b>5.2. RECOMENDACIONES</b> .....	<b>27</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....	<b>28</b>
<b>ANEXOS</b> .....	<b>34</b>

## CONTENIDO DE CUADROS Y FIGURAS

<b>Cuadro 2.1.</b> Características agronómicas y productivas de los clones de cacao Nacional EET 575 y EET 576, recomendados para la zona central de la provincia de Manabí y comparados con CCN-51, bajo las mismas condiciones de climatología y manejo	<b>8</b>
<b>Cuadro 3.1.</b> Tratamientos (Combinación de los niveles de los factores)	<b>17</b>
<b>Cuadro 3.2.</b> Esquema ANOVA.	<b>18</b>
<b>Cuadro 4.1.</b> Significancia estadística del análisis de varianza aplicado a variables relacionadas con la calidad física del grano del cacao.	<b>24</b>
<b>Cuadro 4.2.</b> Porcentaje de fermentación de granos de tres clones de cacao bajo tres tiempos de microfermentación.	<b>24</b>
<b>Cuadro 4.3.</b> Porcentaje de granos defectuosos de tres clones de cacao bajo tres tiempos de microfermentación.	<b>25</b>
<b>Figura 4.1,</b> Atributos físicos del grano de tres clones de cacao después de la fermentación: A) Peso de 100 granos, B) porcentaje de testa, C) índice de granos y D) peso de cotiledón.	<b>25</b>
<b>Cuadro 4.4.</b> Significancia estadística del análisis de varianza aplicado a variables relacionadas con la calidad sensorial del grano del cacao.	<b>26</b>

## ANEXOS

<b>ANEXO 1:</b> Cosecha de los clones EET-575, EET-576 y EET-116.	<b>35</b>
<b>ANEXO 2:</b> Selección de las mazorcas de cacao en buen estado.	<b>35</b>
<b>ANEXO 3:</b> Apertura de las mazorcas y la extracción de las almendras.	<b>36</b>
<b>ANEXO 4:</b> Almendras de cacao colocadas en las cajas Rohan para comenzar el proceso de microfermentación.	<b>36</b>
<b>ANEXO 5:</b> Remoción de los tratamientos y replicas a las 48 y 72 horas.	<b>37</b>
<b>ANEXO 6:</b> Almendras de cacao fermentadas.	<b>37</b>
<b>ANEXO 7:</b> Secado natural de las almendras de cacao.	<b>38</b>
<b>ANEXO 8:</b> Almacenamiento de las muestras de cacao en bolsas de tela.	<b>38</b>
<b>ANEXO 9:</b> Análisis físicos: Peso de las 100 almendras de cacao.	<b>39</b>
<b>ANEXO 10:</b> Análisis físicos: Prueba de corte.	<b>39</b>
<b>ANEXO 11:</b> Análisis físicos: Determinación del grado de fermentación a través de la prueba de corte.	<b>40</b>
<b>ANEXO 12:</b> Selección y peso de 20 almendras de cacao para determinar el % de testa.	<b>40</b>
<b>ANEXO 13:</b> Peso de 20 cotiledones y peso de 20 cascarillas de almendras de cacao para determinar el % de testa.	<b>41</b>
<b>ANEXO 14:</b> Análisis sensorial: Elaboración del licor de cacao.	<b>41</b>
<b>ANEXO 15:</b> Colocación del licor de cacao en gavetas para chocolate.	<b>42</b>
<b>ANEXO 16:</b> Barras de chocolate listas para el proceso de degustación de los Catadores.	<b>42</b>

## **RESUMEN**

La presente investigación se realizó desde Diciembre del 2015, en la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí “Manuel Félix López” con el propósito de determinar la calidad física y sensorial de almendras de cacao de los clones EET-575, EET-576 y EET-116. Se utilizó un Diseño Completamente Aleatorizado (DCA) en arreglo factorial A (clones de cacao) x B (tiempos de microfermentación), con 9 tratamientos y 3 réplicas. Se registraron las variables: porcentaje de fermentación, almendras defectuosas, peso de 100 granos, índice de granos, porcentaje de testa. Además, se determinaron los perfiles sensoriales de sabores específicos: floral, frutal, nuez, cacao, caramelo; y sabores básicos de amargor, acidez, astringencia. Los resultados indican que el porcentaje de fermentación y almendras defectuosas fueron influenciadas por el genotipo y los tiempos de microfermentación donde los clones tipo Nacional EET-575 y EET-576 mostraron los mejores resultados, en contraste al EET-116 que presentó menor valor de fermentación y mayor cantidad de almendras defectuosas. Por el contrario, las características sensoriales del grano no fueron influenciadas significativamente por el genotipo ni por los tiempos de microfermentación. Finalmente se establece que con seis días de microfermentación en cajas Rohan se alcanzó mejores índices de fermentación y calidad física del grano.

## **PALABRAS CLAVE**

Genotipos, tiempo de fermentación, calidad organoléptica.

## **ABSTRACT**

The present research was carried out on December of 2015, at the Polytechnic Agricultural School of Manabi "Manuel Félix López", in order to determine the physical and sensorial quality of cocoa almonds from clones EET-575, EET-576 and EET- 116. A completely randomized design (DCA) was used in factorial arrangement A (cocoa clones) x B (microfermentation times), with 9 treatments and 3 replicates. The variables were: percentage of fermentation, defective almonds, weight of 100 grains, grain index, percentage of forehead. In addition, the sensory profiles of specific flavors were determined: floral, fruit, nut, cocoa, caramel; and basic tastes of bitterness, acidity, astringency. The results indicate that the percentage of fermentation and defective almonds were influenced by the genotype and the microfermentation times where the clones type National EET-575 and EET-576 showed the best results, in contrast to the EET-116 that presented a lower value of fermentation and more defective almonds. In contrast, the sensory characteristics of the grain were not significantly influenced by the genotype or microfermentation times. Finally, it is established that with six days of microfermentation in Rohan boxes, better fermentation rates and physical quality of the grain were reached.

## **KEY WORD**

Genotypes, fermentation time, organoleptic quality.

# CAPÍTULO I. ANTECEDENTES

## 1.1. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Los problemas que existen en el país por el manejo inadecuado de poscosecha que realizan los pequeños productores de cacao, son debido en parte al desconocimiento sobre el proceso de fermentación, etapa necesaria para inducir los cambios bioquímicos en la almendra que producen los precursores del sabor y aroma a chocolate (Saltos y Amores, 2006).

Las prácticas inadecuadas que no garantizan la ocurrencia de todos y cada uno de los cambios físicos y bioquímicos durante la fermentación del cacao no permitirán la presentación en el mercado de un producto de buena calidad; por esto, se debe mejorar el proceso y la tecnificación poscosecha, apoyándose en el conocimiento de las diferencias en el tiempo de fermentación según las variedades, que permitan la estandarización de los procesos fermentativos que garanticen una calidad del grano homogénea (Pineda *et al.*, 2012).

Los principales inconvenientes que se presentan en la actualidad están relacionados con la disminución de la calidad del cacao debido a la heterogeneidad del cultivo, manejo poscosecha defectuoso y a las prácticas culturales inadecuadas, que principalmente se realizan en la cosecha y no se utiliza un control eficiente de plagas y enfermedades, que con el paso del tiempo han provocado bajos niveles de calidad y productividad en las plantaciones de cacao.

Por lo expuesto surge la siguiente interrogante **¿Los tiempos de microfermentación pueden influir en las características físicas y sensoriales de tres clones de cacao en estudio?**

## **1.2. JUSTIFICACIÓN**

En el cultivo de cacao, el beneficio constituye una parte fundamental y decisiva para obtener buena calidad del grano, y permitir su correcta comercialización en el mercado nacional e internacional. Con un beneficio adecuado se desarrollan en la almendra los principios fundamentales del sabor, el aroma y la calidad, lo que determina en gran medida su condición de finos y aromáticos, es decir la calidad del producto final (FUNDACITE, 2000).

Este se puede definir como la serie de operaciones sucesivas que comienzan con la cosecha y apertura de las mazorcas maduras para la obtención de los granos (desgrane), continúa con la fermentación, secado y limpieza, terminando con la selección, clasificación y almacenamiento del grano (Rodríguez, 2006).

La presente investigación ayudará a conocer las características físicas y sensoriales presentadas por el Cacao Nacional y Forastero, a través de microfermentación en Cajas Rohan. De esta manera se pretende generar en un futuro un valor agregado al producto, y crear una base de datos que le servirá de referencia a las empresas productoras de chocolate.

## **1.3. OBJETIVOS**

### **1.3.1. OBJETIVO GENERAL**

- ✓ Comparar perfiles físicos y sensoriales en tres clones de cacao sometidos a diferentes tiempos de microfermentación.

### **1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- ✓ Determinar el tiempo óptimo de microfermentación en las características físicas de los clones de cacao EET-116, EET-575 y EET-576.
- ✓ Establecer el tiempo óptimo de microfermentación en las características sensoriales de los clones de cacao EET-116, EET-575 y EET-576.

## **1.4. HIPÓTESIS**

Los procesos de microfermentación permitirán establecer perfiles físicos y sensoriales discriminantes entre los diferentes clones.



## **CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO**

### **2.1. ORIGEN DEL CACAO Y DEL CULTIVO EN EL ECUADOR**

El cacao es una planta originaria de los trópicos húmedos de América del Sur. Su centro de origen parece estar situado en el noroeste de Sudamérica, en la zona alta amazónica, entre Perú, Ecuador y Colombia. Además, los genotipos encontrados en Centro América y en la costa de México, tienen más parecido al cacao fino de Ecuador, que los Forasteros del bajo Amazonas (Enríquez, 2010).

Actualmente es cultivado en la mayoría de países que se encuentran en los trópicos, en una zona comprendida entre los 20° de latitud norte y los 20° latitud sur, y cerca del Ecuador o línea equinoccial hasta una altitud de 1,300 msnm (Enríquez, 2010).

Ecuador tiene un histórico prestigio por ser uno de los principales productores de cacao fino y de aroma en el mundo, con aproximadamente 70,000 t anuales, lo que significa el 60 % de la producción mundial de este tipo (INIAP, 2012).

### **2.2. GRUPOS GENÉTICOS**

Aunque existe poca información genética sobre la calidad de cacao, se estima que las características de sabor resultan de la interacción de numerosos genes. Las diferencias se hacen más notorias entre los tres tipos de cacaos comerciales reconocidos: Criollo (Venezuela), Forastero y Trinitarios (Criollos x Forasteros) y los híbridos naturales formados entre éstos (INIAP, 2012).

Motamayor *et al.*, (2008) afirman que no se puede clasificar el cacao dentro de los tres grupos tradicionales (Criollo, Forastero y Trinitario) debido a una amplia diversidad genética de cultivares con características propias de cada región. La variedad de cacao nacional que es nativa de Ecuador tiene características independientes a los grupos antes mencionados con rangos morfológicos y organolépticos especiales (Quiroz, 2002).

Según, el Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria (2010), el cacao Criollo es un genotipo de cacao, cuyo cultivo se dispersó desde México a Centro América; de alta calidad y sabor agradable. Ha sido domesticado y adaptado a diferentes zonas, la planta es muy delicada, de poca productividad y susceptible a enfermedades, muestra una arquitectura de árbol débil, hojas grandes y oscuras, los rebrotes nuevos son verde pálido, estaminodios de color rojo intenso, el tipo de mazorca es rústica de cascara delgada y de forma cundeamor.

El cacao Forastero se caracteriza por tener mazorcas ovoides o amelonadas (con forma de melón), con diez surcos superficiales o profundos, cáscaras lisas o ligeramente verrugosas, delgadas o gruesas y los dos extremos redondos y a veces con un pequeño cuello de botella en la base. Por lo general son verdes, con tonos blanquecinos o rosados tenues en algunas poblaciones. Las semillas son moradas, triangulares en corte transversal, aplanadas y pequeñas (Enríquez y Paredes, 1978).

Las mazorcas están dotadas de surcos y rugosidades notables, las almendras producen un chocolate con un sabor básico de cacao (Calderón, 2002).

El conocimiento de la herencia genética del cacao, actualmente, es muy amplio, pues se conoce bastante bien la forma en que se heredan la mayoría de características tanto morfológicas como comerciales del cacao, que aún no se han explotado a plenitud, por el escaso talento humano especializado en genética del cacao en varios de los países productores (Jiménez, 2013).

El cacao Trinitario es el que más se cultiva en América. Se considera como un híbrido natural proveniente del cruce entre los dos primeros tipos de cacao. Por esta razón presenta una gran variabilidad y es donde han surgido excelentes genotipos de gran vigor y rusticidad, resistencia a plagas y mayor rendimiento. Trinitarios viene de Trinidad, Isla de las Antillas (INTA, 2010).

El cacao Trinitario constituye poblaciones híbridas de cruzamientos espontáneos de Criollos y Forasteros los cuales tienen características de

mazorcas y semillas casi similares o en la mayor parte intermedias entre los dos grupos que le dieron origen (Enríquez y Paredes, 1978).

La variedad tradicional del Ecuador es el tipo denominado Nacional, que se caracteriza por dar chocolate fuerte, de buen sabor y aroma, tiene un tipo de fermentación muy corta, de pocas horas, en contraste con el Forastero que toma varios días, en algunos casos hasta 12 días (Enríquez, 2010).

El cacao Nacional, se ha considerado como un tipo de cacao Forastero debido a que el árbol y la mazorca se asemejaba a lo que en Venezuela, Trinidad y Tobago se llamó Forastero, por ser de un origen ajeno a esos países. En la actualidad se ha comprobado que el cacao Nacional está mucho más cerca del cacao Criollo, debido a sus características genéticas y morfológicas (Enríquez, 2010).

Las características morfológicas que se presentan en el fruto son: color inicialmente verde y amarillo intenso cuando está madura, cáscara rugosa, surcos bien pronunciados, almendras de forma elíptica terminadas en una punta (Jiménez, 2013).

### **2.2.1. CLON EET-116**

Este material tiene su origen en Iquitos y pertenece al grupo de los “Amazónicos”, caracterizados por su productividad y resistencia a la enfermedad Mal del machete (*Ceratocystis cacaofunesta*), susceptible a la monilia (*Moniliophthora roreri*); presenta alelos de autoincompatibilidad (INIAP, 2012).

En la actualidad, este clon es utilizado como patrón para injertar cualquier variedad comercial de cacao, por lo que posee alta resistencia al mal del machete, sin dejar de descartar que cuando este se comporta como madre en las hibridaciones, sus progenitores serán medianamente resistentes a esta enfermedad (INIAP, 2012).

## DESCRIPCIÓN

Color del fruto inmaduro:	Verde
Tamaño del fruto:	Grande
Forma del fruto:	Elíptico
Forma del ápice del fruto:	Atenuado
Rugosidad del fruto:	Ligeramente rugoso
Constricción basal del fruto:	Ligero
Grosor de la cáscara del fruto:	Intermedio
Disposición de un par de lomos:	Pareados
Profundidad de surcos:	Ligero
Número de semillas por fruto:	30-65
Tamaño de la semilla:	Mediana
Forma de semilla en sección o corte longitudinal:	Elíptica
Forma de semilla en sección o corte transversal:	Aplanada
Color de cotiledones:	Morado
Compatibilidad:	Autoincompatible

### 2.2.2. CLON EET-575

Este clon es de crecimiento semi erecto, autocompatible y rendimiento promedio de 1,512 kg de cacao seco/ha, posee mazorcas de tamaño medio a grandes, de color verde, que cuando maduran son amarillas, de forma semejante a los de cacao Nacional; las almendras son de color purpura morado, de 2,27 cm de largo y, 1,17 cm de ancho y 0,77 cm de espesor (INIAP, 2010).

### 2.2.3. CLON EET-576

Este clon tiene características de crecimiento y compatibilidad similares al clon 575, rendimiento promedio de 1,203 kg de cacao seco/ha, las mazorcas son de tamaño medio a grandes, color verde en estado inmaduro y amarillas cuando maduran, la forma de la mazorca es semejante al Nacional; con almendras color purpura marcado, de 2,39 cm de largo, 1,24 cm de ancho y 0,78 cm de espesor (INIAP, 2010).

Ambos clones muestran un alto grado de homogeneidad en el tamaño de las almendras; atributo importante para la industria y que contribuye a la valoración del cacao. Además de los sabores básicos (cacao, acidez, amargor, astringencia), la pasta de cacao proveniente de ambos clones presenta caracteres sensoriales relacionadas con los aromas floral, frutal y nuez, en niveles variables. Estas características ubican a estos clones dentro del grupo de los cacaos finos de aroma (Amores *et al.*, 2009b).

**Cuadro 2.1** Características agronómicas y productivas de los clones de cacao Nacional EET 575 y EET 576, recomendados para la zona central de la provincia de Manabí y comparados con CCN-51, bajo las mismas condiciones de climatología y manejo (Amores *et al.*, 2009a).

Clones	Índice de semilla	Índice de mazorca	Rendimiento de cacao seco kg/ha	
			Año 2007	Acumulado <sup>++</sup>
EET 575	1,2	23	1512,2	3383,09
EET 576	1,3	19	1203,2	2969,03
CCN-51	1,4	18	1312,6	3232,70

### 2.3. MANEJO POSCOSECHA

El proceso poscosecha es de gran importancia para la calidad del producto final y de manera concreta para el desarrollo de sus características organolépticas si bien este manejo requiere un proceso sistemático y estricto, las etapas con un peso más importante para la consecución del producto final esperado son la fermentación y el secado, ya que promueven las características de color, sabor y aroma del chocolate (Sánchez *et al.*, 2008).

Es importante destacar que el tratamiento poscosecha (fermentación, secado y tostado), especialmente el proceso de fermentación desarrolla los llamados precursores del aroma y disminuye la astringencia y la acidez de los granos de cacao. Por el contrario, si no se lleva un adecuado tratamiento poscosecha, el potencial aromático de los cacaos finos o de aroma no se manifiesta (Quintero y Díaz, 2004).

El beneficio poscosecha, debe ser cuidadosamente realizada para garantizar la calidad integral del producto final. El secado es un proceso físico, químico y mecánico, mediante el cual se elimina el exceso de humedad de las almendras y se completa la formación del sabor y aroma a chocolate (Zambrano *et al.*, 2010b).

El beneficio de la poscosecha representa una de las etapas de mayor relevancia en la formación de compuestos de aroma y sabor, siendo la fermentación fundamental para los precursores de aroma. Esta etapa incluye dos fenómenos distintos, pero no independientes (Zambrano *et al.*, 2010a).

El primero es una fermentación microbiana de la pulpa que contribuye a degradar el mucílago presente alrededor de las almendras de cacao; y el segundo es un conjunto de reacciones bioquímicas internas en las mismas que conducen a una modificación de la composición fenólica, a la formación de los precursores de aroma que se consumirán en el tostado y a la formación de una fracción volátil (Zambrano *et al.*, 2010a).

En la práctica, los métodos de fermentación varían mucho de una zona productora a otra, sobre todo el tipo de fermentador (Graziani de Fariñas *et al.*, 2003) y el tiempo de fermentación, siendo los más usuales, entre los productores de la zona norte y central de Manabí, las cajas de madera, saco de yute, tinas plásticas y montón.

## **2.4. FERMENTACIÓN**

Según Ortiz, *et al.*, (2009) y Riviera, *et al.*, (2012) manifiestan que la fermentación es una etapa de gran importancia, ya que se producen reacciones bioquímicas que causan una disminución del amargor y la astringencia que dan origen a los precursores del aroma y sabor a chocolate.

Es el proceso que continúa después del desgrane. Consiste en amontonar los granos durante varios días con el fin de que los microorganismos descompongan el mucílago (la pulpa blanca y azucarada que envuelve los granos), aumente la temperatura para producir la muerte del germen o embrión

y se inicien los cambios bioquímicos y las reacciones enzimáticas en el interior de las almendras, que van a ser los responsables de la formación de los compuestos precursores del sabor a chocolate (Cubillos *et al.*, 2008).

Para la fermentación se necesita un lugar especial no afectado por corrientes de viento, pero que sea bien ventilado, un local que en la parte baja tenga la pared con bloques y en la parte superior haya malla de alambre con una puerta bien segura. (Enríquez, 2010).

Durante la fermentación y la desecación se forman compuestos que durante el tostado reaccionan y dan origen al sabor y aroma característico del cacao (Portillo *et al.*, 2006)

#### **2.4.1. TIEMPO DE FERMENTACIÓN**

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 a 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 (Jiménez, 2000).

Por lo general, mientras el color de los cotiledones es más violeta oscuro, el tiempo de fermentación se prolonga más. La intensidad de la coloración depende a su vez de la concentración de antocianina, un pigmento que es parte de la carga total de polifenoles que contiene el cacao. Los cacaos Criollos tienen menos antocianina y en general polifenoles, por eso fermentan más rápido (Amores *et al.*, 2009a).

#### **2.4.2. MICROFERMENTACIÓN DEL CACAO**

En este método se hacen bandejas micro fermentadoras que deben medir de 1,57 m largo, 0,75 m de ancho y 0,10 m de profundidad; el interior de la caja tiene 24 compartimientos; cada división de 0,19 m de ancho y 0,16 de largo,

tiene 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 (Enríquez, 1985).

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).

### **2.4.3. FERMENTACIÓN DE LAS ALMENDRAS EN CAJAS ROHAN**

Este sistema consiste en una serie de gavetas con dimensiones de 120 x 80 x 10 cm las cuales tienen una capacidad para 70 kg de cacao húmedo. El fondo de estas gavetas debe tener reglillas de 5 cm de ancho distanciadas uniformemente para permitir tanto la aireación de la masa de grano como el drenaje de los jugos lixiviados durante el proceso de fermentación. (Enríquez y Paredes, 1978).

La fermentación de las cajas Rohan es originaria del África Occidental, específicamente de Ghana, en vista que varios investigadores realizaban trabajos sobre la fermentación de cacao, quienes al percatarse que las mayores concentraciones de la temperatura encontraron en la parte superior de la pila o montón, diseñaron un modelo de cajón con dimensiones de 1,20 x 0,80 x 0,10 m de largo, ancho y altura (INIAP, 2009).

Además, con estos antecedentes se han realizado modificaciones de las cajas Rohan de manera que sirvan para fermentar al mismo tiempo varias muestras 20 en una sola caja, obteniendo buenos resultados para los procesos de investigación (INIAP, 2009).



## **2.5. SECADO**

El secado tiene como finalidad eliminar el exceso de humedad de los granos de cacao, al término del proceso de fermentación las almendras tienen alrededor de 50 a 56 % de humedad, el que deberá reducirse a un rango de 7 % - 8 %, límite considerado como crítico para el almacenamiento y así evitar el desarrollo de hongos (Guerrero, 2007).

Este proceso debe ser llevado de manera lenta y pausada para permitir que las reacciones químicas que empezaron en la fermentación no sean interrumpidas. De esta manera se evita el desarrollo de olores no deseados y que la almendra adquiera sabores ácidos y amargos. Pese a esto es muy posible que se desarrollen dichos malos olores por lo que es de gran importancia que la temperatura de secado no sobrepase los 65°C (ICCO, 2009).

## **2.6. ALMACENADO**

Seguidamente del secado los granos deben estar con un grado de humedad del 7 % y ser trasladados a un lugar seguro fuera de condiciones que puedan afectar la estabilidad de la calidad física y química de los granos (Medranda, 2010).

El cacao es altamente higroscópico, es decir absorbe la humedad con suma rapidez. Si se almacenan almendras con menos de 8 % de humedad, pueden mantenerse en buen estado por unos cinco meses, en medios menores de 75 % de humedad relativa. Cuando la almendra seca es almacenada en ambientes con 95 % de humedad relativa en 10 días puede superar el 15 % de humedad (Paredes, 2003).

## **2.7. CALIDAD**

La calidad es uno de los aspectos de mayor importancia en el proceso productivo cacaotero y el nivel que se logre conseguir de la misma, determinará la mayor o menor demanda que tenga en el mercado el producto final del proceso agrícola; esto es, el cacao en grano (Portillo y Portillo, 2012).

### **2.7.1. TIPOS DE CALIDAD DEL CACAO**

La calidad es la clasificación que dan los países compradores y los fabricantes a las almendras de cacao por su apariencia, humedad, contenido de materiales extraños, mohos, insectos, etc. La calidad del cacao depende del fin al que se lo destine y las exigencias del mercado al que van dirigidos sus productos terminados (Hardy, 1961).

El manejo final del cacao seco, o sea la poscosecha, es decir, cuando está listo para vender, es responsabilidad y obligación exclusiva del agricultor o de sus arreglos con otros finqueros o empresas (Enríquez, 2010).

### **2.7.2. CALIDAD DEL GRANO DE CACAO**

Señala Paredes 2003, la calidad del grano de cacao está directamente relacionada con un adecuado proceso de fermentación y secado. Las principales características requeridas por la industria, son las siguientes:

Fermentación	más 70 %
Humedad	menos 7 %
Granos violetas	menores al 20 %
Granos pizarrosos	menores al 10 %
Defectos	menores al 10 %

### **2.7.3. CALIDAD FÍSICA DEL CACAO**

La calidad física está determinada por el tamaño y peso de la almendra; porcentaje de fermentación, contenido de testa, contenido de humedad y defectos de la almendra (INIAP, 2010).

El control físico se basa principalmente en la evaluación externa del grano; que no coincide, necesariamente, con un buen sabor y aroma a chocolate (Moreira, 1994). Por su parte Enríquez (1995) y Pastorelly (1992), relacionan la calidad del grano con la calificación que dan los países compradores y fabricantes de chocolate a las almendras de cacao por su apariencia, grado de fermentación, humedad, materiales extraños, mohos, insectos, entre otros.

Enríquez (1966) y Moreira (1994), indican que para el mercado del cacao es requisito indispensable que las almendras pesen mínimo 1,2 g.

El tamaño de almendra es importante porque puede afectar el rendimiento de grasa. Los fabricantes prefieren comprar almendras con porcentajes bajo de cascarilla compatible con una adecuada protección de la almendra (Álvarez *et al.*, 2007).

Las características físicas, sensoriales y bromatológicas de las variedades son criterios importantes para determinar la calidad de licores de cacao, con fines de explotar al máximo este recurso importante del Ecuador. Para garantizar esta calidad del cacao es necesario un buen manejo del cultivo que incluya una adecuada práctica poscosecha (Portillo *et al.*, 2006).

#### **2.7.4. CALIDAD SENSORIAL DEL CACAO**

El tostado del cacao es un paso esencial para desarrollar el sabor y aroma a chocolate, a partir de los precursores formados durante la fermentación y el secado. El tostado del grano completo libera la cascara que luego se extrae fácilmente durante el aventado. Antes del tostado, los granos de cacao tienen aroma y sabor amargo, ácido, astringente, y a nueces.

El tostado además disminuye la acidez reduciendo las concentraciones de ácidos volátiles tales como el ácido acético, pero no los no-volátiles tales como los ácidos oxálicos, cítrico, tartárico, succínico y láctico. El grado de tostado del cacao muestra una relación tiempo-temperatura dependiente, durante periodos de 5 a 120 minutos y en el rango de 120 a 150°C (González *et al.*, 2012).

#### **2.8. EVALUACIÓN FÍSICA DE LAS ALMENDRAS DE CACAO**

Un análisis físico consiste en identificar todas las características que el evaluador observa en el grano lo cual permite indicar las condiciones en que se encuentra el producto. Por lo que es necesario realizar los siguientes pasos:

- Identificación y clasificación de almendras
- Tamaño y peso de las almendras
- Evaluación de la fermentación (Prueba de corte) (Jiménez, 2013).

### 2.8.1. IDENTIFICACIÓN Y CLASIFICACIÓN DE ALMENDRAS

El grado de fermentación se clasifica dentro de las siguientes categorías:

- **Almendras de color marrón o café:** poseen una fermentación completa, los ácidos han matado al embrión y a las vacuolas de pigmentación, estas almendras son muy hinchadas y se separan fácilmente del cotiledón.
- **Almendras marrón o violeta:** representa una fermentación parcial, los ácidos no han penetrado y una proporción de vacuolas se encuentran intactas, los cotiledones están poco compactos y la testa algo suelta.
- **Almendras violetas:** son aquellas que no se han fermentado completamente, por ello aparecen ácidos procedentes de la pulpa. Las almendras no están hinchadas y la apariencia interna es compacta, desarrollan un sabor astringente y ácido.
- **Almendras pizarrosas (de color gris):** son aquellas que no se han logrado fermentar, las almendras son muy compactas por lo que desarrollan sabores amargos y astringentes, el color gris pizarra es un defecto muy serio para cualquier procesador (Jiménez, 2003).

### 2.8.2. TAMAÑO Y PESO DE LAS ALMENDRAS

Se toman tres muestras de 100 almendras cada una al azar, luego se pesa en una balanza analítica, y el promedio de las tres muestras es el índice de granos (Jiménez, 2013).

### 2.8.3. EVALUACIÓN DE LA FERMENTACIÓN (PRUEBA DE CORTE)

Es la prueba más importante para determinar la calidad de cacao a través del corte longitudinal de los granos y se efectúa un análisis visual de las dos caras del cotiledón, es determinante para establecer la clasificación del grano y lograr la identificación de los defectos más graves como moho, insecto y pizarroso (Hardy, 1961).

Para la realización de la prueba de corte se toman 100 almendras de cacao al azar y se colocan en la guillotina, para que ejecute el corte. Luego de realizado el corte se seleccionan las almendras de acuerdo a su grado de fermentación (Jiménez, 2013).

## 2.9. PERFILES SENSORIALES

### 2.9.1. PERFILES DE LOS SABORES BÁSICOS

Se describe los perfiles de los sabores básicos del cacao:

- **Cacao:** Describe el sabor típico a granos de cacao bien fermentados, tostados y libre de cualquier contaminación.
- **Acidez:** Describe sensaciones que se originan en la presencia de ácidos volátiles y no volátiles. Puede ser muy intensa si el nivel de fermentación es insuficiente.
- **Amargor:** Se describe como una sensación fuerte relacionada con los compuestos químicos, específicamente las purinas. La fermentación insuficiente aumenta su intensidad.
- **Astringencia:** Se describe como una sensación de sequedad en la boca producto de la precipitación de las proteínas de la saliva. La fermentación insuficiente aumenta su intensidad.
- **Dulce:** Describe una sensación cercana al azúcar y otros compuestos como los edulcorantes sintéticos. (Solórzano *et al.*, 2015).

### 2.9.2. PERFILES DE SABORES Y AROMAS ESPECÍFICOS

Se describe los perfiles de los sabores específicos del cacao:

- **Aroma a 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, ciruelas pasas.
- **Nuez:** Describe el sabor y aroma de almendras y nuez (Amores *et al.*, 2009b).

## CAPÍTULO III. DESARROLLO METODOLÓGICO

### 3.1. UBICACIÓN

La investigación se desarrolló en dos etapas, la primera en el Campus de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, ubicada en el sitio El Limón, localizado geográficamente en la latitud sur 0°49'23" y 80°11'01" de longitud oeste y altitud 15 msnm. La segunda, correspondiente al análisis sensorial que se realizó en la Estación Experimental Tropical Pichilingue del INIAP, ubicado en la ciudad de Quevedo, Provincia de Los Ríos.

### 3.2. FACTORES EN ESTUDIO

Factor A (Tres clones de cacao):

- EET-575
- EET-576
- EET-116

Factor B (tiempos de microfermentación):

- 4 días
- 5 días
- 6 días

### 3.3. TRATAMIENTOS

Cuadro 3.1. Tratamientos (Combinación de los niveles de los factores)

Tratamientos	Descripción
T1	EET-575 con 4 días de microfermentación
T2	EET-575 con 5 días de microfermentación
T3	EET-575 con 6 días de microfermentación
T4	EET-576 con 4 días de microfermentación
T5	EET-576 con 5 días de microfermentación
T6	EET-576 con 6 días de microfermentación
T7	EET-116 con 4 días de microfermentación
T8	EET-116 con 5 días de microfermentación
T9	EET-116 con 6 días de microfermentación

### 3.4. DISEÑO EXPERIMENTAL Y ANÁLISIS DE DATOS

El experimento se lo desarrolló bajo un Diseño Completamente Aleatorizado (DCA) en arreglo factorial A (clones de cacao) x B (tiempos de microfermentación), con tres réplicas por tratamiento. El análisis de datos se lo realizó a través del análisis de varianza (ANOVA), y la separación de medias con la prueba estadística de Tukey (0.05), utilizando para el efecto el paquete estadístico INFOSTAT PROFESIONAL versión 2008.

A continuación, se detalla el esquema del ANOVA

Cuadro 3.2. Esquema ANOVA.

<b>Fuente de variación</b>	<b>Valor de Grados de libertad</b>
<b>Tratamientos</b>	8
<b>Factor A</b>	2
<b>Factor B</b>	2
<b>Interacción A x B</b>	4
<b>Error</b>	18
<b>Total</b>	26

### 3.5. MANEJO DEL EXPERIMENTO

Las almendras de cacao de tipo Nacional EET-575, EET 576 y EET-116 (Forastero), fueron recolectadas es estado fresco, libres de impurezas y almendras defectuosas. En lo posterior a la recolección se las separo e identifico para continuar con el proceso de fermentado utilizando el método de microfermentación en cajas Rohan, El secado se lo realizó en un tendal, bajo condiciones locales.

### 3.6. VARIABLES RESPUESTAS

#### PERFILES FÍSICOS

##### ❖ PORCENTAJE DE FERMENTACIÓN

El porcentaje de fermentación se determinó en almendras fermentadas y secas, utilizando la “prueba de corte”, propuesta por Moreno y Sánchez (1989) y Stevenson, Corven y Villanueva (1993), la cual consistió en cortarlas longitudinalmente 100 almendras tomadas al azar por cada muestra; que se colocaron sobre una base de color blanco, calificándolas de acuerdo a las características internas mencionadas según la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 176 (2006).

#### ❖ PORCENTAJES DE ALMENDRAS DEFECTUOSAS

Se contó y se separó los granos defectuosos, es decir aquellos mohosos, pizarrosos, partidos, violetas, vanos, múltiples, germinados, dañados por insectos, según lo definido a continuación:

- **Grano mohoso:** grano que ha sufrido deterioro parcial o total en su estructura interna debido a la acción de hongos, determinado mediante prueba de corte.
- **Grano dañado por insectos:** grano que ha sufrido deterioro en su estructura (perforaciones, picados, etc.) debido a la acción de insectos.
- **Grano múltiple:** es la unión de dos o más granos por resto de mucilagos.
- **Grano plano, vano o granza:** es un grano cuyos cotiledones se han atrofiado hasta tal punto que cortando la semilla no es posible obtener una superficie de cotiledón.
- **Grano partido (quebrado):** fragmento de grano entero.

#### ❖ PESO DE 100 GRANOS

Esta variable se determinó en base al peso de 100 almendras fermentadas y secas, tomadas al azar y expresado en gramos, para lo cual se utilizó una balanza de precisión.



### ❖ **PORCENTAJE DE TESTA**

El porcentaje de testa, se obtuvo en base al peso de un grupo de 20 almendras fermentadas y secas, obteniendo su porcentaje dividiendo el peso de la testa para el peso de las 20 almendras, multiplicado por 100.

### ❖ **ÍNDICE DE GRANOS**

Esta variable se determinó tomando al azar 100 almendras fermentadas y secas, se determinó el peso en una balanza de precisión. Este valor se lo dividió para 100 obteniéndose como resultado el índice de granos expresado en gramos (g), se repitió el proceso por cada muestra obteniéndose el promedio de cada una de ellas.

## **PERFILES SENSORIALES**

Estos perfiles fueron evaluados en el Laboratorio de Calidad Integral de cacao del INIAP EET PICHILINGUE, por Catadores experimentados, a través del proceso de degustación, utilizando los sentidos del olfato y el gusto, para cada una de las muestras de licor de cacao.

Para obtener el licor de cacao se pesaron 120 g de cacao fermentado de cada muestra, eliminando granos triturados, vanos y cuerpos extraños, tratando de dejar el tamaño de las almendras homogéneo para evitar problemas durante la torrefacción.

Las almendras se colocaron en rejillas de aluminio con perforaciones en la base para introducir estas a la estufa cuando la temperatura había alcanzado los 112°C dentro del horno se mantuvieron durante 12 minutos, tiempo suficiente para el tostado de las almendras, luego se sacaron las muestras de la estufa y se dejó enfriar a temperatura ambiente.

Una vez que las almendras alcanzaron la temperatura ambiente se procedió al descascarillado y a la trituración de los cotiledones; los nibs obtenidos se los llevó al molino de mortero RM 200, RETSCH para obtener el licor de cacao.

El licor obtenido se colocó en gavetas para hacer chocolate y se las envolvió en papel de aluminio; se identificó la muestra, colocando en la etiqueta: nombre de la institución y el código de la muestra. Se almacenó en una nevera, hasta el momento de las evaluaciones sensoriales.

En las evaluaciones sensoriales, se midió la intensidad del sabor; los parámetros a evaluar en los sabores específicos fueron: frutal, floral, nuez, dulce y cacao en los sabores básicos como acidez, astringencia amargor, y algunos defectos que adquirieron las almendras durante el procesamiento, como el moho y verde, individualmente se calificó la degustación del licor de cacao usando una escala internacional de 0 a 10 puntos, siguiendo la metodología de Braudeau (1970), donde:

0 = Ausente

1 a 2 = Intensidad baja

3 a 5 = Intensidad media

6 a 8 = Intensidad alta

9 a 10 = Intensidad muy alta o fuerte

### ❖ SABORES BÁSICOS

Los sabores básicos estuvieron formados por:

#### ▪ ACIDEZ

Se consideran aquellas muestras que presenten un sabor ácido persistente, que se percibirá a los lados y en el centro de la lengua.

#### ▪ AMARGOR

Aquellas muestras que presenten un sabor fuerte y amargo, se detecta en la parte posterior de la lengua y la garganta.

#### ▪ ASTRINGENCIA

Muestras que dejen una sensación fuerte de sequedad en la boca, se detecta en toda la boca, lengua, garganta y hasta en los dientes.

- **DULCE**

Sabor agradable parecido al agua azucarada.

- ❖ **SABORES ESPECÍFICOS**

Los sabores específicos se clasificaron en:

- **CACAO**

Aquellas muestras que presentan un sabor típico a chocolate.

- **FLORAL**

Muestras que presentan un aroma agradable, similar al olor de las flores.

- **FRUTAL**

Muestras identificadas por un sabor a fruta madura, muy agradable.

- **NUEZ**

Consideradas aquellas muestras que presentan un sabor a almendra o a nuez.

## CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis de varianza aplicado a las variables fermentación y almendras defectuosas, reportó diferencias significativas ( $p \leq 0.05$ ) para los factores principales clones y tiempos de microfermentación, así como también para su respectiva interacción (**Cuadro 4.1**). Esto indica que el grado de microfermentación y las almendras defectuosas son influenciados por el genotipo y el tiempo de fermentación, así como por la interacción de ambos factores, lo cual coincide a lo reportado por Ortiz *et al.*, (2009), Zambrano *et al.*, (2010a) y Vera *et al.*, (2014), quienes encontraron diferencias en cuanto a calidad física y bioquímica del grano en función de los genotipos evaluados.

Por otra parte, las variables índice de granos, peso de 100 granos, % de testa y peso de cotiledón mostraron diferencias estadísticas significativas solo para el factor principal clones ( $p \leq 0.05$ ), mientras que para el factor días de microfermentación y la respectiva interacción entre factores no hubo diferencias significativas ( $p > 0.05$ ), lo cual indica que la microfermentación no influye sobre estas variables, a diferencia de el genotipo (clones) que si influye sobre las variables mencionadas (**Cuadro 4.1**). Estos resultados coinciden con Álvarez *et al.*, (2007) quienes encontraron diferencias en peso de grano y porcentaje de testa entre algunos genotipos del banco de germoplasma del INIA – Venezuela.

Finalmente, la variable peso de testa no mostro diferencia estadística significativa ( $p > 0.05$ ) para los factores clones, días de microfermentación, ni para su respectiva interacción (**Cuadro 4.1**), lo cual sugiere que bajo las condiciones donde se desarrolló el experimento, esta variable no fue influenciada ni por el genotipo, ni el tiempo de microfermentación.

**Cuadro 4.1.** Significancia estadística del análisis de varianza aplicado a variables relacionadas con la calidad física del grano del cacao.

Variables	Probabilidad del ANOVA			Error estándar
	Clones	Tiempo de Microfermentación	Clones x Microfermentación	
% de Fermentación	0,0001*	0,0001*	0,0125*	20,69
Almendras defectuosas	0,0001*	0,0001*	0,0125*	20,69
Índice de semillas	0,0059*	0,5874 <sup>NS</sup>	0,7427 <sup>NS</sup>	0,004
Peso de 100 granos	0,0057*	0,5965 <sup>NS</sup>	0,7359 <sup>NS</sup>	41,76
% de testa	0,038*	0,9643 <sup>NS</sup>	0,9611 <sup>NS</sup>	1,10
Peso de cotiledón	0,0073*	0,2681 <sup>NS</sup>	0,6115 <sup>NS</sup>	1,92
Peso de testa	0,563 <sup>NS</sup>	0,4451 <sup>NS</sup>	0,9708 <sup>NS</sup>	0,095

\*Significativo al 0,05

<sup>NS</sup> No significativo al 0,05

En el **cuadro 4.2.**, se muestra el efecto del genotipo y del tiempo de microfermentación sobre el porcentaje de fermentación de granos de cacao, donde se observa que la mayor fermentación la obtuvo el clon EET-575 a los seis días con 88,33%, lo cual difiere estadísticamente de los demás clones, sin embargo cabe mencionar que el clon EET-576 también mostro un alto porcentaje de fermentación en comparación al EET-116.

**Cuadro 4.2.** Porcentaje de fermentación de granos de tres clones de cacao bajo tres tiempos de microfermentación.

Clones	Días de microfermentación		
	4 días	5 días	6 días
EET-575	72,00 <b>d</b>	86,33 <b>ab</b>	88,33 <b>a</b>
EET-576	72,67 <b>bc</b>	77,33 <b>a-d</b>	85,67 <b>a-c</b>
EET-116	47,33 <b>e</b>	52,00 <b>e</b>	74,00 <b>b-d</b>

Medias dentro de columnas con letras distintas difieren significativamente de acuerdo al test de Tukey ( $p \leq 0.05$ )

En el **cuadro 4.3.**, se muestra el efecto del genotipo y del tiempo de microfermentación sobre el porcentaje de granos defectuosos, donde se evidencia que los clones EET-575 y EET-576 obtuvieron menores promedios de granos defectuosos a los seis días de microfermentación, con 11,67 y 14,33%, respectivamente, en contraste el clon EET-116 presentó mayor cantidad de granos defectuosos.

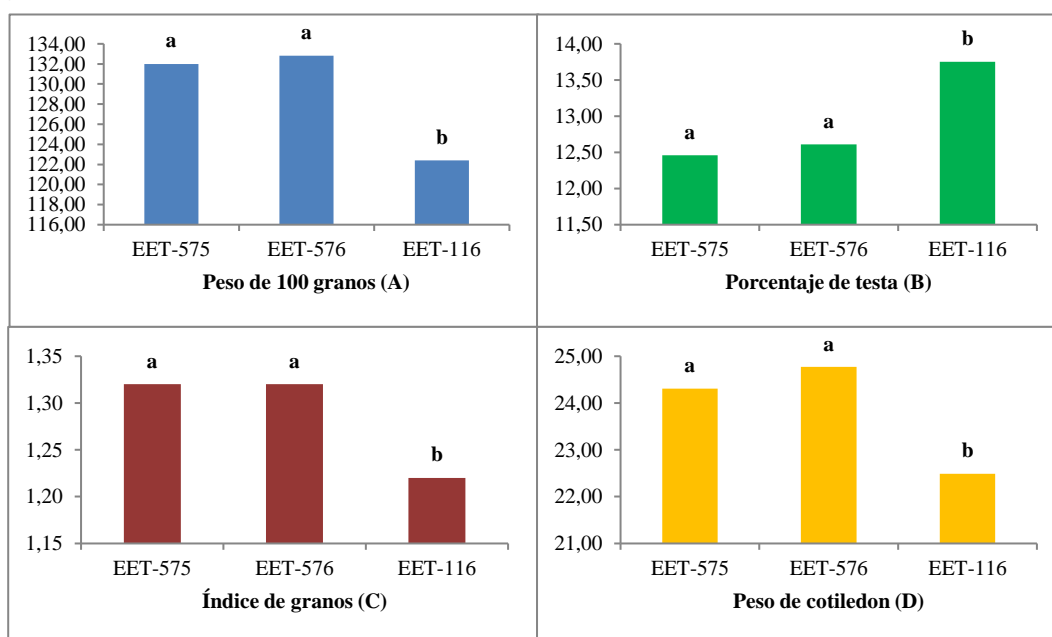
**Cuadro 4.3.** Porcentaje de granos defectuosos de tres clones de cacao bajo tres tiempos de microfermentación.

Clones	Días de microfermentación		
	4 días	5 días	6 días
EET-575	28,00 <b>b</b>	13,67 <b>de</b>	11,67 <b>e</b>
EET-576	27,33 <b>cd</b>	22,67 <b>b-e</b>	14,33 <b>c-e</b>
EET-116	52,67 <b>a</b>	48,00 <b>a</b>	26,00 <b>b-d</b>

Medias dentro de columnas con letras distintas difieren significativamente de acuerdo al test de Tukey ( $p \leq 0.05$ )

Los resultados indican que los clones de cacao tipo Nacional como el EET-575 y EET-576 necesitan menor tiempo para alcanzar una mejor fermentación y por ende menor cantidad de granos defectuosos, en comparación al clon EET-116 que pertenece al grupo Forastero y que necesita mayor tiempo de fermentación. Esto coincide a los reportado por Zambrano *et al.*, (2010b) y Vera *et al.*, (2014) quienes obtuvieron mejores atributos físicos y sensoriales en clones nacionales que en clones Trinitarios.

La **figura 4.1**, muestra el peso de 100 granos, porcentaje de testa, índice de granos y peso de cotiledón de tres clones evaluados durante el proceso de microfermentación, donde es evidente que los clones tipo Nacional (EET-575 y EET-576) presentan un mejor comportamiento de estas variables físicas del grano.



**Figura 4.1,** Atributos físicos del grano de tres clones de cacao después de la fermentación: **A)** Peso de 100 granos, **B)** porcentaje de testa, **C)** índice de granos y **D)** peso de cotiledón.

Posiblemente, los clones EET-575 y EET-576 presenten mejores características físicas debido a que son el producto de un programa de mejoramiento genético, donde justamente los genetistas van ejerciendo una presión de selección, con la finalidad de obtener caracteres deseables por el productor, el exportador y la industria chocolatera (Amores *et al.*, 2009a; Amores *et al.*, 2009b; Vera *et al.*, (2014). Por otra parte, el clon EET-116 presentó menor calidad física después de la microfermentación en comparación a los clones Nacionales, lo cual coincide a lo encontrado por (Zambrano *et al.*, 2010b), quienes determinaron menor calidad física en cacaos Forasteros y Trinitarios, en contraste a los cacaos Criollos de Venezuela.

**Cuadro 4.4.** Significancia estadística del análisis de varianza aplicado a variables relacionadas con la calidad sensorial del grano del cacao.

Variables	Probabilidad del ANOVA			Error estándar
	Clones	Tiempo de Microfermentación	Clones x Microfermentación	
Amargor	0,565 <sup>NS</sup>	0,3371 <sup>NS</sup>	0,5197 <sup>NS</sup>	1,45
Acidez	0,1122 <sup>NS</sup>	0,4505 <sup>NS</sup>	0,3713 <sup>NS</sup>	1,23
Astringencia	0,5596 <sup>NS</sup>	0,6964 <sup>NS</sup>	0,7114 <sup>NS</sup>	1,68
Verde	0,876 <sup>NS</sup>	0,9309 <sup>NS</sup>	0,4932 <sup>NS</sup>	0,902
Moho	0,1363 <sup>NS</sup>	0,9489 <sup>NS</sup>	0,9288 <sup>NS</sup>	0,176
Cacao	0,831 <sup>NS</sup>	0,2119 <sup>NS</sup>	0,0937 <sup>NS</sup>	0,346
Frutal	0,8878 <sup>NS</sup>	0,767 <sup>NS</sup>	0,2454 <sup>NS</sup>	0,927
Floral	0,2834 <sup>NS</sup>	0,2503 <sup>NS</sup>	0,4021 <sup>NS</sup>	0,190
Nuez	0,6918 <sup>NS</sup>	0,6918 <sup>NS</sup>	0,2643 <sup>NS</sup>	0,909
Caramelo	0,3305 <sup>NS</sup>	0,1191 <sup>NS</sup>	0,7797 <sup>NS</sup>	0,444

<sup>NS</sup> No significativo al 0,05

El análisis de varianza realizado a las variables organolépticas (**Cuadro 4.4**) no reportó diferencias estadísticas significativas ( $p > 0.05$ ), para los factores clones, tiempo de microfermentación y su respectiva interacción. Esto indica que el genotipo, ni la microfermentación afectaron bajo las condiciones a estas variables lo que coincide con Saltos y Amores, (2006) y Solórzano *et al.*, (2015) quienes no encontraron diferencias en las características sensoriales en función de los genotipos evaluados en su investigación.

# **CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

## **5.1. CONCLUSIONES**

En base a los resultados se puede concluir lo siguiente:

- El porcentaje de fermentación y defectos de las almendras de cacao fueron influenciadas por los tiempos de microfermentación y el genotipo.
- Las características sensoriales relacionadas a sabores específicos del grano, no fueron afectados por los tiempos de microfermentación y los genotipos probados.

## **5.2. RECOMENDACIONES**

Se recomienda lo siguiente:

- Evaluar características bioquímicas de los granos del cacao, con el fin de obtener indicadores más precisos de calidad.
- Evaluar otros tiempos de microfermentación en cajas Rohan con la finalidad de alcanzar mayores porcentajes de fermentación del grano y reducir la cantidad de granos defectuosos.
- Incluir en estudios posteriores a la temperatura como una variable en estudio, puesto que se evidencia mayor fermentación del grano al aumentar la temperatura.



## BIBLIOGRAFÍA

- Álvarez, C; Pérez, E; Lares, M. 2007. Caracterización física y química de almendras de cacao fermentadas, secas y tostadas cultivadas en la región de Cuyagua, estado Aragua. VE. Revista Agronomía Tropical. Vol.57, núm. 4. p 249 - 256.
- Amores, F; Agama, J; Suárez, C; Quiroz, J; Motato, N. 2009a. EET 575 y EET 576 nuevos clones de cacao nacional para la zona central de Manabí. INIAP, Estación Experimental Tropical Pichilingue. Quevedo, EC. Boletín Divulgativo 346. p 4.
- Amores, F; Palacios, A; Jiménez, J. y Zhang, D. 2009b. Entorno ambiental, genética, atributos de calidad y Singularización del cacao en el Nor Oriente de la provincia de Esmeraldas. INIAP – SENACYT – APROCANE - USDA. INIAP, Estación Experimental Tropical Pichilingue. Quevedo, EC. Boletín Técnico. 135. p 5 - 99.
- Braudeau, J. 1970. El Cacao, Traducido por A. Hernández C. Barcelona, España, Editorial Blumé. p 185 - 234.
- Calderón, L. 2002. "Evaluación de los compuestos fenológicos del cacao (*Theobroma cacao* L) de tipo fino y ordinario de producción nacional durante la fermentación en relación a la calidad". Tesis de Lic. en Química.
- Cubillos, G; Merizalde, G; Correa, E. 2008. Manual de beneficio del cacao. (En línea). CO. Consultado, 24 de abr. 2015. Formato PDF. Disponible en: [http://www.fec-chiapas.com.mx/sistema/biblioteca\\_digital/manual-beneficio-cacao.pdf](http://www.fec-chiapas.com.mx/sistema/biblioteca_digital/manual-beneficio-cacao.pdf)
- Enríquez, G y Paredes, A.1978. Notas sobre el cultivo de cacao. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Turrialba - Costa Rica. Instituto interamericano de Ciencias Agrícolas. p 5 – 39.
- Enríquez, G. 1985. "Curso sobre el cultivo de cacao". Primera edición. "Centro Agronómico Tropical de Enseñanza. Turrialba - Costa Rica. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias INIAP. Quevedo- Ecuador. p 187 - 193.

Enríquez. 1995. Beneficio del cacao, Quito, Ecuador. INIAP. Boletín Divulgativo N° 254. p 11.

Enríquez G. 1966. Selección y estudios de los caracteres de la flor, la hoja y la mazorca, útiles para identificación y descripción de cultivares de cacao. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, IICACATIE. p 97.

Enríquez, G. 2010. Cacao orgánico guía para productores ecuatorianos. 2ed. QUITO. p 46 - 326.

FUNDACITE. 2000. Manejo del cacao. (En línea). Consultado, 15 de nov. 2016. Disponible en [www.cacao.fundacite.org.gov.ve/index.html](http://www.cacao.fundacite.org.gov.ve/index.html)

Graziani de Fariñas L; Ortiz de Bertorelli, L; Álvarez, N; Trujillo de Leal, A. 2003. Fermentación del cacao en dos diseños de cajas de madera. Maracay, estado Aragua, VE. Revista Agronomía Tropical. Vol. 53, núm. 2. p 157.

González, Y; Pérez, E; Palomino, C. 2012. Factores que inciden en la calidad sensorial del chocolate. Instituto de Ciencia y Tecnología de los Alimentos. VE. Vol. 13. núm. 4.p 321.

Guerrero, M. 2007. “Diagnóstico y propuesta de parámetros para la estandarización y homogenización del tratamiento poscosecha de cacao”. (En línea). PE. Consultado, 24 de abr. 2015. Formato PDF. Disponible en: [http://agroaldia.minag.gob.pe/biblioteca/download/pdf/manuales-boletines/cacao/guia\\_gestion\\_calidad.pdf](http://agroaldia.minag.gob.pe/biblioteca/download/pdf/manuales-boletines/cacao/guia_gestion_calidad.pdf)

Hardy, F. 1961. Manual del Cacao, Turrialba - Costa Rica. IICA. p 402.

ICCO (International Cocoa Organization). 2009. Growing Cocoa. Origins of Cocoa and Its Spread around the World (En línea). CR. Consultado, 24 abr. 2015. Disponible en: <http://www.icco.org/about/growing.aspx#>.

INEN (Instituto Ecuatoriano de Normalización). 2006. Requisitos para el cacao en grano. Norma 176 EC. p 1 - 6. (En línea) EC. Consultado, 24 de jul. 2015. Formato PDF. Disponible en: <http://www.inen.gob.ec/>

INIAP. (Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias) 2009  
Acercamiento a los perfiles sensoriales del cacao de Esmeraldas. Quevedo  
– Los Ríos. EC. Boletín Técnico. p 8.

INIAP (Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias). 2010.  
Manejo Técnico del Cultivo de Cacao en Manabí. Manual N° 75. p 16.

\_\_\_\_\_. 2012. Influencia de la Agronomía y cosecha sobre la calidad del  
cacao. Boletín divulgativo N° 147. p 2.

INTA (Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria). 2010. Guía  
tecnológica del cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.). (En línea). NI.  
Consultado, 24 de jul. 2015.

Jiménez, J. 2000. Efecto de dos 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. Agrónomo. Universidad de  
Bolívar – Ecuador. p 20.

Jiménez, J. 2003. Prácticas del Beneficio del cacao y su calidad organoléptica.  
Mimeografiado, Quevedo EC.16 p.

Jiménez, J. 2013. Determinación de los perfiles físicos y sensoriales de  
almendras de cacao tomadas de huertas cacaoteras tradicionales del  
Cantón Bolívar. (En línea). EC. Consultado, 24 de abr. 2015. Formato PDF.  
Disponible en:  
<http://repositorio.utm.edu.ec/bitstream/123456789/9215/4/DETERMINACION.pdf>

Medranda, J. 2010. Efecto de fermentadores y tipos de fermentación sobre la  
calidad de cacao nacional en tres localidades de la provincia de  
Esmeraldas. (En línea). EC. Consultado, 24 de abr. 2015. Formato PDF.  
Disponible en: <http://repositorio.utm.edu.ec/bitstream.pdf>

Moreno, L. y Sánchez, J. 1989. Beneficio del Cacao. Fundación Hondureña de  
Investigaciones Agrícolas. Fascículo N° 6. p 26.

Moreira, D. 1994. La Calidad del Cacao, Revista INIAP N°4. p 24 - 26.

- Motamayor, J. C; Lachenaud, P; Da Silva, J; Loor, R; Kuhn, D. N. y Brown, J. S. 2008. Geología y Genética de Población Diferenciación del Chocolate Tree amazónica (*Theobroma cacao* L). Journal Plos One. Vol. 3, núm. 10. p 10.
- Ortiz, L; Graziani, L; Rovedas, G. 2009. Influencia de varios factores sobre características del grano de cacao fermentado y secado al sol. Maracay - Aragua. VE. Revista Agronomía Tropical Vol. 59, núm. 2. p 119 - 127.
- Paredes, M. 2003. Manual de cultivo de cacao. (En línea). PE. Consultado, 24 de abr. 2015. Formato PDF. Disponible en: <http://infocafes.com/descargas/biblioteca/368.pdf>
- Pastorelly, M. 1992. Evaluación de algunas características del cacao tipo Nacional de la colección de la zona de Tenguel. Tesis Ing. Agrónomo. Guayaquil - Ecuador. Universidad Agraria del Ecuador. p 114.
- Pineda, R; Chica, M; Echeverri, L; Ortiz, A; Olarte, H; Riano, N. 2012. Influencia de la fermentación y el secado al sol sobre las características del grano de cacao TSH 565 E ICS 60. Medellín - Colombia. CO. Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal. Vol. 19, núm. 1. p 288.
- Portillo, E; Grazziani, L; Cros, E. 2006. Efecto de algunos factores post-cosecha sobre la calidad sensorial del cacao Criollo porcelana (*Theobroma cacao* L.). Caracas - Venezuela. VE. Revista de la Facultad de Agronomía. Vol. 23, núm. 1. p 2.
- Portillo, E; Labarca, M; Grazziani, L; Cros, E; Assemat, S; Davrieux, F; Boulanger, R; Marcano, M. 2009. Formación del aroma del cacao Criollo (*Theobroma cacao* L.) en función del tratamiento post cosecha en Venezuela. Revista. UDO - Agrícola.VE Vol. 9, núm. 2. p 1 - 11.
- Portillo, E; Portillo, A. 2012. Características químicas del cacao Criollo (*Theobroma cacao* L). (En línea). VE. Consultado, 24 de abr. 2015. Formato PDF. Disponible en: <http://www.postgradovipi.50webs.com/archivos/agrollania/2013/agro4.pdf>
- Quintero, M; Díaz, K. 2004. El mercado mundial del cacao. Mérida - Venezuela. VE. Revista Agroalimentaria. Vol. 9, núm. 18. p 3.

- Quiroz, J. 2002. Caracterización Molecular y Morfológica de Genotipos Superiores con Características de Cacao nacional (*Theobroma cacao* L.) de Ecuador. Tesis. Magister Scientiae. Turrialba - Costa Rica. 7 - 8.
- Rivera, R; Mesías, F; Guzmán A; Peña, M; Medina, H; Casanova, L; Barrera, A; Nivelá, P. 2012. Efecto del tipo y tiempo de fermentación en la calidad física y química del cacao (*Theobroma cacao* L.) tipo Nacional. Calceta - Manabí. EC. Revista en Ciencia y Tecnología. Vol.5, núm.1. p 8.
- Rodríguez S. de., N. 2006. Beneficio del cacao (*Theobroma cacao* L.). (En línea). Facultad de Agronomía de la U. C. V. 32 p. Disponible en: <http://ftpctic.agr.ucv.ve/intranet/agronomia/cultrop2/beneficioguia.pdf>
- Saltos, A; Amores F. 2006. Efectos de tres volúmenes de masa de almendras frescas sobre el comportamiento de la calidad física y organoléptica del cacao. Quevedo - Los Ríos. EC. Boletín Técnico. p 2.
- Sánchez, A; Castellanos, O; Domínguez, K. 2008. Mejoramiento de la poscosecha del cacao a partir del roadmapping. Colombia. CO. Revista Ingeniería e Investigación Vol. 28, núm. 3. p 150 - 158.
- Solórzano, E; Amores, F; Jiménez, J; Nicklin, C; Barzola, S. 2015. Comparación sensorial del Cacao (*Theobroma cacao* L.) Nacional Fino o de aroma cultivado en diferentes zonas del Ecuador. Quevedo - Ecuador. Revista Ciencia y Tecnología. Vol. 8, núm. 1. p 41 - 42
- Stevenson, C.; Corven, J. y Villanueva, G. 1993. Manual para Análisis de cacao en Laboratorio. San José de Costa Rica.
- Vera, J; Vallejo, C; Párraga, D; Morales, W; Macías, J; Ramos, R. 2014. Atributos físicos-químicos y sensoriales de las almendras de quince clones de cacao Nacional (*Theobroma cacao* L.) en el Ecuador. Quevedo - Los Ríos. EC. Revista Ciencia y Tecnología Vol. 7, núm. 2. p 21 - 34.
- Zambrano, A; Romero, C; Gómez, A; Gómez, A; Ramos, G; Lacruaz, C; Brunetto, M; Máximo, G; Gutiérrez, L; Delgado, Y. 2010a. Evaluación química de precursores de aroma y sabor del cacao Criollo Merideño durante la fermentación en dos condiciones edafoclimáticas. Maracay - Venezuela. VE. Revista Agronomía Tropical. Vol. 60, núm. 2. p 211-219.

Zambrano, A; Gómez, A; Ramos, G; Romero, C; Lacruaz, C; Rivas, E. 2010b. Caracterización de parámetros físicos de calidad en almendras de cacao Criollo, Trinitario y Forastero durante el proceso de secado. Maracay - Venezuela. VE. Revista Agronomía Tropical. Vol. 60, núm. 4. p 389-396.

# **ANEXOS**

**ANEXO 1**

Foto 1.3 Cosecha de los clones EET-575, EET-576 y EET-116 (ESPAM “MFL”)

**ANEXO 2**

Foto 2.3 Selección de las mazorcas del cacao en buen estado (ESPAM “MFL”)



**ANEXO 3**

Foto 3.3 Apertura de las mazorcas y la extracción de las almendras (ESPAM “MFL”)

**ANEXO 4**

Foto 4.3 Almendras de cacao colocadas en las cajas Rohan para comenzar el proceso de microfermentación (ESPAM “MFL”)



**ANEXO 5**

Foto 5.3 Remoción de los tratamientos y replicas a las 48 y 72 horas (ESPAM "MFL")

**ANEXO 6**

Foto 6.3 Almendras de cacao fermentadas (ESPAM "MFL")



**ANEXO 7**

Foto 7.3 Secado natural de las almendras de cacao (ESPAM “MFL”)

**ANEXO 8**

Foto 8.3 Almacenamiento de las muestras de cacao en bolsas de tela (ESPAM “MFL”)

**ANEXO 9**

Foto 9.3 Análisis físicos: Peso de las 100 almendras de cacao (ESPAM “MFL”)

**ANEXO 10**

Foto 10.3 Análisis físicos: Prueba de corte (ESPAM “MFL”)



## ANEXO 11



Foto 11.3 Análisis físicos: Determinación del grado de fermentación a través de la prueba de corte (ESPAM "MFL")

## ANEXO 12



Foto 12.3 Selección y peso de 20 almendras de cacao para determinar el % de testa (ESPAM "MFL")

**ANEXO 13**

Foto 13.3 Peso de 20 cotiledones y peso de 20 cascarillas de almendras de cacao para determinar el % de testa (ESPAM "MFL")

**ANEXO 14**

Foto 14.3 Análisis sensorial: Elaboración del licor de cacao (EET. INIAP)



**ANEXO 15**

Foto 15.3 Colocación del licor de cacao en gavetas para chocolate (EET. INIAP)

**ANEXO 16**

Foto 16.3 Barras de chocolate listas para el proceso de degustación de los Catadores (EET. INIAP)