

**Evaluación de la Calidad del Grano de los Clones de Cacao FEAR 5, FSA 12, FSA 13 de Acuerdo a la Norma ICONTEC 1252 en 5 Etapas De Fermentación en el Municipio de Granada en el Departamento del Meta.**

**Isabel Sánchez Mafla**

**Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD**  
**Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente**  
**Programa de Agronomía**  
**CEAD Acacias, 2017**

**Evaluación de la Calidad del Grano de los Clones de Cacao FEAR 5, FSA 12, FSA 13 de Acuerdo a la Norma ICONTEC 1252 en 5 Etapas De Fermentación en el Municipio de Granada en el Departamento del Meta.**

**Isabel Sánchez Mafla**

**Trabajo de Grado Para Optar al Título de Agrónomo**

**Directora**

**Adriana Lucía Díaz Bobadilla I.A. Esp.**

**Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD**  
**Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente**  
**Programa de Agronomía**  
**CEAD Acacias, 2017**

**Nota de Aceptación:**

---

---

---

---

---

---

---

**Presidente del Jurado**

---

**Jurado**

---

**Jurado**

**Acacias, septiembre de 2017**

## **DEDICATORIA**

Este trabajo está dedicado a todos los cacaocultores del departamento del Meta por ser mi fuente de inspiración, a mis padres que están en el cielo, por su apoyo y preocupación.

## **AGRADECIMIENTOS**

Principalmente quiero dar gracias a Dios, por haberme permitido lograr culminar mi carrera profesional, porque pese a todos los obstáculos me permitió seguir adelante y lograr cumplir mi objetivo de ser una profesional. A mi familia y a mi esposo Julio Cesar Ramirez por su apoyo en este proceso educativo que estoy culminando, gracias a su apoyo y confianza incondicional.

También quiero agradecer a quienes me colaboraron para que este trabajo se pudiera realizar y llegara a un feliz término, por esta razón quiero exaltar la colaboración del señor Encizar Martínez funcionario de la Federación Nacional de Cacaoteros y al señor Jesús Perdomo propietario de una de las fincas donde se realizó la investigación quien nos abrió las puertas de su finca para adelantar todo el proceso de campo.

A Socodevi, empresa para la cual laboro actualmente, por permitirme destinar tiempo para realizar la presente investigación y, además, por facilitarme en calidad de préstamo los equipos necesarios para llevar a cabo las pruebas requeridas para llevar a feliz término el proceso investigativo.

También agradezco a mis profesores que han sido fuente de conocimiento.

## TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCION.....	1
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	3
Antecedentes.....	3
Descripción del problema.....	4
Formulación del problema.....	5
Hipótesis.....	5
JUSTIFICACION.....	6
OBJETIVOS.....	8
OBJETIVO GENERAL.....	8
OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	8
MARCO DE REFERENCIA.....	9
EL FUTURO DEL CACAO EN COLOMBIA.....	9
Generalidades del cultivo de cacao.....	10
Demanda en aumento.....	11
Propagación de plántulas para el cultivo de cacao.....	11
Los Clones.....	13
Características organolépticas.....	13
El proceso de beneficio del cacao.....	14

Aspectos fundamentales que se deben tener en cuenta en el proceso de beneficio del cacao.....	14
El cacao fino y de aroma .....	15
Recolección .....	16
Partida de mazorcas .....	18
Fermentación .....	18
El secado del cacao.....	21
Limpieza y clasificación.....	22
Selección.....	23
<b>MARCO CONTEXTUAL.....</b>	<b>25</b>
<b>METODOLOGIA.....</b>	<b>26</b>
Variables evaluadas .....	27
Materiales .....	28
Análisis de la información.....	29
<b>RESULTADOS .....</b>	<b>29</b>
Evaluación de la temperatura del grano de cacao en el cajón fermentador.....	29
Evaluación de la temperatura ambiente.....	31
Evaluación del porcentaje de humedad relativa. ....	32
Evaluación del Porcentaje de humedad del grano de cacao seco. ....	33
Evaluación del peso seco del grano de cacao .....	34

Evaluación del contenido de pasilla en 100 granos de cacao .....	36
Evaluación peso de 100 granos .....	37
Evaluación granos bien fermentados .....	37
Evaluación granos pasilla en 100 granos.....	38
DISCUSIÓN .....	41
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	43
Referencias .....	46
ANEXOS .....	49

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Características de los granos de cacao de acuerdo con su grado de fermentación y beneficio.

Tabla 2. Norma Icontec 1252 grano de cacao seco.

Tabla 3. Análisis de la varianza para la variable temperatura en cajón fermentador

Tabla 4. Comparación prueba Duncan al 0,05 para la variable de temperatura durante los diferentes días de fermentación.

Tabla 5. Comparación prueba de Duncan al 0,05 para la variable temperatura en cajón fermentador para cada uno de los clones evaluados.

Tabla 6. Comparación prueba de Duncan al 0,05 para la variable temperatura de los clones FEAR 5, FSA 12, FSA 13 en cada una de las fincas donde se realizó la evaluación

Tabla 7. Comparación prueba Duncan al 0,05 para la variable de temperatura ambiente en los diferentes días de fermentación.

Tabla 8. Comparación prueba de Duncan al 0,05 para la variable % humedad relativa de los clones FEAR 5, FSA 12, FSA 13 en cada una de las fincas donde se realizó la evaluación

Tabla 9. Comparación prueba Duncan al 0,05 para la variable % de humedad del grano de cacao seco en los diferentes días de fermentación.

Tabla 10. Comparación prueba Duncan al 0,05 para la variable peso seco en Kg del grano de cacao en los diferentes días de fermentación.

Tabla 11. Comparación prueba de Duncan al 0,05 para el variable peso seco en Kg del grano de cacao de los clones FEAR 5, FSA 12, FSA 13 en las tres repeticiones.

Tabla 12. Comparación prueba de Duncan al 0,05 para la variable contenido de pasilla en 100 granos para los clones FEAR 5, FSA12 y FSA 13

Tabla 13. Comparación prueba de Duncan al 0,05 para la variable peso de 100 granos para los clones FEAR 5, FSA12 y FSA 13

Tabla 14. Comparación prueba de Duncan al 0,05 para la variable granos bien fermentados de los clones FEAR 5, FSA 12, FSA 13 en las tres fincas repeticiones

Tabla 15. Comparación prueba de Duncan al 0,05 para la variable granos pasilla de 100 granos para los clones FEAR 5, FSA12 y FSA 13

Tabla 16. Comparación prueba de Duncan al 0,05 para la variable granos pasilla en 100 granos de los clones FEAR 5, FSA 12, FSA 13 en cada una de las fincas donde se realizó la evaluación

## RESUMEN

El área de siembra de cacao en Colombia se ha venido incrementando de acuerdo al potencial que tienen la mayoría de las regiones del país para el desarrollo del cultivo. Por lo que se ha identificado que en su mayoría los productores de este cultivo no tienen identificado de una forma correcta el manejo que se debe dar al grano de cacao durante su proceso de beneficio y secado. En el departamento del Meta se encuentran establecidas más de cinco mil hectáreas entre híbridos y clones regionales y este cultivo hace parte de la economía familiar de los habitantes de la región, de esta manera el cultivo de cacao se encuentra distribuido en pequeñas áreas en las unidades agrícolas familiares.

El objetivo de esta investigación es evaluar la calidad del grano de tres clones de cacao (FEAR 5, FSA 12, FSA 13) y también realizar la evaluación del tiempo ideal de fermentación de cada clon. Para determinar cómo es el proceso de beneficio y secado de cada uno de los clones se realizaron cinco tratamientos los cuales consisten en la evaluación a los 4,5,6,7 y 8 días de fermentación del grano de cacao, la fermentación se realizó en los cajones de madera tradicionales donde los agricultores realizan esta labor cotidianamente.

Este análisis se realizó en tres fincas diferentes en el municipio de Granada Meta.

En el desarrollo de la investigación se analizaron 9 variables las cuales comprenden el proceso de evaluación del grano de cacao de acuerdo a la norma técnica Icontec 1252. Se obtuvieron los resultados del tiempo ideal de fermentación de cada uno de los clones evaluados, su rendimiento en grano seco y la relación que tiene el proceso de beneficio con la temperatura obtenida en el proceso de fermentación del grano. Los resultados obtenidos en campo se les realizó el análisis de varianza y la prueba de Duncan donde se determinó las principales características de cada clon en el proceso de beneficio y secado del grano para la comercialización.

**Palabras claves:** Fermentación, Clones de Cacao, Beneficio, Temperatura.

## ABSTRACT

The area of sowing of cacao in Colombia has been increasing according to the potential that most of the regions of the country have for the development of the crop. Therefore, it has been identified that in most of the producers of this crop have not correctly identified the management that should be given to the cocoa bean during its process of benefit and drying. In the department of Meta are established more than five thousand hectares between hybrids and regional clones and this crop is part of the family economy of the inhabitants of the region, this way the cultivation of cocoa is distributed in small areas in the units family farms.

The objective of this research is to evaluate the grain quality of three cocoa clones (FEAR 5, FSA 12, FSA 13) and to evaluate the ideal fermentation time of each clone. To determine how the process of benefit and drying of each of the clones were carried out five treatments were performed which consist of the evaluation at 4,5,6,7 and 8 days of fermentation of the cocoa bean, the fermentation was performed in the traditional wooden drawers where farmers perform this work on a daily basis. This analysis was carried out in three different farms in the municipality of Granada Meta.

In the development of the research, 9 variables were analyzed which include the evaluation process of the cocoa bean according to the technical standard Icontec 1252. The results of the ideal fermentation time of each of the evaluated clones were obtained, their performance in dry grain and the relationship that has the benefit process with the temperature obtained in the process of grain fermentation. The results obtained in the field were performed the analysis of variance and the Duncan test where the main characteristics of each clone in the process of benefit and drying of the grain for the commercialization were determined.

Key words: Fermentation, cocoa clones, benefit, temperature.

## INTRODUCCION

El departamento del Meta ha venido incrementado el área de siembra del cultivo de manera gradual, donde actualmente se encuentran plantaciones en diferentes etapas de desarrollo, desde lotes recién establecidos hasta plantaciones de más de 20 años de producción. El desarrollo de este cultivo en la región es lo incentiva la puesta en marcha de la presente investigación ya que es de vital importancia tener documentado los procesos de cosecha y beneficio del grano para facilitar el acceso a la información a los productores y aportar al desarrollo de los cacaocultores de la región.

Tres momentos ha vivido la cacaocultura en el Meta. El primero de prosperidad y bienestar para sus cultivadores y negocios conexos, que funcionó entre 1960 a 1985; un segundo momento que implicó la liquidación del cultivo con los profundos y no cuantificados daños económicos, sociales y ambientales; y el actual de recuperación de la cacaocultura como un producto alternativo que empieza a vislumbrarse como articulador en perspectiva del desarrollo humano (Martínez Guchuvo, 2016).

El proceso de fermentación del grano de cacao contiene dos fases: la fase anaeróbica o alcohólica donde las levaduras transforman el almidón y azúcares del mucílago en alcohol etanol y desprendan gas carbónico. Esta fase dura los dos primeros días del proceso. La fase con el aire, aeróbica o acética cuando las bacterias del nombre acetobacter transforman el etanol en ácido acético el cual penetra dentro de la semilla produciendo cambios que originan sustancias que dan buen sabor y aroma al cacao. (Mercedes, 2013)

En busca de la necesidad de buscar la tecnificación del sector agrícola del país surge la necesidad de afianzar el conocimiento de los campesinos del país buscando de esta manera un enfoque tecnológico que pueda permitir la distinción de las labores de nuestro sector primario de la economía.

La evaluación que se realizó en la presente investigación se desarrolló en tres fincas de agricultores del municipio de Granada Meta donde se emplearon sus lotes para la cosecha del grano de cacao, el proceso de beneficio y secado se realizó en los cajones fermentadores y casa Elba que ellos utilizan en su labor convencional. A partir de este proceso se tomó la información para ejecutar la presente investigación.

Por estas razones este trabajo pretende evaluar la calidad del grano de los clones de cacao FEAR 5, FSA 12, FSA 13 de acuerdo a la norma Icontec 1252 en 5 etapas de fermentación en el municipio de Granada en el departamento del Meta.

## PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

### Antecedentes

El manejo del cultivo de cacao en Colombia se caracteriza por el uso de bajos niveles de tecnología en plantaciones sembradas a partir de semilla híbrida, con bajas densidades de siembra 400 a 600 árboles por hectárea y especies para sombreado de bajo interés económico. Tal consideración genera una productividad inferior a los 500 kilos/hectárea/año. Sin embargo, existen en el país plantaciones tecnificadas dentro del concepto agroforestal que utiliza clones de cacao de alto rendimiento, propagados por métodos asexuales en densidades entre 925 y 1.111 árboles por hectárea, las cuales con adecuadas prácticas de manejo llegan a producir más de 2000 kilogramos de grano de cacao seco por hectárea anualmente.

El mundo presenta un déficit estructural en la producción generado por el aumento de la demanda y, por tanto, la posibilidad de buenos precios para el grano de cacao. Norteamérica y los países del cono sur son potenciales compradores del cacao colombiano en el futuro, siendo los mercados naturales dada la vecindad geográfica. Colombia podría tomar un mayor porcentaje de la producción mundial del que ahora presenta como quiera que cuenta con variados ecosistemas para la producción del cacao, tierras aptas inexploradas, además tiene las condiciones agroecológicas del centro de origen de la especie, las más favorables para su desarrollo, en especial en este caso enfocándolo hacia la producción de los llamados “cacaos especiales”. (Useche & Ardila, 2012, págs. 24, 25)

Según los expertos, el mercado actual brinda prometedoras oportunidades a los productos con valor agregado como los cacaos de sabores finos y de origen. Existe escasa información de la producción de estos cacaos, sin embargo, para el año cacaotero 1998-1999, la producción

mundial se estimó en 90.000 toneladas; cerca del 60% de la producción se originó en Suramérica, principalmente en Ecuador y Venezuela; el 40% restante en países de Asia y el pacífico. Los compradores de cacao puros por origen y fino sabor requieren materiales seleccionados por tipo de grano e identificados por su perfil único del sabor (ejemplo: no se admiten mezclas de granos de diferente origen) para la elaboración de chocolates. (Suarez & Hernandez, 2010, pág. 18)

La principal limitante desde la perspectiva de los compradores de la industria de chocolate Gourmet es garantizar la calidad cuando el grano proviene de empresas pequeñas que producen poca cantidad y en general, en condiciones de baja productividad, atribuida a la moniliasis y a inapropiadas técnicas de fermentación y almacenamiento de granos de cacao. De otra parte, para los pequeños agricultores es una carga demostrar su capacidad para entregar cacao de alta calidad y en cantidades consistentes durante varias temporadas. (Suarez & Hernandez, 2010)

### **Descripción del problema**

El cultivo de cacao en el departamento del Meta se han incrementado su área gracias al fortalecimiento que han venido realizando diferentes entidades gubernamentales y también a través de proyectos de cooperación internacional que han beneficiado a pequeños productores agrícolas del departamento, esto debido al potencial que tiene la región para el desarrollo del cultivo.

El crecimiento del área de cacao está vinculando nuevos agricultores a este cultivo, los cuales no tienen las herramientas técnicas necesarias para realizar el beneficio adecuado de sus cosechas, por lo que actualmente no se está entregando el grano en su mejor término de fermentación y secado a la industria.

El beneficio del grano se está realizando de una manera muy tradicional por falta de información adecuada para mejorar esta práctica, lo que no permite explotar de una forma adecuada el potencial de producción y calidad que puede tener el departamento del Meta en la producción de cacao seco. El departamento del Meta aporta a nivel nacional el 3,3% de la producción nacional con 5420 hectáreas establecidas y según el DANE para el 2014 “El rendimiento promedio de este cultivo a nivel nacional fue de 0,5 toneladas por hectárea.” (Tercer censo nacional agropecuario, 2014)

Mediante la elaboración de la presente propuesta se pretende aportar una base teórica práctica en busca de dar solución a una de las principales debilidades que tienen actualmente los productores de cacao ya que no tienen identificado con certeza el tiempo ideal para poder obtener un buen nivel de fermentación de la cosecha de los clones (FEAR 5, FSA 12, FSA 13 el cual le permitiría tener una mejor calidad de cosecha y mayores ingresos.

### **Formulación del problema**

¿Las técnicas actuales de fermentación del grano de cacao son las adecuadas para obtener un grano con buenas características de fermentación según la Norma Icontec 1252 aplicadas a los clones de cacao FEAR 5, FSA 12, FSA 13?

### **Hipótesis**

Los clones de cacao FEAR 5, FSA 12, ¿FSA 13 responden de igual manera a las actuales técnicas de fermentación del grano para obtener un producto de buena calidad de acuerdo a la Norma Técnica Icontec 1252.

## JUSTIFICACION

Esta investigación tiene como objetivo principal mejorar el beneficio del cultivo de cacao mediante la identificación del tiempo ideal de fermentación de tres clones de cacao los cuales han venido incrementando el área de siembra en el departamento del Meta.

Mediante esta investigación se generará nueva información sobre el tiempo ideal para realizar la fermentación del grano de cacao de tres clones regionales; esto con el fin de dar solución a una problemática que tienen los productores de cacao de la región con el beneficio del cacao; si bien se tiene identificado un estándar del beneficio del grano, no se ha realizado ninguna investigación con los clones FEAR 5, FSA 12, FSA 13 que se encuentran establecidos en la zona. El interés de realizar la identificación del tiempo de fermentación de estos materiales es debido a que dentro del área que se ha estado incrementado están estos clones, los cuales son considerados de buen rendimiento y tienen una buena adaptación a las condiciones edafoclimáticas del departamento del Meta.

Con los resultados de la presente investigación se logrará documentar el proceso ideal de beneficio del grano de los clones FEAR 5, FSA 12, FSA 13, lo que permite lograr una información de interés general a todos los agricultores ya que les permitirá tener la información técnica adecuada para lograr mejorar la calidad de sus cosechas.

Es importante resaltar que con el resultado de esta investigación se benefician los agricultores ya que obteniendo un grano de cacao con un buen beneficio pueden llevar al mercado un cacao seleccionado lo que permite tener un mejor precio de venta se empieza a mejorar la calidad del

grano de cacao en la región, esta información permite que se mejore el nivel técnico de los cacaocultores del departamento del Meta.

## **OBJETIVOS**

### **OBJETIVO GENERAL**

Evaluar la calidad del grano de los clones de cacao FEAR 5, FSA 12, FSA 13 de acuerdo a la norma Icontec 1252 en 5 etapas de fermentación en el municipio de Granada en el departamento del Meta.

### **OBJETIVOS ESPECIFICOS**

Evaluar el tiempo ideal de fermentación de tres clones de cacao regional (FEAR 5, FSA 12, FSA 13).

Determinar la temperatura del grano para lograr su mejor fermentación.

Identificar el peso inicial y peso final del grano en su proceso de fermentación y secado.

## MARCO DE REFERENCIA

### EL FUTURO DEL CACAO EN COLOMBIA

El manejo del cultivo de cacao en Colombia se caracteriza por el uso de bajos niveles de tecnología en plantaciones sembradas a partir de semilla híbrida, con bajas densidades de siembra 400 a 600 árboles por hectárea y especies para sombreado de bajo interés económico. Tal consideración genera una productividad inferior a los 500 kilos/hectárea/año. Sin embargo, existen en el país plantaciones tecnificadas dentro del concepto agroforestal que utiliza clones de cacao de alto rendimiento, propagados por métodos asexuales en densidades entre 925 y 1.111 árboles por hectárea, las cuales con adecuadas prácticas de manejo llegan a producir más de 2000 kilogramos/hectárea/año. (Useche & Ardila, 2012, pág. 24)

El cacao colombiano conformado por unas 100.000 hectáreas antiguas y 34,000 nuevas tiene el privilegio de pertenecer al grupo de cacaos finos de aroma denominados trinitarios. Estos tipos de cacao son reconocidos por su aroma a frutal y por su base genética procedente de cruzamientos con cacaos “criollos”, los cuales tienen los comportamientos sensoriales más destacados en la chocolatería fina o gourmet de un mercado especial, exigente y sofisticado. Esta condición de la calidad fue ratificada por el Cocoa Council de la Organización Internacional del Cacao (ICCO), mediante resolución expedida en 2005. (Federación Nacional de Cacaoteros, 2011)

Una disminución en la producción mundial de cacao junto a la creciente demanda de los países desarrollados presenta una gran oportunidad para los productores nacionales. Fedecacao y Min Agricultura promueven desarrollo. Dos factores han cambiado el panorama internacional del

mercado de cacao en los últimos meses. Si bien a principios de 2015 el precio internacional continuaba a la baja gracias a la reducción del pronóstico de crecimiento global, la disminución de la oferta mundial y un aumento de la demanda empujaron los precios al alza.

Costa de Marfil y Ghana, los dos principales productores mundiales aún mantienen fuertes prácticas monopólicas en su producción y no han dado buenas perspectivas para cubrir la demanda mundial. Gracias a esto ICCO (Organización Internacional del Cacao) en su último informe estimó una disminución de 4,4% en la producción total. Se estima que América Latina produce el 15% de la producción mundial. Colombia con 47.000 toneladas reportadas en 2014 aporta el 1,12% ocupando la décima posición a nivel mundial y el quinto en la región, según un estudio realizado por la casa productora, United Cacao miembro de la Fundación Mundial del Cacao (FMC). Los factores han cambiado el panorama internacional del mercado de cacao en los últimos meses. Si bien a principios de 2015 el precio internacional continuaba a la baja gracias a la reducción del pronóstico de crecimiento global, la disminución de la oferta mundial y un aumento de la demanda empujaron los precios al alza.

### **Generalidades del cultivo de cacao**

El cacao es una planta perenne perteneciente a la familia de las esterculiáceas cuyos árboles producen flores y frutos en el tallo y ramas. Su cultivo crece y produce en forma adecuada cuando está protegido por el sombrío que le proporcionan otras especies de mayor porte como los árboles frutales y maderables, los cuales además cumplen con una importante función económica como generadores de un ingreso a mediano y largo plazo.

En Colombia es un cultivo de mucha importancia en ciertas zonas en las cuales se constituye en la principal fuente de ingresos para cerca de 25,000 familias. (Fedecacao, Cacaocultura en el Departamento de Cundinamarca, 2004)

### **Demanda en aumento**

Debido a que el chocolate es un bien de lujo, no es de sorprender que la recuperación de las economías desarrolladas especialmente Europa y Norteamérica empujaron la demanda mundial de cacao que ya alcanzó los 4,2 millones de toneladas en diciembre de 2014, representando un crecimiento de 5% respecto al año 2013, afirma el último boletín trimestral de ICCO. Sin embargo, son los nuevos consumidores de Asia del Pacífico, especialmente en China. Según Euromonitor International, citado por Bloomberg, el crecimiento de las ventas totales para China se estimó en 5% en el periodo 2013-2014.

En Colombia la demanda interna muestra una tendencia similar. El presidente de la Federación Nacional de Cacaoteros de Colombia (Fedecacao), Eduard Baquero López, establece como prioridad atender el mercado nacional y asegura que solo los excedentes se destinarán a exportación, gracias al fortalecimiento del mercado local. (Dulce Futuro Para el Cacao Colombiano, 2015)

### **Propagación de plántulas para el cultivo de cacao**

La propagación sexual se hace por medio de las semillas que se extraen del fruto y ellas según su objetivo se siembran como semillas híbridas o de patronaje. Las semillas híbridas son producidas por medio de polinización artificial dirigida, realizando cruces específicos según la zona en que se sembrará, estas permanecen por un periodo de tres meses en el semillero para

posteriormente pasar a sitio definitivo. La semilla de patronaje se utiliza como soporte del injerto que se hace cuando el tallo tiene un grosor apropiado. El injerto originara la copa del árbol y el patrón la raíz. Este proceso de injertación se hace utilizando clones de alto rendimiento adaptados para cada una de las zonas agroecológicas. (Useche & Ardila, 2012, pág. 84)

Desde el punto de vista botánico, el cacao en relación con su calidad, presenta para algunos tres y para otros cuatro categorías a saber, forasteros, criollos, trinitarios y una categoría adicional considerada por algunos que es el cacao nacional del Ecuador. Buena parte de la calidad ofrecida por el productor, se fundamenta en el origen que haya tenido la semilla usada para plantar el cultivo en relación con los tipos descritos.

Categorías propias de los forasteros son la acidez del grano, el tamaño pequeño de la almendra, el sabor amargo, de cotiledón color violeta cuando el grano esta recién sacado de la mazorca y oscuro cuando ha sido bien beneficiado. También llamados amazónicos pues se originaron en la cuenca alta del rio Amazonas, desde donde fueron llevados al África Occidental y al Brasil, son los forasteros que en términos de calidad tienden a dar cacaos comunes.

El cacao criollo que significa nativo de descendencia extranjera, corresponde a un tipo de almendras más grandes, cuyo cotiledón recién salido de la mazorca es ligeramente rosado. Presenta un color entre marfil y parduzco o castaño muy claro cuando está correctamente beneficiado. Produce un grano con olor dulce y sabor agradable, unido a un aroma delicado, características distintivas de los tipos finos. Estos cacaos fueron cultivados originalmente en las selvas húmedas mexicanas y en la cuenca del Orinoco, desde donde se propagaron a los demás países Centroamericanos, a Venezuela y algunas islas del Pacífico como Samoa, Timor y Java.

El cacao nacional, en ocasiones es considerado como el cuarto grupo, se originó en la franja de bosque tropical del occidente de los Andes entre Colombia y Ecuador. (Fedecacao, El Beneficio

y características Físico Químicas del Cacao, 2004)

## **Los Clones**

En Colombia, en los primeros años de desarrollo de la cacaocultura, el cacao se sembraba mediante propagación sexual usando semillas híbridas, sin embargo, desde hace 15 años el cacao se viene propagando asexualmente mediante la clonación a través de la injertación; para lo cual se tomaron las experiencias exitosas de países como Malasia y Ecuador. La Federación Nacional de Cacaoteros, comenzó un trabajo de instalación de Jardines Clonales y empezó a impulsar la modernización del cultivo mediante 4 aspectos fundamentales que son: 1). El diseño de plantaciones de cacao dentro de los sistemas agroforestales, 2). Utilizar densidades de siembras superiores a 1000 árboles de cacao por hectárea, 3). Sistemas de manejo cultural de las plantaciones adecuadas, adecuados al nuevo tipo de cultivo y 4). Propagación de los clones de tipo regional y algunos universales. Estos clones por sus características, hace posible de manera igualable la obtención de rendimientos superiores, llegando a 2.000 Kg por hectárea o inclusive mayores. (Fedecacao, Calidad del Cacao Colombiano, 2012)

## **Características organolépticas**

Las propiedades organolépticas son el conjunto de las características físicas percibibles por los sentidos del hombre que tiene la materia en general, como, por ejemplo, de sabor, textura, olor, color. Todas estas estas propiedades producen al comer una sensación agradable o desagradables. Esas cualidades se califican en la cata o análisis sensorial. La catación o degustación de cualquier producto, consiste en poder apreciar y percibir sus propiedades a través de los sentidos, lo que se conoce como características organolépticas, las cuales son descripciones de las de las sensaciones visuales, olfativas, auditivas, gustativas, entre otras.

Las propiedades organolépticas del cacao tienen un efecto determinante sobre su consumo y éxito comercial. De aquí la necesidad de estudiar, definir y evaluarlas correctamente. Es preciso puntualizar que, en el resultado final de la calidad, influyen la herencia, es decir el material genético de donde provienen las semillas usadas para la plantación, el ambiente en el que se desarrolla el cultivo y el beneficio al que es sometido el grano a partir de las mazorcas maduras. (Fedecacao, Calidad del Cacao Colombiano, 2012).

### **El proceso de beneficio del cacao**

El manejo de pos cosecha del cacao denominado beneficio, constituye un aspecto de máxima importancia para presentar al mercado un producto de calidad. Garantiza que el grano sea apreciado, apetecido por la industria y asegura su comercialización tanto a nivel nacional como internacional, justificando un mejor precio. (Useche & Ardila, 2012)

La actividad de beneficio es la etapa más importante de todo el ciclo del cultivo de cacao, la cual se inicia con el proceso de recolección únicamente de mazorcas maduras, separando las que presenten signos de enfermedad de las que hayan alcanzado el punto de madurez adecuado, dentro del mismo cultivo se procede a la partida de las mismas, y finalmente se procede al desgrane procurando sacar solamente los granos sin que quede adherida parte de la placenta. (Rojas & García, 2009, pág. 32)

### **Aspectos fundamentales que se deben tener en cuenta en el proceso de beneficio del cacao.**

Para las industrias procesadoras, el cacao de calidad es aquel que después de ser debidamente beneficiado, desarrolla plenamente el sabor y aroma característicos del chocolate al ser tostado y

procesado. Además de esto, para las fabricas es también de importancia el tamaño del grano o almendra, el contenido de grasa y el porcentaje de cascarilla y humedad. Aunque estos factores están fuera de control del productor en los cultivos ya establecidos, pueden ser definidos en el momento de seleccionar el material de propagación.

Las industrias necesitan almendras con pesos superiores a 1 gramo, contenidos de grasa del orden del 55% del peso del grano seco sin cascarilla y esta no debe superar el 12% del peso total del grano.

Las características organolépticas pueden ser mejoradas a través de un correcto proceso de beneficio, pues este contribuye a generar los procesos físico químicos encargados de originar los compuestos precursores del aroma y el sabor del grano, atributos sobresalientes en relación con la calidad de la materia prima. De aquí la gran importancia del buen beneficio del grano de cacao para que sea un producto más atractivo en el mercado. (Fedecacao, Caracterización físico Química y Beneficio del Grano de Cacao en Colombia, 2005)

### **El cacao fino y de aroma**

En el mercado mundial, los granos o almendras de cacao, se clasifican usualmente en dos grandes categorías: la primera es la de los granos utilizados para elaborar manteca de cacao y productos para los que se requiere gran cantidad de materia prima y artículos para la cosmetología, son los denominados cacaos corrientes.

La segunda clasificación contempla los granos que dan características específicas de sabor, aroma y color en chocolates finos, en revestimientos o coberturas, la obtención de polvo para dar sabor a recetas domésticas y la preparación de diversos alimentos y bebidas que se consiguen en

el mercado. Este tipo de grano se denomina cacao fino. (Fedecacao, El Cacao fino y de Aroma: Poco y Bien Pago, 2009)

### **Recolección**

Cosechar únicamente frutos maduros, las mazorcas verdes no se deben recolectar porque el grano sin madurez origina un producto de sabor amargo, ya que las sustancias azucaradas que recubren el grano, aun no se encuentran en óptimas condiciones para el desarrollo de los procesos bioquímicos que se llevan a cabo durante la fermentación. La periodicidad de las recolecciones debe corresponder al volumen de la cosecha, la madurez de las mazorcas, la presencia de plagas, enfermedades o animales dañinos. Si se logran periodos más cortos entre una y otra cosecha, menor riesgo se corre de pérdida de frutos. Generalmente en plantaciones pequeñas o medianas, la recolección debe hacerse cada dos o tres semanas, con lo que se evita la sobre maduración de los frutos o pérdidas por insectos o enfermedades. (Useche & Ardila, 2012, pág. 152)

Generalmente la madurez de las mazorcas se aprecia por su cambio de color: del verde para al amarillo y del rojo al anaranjado. No obstante, para ciertos frutos que tienen una pigmentación roja violeta muy marcada, este cambio de color puede no ser muy aparente y se corre el riesgo de no cosechar a tiempo las mazorcas que han alcanzado su plena madurez. Debido a esto, los recolectores no se fían del color de las mazorcas del clon sino únicamente del sonido que emiten cuando las golpean con el dedo. No se debe aguardar mucho tiempo para recolectar una mazorca madura por los riesgos de podredumbre y germinación de los granos. Pero todavía es más grave recolectar las mazorcas antes de su madurez, pues influyen desfavorablemente sobre la fermentación. (Gustavo A, 1985, pág. 185)

La cosecha de las mazorcas se debe realizar con técnicas y herramientas adecuadas.

Generalmente las mazorcas se cortan con tijeras podadoras, sin embargo, aquellas que no se encuentran al alcance de la mano se cortan con ganchos o media lunas afilados sujetos a un mango largo de madera liviana, el corte se hace sin estropear la rama de donde se agarra la mazorca. Cuando se sospecha de la presencia de la enfermedad conocida como mal de machete o llaga macana, es recomendable desinfectar las herramientas de cosecha cada día que se vaya a realizar esta operación. Antes de partir las mazorcas, es importante separar las sanas de las enfermas son daños de insectos o animales; este es el punto de partida para evitar el deterioro de la calidad pues únicamente el grano sano recuperado, puede mezclarse con el grano procedente de mazorcas sanas. El grano sospechoso de mala calidad se procesa aparte, es importante insistir que por ningún motivo se debe mezclar granos sanos con granos cuya apariencia externa indiquen daños de plagas o enfermedades, ya que esto deteriora la calidad final del producto. (Gabriel, Gabriel Jaime, & Elizabeth, 2008, pág. 17)

Para una adecuada cosecha se recomienda el uso de los siguientes materiales: machete, tijera, lonas plásticas, sacos, baldes, carretillas. Una vez terminada la labor de desgrane las almendras deben ser llevadas al centro de acopio. La cosecha se debe colocar en un sitio limpio y libre de contaminación. (Andrade, 2009)

Debe evitarse causar heridas en las almendras ya que pueden sufrir ataques de hongos e insectos, prevenir las heridas o la destrucción de los cojines florales, para evitar que se infecten los tejidos de la planta y disminuir la capacidad productiva de la misma. (Ugarte)

## **Partida de mazorcas**

Una vez recolectadas las mazorcas, se amontonan, separándose las que pueden estar enfermas y las que no hayan alcanzado el grado de madurez requerido para garantizar que solo se beneficien los frutos maduros y sanos de lo contrario se afectara la calidad final del producto. Los montones o pilas de cacao deben ubicarse en un lote donde se pueda fácilmente hacer la labor de la partida, se puedan amontonar las cascaras para su descomposición y posterior utilización en el mismo cultivo, como abono orgánico de muy buena calidad. (Useche & Ardila, 2012, pág. 153)

Los granos se extraen con los dedos dejando la placenta pegada a la mazorca y se eliminan pedazos de corteza u hojas etc., mezclados con los granos. Para esta operación se acostumbra utilizar un guante que evite el desgarre de las uñas. En los sitios donde se va a desgranar las mazorcas es aconsejable colocar un plástico sobre la superficie del suelo para evitar que los granos se mezclen con tierra, hojas o mugre en general, después de abrir las mazorcas, los granos deben fermentarse antes de 24 horas, por ningún motivo se pueden mezclar granos procedentes de mazorcas abiertas en diferentes días. (Gabriel, Gabriel Jaime, & Elizabeth, 2008, pág. 18)

## **Fermentación**

La fermentación es un proceso en donde las semillas de cacao cubiertas de pulpa o baba, se amontonan en cajones o cajillas para aumentar su temperatura y se desprenda la baba. El proceso de fermento necesita realizarse en sitios cubiertos y cerrados libres de viento para que la temperatura del grano de cacao sea constante. El proceso de fermentación contiene dos fases: la fase anaeróbica o alcohólica donde las levaduras transforman el almidón y azúcares del mucilago en alcohol etanol y desprendan gas carbónico. Esta fase dura los dos primeros días del proceso. La fase con el aire, aeróbica o acética cuando las bacterias del nombre acetobacter transforman el

etanol en ácido acético el cual penetra dentro de la semilla produciendo cambios que originan sustancias que dan buen sabor y aroma al cacao. (Mercedes, 2013)

El proceso de fermentación ocurre durante 6 a 8 días, durante este tiempo es necesario mantener vivos a los microbios que causan la fermentación. En el momento en que se pierde el calor, es señal de que los microbios ya murieron. Durante la fermentación la semilla se calienta, su temperatura sube hasta 50 grados centígrados, cuando la temperatura llega a los 45 °C los embriones de las semillas mueren y ese momento marca el inicio de los cambios que dan el sabor y aroma al chocolate. El tiempo de fermentación varía según el tipo de semillas; el cacao criollo necesita de tres a cuatro días para fermentarse, los tipos forasteros necesitan de 6 a 8 días. La fermentación es un proceso que necesita mucho cuidado y un lugar especial donde el cacao en baba no lo afecte el viento, pero si este bien ventilado. (Mercedes, 2013)

La fermentación es el paso fundamental en el beneficio del cacao. En este proceso se desarrolla el sabor y aroma del producto y contribuye a formar un grano de color marrón y de buena apariencia. Una adecuada fermentación origina un cacao que, al ser convertido en chocolate, es agradable al paladar y al olfato, por el contrario, una mala fermentación o la ausencia de ella, puede demeritar el producto de una forma notable. (Useche & Ardila, 2012, pág. 154)

Hacer evaluaciones diarias de fermentación a partir del quinto día para determinar el porcentaje de fermentación. La evaluación consiste en coger diez granos al azar y posteriormente hincar con la uña en el centro del grano, si se desprende un líquido marrón significa que ya está fermentado, si no se desprende ningún líquido quiere decir que falta fermentar, siete granos

fermentados indican 70% de fermentación, 8 granos el 80% y así sucesivamente hasta llegar a 9 o 10 granos, es decir, de 90 al 100% de fermentación. (Ramírez, 2009)

Para saber si el cacao ya está bien fermentado, además del tiempo transcurrido se debe constatar que la temperatura en el sistema comience a descender, el grano se hinche, halla producido la muerte del embrión, que en el corte longitudinal de las almendras se observe un color pálido en el centro, rodeado por una circunferencia de color café oscuro. (De Reyes & Humberto, 2000)

Consecuencia de una fermentación deficiente o incompleta:

Almendras violetas, son el producto de una fermentación incompleta y sus almendras producen poco sabor durante el procesamiento industrial, presentan altos contenidos de purina, poca fragancia y en el caso de los criollos no se revelan los sabores a almendra y especias. Almendras sobre fermentadas, dan lugar a almendras con olores pútridos desagradables y provenientes de la fermentación prolongada que da lugar a la formación de ácido butírico. Esto acontece sobre todo en regiones de alta pluviosidad durante la época de cosecha cuando las lluvias no permiten que los productores extiendan en el patio de secado las almendras que han cumplido su tiempo de fermentación.

Granos sobre maduros, germinan y emiten su radícula que al ser manipuladas se desprenden quedando orificios por donde se facilita la penetración de insectos y hongos. Adicionalmente estos granos han sufrido parte del proceso bioquímico de la germinación y utilizando parte de los componentes para otras funciones, perdiendo su capacidad de uso en el proceso industrial.

Almendras mohosas, se produce al fermentar granos provenientes de frutos enfermos o cuando, durante el proceso de fermentación la masa de cacao se contamina con hongos

provenientes de las mismas cajas, pilas o canastos donde se fermentan los granos. Hongos de los géneros *Aspergillus* y *Penicillium* resultan ser los más frecuentes en estos casos, y cuando por cualquier circunstancia estos hongos sobreviven al secado, y el cacao se empaca con niveles de humedad superiores al 8%, atraviesan la cutícula que recubre las almendras y colonizan su interior dando como resultado un producto que pierde su sabor y aroma característico y por ende un chocolate de muy mala calidad. (De Reyes & Humberto, 2000)

### **El secado del cacao**

Después que los granos han sido fermentados tienen un contenido de humedad que va desde el 40% al 50% que debe reducirse al 6% o al 7%. Un contenido más alto de humedad dará como resultado el crecimiento de moho durante el almacenamiento. El proceso de secado se basa en el movimiento de aire en los granos para ayudar a que baje la humedad. El método adecuado de secado es aprovechando la energía solar, pero en regiones donde la cosecha coincide con lluvias frecuentes se utilizan métodos de secado artificial o una combinación de ambos. Durante el secado al sol, los granos se colocan en plataformas de madera en capas de 5 a 7 cm de grueso. Los granos se mueven constantemente para alcanzar un secado uniforme, separar los granos, para que no se peguen entre sí y evitar el crecimiento de moho. Los tiempos de secado varían según las condiciones climáticas en las zonas, pero el secado inicial debe ser lento de por lo menos 48 horas y mover constantemente los granos. (El Secado del Cacao, s.f.)

En lo posible el secado debe hacerse al sol, que es la fuente de calor más barata y adecuada. si se utiliza secado artificial debe tenerse cuidado con los silos para que la temperatura no sobrepase los 60 grados centígrados. El secado debe ser lento y a bajas temperaturas particularmente al comienzo. Para el secado al se utilizan estructuras como paseras, casa-elbas, camillas de madera

o carros corredizos. No se deben usar patios de cemento ni áreas pavimentadas pues sobre todo en estas últimas, se produce contaminación por elementos nocivos.

En el proceso de secado se debe revolver la masa de cacao frecuentemente para la distribución pareja del calor, para ello deben utilizarse utensilios de madera. En forma práctica el punto de secado se conoce tomando un puño de granos y si al apretarlos crujen como cascajo es señal que está en el grado de sequedad requerido. (Fedecacao, Fundamentos para el Beneficio del Cacao y la Caracterización del Grano, 2002)

Para que el producto pueda ser almacenado, con la seguridad que no se afectará por causa del ataque de hongos, es necesario acondicionar su humedad a un contenido de agua cercano al 7%. De otro lado, debe tenerse en cuenta, que, durante el proceso de secado del grano, continua alguno de los procesos de transformación física y química, los cuales no alcanzan a completarse mientras el producto está en la pila de fermentación. Durante esta etapa se termina la oxidación y transformación de los polifenoles desapareciendo por completo el color violeta de las almendras, con lo que el grano se torna totalmente marrón, generando las características organolépticas deseables. (Useche & Ardila, 2012, pág. 156)

### **Limpieza y clasificación**

Deben eliminarse todas las impurezas, granos mojosos, partidos y vanos (sin almendra), esto mediante proceso manual y clasificar el cacao separando la pasilla y la basura por medio de zarandas, de tal manera que solo deben dejarse los granos sanos y secos, considerando que las características deben ser: forma arriñonada, color café oscuro o canela, consistencia quebradiza, cascara fácilmente desprendible y olor a chocolate agradable. (Agler, 2014)

Los granos debidamente clasificados deben ser empacados en costales nuevos de fique para capacidad de 50 Kg, los cuales deben estar bien secos y limpios. Para la comercialización de cacao se tienen como parámetros la norma Icontec 1252, la cual incluye los requisitos para la comercialización de grano premio, corriente y pasilla.

Se debe almacenar sobre estibas en un lugar techado, separando los bultos del piso y las paredes, debe estar bien ventilado aislado de productos no alimenticios y manteniendo una adecuada humedad, no almacenar por mucho tiempo ya que se pueden generar problemas de plagas y moho. (López & Oscar Dario, 2015)

*Tabla 1*

*Características de los granos de cacao de acuerdo con su grado de fermentación y beneficio.*

CARACTERÍSTICAS DEL GRANO	GRANO BIEN FERMENTADO	GRANO INSUFICIENTEMENTE FERMENTADO	GRANO SIN FERMENTAR
Forma	Hinchado "ciruelo"	Relativamente aplanado "plancha"	Aplanado en su mayoría
Color externo	Café oscuro "canelo"	Amarillo claro Amarillo rojizo	Blanquecino rojizo
Testa o cuticula	Se desprende fácilmente con los dedos	Desprende fácilmente con la uña	Casi no se desprende fuertemente adherida
Consistencia	Quebradiza se desmigaja fácilmente en harinas al presionarlo entre los dedos	Duro Dificil de quebrar y desharinar con los dedos	caucho. Solo parte con navaja
Estructura Interna	"Arriñonado" subdividido en segmentos visibles a simple vista	Enterizo como queso prensado	Compacto. Muy duro
Color Interno	Color "chocolate" (marrón claro o café)	a. Parcialmente pardo y parcialmente violaceo. B. Morado (púrpura o violaceo) en diferentes tonalidades	Gris. Negruzco (color pizarra)
Olor	A chocolate Aromatico Agradable	A vinagre desagradable	Sin olor o con olor a moho
Sabor	Medianamente amargo	Amargo	Muy amargo

Fuente: Guía técnica para el cultivo del cacao.

## **Selección**

Para llevar al mercado deben eliminarse todas las impurezas, tales como granos mohosos, partidos y vanos sin almendras, de tal manera que solo deben dejarse los granos sanos y secos. Para efectos de la clasificación del cacao se realiza la prueba de corte que consiste en tomar una muestra de granos representativa, que se parten en forma longitudinal con una navaja o bisturí de

manera que los cotiledones queden divididos en dos mitades, haciendo posible la observación de las características que se juzgan a fin de clasificar los granos de acuerdo a norma existente.

Tabla 2

*Norma Icontec 1252 grano de cacao seco.*

<b>Requisitos</b>	<b>Premio</b>	<b>Corriente</b>	<b>Pasilla</b>
Contenido de Humedad en % (m/m). Máx.	7	7	7
Contenido de impurezas o materias extrañas en % (m/m). Máx.	0	0,3	0,5
Grano mohoso interno, número de granos/100 gramos, máx	2	2	3
Grano dañado por insecto y/o germinados, número de granos/100 granos máx	1	2	2
Contenido de pasilla, número de granos/100 granos,máx	1	1	
Contenido de almendra en % (m/m),min.			40-60
Masa (peso), en g/100 gramos,min	120	105-119	40
Granos bien fermentados, número de granos/100 granos, min	65	65	60
Granos insuficientemente fermentados, número de granos/100 granos max.	25	35	40
Granos pizarrosos, número de granos/100 granos,máx	1	3	3

Fuente: Guía técnica para el cultivo del cacao.

## MARCO CONTEXTUAL

El presente trabajo de investigación se realizó en el municipio de Granada en el departamento del Meta, en las veredas Puerto Caldas y trocha 7, en las fincas los Olivos II, Villa María y la Begonia.

El municipio de Granada presenta un clima cálido tropical, cuya temperatura promedio se encuentra entre los 24°C y los 25.6°C, la precipitación presenta valores promedios entre 2.400 y 2.800 mm por año, presentando un comportamiento de precipitación bimodal, siendo los meses de abril a julio los que presentan una mayor precipitación durante el año. La altitud mínima es de 372 m.s.n.m. y la máxima es de 410 m.s.n.m., localizado entre los 3° 18' y 3° 35' de latitud Norte y entre 73° 30' y 74° 03' longitud Oeste del meridiano de Greenwich. (Geografía , 2017).

En términos generales y a excepción de las zonas de talud, la topografía del municipio es plana, con pendientes que no superan el 3%. Los accidentes geográficos son la vega del río Ariari, la zona de sabana y los taludes que marcan la diferencia de nivel entre las anteriores. Los suelos del departamento del Meta están dentro de la clasificación de suelos oxisoles, los cuales se caracterizan por tener altos contenidos de aluminio intercambiable. El cultivo de cacao en el departamento del Meta y Principalmente en la región del Ariari donde se encuentra ubicado el municipio de Granada, lugar donde se desarrolló la presente investigación se encuentra establecido en suelos livianos, los cuales presentan un buen drenaje. En cuanto a sus propiedades químicas son suelos con bajos contenidos de materia orgánica (2%), con altos contenidos de aluminio intercambiable. También el área que comprende la vega del río ariari principal afluente de la región presenta desbalances en la saturación de bases, razón por la cual se deben realizar análisis de suelo para equilibrar las condiciones químicas del suelo para el desarrollo del cultivo.

## METODOLOGIA

Para la presente investigación se tomaron como muestra 20 kilos de grano de cacao de los clones FEAR 5, FSA 12, FSA 13. Para realizar el proceso de beneficio. Se realizaron tres repeticiones con cada uno de los clones. Las muestras se tomaron de tres fincas seleccionadas que contaban con los clones elegidos para la investigación. Para la identificación de clones y toma de muestras se contó con el apoyo técnico de un profesional de la Federación Nacional de Cacaoteros de la unidad técnica de Granada Meta. El apoyo del técnico de Fedecacao se solicitó con el fin de certificar la existencia de los clones en las fincas seleccionadas para realizar la investigación.

Para evaluar el tiempo ideal de fermentación de los tres clones se tomó cada muestra y se llevó a cajones fermentadores por separado para su proceso de fermentación, las muestras se taparon con costales de fique para buscar obtener una mejor temperatura en el proceso de fermentación. de cada muestra se realizó la evaluación a los 4, 5 ,6, 7 y 8 días de fermentación.

A partir del cuarto día se empezó a realizar la selección de 1 kilo de grano fermentado de cada muestra y se llevó a la casa elba para empezar el proceso de secado para posteriormente realizar las evaluaciones de la calidad del grano seco.

A partir del segundo día de secado se empezó a medir la humedad hasta llegar al nivel óptimo de secado, este proceso se llevó a cabo con el medidor de humedad instantánea a cada uno de los clones y sus respectivas repeticiones en cada finca.

Terminado el proceso de secado de cada una de las muestras se realizó la evaluación de 100 granos de cacao seco para realizar la prueba de calidad de acuerdo a la tabla de (característica de los granos de cacao de acuerdo con su grado de fermentación y beneficio) la cual es la que rige la calidad del cacao a nivel nacional en los puntos de venta.

Para determinar la temperatura del grano esta se tomó a partir del segundo día con un termómetro digital, la temperatura se tomó antes de realizar cada volteo de la masa de cacao.

Para determinar el peso inicial y el peso final del grano se tomó la relación del peso inicial de las muestras al momento de culminar el proceso de fermentación y el peso final obtenido culminado el secado del grano.

Para determinar la humedad relativa se utilizó un termómetro digital.

La evaluación de humedad del grano se realizó empleando el medidor de humedad instantánea previamente calibrado para medir el contenido de humedad del grano de cacao.

Para evaluar el peso de 100 granos de cacao, variable la cual nos determina la calidad del grano de cacao se utilizó una Gramera digital.

Para realizar la evaluación del grano bien fermentado, porcentaje de fermentación, de pasilla y el contenido de granos mohosos y pizarrosos se realizó mediante la prueba de corte con la guillotina la cual es la herramienta utilizada para realizar el corte del grano y la posterior evaluación de acuerdo a la norma técnica Icontec 1252 (tabla 2).

### **Variables evaluadas**

- Temperatura de fermentación.
- Temperatura del ambiente.

- Humedad relativa del ambiente.
- Porcentaje de humedad del grano de cacao.
- Peso seco del grano de cacao.
- Contenido de pasilla en 100 granos
- Peso de 100 granos de cacao.
- Porcentaje de fermentación
- Porcentaje de pasilla en 100 granos

## **Materiales**

Para llevar a cabo el presente trabajo de investigación se emplearon los siguientes materiales y equipos:

- 180 kilogramos de grano de cacao fresco seleccionado de los clones FEAR5, FSA 12 y FSA 13. de tres fincas cacaoteras del municipio de Granada Meta.
- Tres cajones fermentadores los cuales se encontraban ubicados en cada una de las fincas donde se desarrolló el presente trabajo de investigación.
- Nueve Costales de fique
- Balanza.
- Gramera.
- Termómetro digital.
- Casa elba la cual se encontraba ubicada en cada una de las fincas donde se desarrolló el trabajo de investigación.
- Medidor de humedad.
- Guillotina.

## Análisis de la información

La información recolectada en el desarrollo de la presente investigación se analizó a través de un análisis de varianza mediante la aplicación de la prueba de Duncan.

## RESULTADOS

### Evaluación de la temperatura del grano de cacao en el cajón fermentador.

Los resultados obtenidos en cada una de las muestras se analizaron de acuerdo a la norma técnica Icontec 1252 (tabla 2).

Tabla 3

### Análisis de la varianza para la variable temperatura en cajón fermentador

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
TEMP EN CAJON EN °C	45	0,62	0,40	9,51

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC Tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor p
Modelo	718,94	16	44,93	2,87	0,0071
FERMENTADO	566,75	4	141,69	9,04	0,0001
CLON	6,64	2	3,32	0,21	0,8104
REP	97,13	2	48,56	3,10	0,0608
FERMENTADO*CLON	48,43	8	6,05	0,39	0,9187
Error	438,64	28	15,67		
Total	1157,59	44			

De acuerdo a la anterior información (tabla 3) indica que dado el valor de P se rechaza la hipótesis nula en la que se planteaba que no había diferencias en el incremento de temperatura del proceso de fermentación de los clones evaluados (FEAR 5, FSA 12, FSA 13).

Tabla 4

*Comparación prueba Duncan al 0,05 para la variable de temperatura durante los diferentes días de fermentación.*

**Test: Duncan Alfa: 0,05**  
*Error: 15,6659 gl: 28*

FERMENTADO	Medias	n	
5,00	35,90	9	A
1,00	39,26	9	A
4,00	43,10	9	B
2,00	44,97	9	B
3,00	44,98	9	B

Con los resultados anteriores se entiende que el proceso de fermentado de los tres clones evaluados tarda entre 5 y 7 días obteniendo temperaturas entre los 43 y 45 °C y podemos concluir que al día 8 ya los clones han finalizado por completo su proceso de fermentación por lo que se puede observar que la temperatura ya ha comenzado a disminuir considerablemente. Para comprobar el anterior análisis podemos apoyar nuestro análisis en los siguiente:

Durante la fermentación la semilla se calienta, su temperatura sube hasta 50 grados centígrados, cuando la temperatura llega a los 45 °C los embriones de las semillas mueren y ese momento marca el inicio de los cambios que dan el sabor y aroma al chocolate. (Mercedes, 2013).

Tabla 5

*Comparación prueba de Duncan al 0,05 para la variable temperatura en cajón fermentador para cada uno de los clones evaluados.*

**Test: Duncan Alfa: 0,05**  
*Error: 15,6659 gl: 28*

CLON	Medias	n	
3,00	41,18	15	A
1,00	41,62	15	A
2,00	42,12	15	A

De acuerdo con la tabla 5 podemos identificar que no hay diferencias significativas entre la temperatura acumulada en cada uno de los clones (FEAR 5, FSA 12, FSA 13) estudiados en el proceso de fermentación, siendo el clon numero dos (FSA 12) en el que se midió la mayor temperatura 42, 1°C.en el proceso de fermentación.

Tabla 6

*Comparación prueba de Duncan al 0,05 para la variable temperatura de los clones FEAR 5, FSA 12, FSA 13 en cada una de las fincas donde se realizó la evaluación.*

**Test : Duncan Alfa: 0,05**  
*Error: 15,6659 gl: 28*

REP	Medias	n	
2,00	40,49	15	A
1,00	40,72	15	A
3,00	43,71	15	B

De acuerdo a la tabla 6, la finca en la que se alcanzó la mayor temperatura en el cajón fermentador fue en la finca 3, donde se logró obtener una temperatura máxima de 43,71°C presentando un incremento respecto a la finca 1 y 2 las cuales presentaron una temperatura máxima de 40,7 y 40,4°C respectivamente.

### **Evaluación de la temperatura ambiente**

En la variable relacionada con la temperatura ambiente no se presentaron diferencias significativas para ninguno de los tratamientos ni para las tres repeticiones realizadas en las fincas. De acuerdo a la información presentada en la tabla 7 podemos concluir que no hay diferencias en la temperatura para ninguno de los días de fermentación de los clones (FEAR 5, FSA 12, FSA 13).

Tabla 7

*Comparación prueba Duncan al 0,05 para la variable de temperatura ambiente en los diferentes días de fermentación.*

**Test: Duncan Alfa: 0,05**  
 Error: 3,2536 gl: 28

FERMENTADO	Medias	n	
4,00	29,61	9	A
3,00	29,90	9	A
2,00	30,67	9	A
5,00	30,67	9	A
1,00	30,90	9	A

### **Evaluación del porcentaje de humedad relativa.**

De acuerdo a la información obtenida en la evaluación de esta variable se puede determinar que el porcentaje de humedad relativa no presenta diferencias significativas entre los diferentes días de fermentación y tampoco presenta diferencias entre los clones evaluados. Como se observa en los resultados de la tabla 8 se presenta diferencia en los resultados obtenidos entre las repeticiones, siendo la finca número tres la que presenta el valor más bajo con una humedad relativa de 75%, y siendo la finca número dos en la que se midió el mayor valor de humedad relativa con un 79,2%.

Tabla 8

*Comparación prueba de Duncan al 0,05 para la variable % humedad relativa de los clones FEAR 5, FSA 12, FSA 13 en cada una de las fincas donde se realizó la evaluación*

**Test: Duncan Alfa: 0,05**  
 Error: 10,1714 gl: 28

REP	Medias	n	
3,00	75,00	15	A
2,00	77,40	15	B
1,00	79,20	15	B

## Evaluación del Porcentaje de humedad del grano de cacao seco.

Tabla 9

Comparación prueba Duncan al 0,05 para la variable % de humedad del grano de cacao seco en los diferentes días de fermentación.

**Test: Duncan Alfa: 0,05**

Error: 0,0532 gl: 28

FERMENTADO	Medias	n		
3,00	6,88	9	A	
4,00	7,03	9	A	B
1,00	7,07	9	A	B
5,00	7,10	9	A	B
2,00	7,19	9		B

Teniendo en cuenta que el porcentaje de humedad ideal para el almacenamiento o comercialización del grano de cacao es del 7%, según los resultados obtenidos en campo (tabla 9) podemos definir que la muestra tomada a los 5 días de fermentación presenta un porcentaje de humedad del 7,2%. esta variable no está relacionada directamente a los días de fermentación que se le den al grano de cacao ya que como vemos en la información de la tabla anterior podemos observar la muestra tomada a los 4 días de fermentado que presenta una humedad mucho menor que la del día 5 de fermentación con un 6,8% de humedad. El motivo del presente resultado es que el secado del cacao depende del ambiente ya que la fuente de temperatura empleada para el secado es la luz solar, la cual es la más usada por los productores de cacao ya que es la más fácil y económica para realizar esta labor de secado del grano de cacao.

## Evaluación del peso seco del grano de cacao

Tabla 10

*Comparación prueba Duncan al 0,05 para la variable peso seco en Kg del grano de cacao en los diferentes días de fermentación.*

**Test: Duncan Alfa: 0,05**  
*Error: 0,0022 gl: 28*

FERMENTADO	Medias	n		
1,00	0,47	9	A	
5,00	0,48	9	A	B
2,00	0,49	9	A	B
4,00	0,50	9	A	B
3,00	0,52	9		B

Para la determinación de esta variable se tomó un kilo de cacao de cada uno de los tratamientos realizados y se procedió al proceso de secado en la casa elba. De acuerdo a la información registrada en la tabla anterior podemos determinar que para las pruebas realizadas a la muestra de 4 días de fermentado se obtuvo el menor peso seco 470 gramos, comparado con la muestra analizada de los 6 días de fermentación la cual fue la muestra que mejor peso seco del grano se obtuvo con 520 gramos. Las muestras evaluadas a los 5, 7 y 8 días no presentaron diferencias significativas en sus respectivos pesos.

Al realizar el análisis de los resultados consignados en las tablas 30 y 31 podemos identificar que no hubo diferencias significativas entre los clones (FEAR 5, FSA12 y FSA13) en su peso final de grano seco, pero donde si se obtuvo un resultado con diferencias significativas fue en la comparación entre las fincas, siendo la finca número dos la que presento un mayor peso de su muestra con 510 gramos y la finca número uno fue la que presento el valor más bajo de grano de cacao seco con un resultado de 470 gramos.

Tabla 11

*Comparación prueba de Duncan al 0,05 para la variable peso seco en Kg del grano de cacao de los clones FEAR 5, FSA 12, FSA 13 en las tres repeticiones.*

**Test: Duncan Alfa: 0,05**  
*Error: 0,0022 gl: 28*

FERMENTADO	CLON	Medias	n			
4,00	3,00	0,43	3	A		
1,00	1,00	0,44	3	A	B	
2,00	1,00	0,46	3	A	B	C
5,00	1,00	0,47	3	A	B	C
3,00	1,00	0,48	3	A	B	C
5,00	3,00	0,48	3	A	B	C
1,00	3,00	0,48	3	A	B	C
1,00	2,00	0,48	3	A	B	C
5,00	2,00	0,48	3	A	B	C
2,00	2,00	0,49	3	A	B	C
2,00	3,00	0,51	3	A	B	C
4,00	1,00	0,53	3		B	C
4,00	2,00	0,53	3		B	C
3,00	3,00	0,54	3			C
3,00	2,00	0,55	3			C

En la tabla anterior podemos identificar la comparación de los resultados obtenidos de cada uno de los clones evaluados con su respectiva repetición donde podemos identificar que los clones de cacao que mejor rendimiento de grano de cacao seco presentaron fueron FSA 12 y FSA13 con 6 días de fermentación con un resultado de 540 y 550 gramos respectivamente.

El clon que presento el menor rendimiento en grano de cacao seco fue el FSA13 a los con 7 días de fermentado con un resultado de 430 gramos de grano seco. los demás tratamientos no presentaron diferencias significativas.

El clon FEAR 5 presento su mayor rendimiento en grano de cacao seco a los 7 días de fermentado con un resultado de 530 gramos de cacao.

### Evaluación del contenido de pasilla en 100 granos de cacao

La determinación de esta variable está dada por el contenido de almendra del grano de cacao el cual si es menor del 50% es considerado como pasilla, también lo determina el tamaño del grano después del proceso de secado.

Teniendo en cuenta las anteriores características del grano en la evaluación de esta variable no se presentaron diferencias significativas entre los resultados obtenidos en los diferentes días de fermentación de cada una de las muestras. En las repeticiones ninguna de las tres fincas donde se desarrolló la investigación presento diferencias significativas en el contenido de pasilla en las muestras de grano de cacao.

Tabla 12

*Comparación prueba de Duncan al 0,05 para la variable contenido de pasilla en 100 granos para los clones FEAR 5, FSA12 y FSA 13*

<b>Test: Duncan Alfa: 0,05</b>			
<i>Error: 140,2651 gl: 28</i>			
CLON	Medias	n	
2,00	8,20	15	A
3,00	15,20	15	A B
1,00	20,87	15	B

De acuerdo con la tabla anterior podemos identificar que en la comparación entre clones si encontramos diferencias significativas para la variable contenido de pasilla, siendo el clon numero 1 (FEAR 5) el que presento el mayor contenido de pasilla en la muestra analizada.

El clon que mejor calidad presento en la evaluación de esta variable fue el número 2 (FSA 12) presentando diferencia significativa con los clones 1 y 3 respectivamente.

### Evaluación peso de 100 granos

De acuerdo al análisis realizado a la variable peso de 100 granos no se presentaron diferencias significativas entre las repeticiones ni en las evaluaciones realizadas en los diferentes días de fermentación.

Según la tabla 13 podemos determinar que para la variable peso de 100 granos si encontramos diferencias significativas entre los clones (FEAR5, FSA 12 FSA 13) siendo el clon numero 3 (FSA13) el que presento el mayor valor para esa variable, y el clon numero 1 (FEAR 5) el que presento el menor peso de 100 granos.

Tabla 13

*Comparación prueba de Duncan al 0,05 para la variable peso de 100 granos para los clones FEAR 5, FSA12 y FSA 13*

<b>Test: Duncan Alfa: 0,05</b>				
<i>Error: 122,8905 gl: 28</i>				
CLON	Medias	n		
1,00	130,13	15	A	
2,00	136,93	15	A	B
3,00	139,73	15		B

### Evaluación granos bien fermentados

De acuerdo a la Norma Icontec 1252 (Tabla 2) el porcentaje de granos bien fermentados debe de estar por encima del 65% para poder clasificar el grano de cacao como premio, la cual es la mejor clasificación en cuanto a calidad de la fermentación.

Para el análisis de esta variable los clones FESAR 5, FSA12 y FSA 13 presentaron un valor por encima del mínimo requerido para la clasificación de cacao premio, sin embargo, los clones que presentaron un mayor de fermentación fueron el clon 1(FEAR 5) y el clon 3 (FSA 13) con un

97% de granos bien fermentados a los 6 y 7 días de fermentación respectivamente (tabla 14). El clon que presento el menor porcentaje de fermentación fue el clon 2 (FSA 12) a los cuatro días de fermentación, a su vez este clon presenta su mayor porcentaje de fermentación a los 8 días de fermentado obteniendo un 93% de granos bien fermentados.

Tabla 14

*Comparación prueba de Duncan al 0,05 para la variable granos bien fermentados de los clones FEAR 5, FSA 12, FSA 13 en las tres fincas repeticiones.*

**Test: Duncan Alfa: 0,05**

Error: 19,0698 gl: 28

FERMENTADO	CLON	Medias	n			
1,00	2,00	86,67	3	A		
5,00	1,00	88,33	3	A	B	
3,00	2,00	91,33	3	A	B	C
4,00	2,00	91,33	3	A	B	C
2,00	2,00	91,67	3	A	B	C
5,00	2,00	93,00	3	A	B	C
1,00	1,00	94,33	3	A	B	C
1,00	3,00	94,33	3	A	B	C
2,00	1,00	94,67	3	A	B	C
4,00	3,00	95,67	3		B	C
2,00	3,00	95,67	3		B	C
5,00	3,00	96,00	3		B	C
3,00	1,00	96,33	3		B	C
4,00	1,00	97,33	3			C
3,00	3,00	97,67	3			C

Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ )

### Evaluación granos pasilla en 100 granos

Tabla 15

*Comparación prueba de Duncan al 0,05 para la variable granos pasilla de 100 granos para los clones FEAR 5, FSA12 y FSA 13*

**Test: Duncan Alfa: 0,05**

Error: 2,5286 gl: 28

CLON	Medias	n	
3,00	0,53	15	A
2,00	1,13	15	A
1,00	2,53	15	B

Para la evaluación de esta variable siguiendo la norma Icontec (tabla 2) encontramos que para que una muestra sea clasificada como cacao premio el máximo permitido el de 1 grano en 100 granos, lo equivalente al 1% de pasilla permitido. De acuerdo a la información de la (tabla 15) el clon que menor porcentaje de pasilla presento fue el número 3 (FSA 13) con un valor de 0,53% lo que lo caracteriza como el clon que mejor calidad de grano presento en la evaluación de esta variable.

El clon número 1 (FEAR 5) presento diferencias significativas respecto a los clones 2 y 3 (FSA12 y FSA 13) respectivamente, siendo este el que mayor porcentaje de pasilla presento siendo el clon que menor calidad de grano presento en el desarrollo de la investigación.

En relación a la ubicación de la investigación no se presentaron diferencias significativas entre las fincas 1 y 2 (tabla 16) pero si hubo una diferencia de estas con la evaluación realizada en la finca número 3, en la cual fue la que presento un mayor contenido de pasilla en el grano durante el proceso de fermentación y secado realizado en la investigación.

Tabla 16

*Comparación prueba de Duncan al 0,05 para la variable granos pasilla en 100 granos de los clones FEAR 5, FSA 12, FSA 13 en cada una de las fincas donde se realizó la evaluación*

**Test: Duncan Alfa: 0,05**  
*Error: 2,5286 gl: 28*

REP	Medias	n	
1,00	0,40	15	A
2,00	1,20	15	A
3,00	2,60	15	B

De acuerdo a la norma Icontec 1252 (tabla 2) la calidad del grano de cacao también califica otras características como lo son los granos mohosos, pizarrosos y germinados. La evaluación de estas variables mediante el análisis de varianza no presento diferencias significativas entre los

clones FEAR5, FSA 12 y FSA 13. En la comparación con relación a las repeticiones en las tres fincas tampoco se observó diferencias significativas entre los diferentes días de fermentación.

## DISCUSIÓN

La medición de la temperatura en el cajón fermentador nos permite determinar el momento en el cual el grano de cacao ha culminado su proceso de fermentación el cual se da en el momento en que muere el embrión y a partir de este se definen las características de sabor y aroma del grano de cacao.

Durante la fermentación la semilla se calienta, su temperatura sube hasta 50 grados centígrados, cuando la temperatura llega a los 45 °C los embriones de las semillas mueren y ese momento marca el inicio de los cambios que dan el sabor y aroma al chocolate. El tiempo de fermentación varía según el tipo de semillas; el cacao criollo necesita de tres a cuatro días para fermentarse, los tipos forasteros necesitan de seis a ocho días. La fermentación es un proceso que necesita mucho cuidado y un lugar especial donde el cacao en baba no lo afecte el viento, pero si este bien ventilado. (Mercedes, 2013)

Aunque en este trabajo no se le dio importancia al manejo nutricional de los lotes de cacao donde se tomaron las muestras para hacer la investigación, cabe destacar que tanto la nutrición como el manejo fitosanitario son importantes para la obtención de un grano de cacao de buena calidad la cual con un buen proceso de cosecha y beneficio permite tener un buen resultado en la calidad del producto final.

De acuerdo con (De Reyes & Humberto, 2000) los hongos de los géneros *Aspergillus* y *Penicillium* resultan ser los causantes de que se encuentren granos mohosos dentro de las muestras de cacao, cuando el cacao se empaca con niveles de humedad superiores al 8%,

atraviesan la cutícula que recubre las almendras y colonizan su interior dando como resultado un producto que pierde su sabor y aroma característico y por ende un chocolate de muy mala calidad.

De acuerdo con (Useche & Ardila, 2012, pág. 152) se deben cosechar únicamente frutos maduros, las mazorcas verdes no se deben recolectar porque el grano sin madurez origina un producto de sabor amargo, ya que las sustancias azucaradas que recubren el grano, aun no se encuentran en óptimas condiciones para el desarrollo de los procesos bioquímicos que se llevan a cabo durante la fermentación.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El clon FSA 13 fue el que presento las mejores condiciones de fermentado respecto a la temperatura en el cajón fermentador y el porcentaje de humedad del grano obteniendo esto antes de los 6 días del proceso de fermentación lo que lo definió como uno de los clones que alcanza su óptimo de temperatura de fermentación a los 6 días del proceso de fermentación.

De acuerdo a los resultados obtenidos se recomienda realizar el proceso de fermentación del grano de cacao durante 7 días y que a partir de este día se observa una disminución en su temperatura lo cual indica que ya ha comenzado la siguiente fase en el proceso de beneficio.

Se recomienda realizar el proceso de fermentación en cajones fermentadores de madera tapando la masa de cacao con costales de fique para conservar la temperatura interna del cajón ya que en lo que refiere a la temperatura del ambiente no presenta alteraciones con el proceso interno de fermentación del grano.

Se recomienda tener en cuenta la medición de temperatura de la masa de cacao en la etapa de fermentación ya que esta es una variable que determina los días de fermentación que se debe dar a cada clon para iniciar el proceso de secado.

Se recomienda realizar evaluaciones de humedad frecuentes después de dar inicio al proceso de secado del grano para determinar su humedad ideal ya que la humedad no tiene un tiempo determinado porque esta depende de la intensidad del sol a la que sometemos el grano de cacao para lograr su temperatura ideal.

Los clones FSA 12 y FSA 13 presentaron su mayor rendimiento en grano de cacao seco a los 6 días de fermentado, y a su vez presentaron su menor rendimiento en grano de cacao seco a los 7 días de fermentación lo que permite identificar que para estos dos clones su tiempo de fermentación ideal para no afectar el rendimiento es de 6 días.

Se recomienda realizar la fermentación de los clones FSA 12 y FSA 13 en mezcla si se requiera ya que presentan características similares tanto en el rendimiento en Kg de cacao seco como en los días ideales de fermentación la cual es de 6 días para los dos clones.

De acuerdo a la norma Icontec 1252. Todos los clones evaluados presentaron un porcentaje de fermentación óptimo para ser clasificados como cacao premio siendo el clon FSA 13 el que presenta el mayor porcentaje de fermentación con un 97,6% a los 6 días de fermentado.

Se recomienda realizar la fermentación del grano de cacao de los clones FSA12 y FSA 13 por un periodo máximo de 6 días donde se obtiene una buena calidad de grano y los clones presentan un buen rendimiento de grano seco comparado con los otros tratamientos.

El clon que presentó el mejor rendimiento en Kg de cacao seco fue el clon FSA 13 por lo que se identifica como el material con mejor potencial de rendimiento.

De acuerdo a la investigación realizada se recomienda realizar el proceso de fermentación de los clones FEAR 5 y FSA 13 en cajones fermentadores independientes para no afectar el rendimiento que tiene el clon FSA 13 ya que el clon FESAR 5 presenta características de

fermentación diferentes en cuanto a los días requeridos para su proceso y, además presenta una calidad de grano inferior al clon FSA 13 en cuanto a rendimiento y contenido de pasilla en el producto final del proceso de beneficio y secado del grano.

## Referencias

- A. R. (06 de Diciembre de 2014). *Cosecha y Beneficio del cacao*. Obtenido de Temas Agropecuarios: [actualizandocambios.blogspot.com.co/2014/12/cosecha-i-beneficio-del-cacao.html](http://actualizandocambios.blogspot.com.co/2014/12/cosecha-i-beneficio-del-cacao.html)
- Andrade, N. P. (2009). *Manual del Cultivo de cacao Para la Amazonia Ecuatoriana*. Quito: Iniap.
- De Reyes, L. C., & H. R. (2000). *Cacao en Venezuela Moderna Tecnología Para su Cultivo*. Caracas: Graficas Acea, C.A.
- Dulce Futuro Para el Cacao Colombiano*. (22 de Junio de 2015). Obtenido de Dinero: <http://www.dinero.com/economia/articulo/oportunidades-para-produccion-cacao-pais/209690>
- El Secado del Cacao*. (s.f.). Obtenido de Wtheran World Relief: <http://cacaomovil.com/guia/8/contenido/secado/>
- Fedecacao. (2002). *Fundamentos para el Beneficio del Cacao y la Caracterización del Grano*. Bogotá D.C: Gente Nueva Editorial.
- Fedecacao. (2004). *Cacaocultura en el Departamento de Cundinamarca*. Bogotá D.C.
- Fedecacao. (2004). *El Beneficio y características Físico Químicas del Cacao*. Bogota D.C.: Produmedios.
- Fedecacao. (2005). *Caracterización físico Química y Beneficio del Grano de Cacao en Colombia*. Bogotá D.C.: Produmedios.
- Fedecacao. (2009). El Cacao fino y de Aroma: Poco y Bien Pago. *Colombia Cacaotera*, 9.
- Fedecacao. (2012). *Calidad del Cacao Colombiano*. Bogotá D.C.
- Federación Nacional de Cacaoteros. (2011). *El cacao colombiano se consolida como uno de los mas finos del mundo*. Bogota D.C.: Industrias graficas E.U.

- G. C., G. M., & E. C. (2008). *Manual de Beneficio del Cacao*. Medellin.
- G. E. (1985). *Curso Sobre el Cultivo del Cacao*. Turrialba: Centro Agrónomico Tropical de Investigación y Enseñanza.
- Geografía* . (22 de Octubre de 2017). Obtenido de Alcaldia Municipal de Granada Meta:  
<http://www.granada-meta.gov.co/MiMunicipio/Paginas/Informacion-del-Municipio.aspx>
- López, E. B., & O. R. (2015). *Mejoramiento Tecnológico del Cultivo de Cacao*. Bogotá D.C.: Corporación Plantta.
- M. C. (2013). *Aprendiendo e innovando sobre la cosecha, fermentación y secado del cacao*. Kronoscode.
- Martínez Guchuvo, J. (16 de Febrero de 2016). *Corporación Grupo Semillas*. Obtenido de  
<http://www.semillas.org.co/es/el-cacao-en-el-meta>
- Ramírez, E. I. (2009). *Propuesta para el manejo de cacao orgánico*. Lima: Lettera Grafica.
- Rojas, R. M., & García, J. R. (2009). *Convenio de Concertación para una Producción mas Limpia en el Subsector Cacaotero - Cacao Orgánico*. Neiva: Editora Surcolombiana S.A.
- Suarez, Y. J., & Hernandez, F. A. (2010). *Manejo de las Enfermedades del Cacao (Theobroma cacao L.) en Colombia, con Enfoque en Monilia (Moniliophthora roreri)*. Bogotá D.C.: Produmedios.
- Tercer censo nacional agropecuario*. (2014). Obtenido de Distribución (%) de la producción (Ton.) de cacao en grano seco, según departamento:  
<https://www.dane.gov.co/files/CensoAgropecuario/entrega-definitiva/Boletin-10-produccion/10-Boletin.pdf>
- Ugarte, R. Q. (s.f.). *Manual de Buenas Prácticas Para la Cosecha y Beneficio del Cacao*. Obtenido de SCRIBD: [es.scribd.com/document/323911690/manual-de-buenas-practicas-para-la-cosecha-y-beneficio-del-cacao](https://es.scribd.com/document/323911690/manual-de-buenas-practicas-para-la-cosecha-y-beneficio-del-cacao)

Useche, J. P., & Ardila, J. R. (2012). *Guia Técnica para el Cultivo del Cacao*. Bogotá D.C.:

Suministros y Ediciones LCB Ltda.

## ANEXOS

Anexo 1 datos de campo de las tres fincas donde se llevó a cabo la investigación

## Finca 1

REPETICION FINCA # 1	CLONES	TEMP EN CAJON FERMENTADO R °C	TEMP AMBIENTE °C	% HR	MUESTRA PARA SECADO EN KG	% HUMEDAD	TOTAL KG CACAO SECO	PASILLA GRAMOS EN EL KILO	PESO 100 GRANOS	PESO 1 GRANO	GRANOS BIEN FERMENTADOS EN 100 GRANOS	GRANOS INSUFICIENTE MENTE FERMENTADOS	GRANOS GERMINADOS	GRANOS PASILLA EN 100 GRANOS	GRANOS MOHOSOS	GRANOS PIZARROZOS	
MUESTRA DE 4 DIAS DE FERMENTADO	FEAR 5	40,5	31.5	79	1	6,8	0,45	22	120	1,2	96	4	0	0	0	0	
	FSA 12	39			1	7,2	0,47	5	120	1,2	94	6	0	0	0	0	0
	FSA 13	37,8			1	7,1	0,47	12	130	1,3	98	2	0	0	0	0	0
MUESTRA DE 5 DIAS DE FERMENTADO	FEAR 5	45	30.1	79	1	7,1	0,49	19	160	1,6	100	0	0	0	0	0	
	FSA 12	46			1	7,4	0,51	0	130	1,3	90	10	0	0	0	0	0
	FSA 13	47			1	7	0,49	9	130	1,3	96	4	0	0	0	0	0
MUESTRA DE 6 DIAS DE FERMENTADO	FEAR 5	37,5	27.0	84	1	7,1	0,49	9	131	1,31	100	0	0	0	0	0	
	FSA 12	43			1	7,2	0,55	8	130	1,3	98	1	1	0	0	0	0
	FSA 13	45			1	7,1	0,50	10	129	1,29	97	3	0	0	0	0	0
MUESTRA DE 7 DIAS DE FERMENTADO	FEAR 5	47	29.8	80	1	6,9	0,39	13	150	1,5	99	1	0	0	0	0	
	FSA 12	47			1	7,2	0,39	3	140	1,4	91	9	0	0	0	0	0
	FSA 13	42			1	6,9	0,41	7	140	1,4	96	3	1	0	0	0	0
MUESTRA DE 8 DIAS DE FERMENTADO	FEAR 5	28	31.5	77	1	6,9	0,53	4	141	1,41	100	0	0	0	0	0	
	FSA 12	35			1	6,8	0,56	1	150	1,5	100	0	0	0	0	0	0
	FSA 13	31			1	6,7	0,53	2,5	140	1,4	100	0	0	0	0	0	0

## Finca 2

REPETICION FINCA # 2	CLONES	TEMP EN CAJON EN °C	TEMP AMBIENTE °C	% HR	MUESTRA PARA SECADO EN KG	% HUMEDAD	TOTAL KG CACAO SECO	PASILLA GRAMOS EN EL KILO	PESO 100 GRANOS	PESO 1 GRANO	GRANOS BIEN FERMENTADOS EN 100 GRANOS	GRANOS INSUFICIENTE MENTE FERMENTADOS	GRANOS GERMINADOS	GRANOS PASILLA EN 100 GRANOS	GRANOS MOHOSOS	GRANOS PIZARROZOS
MUESTRA DE 4 DIAS DE FERMENTADO	FEAR 5	38,5	29,4	77	1	7,2	0,44	42	123	1.23	95	2	0	3	0	0
	FSA 12	40			1	7	0,49	10	140	1.40	79	17	0	4	0	0
	FSA 13	42,7			1	7,2	0,49	5	148	1.48	94	6	0	0	0	0
MUESTRA DE 5 DIAS DE FERMENTADO	FEAR 5	45,6	28,7	79	1	7,2	0,45	3	131	1.31	97	2	0	1	0	0
	FSA 12	45,2			1	7	0,48	0	140	1.40	94	4	0	2	0	0
	FSA 13	44,3			1	7	0,52	30	151	1.51	97	3	0	0	0	0
MUESTRA DE 6 DIAS DE FERMENTADO	FEAR 5	46,7	31,2	75	1	6,5	0,47	10	130	1.30	94	0	0	6	0	0
	FSA 12	45,1			1	7,1	0,54	6	140	1.40	85	14	0	1	0	0
	FSA 13	46,2			1	6,9	0,56	2	145	1.45	99	1	0	0	0	0
MUESTRA DE 7 DIAS DE FERMENTADO	FEAR 5	41,6	29,8	76	1	7,1	0,65	16	122	1.22	95	4	0	1	0	0
	FSA 12	36			1	7,5	0,63	7	145	1.45	92	8	0	0	0	0
	FSA 13	37,1			1	7,2	0,87	4	141	1.41	100	0	0	0	0	0
MUESTRA DE 8 DIAS DE FERMENTADO	FEAR 5	33,5	30,9	75	1	7	0,52	12	122	1.22	100	0	0	0	0	0
	FSA 12	33,2			1	7	0,55	5	130	1.30	96	4	0	0	0	0
	FSA 13	31,6			1	7,2	0,52	3	147	1.47	100	0	0	0	0	0

## Finca 3

REPETICION FINCA # 3	CLONES	TEMP EN CAJON EN °C	TEMP AMBIENTE °C	% HR	MUESTRA PARA SECADO EN KG	% HUMEDAD	TOTAL KG CACAO SECO	PASILLA GRAMOS EN EL KILO	PESO 100 GRANOS	PESO 1 GRANO	GRANOS BIEN FERMENTADOS EN 100 GRANOS	GRANOS INSUFICIENTE MENTE FERMENTADOS	GRANOS GERMINADOS	GRANOS PASILLA EN 100 GRANOS	GRANOS MOHOSOS	GRANOS PIZARROZOS	
MUESTRA DE 4 DIAS DE FERMENTADO	FEAR 5	40,7	31,8	74	1	7,2	0,44	53	120	1,2	92	3	0	5	0	0	
	FSA 12	38			1	7	0,49	18	142	1,42	87	13	0	0	0	0	0
	FSA 13	36,1			1	6,9	0,49	9	145	1,45	91	8	0	1	0	0	0
MUESTRA DE 5 DIAS DE FERMENTADO	FEAR 5	45	33,2	74	1	7,5	0,45	0	122	1,22	87	7	0	6	0	0	
	FSA 12	43,6			1	7,5	0,48	5	137	1,37	91	5	0	4	0	0	0
	FSA 13	43			1	7	0,52	45	150	1,5	94	5	0	1	0	0	0
MUESTRA DE 6 DIAS DE FERMENTADO	FEAR 5	46	31,5	71	1	6,5	0,47	21	135	1,35	95	0	0	5	0	0	
	FSA 12	47			1	7,3	0,54	11	145	1,45	91	9	0	0	0	0	0
	FSA 13	48,3			1	6,9	0,56	4	149	1,49	97	2	0	1	0	0	0
MUESTRA DE 7 DIAS DE FERMENTADO	FEAR 5	44,2	28,3	79	1	7,1	0,54	37	128	1,28	98	0	0	2	0	0	
	FSA 12	47			1	6,6	0,56	13	135	1,35	91	6	0	3	0	0	0
	FSA 13	46			1	7,2	0,58	13	140	1,4	100	0	0	0	0	0	0
MUESTRA DE 8 DIAS DE FERMENTADO	FEAR 5	44,5	29,6	79	1	7	0,52	23	118	1,18	98	0	0	1	0	1	
	FSA 12	46,7			1	7,5	0,60	18	128	1,28	98	2	0	0	0	0	0
	FSA 13	39,6			1	7,2	0,56	16	144	1,44	97	2	0	1	0	0	0