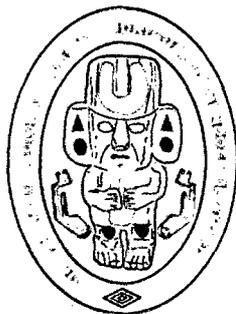


**UNIVERSIDAD NACIONAL  
TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS**



**FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AGRARIAS**

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE  
INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL**

**EFECTO DEL TIPO Y TIEMPO DE FERMENTACIÓN SOBRE LAS  
CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS Y ORGANOLÉPTICAS DEL  
CACAO (*Theobroma cacao* L.) CRIOLLO**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO AGROINDUSTRIAL**

**AUTORES:**

**Bach. VILMER VÁSQUEZ SALDAÑA**

**Bach. WILIAN DÍAZ PÉREZ**

**ASESOR: Dr. MIGUEL ÁNGEL BARRENA GURBILLÓN  
COASESOR: Ing. POLITO MICHAEL HUAYAMA SOPLA**

**AMAZONAS- PERÚ**

**2013**

## **DEDICATORIA**

Con mucho amor, para mi padre José Simión Vásquez Flores; a mis familiares y demás personas que contribuyeron para que se haga realidad esta investigación y así cumplir con las metas que me he trazado.

A todo el estudiantado universitario y demás personas que fomentan la investigación, a todos los jóvenes que día a día buscan enriquecer sus conocimientos mediante la investigación para lograr cumplir con sus metas trazadas.

**Vilmer Vásquez**

## **DEDICATORIA**

A mis padres Justino Díaz Vásquez y Jesús Pérez Medina; y a mis hermanos, quienes me apoyaron para hacer realidad las metas que me he trazado.

A los profesores de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas y a los técnicos de los laboratorios, quienes realizan y apoyan la investigación para el desarrollo del país.

**Wilian Díaz**

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios por manifestarnos su sabiduría durante el transcurso de nuestras vidas para que podamos organizarnos y desarrollar nuevos proyectos.

Al Asesor y Co-asesor de la tesis, Dr. Miguel Ángel Barrena Gurbillón e Ing. Polito Michael Huayama Sopla respectivamente, por transmitirnos sus conocimientos para plasmarlos en esta investigación.

A la UNTRM-A, *Alma Mater* de la juventud universitaria de la Región Amazonas, la cual nos acogió; y a sus docentes que nos formaron académicamente lo que nos ha permitido desarrollarnos para llegar ser profesionales; al personal que labora en el laboratorio de Ingeniería y Tecnología Agroindustrial que nos facilitaron los equipos para el desarrollo de la parte experimental de nuestro trabajo de tesis.

Al Presidente de la Cooperativa Cacaotera Central de Productores Agropecuarios de Amazonas (CEPROAA), localizada en distrito de Cajaruro, provincia de Utcubamba, por su apoyo en el proceso de fermentación y secado del cacao, a todas las personas que de alguna forma formaron parte del equipo de investigación, ayudando a culminar este presente trabajo de investigación.

**Vilmer Vásquez y Wilian Díaz**

**AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ  
DE MENDOZA DE AMAZONAS**

Ph.D.,Dr.Hab. VICENTE MARINO CASTAÑEDA CHÁVEZ

RECTOR

Dr. ROBERTO JOSÉ NERVI CHACÓN

VICERRECTOR ACADÉMICO (e)

Dr. EVER SALOMÉ LÁZARO BAZÁN

VICERRECTOR ADMINISTRATIVO (e)

Dr. MIGUEL ÁNGEL BARRENA GURBILLÓN

DECANO DE LA FACULTAD

DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AGRARIAS

## VISTO BUENO

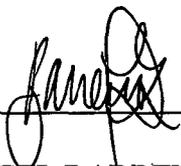
El docente de la UNTRM-A que suscribe, hace constar que ha asesorado la tesis titulada **“EFECTO DEL TIPO Y TIEMPO DE FERMENTACIÓN SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS Y ORGANOLÉPTICAS DEL CACAO (*Theobroma cacao* L.) CRIOLLO”**, de los Bachilleres en Ingeniería Agroindustrial egresados de la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Agroindustrial de la UNTRM-A:

✓ **Bach. VILMER VÁSQUEZ SALDAÑA**

✓ **Bach. WILIAN DÍAZ PÉREZ**

El docente de la UNTRM-A que suscribe da su Visto Bueno para que la Tesis mencionada sea presentada al Jurado Evaluador, manifestando su voluntad de apoyar a ambos tesisistas en el levantamiento de observaciones y en el Acto de Sustentación de Tesis.

Chachapoyas, 06 de marzo de 2013.



---

**Dr. MIGUEL ÁNGEL BARRENA GURBILLÓN**

Profesor Principal de UNTRM-Amazonas

## VISTO BUENO

El docente de la UNTRM-A que suscribe, hace constar que ha co-asesorado la tesis titulada **“EFECTO DEL TIPO Y TIEMPO DE FERMENTACIÓN SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS Y ORGANOLÉPTICAS DEL CACAO (*Theobroma cacao* L.) CRIOLLO”**, de los Bachilleres en Ingeniería Agroindustrial egresados de la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Agroindustrial de la UNTRM-A:

✓ **Bach. VILMER VÁSQUEZ SALDAÑA**

✓ **Bach. WILIAN DÍAZ PÉREZ**

El docente de la UNTRM-A que suscribe da su Visto Bueno para que la Tesis mencionada sea presentada al Jurado Evaluador, manifestando su voluntad de apoyar a ambos tesisistas en el levantamiento de observaciones y en el Acto de Sustentación de Tesis.

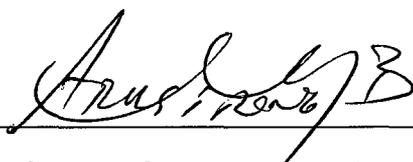
Chachapoyas, 06 de marzo de 2013.



---

Ing. **POLITO MICHAEL HUAYAMA SOPLA**  
Profesor Auxiliar a TC de la UNTRM-Amazonas

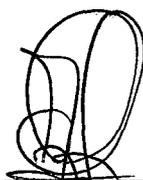
**JURADO DE TESIS**



---

**Ing. Mg. Sc ARMSTRONG BARNARD FERNÁNDEZ JERÍ**

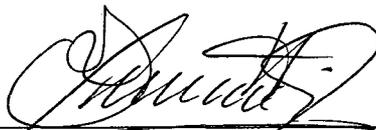
**PRESIDENTE**



---

**Ing. ERICK ALDO AUQUIÑIVIN SILVA**

**SECRETARIO**



---

**Ing. SEGUNDO VÍCTOR OLIVARES MUÑOZ**

**VOCAL**



# UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS

FACULTAD DE INGENIERIA Y CIENCIAS AGRARIAS

## ACTA DE EVALUACIÓN DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

En la ciudad de Chachapoyas, el día 20 de MARZO del año 2013, siendo las 10:00 horas, se reunieron los integrantes del Jurado conformado por:

Presidente: Ing. Mg Sr. Armstrong Barnard Fernández Jeri

Secretario: Ing. Erick Aldo Aguilar Silva

Vocal: Ing. Segundo Víctor Olivares Mañoz

para evaluar la Sustentación del Informe de Tesis presentado por el(la) bachiller, don(ña) Vilmer Vasquez Saldaña,

titulado "Efecto del Tipo y Tiempo de Fermentación sobre las características físico-químicas y organolépticas del cacao (Theobroma cacao L.) Criollo"

Después de la sustentación respectiva, el Jurado acuerda la APROBACIÓN (X), DESAPROBACIÓN ( ) por mayoría ( ), por unanimidad (X); en consecuencia, el (la) aspirante puede proseguir con el trámite subsiguiente, de acuerdo al Reglamento de Grados y Títulos de la UNAT-A.

Siendo las 11:40 horas del mismo día, el Jurado concluye el acto de sustentación del Informe de Tesis.

[Signature]  
SECRETARIO

[Signature]  
PRESIDENTE

[Signature]  
VOCAL



Fórmula - 7



# UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS

FACULTAD DE INGENIERIA Y CIENCIAS AGRARIAS

## ACTA DE EVALUACIÓN DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

En la ciudad de Chachapoyas, el día 10 de MARZO del año 2013, siendo las 10:00 horas, se reunieron los integrantes del Jurado conformado por:

Presidente: Ing. Mg. Sr. Armstrong Barnard Fernández Jeri

Secretario: Ing. Erick Aldo Augustina Silva

Vocal: Ing. Segundo Victor Olivares Muñoz

para evaluar la Sustentación del Informe de Tesis presentado por el(la) bachiller, don(ña) Wiliana Diaz Perez

titulado "Efecto del tipo y tiempo de fermentación sobre las características físico químicas y organolépticas del cacao (Theobroma cacao) criollo"

Después de la sustentación respectiva, el Jurado acuerda la APROBACION (X), DESAPROBACION ( ) por mayoría ( ), por unanimidad (X); en consecuencia, el (la) aspirante puede proseguir con el trámite subsiguiente, de acuerdo al Reglamento de Grados y Títulos de la UNAT-A.

Siendo las 11:00 horas del mismo día, el Jurado concluye el acto de sustentación del Informe de Tesis.

SECRETARIO

PRESIDENTE

VOCAL



Form6- T

## ÍNDICE GENERAL

	Pág
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iv
AUTORIDADES DE LA UNTRM-A	v
VISTO BUENO DEL ASESOR	vi
VISTO BUENO DEL COASESOR	vii
JURADO DE TESIS	viii
ÍNDICE GENERAL	ix
ÍNDICE DE TABLAS	xii
ÍNDICE DE FIGURAS	xiii
ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS	xv
RESUMEN	xvi
ABSTRACT	xvii
<b>I. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
1.1. El Cacao ( <i>Theobroma cacao</i> L.).....	2
1.1.1. Descripción general.....	2
1.1.1.1. Criollo.....	2
1.1.1.2. Forastero.....	3
1.1.1.3. Trinitario.....	3
1.1.2. Composición química del grano de cacao.....	3
1.2. Calidad del grano cacao.....	4
1.2.1. Calidad física del grano de cacao.....	5
1.2.1.1. Granos bien fermentados.....	5
1.2.1.2. Granos parcialmente fermentados.....	5
1.2.1.3. Granos violetas.....	6
1.2.1.4. Granos pizarrosos.....	6
1.2.2. Calidad organoléptica del grano.....	6
1.2.2.1. Sabor y aroma.....	7
Sabores básicos.....	7
Sabores específicos.....	8
Sabores adquiridos.....	9

1.2.2.2. Tostado.....	10
1.3. Principales factores que afectan la calidad del grano de cacao.....	11
1.3.1. Genética.....	11
1.3.2. Ambiente.....	12
1.3.3. Manejo postcosecha o beneficio.....	12
1.3.3.1. Cosecha o recolección.....	13
1.3.3.2. Quiebra.....	14
1.3.3.3. Fermentación.....	14
1.3.3.4. Remoción.....	18
1.4. Métodos de fermentación.....	19
1.4.1. Fermentación en cajón de maderas.....	19
1.4.2. Fermentación en sacos de yute.....	19
1.4.3. Fermentación en rumas o montones.....	20
1.4.4. Fermentación en balde plástico.....	20
1.5. Secado.....	20
<b>II. MATERIAL Y MÉTODOS.....</b>	<b>22</b>
2.1. Materia prima.....	22
2.2. Procedimiento experimental.....	22
2.2.1. Fermentación de los granos de cacao.....	23
2.2.2. Secado de los granos de cacao fermentado.....	24
2.2.3. Análisis físico de los granos de cacao fermentados.....	26
2.5.3.1. Determinación del porcentaje de fermentación.....	26
2.2.4. Análisis fisicoquímico de los granos de cacao secos.....	26
2.2.4.1. Humedad.....	26
2.2.4.2. Determinación de pH.....	26
2.2.4.3. Acidez titulable.....	27
2.2.4.4. Cenizas.....	27
2.2.4.5. Grasa total.....	27
2.2.5. Evaluación organoléptica del licor de cacao.....	28
2.3. Metodología experimental.....	29
2.4. Análisis estadístico de los resultados.....	30

### **III. RESULTADOS**

3.1. Seguimiento de la temperatura durante los días de fermentación de los granos de cacao.....	33
3.2. Análisis físico de los granos de cacao fermentados.....	34
3.2.1. Porcentaje de granos de cacao bien fermentados.....	34
3.2.2. Porcentaje de granos de cacao parcialmente fermentados.....	36
3.2.3. Porcentaje de granos de cacao violeta.....	38
3.2.4. Porcentaje de granos de cacao defectuosos.....	40
3.3. Análisis fisicoquímico de los granos de cacao secos.....	41
3.3.1. Determinación del porcentaje de humedad de los granos de cacao secos.....	41
3.3.2. Determinación del pH de los granos de cacao secos.....	43
3.3.3. Determinación del % acidez de los granos de cacao secos.....	45
3.3.4. Determinación del % ceniza de los granos de cacao secos.....	47
3.3.5. Determinación del % grasa de los granos de cacao secos.....	49
3.4. Análisis sensorial cuantitativo descriptivo del licor de cacao.....	51
<b>IV. DISCUSIÓN.....</b>	<b>58</b>
<b>V. CONCLUSIONES.....</b>	<b>64</b>
<b>VI. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>66</b>
<b>VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....</b>	<b>67</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>72</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Composición química del mucilago y cotiledón del grano de cacao en porcentaje en peso.....	Pág 4
Tabla 2. Enzimas presentes en el proceso de fermentación de granos de cacao.....	18
Tabla 3. Diseño de bloques completamente al azar.....	30
Tabla 4. Porcentaje de humedad en los mejores tratamientos de los granos de cacao secos .....	41
Tabla 5. pH en los mejores tratamientos de los granos de cacao secos.....	43
Tabla 6. Porcentaje de acidez en los mejores tratamientos de los granos de cacao secos.....	45
Tabla 7. Porcentaje de ceniza de los granos de cacao secos en mejores tratamientos	47
Tabla 8. Porcentaje de grasa en los mejores tratamientos de los granos de cacao secos.....	49
Tabla 9. Valores promedio de los resultados obtenidos en la cuantificación del análisis sensorial del licor de cacao.....	52

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Diagrama de flujo para la fermentación de granos de cacao ( <i>Teobroma cacao</i> L.) Criollo.....	Pág 24
Figura 2. Diagrama de flujo para el secado de granos de cacao ( <i>Teobroma cacao</i> L.) Criollo.....	25
Figura 3. Metodología experimental para analizar el efecto del tipo y tiempo de fermentación sobre las características fisicoquímicas y organolépticas del cacao ( <i>Theobroma cacao</i> L.) criollo.....	29
Figura 4. Representación de los valores promedio de la temperatura durante los días de fermentación.....	33
Figura 5. Representación de los valores promedios del porcentaje de granos bien fermentados de cacao con respecto al tipo y tiempo de fermentación.....	35
Figura 6. Variación del % de granos de cacao bien fermentados con respecto al tipo de fermentador.....	35
Figura 7. Variación del % de granos de cacao bien fermentados con respecto al tiempo de fermentación.....	36
Figura 8. Representación de los valores promedios del porcentaje de granos parcialmente fermentados de cacao con respecto al tipo y tiempo de fermentación.....	37
.....	
Figura 9. Variación del % de granos parcialmente fermentados con respecto al tipo de fermentador.....	37
Figura 10. Variación del % de granos parcialmente fermentados con respecto al tiempo de fermentación.....	38
Figura 11. Representación de los valores promedio de la característica física de granos de cacao violeta .....	39
Figura 12. Variación del % de granos violetas con respecto al tipo de fermentador.....	39
Figura 13. Variación del % de granos de cacao violetas con respecto al tiempo de fermentación.....	40

Figura 14. Representación de los valores promedio de la característica física de granos de cacao defectuosos .....	40
Figura 15. Variación del % de humedad con respecto al tipo de fermentador...	42
Figura 16. Variación del % de humedad con respecto al tipo de secado.....	42
Figura 17. Variación del pH con respecto al tipo de fermentador.....	44
Figura 18. Variación del pH con respecto al tipo de secado.....	44
Figura 19. Variación del pH con respecto al día de fermentación.....	45
Figura 20. Variación del % acidez con respecto al tipo de fermentador.....	46
Figura 21. Variación del % acidez con respecto al tipo de secado.....	46
Figura 22. Variación del % acidez con respecto al día de fermentación.....	47
Figura 23. Variación del % ceniza con respecto al tipo de fermentador.....	48
Figura 24. Variación del % ceniza con respecto al tipo de secado.....	48
Figura 25. Variación del % grasa con respecto al tipo de fermentador.....	50
Figura 26. Variación del % grasa con respecto al tipo de secado.....	50
Figura 27. Variación del % grasa con respecto al día de fermentación.....	51
Figura 28. Puntuación del análisis sensorial, con respecto a las muestras analizadas.....	53
Figura 29. Puntuación total del análisis sensorial, con respecto a las muestras analizadas.....	54

## ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

	Pág
Fotografía 1. Recepción de los granos de cacao en baba.....	89
Fotografía 2. Pesado de los granos de cacao en baba.....	89
Fotografía 3. Fermentación a 4 días de los granos de cacao.....	89
Fotografía 4. Fermentación a 6 días de los granos de cacao.....	90
Fotografía 5. Fermentación a 8 días de los granos de cacao.....	90
Fotografía 6. Remoción o volteo de los granos de cacao.....	90
Fotografía 7. Realización de la prueba de corte.....	91
Fotografía 8. Secado de los granos de cacao en marquesina solar y en parihuela de madera.....	91
Fotografía 9. Determinación del % de acidez de los granos de cacao.....	91
Fotografía 10. Determinación del % cenizas de los granos de cacao.....	92
Fotografía 11. Determinación del % humedad de los granos de cacao.....	92
Fotografía 12. Determinación del % grasa de los granos de cacao.....	93

## RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo evaluar los tipos de fermentadores y los diferentes tiempos de fermentación usados por los productores de cacao en el distrito de Cajaruro, provincia de Utcubamba - Región Amazonas. Se estudiaron tres fermentadores: balde plástico, cajón de madera y saco de yute, con una capacidad de 90 kg de cacao, la frecuencia de remoción fue cada 24 horas, a partir del segundo día, con tiempos de fermentación de 4, 6 y 8 días, se consideró un testigo (sin fermentar). Se empleó un experimento Bifactorial con un Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA) con tres repeticiones. A los datos se aplicó análisis de varianza con la prueba de Tukey al 5% de probabilidad. Se analizaron variables físicas: porcentaje de granos bien fermentados, parcialmente fermentados, violeta, pizarrosos, y defectuosos (prueba de corte); y químicas: humedad, pH, acidez, cenizas, grasa; y análisis sensorial: sabores básicos (acidez, amargor, astringencia), específicos (cacao, floral, frutal y nuez) y sabores adquiridos (moho, tierra, crudo/verde). El análisis de los resultados muestra que el mayor tiempo de fermentación con fermentador de cajón de madera o saco de yute, tuvieron influencia sobre las variables físicas y químicas analizadas. El aumento del porcentaje de granos fermentados y la disminución de los granos violeta ocurrieron desde el inicio hasta el final de la fermentación. La calidad química mejora con la reducción del pH debido al proceso fermentativo, lo que repercute sobre las características organolépticas del cacao criollo. Las mejores características de calidad se obtienen a los ocho días de fermentación en cajón de madera.

**Palabras clave:** Fermentadores, días fermentación, pH, acidez, calidad del cacao.

## ABSTRACT

the present research aimed to evaluate the types of fermenters and different fermentation times used by producers of cocoa in the District of Cajaruro, province of Utcubamba - Amazonas Region. We studied three fermenters: plastic bucket, wooden crate, and jute sack with a capacity of 90 kg of cocoa, the removal frequency was every 24 hours, starting from the second day, with 4, 6 and 8 day fermentation times, was considered a witness (not fermented). A bivariate experiment with a design of blocks completely at random (DBCA) with three replicates was employed. Data analysis of variance with Tukey test was applied to 5% probability. Physical variables were analyzed: percentage of grains well fermented, fermentation, purple, Slate, and defective (test cutting); and chemical: moisture, pH, acidity, ash, fat; and sensory analysis: basic tastes (acidity, bitterness, astringency), specific (cocoa, floral, fruity and nutty) and acquired tastes (mildew, ground, raw/green). The analysis of the results shows that the increased fermentation time with wooden crate or jute sack fermenter, had influence on the physical and chemical variables analyzed. The increase in the percentage of fermented grains and violet beads decrease occurred from the beginning until the end of the fermentation. Chemical quality improves with the reduction of the pH due to the fermentation process, which affects the organoleptic characteristics of the criollo cacao. The best features of quality is obtained with the eight days of fermentation in wooden crate.

Key words: fermentor, fermentation, pH, acidity, quality of the cocoa

## I. INTRODUCCIÓN

El cacao (*Theobroma cacao* L.), es una especie originaria de los bosques tropicales húmedos de América del Sur. Sus granos constituyen el insumo básico para la industria del chocolate, cosmética, farmacéutica y otros derivados. En América del Sur, Brasil lidera la producción mundial, mientras que Perú solo aporta 0,7 % del total. El cultivo de cacao en el Perú, es una actividad de gran importancia social y económica que ha registrado durante los últimos años una dinámica comercial y productiva creciente. Este cultivo involucra intensiva mano de obra, generación de empleo e ingresos familiares a los campesinos. La Amazonia peruana y en particular la cuenca del Huallaga, Ucayali, Apurímac, Ene, Urubamba y Marañón, presentan condiciones climáticas semejantes que favorecen el crecimiento y desarrollo del cacao (ICCO, 2002). La fermentación y secado del cacao es una etapa muy importante en el procesamiento del grano, ya que se producen los cambios bioquímicos que dan origen a los precursores del aroma y del sabor, pero hay diversos factores que influyen sobre el proceso fermentativo, dentro de los que destaca el tipo de cacao, las condiciones ambientales, almacenamiento de la mazorca, tipo de fermentador, volumen de la masa a fermentar, volteo o remoción durante el proceso y tiempo, estos factores afectan la fermentación y en consecuencia la calidad del grano fermentado (Contreras *et al.*, 2002).

El objetivo de este trabajo de investigación consistió en determinar el efecto del tipo y tiempo de fermentación sobre las características fisicoquímicas y organolépticas del cacao (*Theobroma cacao* L.) criollo, en el distrito de Cajaruro-Región Amazonas, con la finalidad de establecer parámetros adecuados que mejoren la calidad del cacao y por ende los precios del producto.

## 1.1. El Cacao (*Theobroma cacao* L.)

### 1.1.1. Descripción general

La planta de cacao es un árbol esterculiáceo, cuyo fruto es una cereza aunque comúnmente se le denomina mazorca en los países productores, ésta constituye el recubrimiento de los granos que se encuentran en su interior distribuidos uniformemente (Braudeau, 1970; citado por Lehrian y Patterson, 1986). El fruto maduro del árbol de cacao (*Theobroma cacao* L.) contiene alrededor de 30 a 40 granos de cacao, que a su vez están recubiertos por una capa o especie de pulpa denominada mucílago, rico en carbohidratos, estos granos consisten de dos cotiledones y una radícula rodeada por una testa, los estudios histológicos del cacao aún no fermentado clasifica a las células presentes en dos tipos: Las células incoloras que representan el 90 % del peso seco del cotiledón y las células coloridas que son el 10 % restante en peso seco. Las células incoloras contienen prótidos, glúcidos, grasas y enzimas; en tanto las coloridas poseen polifenoles que son responsables del color del grano, además de alcaloides: teobromina y cafeína (Schwan *et al.*, 1995).

Todas las variedades de cacao se clasifican en tres grupos principales, de acuerdo a su forma, tamaño y color externo del fruto en: Criollo, Forastero y Trinitario.

#### 1.1.1.1. Criollo

Los frutos se caracterizan por 10 surcos profundos, las paredes de las mazorcas son delgadas y de gran longitud, sus granos son

aproximadamente redondos con cotiledones blancos o violetas pardos.

#### **1.1.1.2. Forastero**

Esta variedad presenta 10 surcos poco profundos en el fruto, además de tener paredes gruesas y las semillas suelen ser de color madera y ovaladas. La mayoría del cacao existente en los países productores es de este tipo debido a su resistencia a las enfermedades.

#### **1.1.1.3. Trinitario**

Este tipo de cacao es un híbrido entre criollo y forastero, la cantidad de cacao en el mercado es intermedio entre criollo y forastero (Cheesman 1944 citado por Lehrian y Patterson, 1983).

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

El grano de cacao se encuentra formado por dos partes en general, denominadas mucílago y cotiledón, separadas por la testa que a su vez constituye el recubrimiento del cotiledón. La composición varía de acuerdo a la época de cosecha, condiciones climatológicas, grado de maduración del fruto, región donde se cosecha, etc. El medio que rodea al cotiledón (mucílago) es muy favorable para el desarrollo de microorganismos, es rico en agua y carbohidratos y fuentes nutritivas ideales para el desarrollo de los mismos (Schwan *et al.*, 1995).

Tabla 1. Composición química del mucílago y cotiledón del grano de cacao en porcentaje en peso.

Compuesto	Cotiledón	Mucílago
Agua	35	84,5
Celulosa	3,2	0,0
Almidón	4,5	0,0
Pentosa	4,9	2,7
Sacarosa	0,0	0,7
Glucosa y Fructosa	1,1	10,0
Manteca de cacao	31,3	0,0
Theobromina	8,4	0,6
Proteínas	2,4	0,0
Cafeína	0,8	0,0
Polifenoles	5,2	0,0
Ácidos	0,6	0,7
Sales minerales	2,6	0,8
Total	100 %	100 %

Fuente: Braudeau (1970).

## 1.2. Calidad del grano de cacao

La calidad del cacao 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. La calidad del cacao depende de las exigencias de cada mercado y del fin a que se lo destine (Graziani, 2003). Siendo el cacao la materia prima del chocolate, la calidad comprende las características físicas que se refiere al tamaño y presentación de los granos y las características organolépticas (sabor y aroma) que posea una determinada muestra de cacao (Cros *et al.*, 1994).

### **1.2.1. Calidad física del grano de cacao**

La calidad física se basa principalmente en la presentación exterior del grano, que no necesariamente coincide con un buen sabor y aroma a chocolate (Moreira, 1994). Se relacionan la calidad del grano con la calificación que dan los países compradores y fabricantes de chocolate a los granos de cacao por su apariencia, grado de fermentación, humedad, materiales extraños, mohos, insectos (Pastorelly, 1992). El porcentaje de fermentación se lo determina mediante la “prueba de corte” que consiste en analizar la coloración interna del grano, así como las estrías que se forman producto de la fermentación (Pinto y Álvarez, 2001).

#### **1.2.1.1. Granos bien fermentados**

Granos cuyos cotiledones presentan en su totalidad una coloración marrón o marrón rojiza y estrías profundas de fermentación, son los que poseen una fermentación muy completa. Los ácidos y el incremento de temperatura han matado al embrión y a las vacuolas de pigmentación; estos granos son muy hinchados y se separan fácilmente del cotiledón, la calidad del sabor y aroma del grano es óptimo para elaborar chocolates gourmet.

#### **1.2.1.2. Granos parcialmente fermentados**

Son los granos cuyos cotiledones presentan una coloración marrón o violeta, los ácidos no han penetrado y una proporción de vacuolas se encuentran intactas, los cotiledones están poco compactos y la

testa algo suelta. La calidad del sabor es regular pero aprovechable para producir chocolate.

#### **1.2.1.3. Granos violetas**

Granos cuyos cotiledones presentan una coloración violeta intenso, son el producto de una fermentación incompleta, por ello aparecen ácidos procedentes de la pulpa. Los granos no están hinchados y la apariencia interna es compacta, desarrollan un sabor astringente y ácido.

#### **1.2.1.4. Granos pizarrosos**

Granos cuyos cotiledones presentan una coloración gris negruzco o verdoso y aspecto compacto, lo cual indica ningún efecto de fermentación, por lo que desarrollan sabores amargos y astringentes.

### **1.2.2. Calidad organoléptica del grano**

Un punto dominante en la calificación del cacao de exportación se basa en la características organoléptica (sabor y aroma), tales como el amargor y la astringencia, que están intrínsecas en los granos de cacao, requisito fundamental para la elaboración de chocolates finos (Armijos y Calderón, 2002). Las cualidades organolépticas que deben reunir los granos de cacao que son deseados por los fabricantes para procesar un producto de buena calidad, son las siguientes: capacidad para desarrollar un buen chocolate, aroma (a cacao) y libres de sabores secundarios especialmente humo, moho,

acidez excesiva, el olor a jamón ahumado ocasionado por una sobre fermentación (Navarrete, 1992). Para el fabricante, la evaluación sensorial es la única prueba confiable para determinar si puede utilizar determinado cacao para sus productos. Esta prueba permite medir, analizar e interpretar reacciones de las características de los alimentos, los cuales son percibidos por los sentidos de la vista, olfato y gusto es decir sabor y aroma (Jiménez, 2003).

#### **1.2.2.1. Sabor y aroma**

El sabor es una sensación que se percibe en las papilas gustativas de la lengua y en la pared de la boca que son estimuladas por ciertas sustancias solubles y permiten encontrar en cada producto los sabores básicos como son: dulce, salado, astringente, ácido y amargo (Ramos *et al.*; 2000). Estos mismos autores, manifiestan que los sabores más frecuentes que se pueden encontrar en una degustación en licores de cacao son los siguientes:

##### **Sabores básicos**

**Acidez.** Se la describe como un sabor ácido, debido a la presencia de ácidos volátiles y no volátiles y se la percibe a los lados y al centro de la lengua, se lo puede relacionar con las frutas cítricas y vinagre.

**Amargor.** Sabor fuerte, generalmente debido a la falta de fermentación. Se percibe en la parte posterior del paladar o en la garganta, se lo relaciona con el café, cerveza caliente y la toronja.

**Astringencia.** Más que un sabor es una sensación que causa una contracción de la superficie de las mucosas de la boca, dejando una sensación seca y áspera en la lengua, además produce salivación generalmente debido a la falta de fermentación y se percibe en toda la boca, lengua, garganta y hasta en los dientes. La referencia es cacao no fermentado, inicialmente se percibe un sabor floral pero después es amargo, parecido al sabor de las hojas de plátano.

### **Sabores específicos**

**Cacao.** Describe el sabor típico a granos de cacao bien fermentados, tostados y libres de defectos. Referencia barras de chocolate de cacao fermentado.

**Floral.** Son aquellos licores con sabor y aroma a flores, casi perfumado. Referencia flores de cítricos.

**Frutal.** Caracterizan licores con sabor a fruta madura, esto describe una nota de aroma a dulce agradable. Referencia cualquier fruta seca o cacao fresco almacenado.

**Nuez.** Se describe como un sabor similar a la nuez, característico de los cacaos tipo Criollos y Trinitarios.

### **Sabores adquiridos**

**Moho.** Describe licores con sabor mohoso, generalmente debido a una sobre fermentación de las almendras o a un incorrecto secado. Referencia sabor a pan viejo o musgo.

**Crudo/verde.** Se presenta con aroma desagradable, generalmente debido a la falta de fermentación o falta de tostado.

La importancia de los compuestos involucrados en la formación del aroma del cacao y por ende el desarrollo de los precursores del sabor a chocolate. Son los compuestos volátiles como las pirazinas y los aldehídos representan un sabor básico, los esteres que originan un sabor a fruta. Asimismo el grado de astringencia del chocolate, está determinado por los compuestos polifenólicos y el amargor por las purinas (cafeína y teobromina), el complejo polipéptidos-fenoles y pirazinas, intervienen en el sabor a dulce y nuez (Jeanjean, 1995). La calidad aromática de un chocolate está relacionada con el origen de los granos, con la fermentación y secado y con el tostado. El aroma del cacao incluye varias fracciones determinadas en los granos frescos: una fracción constitutiva (presente en los granos fresco), una fracción desarrollada durante la fermentación y secado y por último una fracción formada durante el tostado (Cros, 1997).

El aroma a chocolate se forma desde el momento en que ocurre la muerte del embrión, al tiempo que se producen la rápida destrucción de las antocianinas, proporcionándole a los granos de cacao el sabor y aroma característico del chocolate. Las células con pigmentos, ni las células de reserva de los cotiledones de los granos frescos contienen alguna sustancia que darán el aroma a chocolate, por lo tanto, los granos no fermentados son incapaces de producir un aroma tal, incluso después del tostado, lo cual confirma que las sustancias aromáticas del cacao únicamente se crean durante el proceso de fermentación (Braudeau, 1970).

#### **1.2.2.2. Tostado**

El tostado del cacao se lleva a cabo con el propósito de facilitar la eliminación de la cascarilla y para que los precursores del sabor (azúcares, aminoácidos, y otros que se forman durante la fermentación) se combinen y produzcan los olores y sensaciones típicas del sabor a chocolate y otras notas sensoriales como: sabor floral, frutal y nuez, dependiendo del tipo de cacao (Amores, 2004). El proceso de tostado contribuye a desarrollar el aroma característico del cacao. En esta etapa son importantes el control del tiempo y de la temperatura de tostado (Álvarez y Pinto, 2001).

### **1.3. Principales factores que afectan la calidad del grano de cacao**

#### **1.3.1. Genética**

La variabilidad genética en cacao tiene gran influencia en las características de los granos, sabor, color, tamaño, contenido de manteca y sobre todo, aroma que pueda desprender después del tostado (Moreno *et al.*, 1989). El sabor potencial del cacao fino es debido básicamente de la genética de los árboles que lo producen; sin embargo, el desarrollo del sabor y aroma a chocolate dependen del correcto proceso de fermentación y secado (Graziani, 2003). Un cacao de determinado origen genético presenta propiedades organolépticas muy características, así se pueden identificar dos tipos de granos de cacao: cacao común, proveniente de árboles amazónicos, ubicados bajo la denominación de forasteros, y el cacao fino que proviene de árboles criollos y trinitarios (Calderón, 2002).

Los cacaos comunes, Forasteros, son semejantes en cuanto a que poseen un sabor a chocolate muy fuerte. Los árboles son de tipo similar entre sí, pero hay diferencias en la forma en que los productores procesan el grano, lo cual aumenta las diferencias en el sabor y en algunos casos esto es la causa de malos sabores; mientras que, los cacaos criollos son de varios tipos y cada uno tiene sus propias características de sabor. Los cacaos de tipo forasteros son generalmente menos amargos y menos astringentes que los trinitarios, la genética del grupo de los cacaos criollos tiende a producir un bajo sabor a cacao pero favorece un alto nivel de notas de sabor a nuez (Liendo, 2003).

### **1.3.2. Ambiente**

Ciertas características de los granos de cacao se ven afectadas por el ambiente durante el desarrollo de la mazorca o fruto, la deficiencia de agua y nutrientes en el suelo reduce el tamaño de los frutos y los granos (Moreira, 1994). La variedad criollo cultivado en un país cacaotero tiene diferente comportamiento organoléptico cuando se cultiva en otros países con ambientes diferentes (Amores, 2004).

### **1.3.3. Manejo postcosecha o beneficio**

El manejo postcosecha constituye parte fundamental y decisiva para obtener una buena calidad del grano y permitir su correcta comercialización. El precio del producto y la rentabilidad del cultivo se incrementan con una buena postcosecha (siempre y cuando haya incentivos para producir calidad), labor que representa entre el 15 y el 20 % de los costos directos de producción. El manejo postcosecha adecuado desarrolla en los granos los principios fundamentales del sabor y aroma inconfundibles del cacao, lo que determina en gran medida su condición de finos y aromáticos, es decir la calidad del producto final (FUNDACITE, 2000).

El manejo postcosecha del cacao es un conjunto de prácticas interrelacionadas que tienen que ver con la transformación biológica que deben sufrir, los granos una vez cosechados y que permiten la expresión de su potencial organoléptico, sólo así serán aceptados y valorados por los procesadores de la industria chocolatera, y comprenden: cosecha o

recolección, quiebra, fermentación, remoción, secado y almacenamiento (Reyes *et al.*, 2000).

#### **1.3.3.1. Cosecha o recolección**

La cosecha se inicia cuando el fruto o mazorca está maduro, la madurez del fruto se aprecia por su cambio de pigmentación, que pasa de verde al amarillo o del rojo y otros similares al amarillo anaranjado fuerte o pálido, no obstante, en frutos de coloración roja-violácea muy acentuada el cambio de color puede no ser muy aparente y se corre el riesgo de no cosechar a tiempo los frutos que han alcanzado madurez fisiológica. Debido a esta dificultad los frutos pueden madurar y germinar, cuando existen dudas respecto del estado del fruto maduro basta golpearlo con los dedos de la mano y si se produce un sonido hueco es señal que el fruto está maduro, no debe recolectarse frutos verdes o verde amarillentos, porque tiene influencia desfavorable sobre la fermentación proporcionando un porcentaje elevado de almendras violetas y pizarrosas. Si se aguarda mucho tiempo para recolectar un fruto maduro existen serios riesgos de podredumbre y germinación de los granos. Además, la cosecha de frutos verdes, pintones y sobre maduros disminuye el rendimiento de los granos en peso y en calidad. La cosecha se debe realizar frecuentemente, en temporada de mayor producción y la cosecha debe ser semanal; mientras que en épocas lluviosas debe darse cada quincena; en tanto que en períodos secos cada treinta días (Enríquez, 1995).

### **1.3.3.2. Quiebra**

Etapa del beneficio de cacao, que consiste en partir los frutos y extraer los granos de cacao, debe realizarse antes de los 5 días después de la cosecha y cuanto más pronto se haga, la separación de los granos será más fácil. El corte se efectúa en forma longitudinal y en sesgo con mucho cuidado para no dañar los granos, luego se separan los granos de la placenta y se colocan en costales o baldes plásticos para ser transportados el mismo día a los fermentadores; los granos obtenidos en días diferentes no deben ser mezclados para que la fermentación no se realice de manera desuniforme (Hernández ,1991).

### **1.3.3.3. Fermentación**

La fermentación del grano comprende la eliminación de la baba del cacao y dentro del grano se formarán de las sustancias y cambios bioquímicos que dan origen a los precursores del sabor y aroma a chocolate.

Los factores de calidad, determinados por la fermentación son los más importantes, ya que generalmente el chocolate preparado de cacao sin fermentar no posee el sabor y aroma del verdadero chocolate (Moreno y Sánchez, 1989).

La fermentación es la acción balanceada de la temperatura, alcoholes, pH, humedad y ácidos. La elevación de temperatura

desempeña un papel muy importante en la fermentación, es responsable en parte de la muerte del embrión de los granos e inicio de las reacciones enzimáticas en los tejidos de los cotiledones (Braudeau, 1970). La pulpa fresca tiene un pH de 3,4 a 4,6, en la misma etapa el pH de los cotiledones es de 6,6. Debido a que la testa es permeable al ácido acético, éste pasa al interior del cotiledón y al tercer día mata el embrión y baja el pH a 4,8 (Hernández, 1991).

El proceso de fermentación no puede interrumpirse una vez iniciado, es indispensable contar con un ambiente techado, dedicado exclusivamente a esta labor para que los granos no adquieran olores indeseables como humo, pesticida, estiércoles, entre otros. El tiempo de fermentación varía de cinco a siete días, en función a la variación de las condiciones climáticas en época seca, la masa de grano genera poca "miel" por lo que el fermentado es más rápido, aproximadamente cinco días; en épocas de lluvia la masa de grano genera más miel, exigiendo esto un periodo de seis a siete días para completar la fermentación (Velloso, 1985).

Cuando la masa no desprende estos olores después de 96 horas (4 días) estando los granos con un color marrón acentuado acompañado de una temperatura superior a los 40 °C, se debe llevar la masa inmediatamente al secado para evitar su putrefacción se deben secar estos granos separadamente y no mezclarlos con otros

granos. Los granos secos que presentan un color cenizo oscuro demuestran que su fermentación fue insuficiente (granos pizarrosos), estos granos no poseen buen sabor, son extremadamente amargos y sirven solo para aportar grasa (ICT, 2003).

Al quinto o sexto día, se puede realizar una prueba de corte, cortando algunos granos longitudinalmente, los cuales deben presentar una coloración ligeramente marrón, con un anillo en el contorno de color marrón más fuerte, nótese siempre que existan galerías en la superficie cortada; la masa fermentada debe pasar al siguiente proceso que es el secado (Velloso, 1985; ICT, 2003).

### **Fases del proceso de fermentación**

**a) Fase anaeróbica.** Se inicia tan pronto se deposita los granos de cacao dentro de los fermentadores; tiene una duración de 48 horas en las cuales el mucílago del grano es degradado por levaduras, transformando los azúcares en alcohol, sin presencia de aire, por ello, durante esta etapa el grano debe permanecer tapado con costales de yute u hojas de plátano (Rodríguez, 2006).

**b) Fase aeróbica.** Es la continuación de la fase anaeróbica donde se suceden una serie de reacciones bioquímicas propiciadas por bacterias, las cuales producen cambios físicos y químicos dentro del grano, como: incremento de la temperatura, la muerte del

germen o embrión, el hinchamiento y fisuramiento del grano y los cambios de coloración interna y externa que generan el desarrollo de los precursores del aroma del cacao (Rodríguez, 2006).

### **Características del grano bien fermentado**

- Cambios de color violeta a marrón en la parte interna del grano.
- En la parte externa pasa de color blanco a color a pardo rojizo.
- Muerte del embrión.
- El grano se hincha.
- Buena abertura del cotiledón.
- Olor agradable.

### **Características del grano mal fermentado**

- Cambios de color violeta a negro en el interior del grano.
- No muere el embrión.
- Los granos sobre fermentados adquieren un olor agrio.
- Tienen un olor desagradable.
- Los granos sub fermentados retienen la mayor parte del sabor amargo con escaso o ningún aroma.

Tabla 2. Enzimas presentes en el proceso de fermentación de granos de cacao.

<b>Enzima</b>	<b>Acción en</b>	<b>Producto</b>
Maltas	Maltas	Glucosa
Frutoxidasa	Azúcares	Azúcares reductores
Emulsinaza	Azúcares	Azúcares reductores
Lactasa	Azúcares	Azúcares reductores
Diastasa	Azúcares	Azúcares y dextrina
Catalasa	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	Oxidaciones
Proteinasa	Proteínas	Decoloración (autocianina)
Polifenoloxidasa	Polifenoles	Condensación oxidativa
Transaminoasa	-NH <sub>2</sub>	Traslada grupo -NH <sub>2</sub>

Fuente: Taboada (1966).

#### **1.3.3.4. Remoción**

El objetivo principal de la remoción es fomentar los cambios que originan la muerte del grano, con esta actividad se aumenta la ventilación y favorece el desarrollo de las bacterias, las cuales son responsables de la fermentación y por consiguiente, la uniformidad de ésta en toda la masa. Se debe tener un cuidado especial en las partes del fermentador donde la ventilación es menos eficaz, para evitar la acumulación de anhídrido carbónico, en presencia de este gas no se forman sustancias precursoras del sabor. Ocurre una fermentación butírica cuando los granos se dejan demasiado tiempo sin remover (Rohan, 1964).

## **1.4. Métodos de fermentación**

Existen diversos procedimientos para la fermentación del cacao. Entre los más usados, tenemos la fermentación en sacos de yute, en rumas o montones, recipientes plásticos y en cajones de madera.

### **1.4.1. Fermentación en cajón de madera**

La fermentación se realiza en cajones de madera seca diseñada con orificios de escurrimiento en la base a manera de colador, para permitir el drenaje del jugo y dar una buena aireación, no debe tener olores fuertes, ni pintura y después de su primer uso no se debe lavar. La madera más apropiada es el “tornillo” (*Cedrelinga catenaeformis*) por su resistencia, abundancia y costo relativamente bajo (Enríquez, 1985; ICT, 2003).

La dimensión de los cajones son de acuerdo al volumen de producción de la plantación cacaotera, pudiendo ser de 0,6 m x 0,6 m x 0,6 m, ó 1,0 m x 1,0 m x 1,0 m, etc., colocándose en dichos recipientes los granos obtenidos después de la quiebra de mazorcas.

La masa de granos de cacao a ser fermentados no debe sobrepasar los 90 cm de altura y siempre debe cubrirse con hoja de plátano o sacos de yute, para reducir las pérdidas de calor y humedad de los granos localizados en la superficie (Velloso, 1985; ICT, 2003).

### **1.4.2. Fermentación en sacos de yute**

Para la fermentación de la masa de cacao en costales de polietileno o yute se colocan los granos dentro de estos, se cierran y se los deja fermentando

en el piso. Algunos agricultores suelen colgarlos para que tengan mejor aireación durante dos o tres días, al cabo de los cuales son extraídos para someterlos al proceso de secado. Este método no es recomendable debido a que los granos presentan un elevado porcentaje de granos violáceos y pizarrosos (ICT, 2003).

#### **1.4.3. Fermentación en rumas o montones**

Esta fermentación es bastante simple, sobre el piso se dispone una capa de hojas de plátano que sirve de base y facilita el drenaje del exudado. Los granos son acondicionados sobre estas hojas formando rumas que se cubren con hojas de plátano y sacos de yute para evitar la fuga de calor que dará muerte al embrión de los granos, periódicamente se revuelven hasta conseguir que los granos estén bien fermentados. El proceso puede durar de 5 a 7 días, luego se seca (ICT, 2 003).

#### **1.4.4. Fermentación en balde plástico**

Este método es empleado, mucho por los agricultores los cuales almacenan los granos de cacao, en baldes con orificios por donde discurre la miel del cacao la cantidad mínima a fermentar oscila entre 70 y 80 Kg para obtener un cacao de regular calidad (ICT, 2003).

### **1.5. Secado**

Al final de la fermentación el contenido de humedad de los granos de cacao está más del 50 %, para ser almacenados con seguridad debe reducirse la humedad mediante el secado a 7 u 8 %. El proceso de secado no constituye una simple

reducción de humedad sino que los cambios químicos continúan mientras el contenido de humedad desciende con lentitud hasta que se detienen por la falta de humedad o la inactivación de las enzimas por otros medios. Por este motivo el proceso no debe ser muy rápido durante los dos primeros días, la alta temperatura puede inactivar las enzimas. El secado puede ser solar o artificial, siendo el método más aconsejable el secado al sol; ya sea en eras de cemento o sobre mantas de polipropileno, se recomienda realizar esta labor sobre parihuelas de madera, bambú o caña brava que reposan sobre travesaños levantados a 40 cm del suelo para evitar la aparición de la humedad del suelo y la contaminación de los granos con tierra y otros agentes que disminuyen la calidad del mismo. Durante el proceso de secados elimina toda impureza de cáscaras de mazorcas, restos de placenta y otros desperdicios, siendo el espesor aproximadamente 5 cm, removiéndose en forma permanente con rastrillos de madera para un secado uniforme. Con ello se logrará un secado gradual y se evitará que se adhiera la cascarilla al grano. Al segundo o tercer día, las capas de secado deben ser más delgadas. Para conocer si el grano está seco, se presiona entre las manos y si suena a cascajo, el grano se quiebra fácilmente y la cascarilla se desprende sin dificultad (ICT, 2003).

## **II. MATERIAL Y MÉTODOS**

### **2.1. MATERIA PRIMA**

Para el desarrollo de la presente investigación se empleó granos de cacao (*Theobroma cacao* L.) criollo en baba, provenientes del distrito de Cajaruro, provincia de Utcubamba, Región Amazonas.

La fermentación, secado y análisis físico de los granos de cacao se realizó en el distrito de Cajaruro en las instalaciones de la Cooperativa Cacaotera CEPROAA “Central de Productores Agropecuarios de Amazonas”.

El análisis fisicoquímico se realizó en el Laboratorio de Tecnología Agroindustrial de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas.

El análisis organoléptico se realizó en las instalaciones del área de control de calidad y agroindustria de Cooperativa Agraria Cacaotera ACOPAGRO, distrito de Juanjui, Región San Martín, por un especialista en catación de cacao.

### **2.2. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL**

Para determinar el efecto del tipo y tiempo de fermentación sobre las características fisicoquímicas y organolépticas del cacao (*Theobroma cacao* L.) criollo, se empleó en total 810 Kg de granos de cacao criollo en baba. Se utilizó 90 Kg para cada tipo de fermentador (cajón de madera, balde plástico y saco de yute), siendo la misma cantidad para las dos siguientes repeticiones; la remoción fue igual para todos los fermentadores.

Para cada tiempo de fermentación (4; 6 y 8 días), se realizó la prueba de corte para determinar las características físicas (porcentaje de granos bien fermentados, parcialmente fermentados, violeta, pizarrosos y defectuosos) continuando con el secado, tanto en marquesina solar como en secado en parihuela de madera. A las muestras más representativas del análisis físico, se realizó un análisis fisicoquímico en el laboratorio de Tecnología Agroindustrial y para validar los porcentajes de grasa y acidez se enviaron estas muestras a la Corporación de Laboratorios de Ensayos Clínicos, Biológicos e Industriales “COLECBI”S.A.C. de Nuevo Chimbote. El análisis organoléptico de las muestras más representativas (sabor y aroma) fue realizado en la ciudad de Juanjui, Cooperativa Agraria Cacaotera ACOPAGRO, por el Ing. José David Contreras Monjaraz que es miembro de la Red de Catadores Oficiales de APPCACAO (Asociación Peruana de Productores de Cacao).

### **2.2.1. Fermentación de los granos de cacao**

La fermentación de los granos de cacao se realizó según la secuencia mostrada en la Figura 1, cuyas actividades se describen a continuación.

Los granos de cacao en baba, libre de placenta y otras partículas extrañas, fueron depositados en los tres tipos de fermentadores, se tapó con sacos de yute y bolsas plástico grueso, para evitar pérdidas de calor. Después de 48 horas se hizo la primera remoción y luego cada 24 horas, hasta el final de la fermentación.

Se realizó un seguimiento de la temperatura de la masa durante el proceso de fermentación.

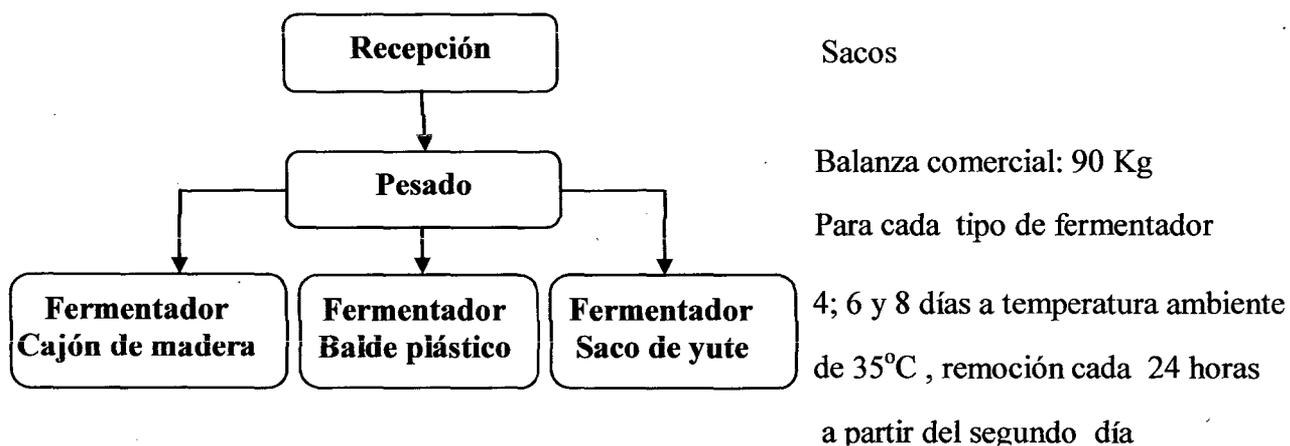


Figura 1. Diagrama de flujo para la fermentación de granos de cacao (*Teobroma cacao L.*) Criollo.

Fuente: Elaboración propia.

### 2.2.2. Secado de los granos de cacao fermentados

El secado de los granos de cacao de los tres tipos de fermentadores se realizó según la secuencia que se muestra en la Figura 2.

A las muestras de granos de cacao fermentados en los tiempos establecidos (4, 6 y 8 días) se realizó la prueba de corte para determinar el porcentaje de granos bien fermentados, parcialmente fermentados, violetas, pizarrosos y defectuosos.

Luego las muestra, fueron llevadas a secar, tanto en marquesina solar como en parihuela de madera, a una temperatura ambiental promedio de 35°C. El primer día se secaron en montones por 2 horas y luego se guardaron para el siguiente día, en que se secaron durante 4 horas un

poco más ralo, y así incrementando 2 horas cada día, hasta el quinto día que se completó el secado del grano. La finalidad del secado progresivo es de volatilizar el ácido acético y no formar costras secas en la superficie que eviten la salida de ácido acético y conlleve a granos ácidos.

El secado finalizó cuando al presionar entre las manos los granos se escuche un sonido a cascajo, el grano se quiebra fácilmente y la cascarilla se desprende sin dificultad. Las muestras secas se empacaron en bolsas de polietileno para luego realizar los respectivos análisis fisicoquímicos y organolépticos. Se empleó como testigo muestras sin fermentar que fueron secadas en marquesina solar y en parihuela de madera, hasta completar el proceso de secado.

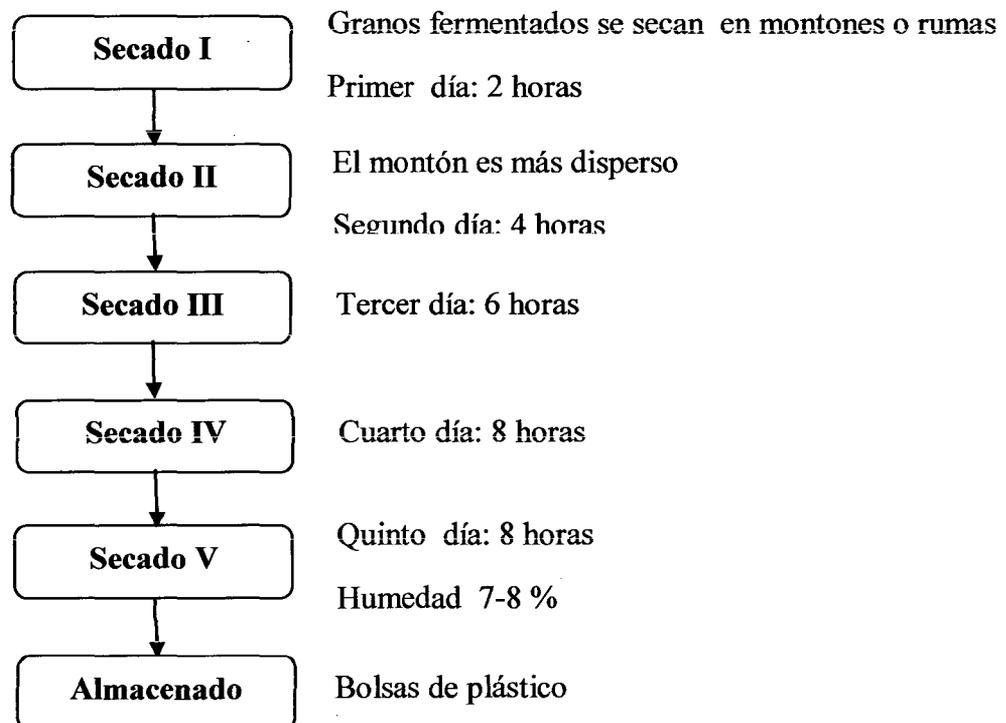


Figura 2. Diagrama de flujo para el secado de granos de cacao (*Teobroma cacao* L.) Criollo.

### **2.2.3. Análisis físico de los granos de cacao fermentados**

Los análisis físicos se realizaron a las muestras fermentadas sin secar, de las tres repeticiones.

#### **2.2.3.1. Determinación del porcentaje de fermentación**

Se realizó un corte longitudinal a cada uno de los 100 granos, a fin de exponer la máxima superficie de los cotiledones. Se examinó visualmente las dos mitades de cada grano a la luz del día, se contabilizó separadamente los granos bien fermentados, parcialmente fermentados, violetas, pizarrosos y defectuosos, basados en la NTC 1252-Cacao en grano.

### **2.2.4. Análisis fisicoquímico de los granos de cacao secos**

#### **2.2.4.1. Humedad**

El contenido de humedad de las 54 muestras de los granos de cacao fermentados y secos y las 2 muestras de cacao sin fermentar, se determinó con el analizador automático de humedad (Adam Equipment, 2004) a 131°C, hasta peso constante.

#### **2.2.4.2. Determinación de pH**

Se determinó mediante el método potenciométrico (A.O.A.C., 1998) con la ayuda de un pH-metro digital (QUIMIS, modelo Q-400MT2), que mide el potencial de hidrógeno.

#### **2.2.4.3. Acidez titulable**

Se determinó por el método que se basa en medir el volumen de NaOH 0,1 N, necesario para neutralizar el ácido acético contenido en la alícuota que se titula, determinando el punto final por medio del cambio de color del indicador ácido-base empleado (fenolftaleína).

#### **2.2.4.4. Cenizas**

La determinación de cenizas en los granos de cacao fermentado y seco se realizó mediante el método de calcinación en mufla por 6 horas a 550°C. Norma A.O.A.C 923.03 (1995).

#### **2.5.4.5. Grasa total**

La determinación de grasa total de los granos de cacao fermentados y secos se realizó mediante el método de Soxhlet que utiliza la extracción con solvente (hexano o éter de petróleo) a la temperatura de ebullición del solvente. Norma A.O.A.C 923.03 (1995).

### **2.2.5. Evaluación organoléptica del licor de cacao**

La evaluación sensorial la realizaron panelistas expertos en catación en el área de Control de Calidad y Agroindustria de la Cooperativa Agraria Cacaotera ACOPAGRO, localizada en la ciudad de Juanjui - San Martín, bajo la dirección del especialista en cata Ing. José David Contreras Monjaraz perteneciente a la red de catadores de la APPCACAO (Asociación Peruana de Productores de Cacao).

Según el catador se procesaron en laboratorio tres muestras por día siguiendo el proceso de tostado, pelado o descascarado, conchado, templado, amoldado y finalmente catación del licor.

### 2.3. METODOLOGÍA EXPERIMENTAL

El esquema experimental de la investigación se muestra en la Figura 3, en el cual se describe el desarrollo de las actividades en la fase experimental.

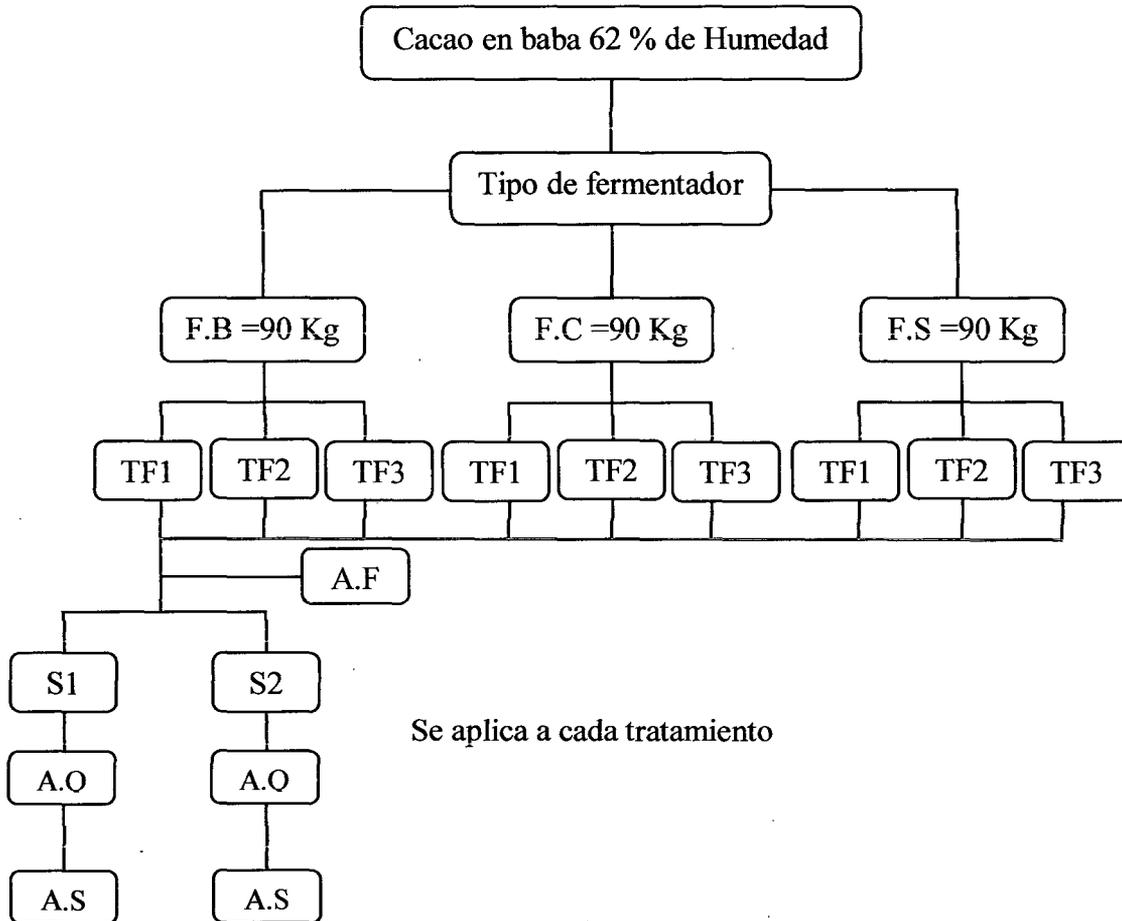


Figura 3. Metodología experimental para analizar el efecto del tipo y tiempo de fermentación sobre las características fisicoquímicas y organolépticas del cacao (*Theobroma cacao* L.) criollo.

Donde:

F.B. = Fermentador de balde plástico      TF1 =Tiempo de fermentación 4 días

F.C. = Fermentador de cajón de madera      TF2 =Tiempo de fermentación 6 días

F.S. = Fermentador de saco de yute      TF3 =Tiempo de fermentación 8 días

A.F. = Análisis físico

S1 = Secado en marquesina solar

A.Q. = Análisis químico

S1 = Secado en parihuela de madera

A.S. = Análisis sensorial

## 2.4. ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS RESULTADOS

Los resultados obtenidos en las distintas etapas fueron procesados empleando el software estadístico STATGRAPHICS Centurión.

Para el análisis de los datos y determinar el efecto del tipo y tiempo de fermentación sobre las características fisicoquímicas y organolépticas del cacao se empleó un experimento bifactorial en DBCA.

Tabla 3. Diseño de bloques completamente al azar.

Bloque	Factores					
	a1		a2		a3	
	b1	b2	b1	b2	b1	b2
I	T1	T2	T3	T4	T5	T6
II	T7	T8	T9	T10	T11	T12
III	T13	T14	T15	T16	T17	T18

La descripción de los factores en estudio son los siguientes:

### Bloques

I= fermentador de balde plástico

II= fermentador de cajón de madera

III= fermentador de saco de yute

**Factor A: Tiempo de fermentación (días)**

**a1**= 4 días

**a2**= 6 días

**a3**= 8 días

**Factor B: Tipo de secado**

**b1**= secado en marquesina solar

**b2**= secado en parihuela de madera

Variable respuesta: características fisicoquímicas y organolépticas del cacao.

**Modelo aditivo lineal.**

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \rho_k + \varepsilon_{ijk}$$

$i = 1, 2, 3; \dots a =$  Niveles del factor A

$j = 1; 2; \dots b =$  Niveles del factor B

$k = 1; 2; 3; \dots n =$  Bloques

**Donde:**

$Y_{ijk}$  = Características fisicoquímicas y organolépticas del cacao obtenidas a partir del  $i$ -ésimo tiempo de fermentación,  $j$ -ésimo tipo de secado,  $k$ -ésimo unidad experimental.

$\mu$  = Efecto de la media poblacional.

$\alpha_i$  = Efecto del  $i$ -ésimo tiempo de fermentación sobre las características fisicoquímicas y organolépticas del cacao.

$\beta_j$  = Efecto del  $j$ -ésimo tipo de secado sobre las características fisicoquímicas y organolépticas del cacao.

$(\alpha\beta)_j$  = Efecto de la interacción de la i-ésimo tiempo de fermentación y del j-ésimo tipo de secado sobre las características fisicoquímicas y organolépticas del cacao.

$\rho_k$  = Efecto del k-ésimo bloque (tipo de fermentador)

$\epsilon_{ijk}$  = Error experimental.

### **Comparaciones múltiples**

Las comparaciones de medias de los tratamientos a evaluar fueron realizadas mediante la prueba Tukey con un nivel de significancia del 0,05.

### III. RESULTADOS

#### 3.1. Seguimiento de la temperatura durante los días de fermentación de los granos de cacao

Los datos de la temperatura promedio, medidos durante el proceso de fermentación se muestran en la Tabla B.1, (anexo) y Figura 4, donde se aprecia que la temperatura inicial de la masa de cacao en baba en los tres tipos de fermentador fue 28°C y con una temperatura ambiente de 32 °C. El incremento de la temperatura al inicio de la fermentación fue muy lento, debido a que la degradación de azúcares por levaduras genera poca cantidad de calor, la figura 4 muestra que el incremento de temperatura se da a partir de las 48 horas, esto es por la acción de bacterias acéticas las cuales transforman el alcohol en ácido acético cuya reacción es mucho más exotérmica. El comportamiento de la temperatura se puede ver afectada por el tipo de material y geometría del fermentador.

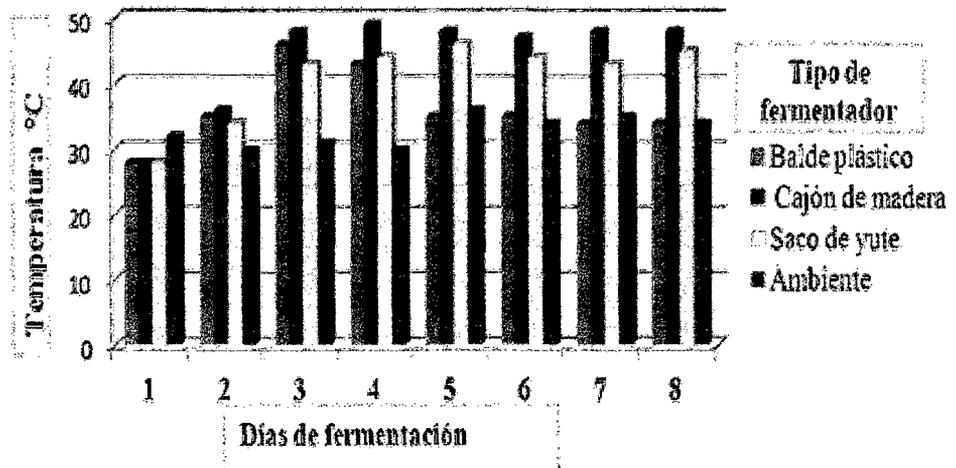


Figura 4. Representación de los valores promedio de la temperatura durante los días de fermentación.

### **3.2. Análisis físico de los granos de cacao fermentados**

Se realizó en base a los Parámetros exigidos por la Norma Técnica Colombiana NTC 1252 (ICONTEC, 2003). Los datos promedio de porcentaje granos bien fermentados, parcialmente fermentados, violetas y defectuosos después el proceso de fermentación, se muestran en la Tabla B.2, (anexo), donde se analizó las variables respuesta individualmente en relación con los factores del tipo y tiempo de fermentación.

#### **3.2.1. Porcentaje de granos de cacao bien fermentados**

Los resultados de los porcentajes de granos bien fermentados se muestran en la Tabla B.3, (anexo) y Figura 5, donde se analiza las 9 muestras de los tres tipos de fermentadores para los tres tiempos de fermentación, donde se aprecia que en el día 8 de fermentación existe el mayor porcentaje de granos bien fermentados para los tres tipos de fermentadores (balde plástico, cajón de madera y saco de yute), distinguiéndose el cajón de madera como el mejor tratamiento.

Analizando los porcentajes para cada tratamiento se encontró que existe diferencia estadísticamente significativa entre los tratamientos (Tabla B.5, anexo).

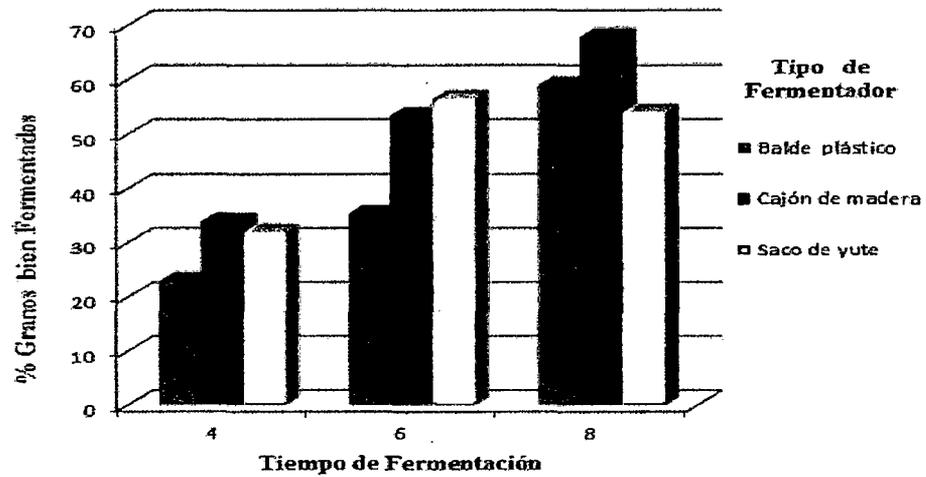


Figura 5. Representación de los valores promedio del porcentaje de granos de cacao bien fermentados con respecto al tipo y tiempo de fermentación.

En la Figura 6 se muestra la variación del porcentaje de granos bien fermentados con respecto al tipo de fermentador (balde plástico, cajón de madera y saco de yute); notándose que existe en el cajón de madera mayor porcentaje de éste, cumple con los parámetros exigidos por la NTC 1252.

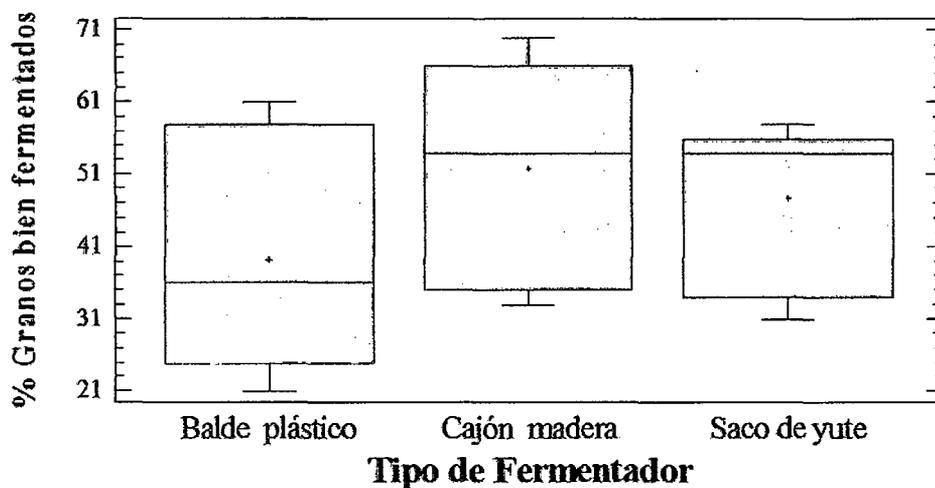


Figura 6. Variación del % de granos bien fermentados con respecto al tipo de fermentador.

En la Figura 7 se muestra la variación del porcentaje de granos bien fermentados con respecto al tiempo de fermentación (4, 6, 8 días); notándose que existe en el día 8 mayor porcentaje de éste.

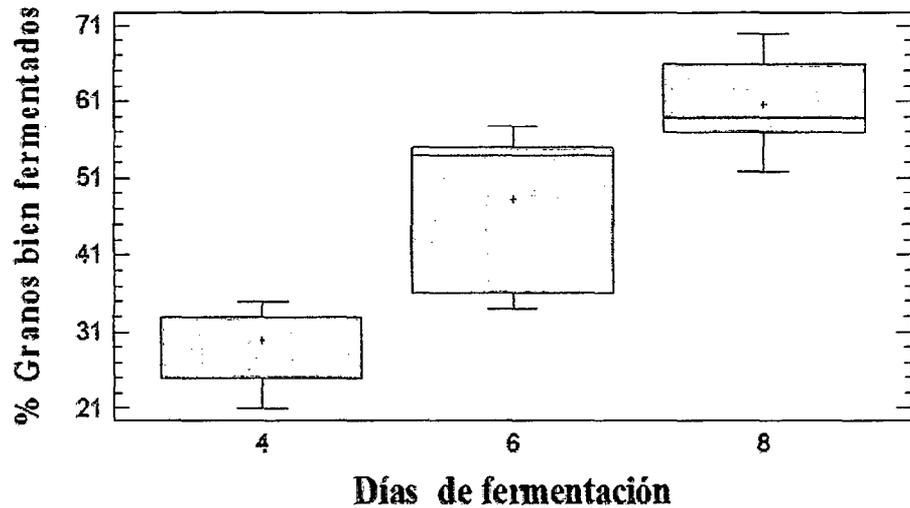


Figura 7. Variación del % de granos de cacao bien fermentados con respecto al tiempo de fermentación.

### 3.2.2. Porcentaje de granos de cacao parcialmente fermentados

Los resultados del porcentajes de granos parcialmente fermentados se muestran en la Tabla B.6, (anexo) y Figura 8, donde se analiza las 9 muestras de los tres tipos de fermentadores para los tres tiempos de fermentación, donde se aprecia que en el día 8 de fermentación existe el menor porcentaje de granos parcialmente fermentados para los tres tipos de fermentadores (balde plástico, cajón de madera y saco de yute), diferenciándose el cajón de madera como el mejor tratamiento con menor porcentaje de éste. Analizando los porcentajes para cada tratamiento se encontró que no existe diferencia estadísticamente significativa entre los tratamientos (Tabla B.8, anexo).

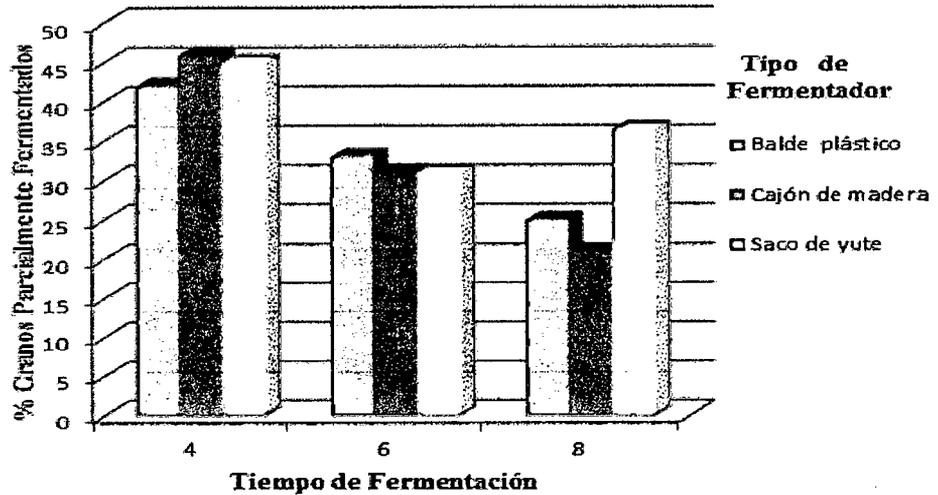


Figura 8. Representación de los valores promedios del porcentaje de granos de cacao parcialmente fermentados con respecto al tipo y tiempo de fermentación.

En la Figura 9 se muestra la variación del porcentaje de granos parcialmente fermentados con respecto al tipo de fermentador (balde plástico, cajón de madera y saco de yute); notándose que existe en el cajón de madera menor porcentaje de éste, está dentro de los parámetros exigidos por la NTC 1252.

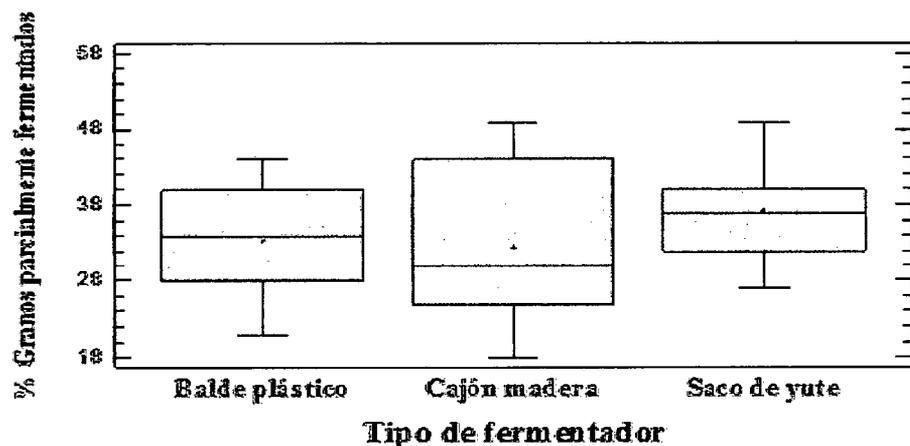


Figura 9. Variación del % de granos parcialmente fermentados con respecto al tipo de fermentador.

En la Figura 10 se muestra la variación del porcentaje de granos parcialmente fermentados con respecto al tiempo de fermentación (4, 6, 8 días), notándose que existe en el día 8 menor porcentaje de éste.

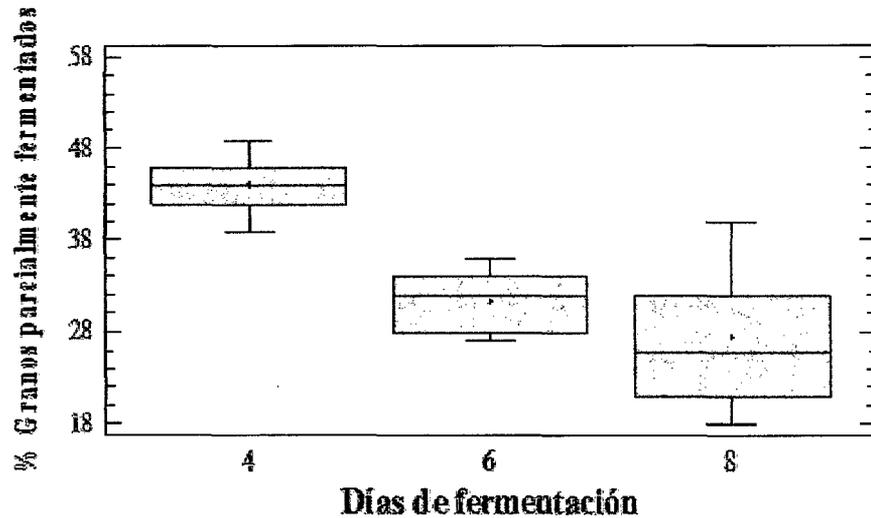


Figura 10. Variación del % de granos parcialmente fermentados con respecto al tiempo de fermentación.

### 3.2.3 Porcentaje de granos de cacao violeta

Los resultados para esta característica física se muestran en el Tabla B.9, (anexo) y Figura 11, en la cual se aprecia claramente que a medida que pasan los días de fermentación, disminuyó el porcentaje de granos violetas en los tres tipos de fermentadores (balde plástico, cajón de madera y saco de yute), diferenciándose en el día 8, el cajón de madera y saco de yute como el mejor tratamiento con menor porcentaje de granos violetas. Analizando los porcentajes para cada tratamiento se encontró que existe diferencia estadísticamente significativa entre los tratamientos (Tabla B.11, anexo), según los parámetros exigidos por NTC 1252.

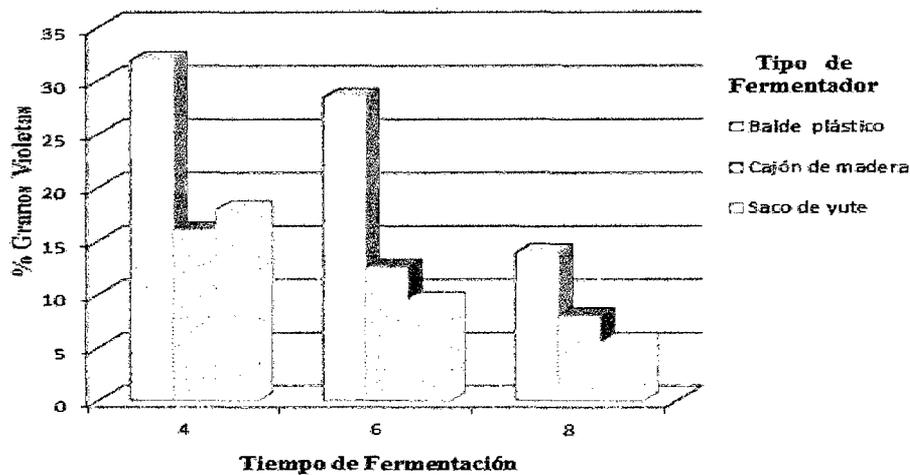


Figura 11. Representación de los valores promedio de la característica física de granos de cacao violeta.

En la Figura 12 se muestra la variación del porcentaje de granos de cacao violetas con respecto al tipo de fermentador, notándose que existe en el cajón de madera y saco de yute menor porcentaje de éste.

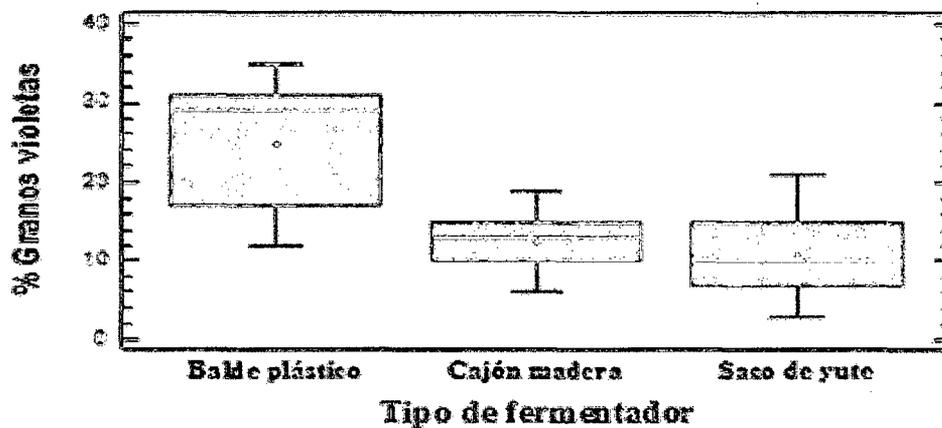


Figura 12. Variación del % de granos de cacao violetas con respecto al tipo de fermentador.

En la Figura 13 se muestra la variación del porcentaje de granos violetas con respecto al tiempo de fermentación (4, 6, 8 días), notándose que existe en el día 8 menor porcentaje de éste.

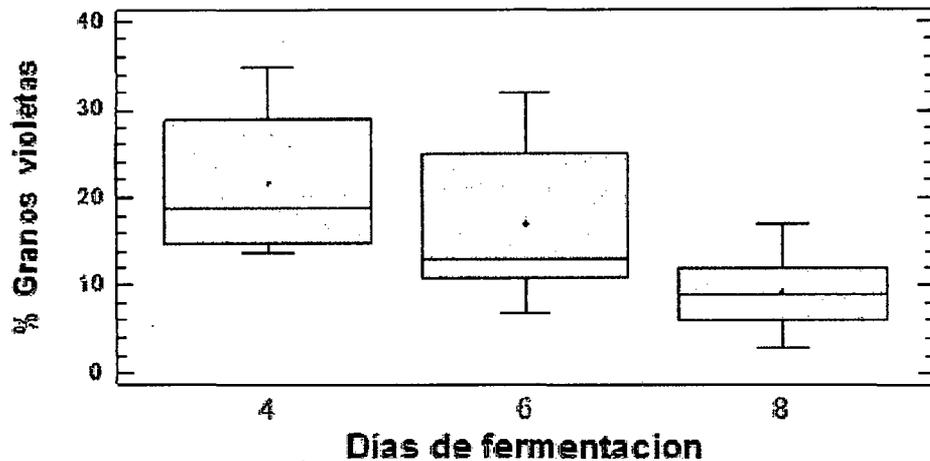


Figura 13. Variación del % de granos de cacao violetas con respecto al tiempo de fermentación.

### 3.2.4 Porcentaje de granos de cacao defectuosos

Este análisis físico se muestran en la Tabla B.12, (anexo) y Figura 14, el tipo y tiempo de fermentación no tiene influencia sobre el porcentaje de granos defectuosos.

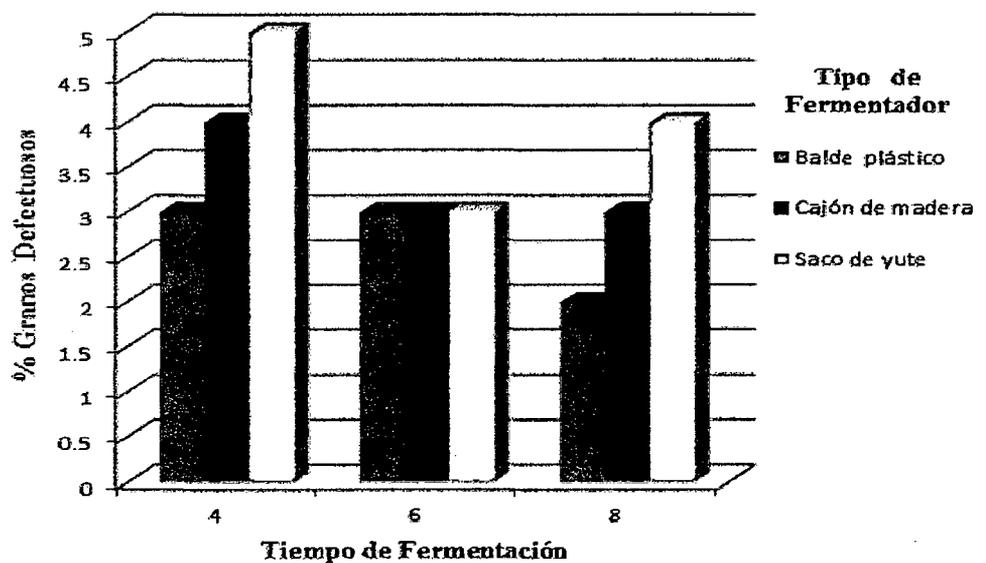


Figura 14. Representación de los valores promedio de la característica física de granos de cacao defectuosos.

Después de la evaluación física los mejores resultados que se encuentran dentro de los parámetros exigidos por la norma NTC 1252, fueron el fermentador cajón de madera y saco de yute en un tiempo de fermentación de 8 días, que luego pasaron a un secado en marquesina solar y parihuela de madera para continuar con un análisis fisicoquímico.

### 3.3. Análisis fisicoquímico de los granos de cacao seco

El análisis fisicoquímico se basó en la Norma Técnica Colombiana NTC 1252 que regula el procedimiento cuantitativo (ICONTEC, 2003).

#### 3.3.1. Determinación del porcentaje de humedad de los granos de cacao secos

El % de humedad se muestra en la Tabla B.13, (anexo) y Figuras 15 y 16, donde se muestra una interrelación del % humedad con el tipo de fermentador y tipo de secado.

Analizando los resultados se encontró que hay diferencia estadística significativa entre los tratamientos (Tabla B.15, anexo).

Tabla 4. Porcentaje de humedad en los mejores tratamientos de los granos de cacao secos.

Granos de cacao secos				
Tratamiento	Tipo de Fermentador	Tiempo de Fermentación	Tipo de secado	% Humedad
T11	Cajón de madera	8 días	Marquesina solar	6,90
T12	Cajón de madera	8 días	Parihuela de madera	6,60
T17	Saco de yute	8 días	Marquesina solar	5,87
T18	Saco de yute	8 días	Parihuela de madera	5,48
Tes1	Testigo 1	0 días	Marquesina solar	5,65
Tes2	Testigo 2	0 días	Parihuela de madera	5,70

En la Figura 15 se muestra la variación del % de humedad con respecto al tipo de fermentador, notándose que el proceso en el cajón de madera está dentro los parámetros.

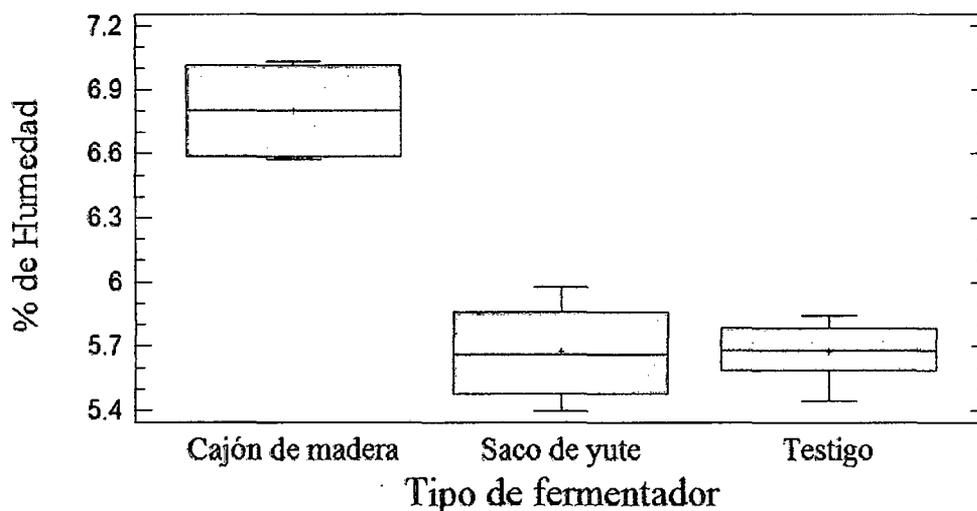


Figura 15. Variación del % de humedad con respecto al tipo de fermentador.

En la Figura 16 se muestra la variación del % de humedad con respecto al tipo de secado, notándose que en el secado en marquesina solar favorece la calidad del cacao.

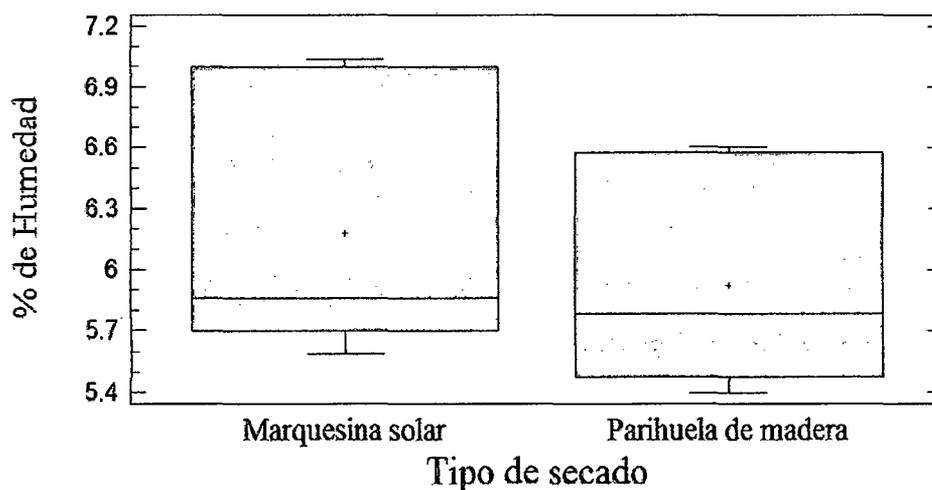


Figura 16. Variación del % de humedad con respecto al tipo de secado.

### 3.3.2. Determinación del pH de los granos de cacao secos

Los resultados de pH se muestran en la Tabla B.16, (anexo) y Figura 17,18 y 19 donde se muestra una interrelación del pH con el tipo de fermentador, tipo de secado y días fermentación, respectivamente.

Analizando los resultados se encontró que hay diferencia estadística significativa entre los tratamientos (Tabla B.18, anexo).

Tabla 5. pH de los mejores tratamientos de los granos de cacao secos.

Granos de cacao secos				
Tratamiento	Tipo de Fermentador	Tiempo de Fermentación	Tipo de secado	pH
T11	Cajón de madera	8 días	Marquesina solar	4,92
T12	Cajón de madera	8 días	Parihuela de madera	4,92
T17	Saco de yute	8 días	Marquesina solar	5,93
T18	Saco de yute	8 días	Parihuela de madera	5,63
Tes1	Testigo 1	0 días	Marquesina solar	6,31
Tes2	Testigo 2	0 días	Parihuela de madera	6,29

En la Figura 17 se muestra la variación del pH con respecto al tipo de fermentador, notándose que en el cajón de madera existe un pH cercano a 5, lo cual indica una mayor fermentación y producción de ácido acético que penetra al cotiledón provocando reacciones bioquímicas.

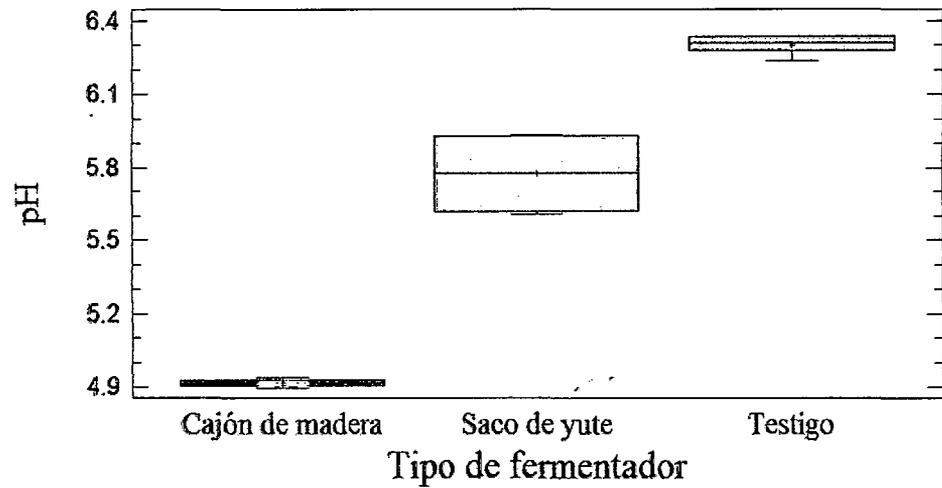


Figura 17. Variación del pH con respecto al tipo de fermentador.

En la Figura 18 se muestra la variación del pH con respecto al tipo de secado, notándose que en el secado en parihuela de madera existe un pH que favorece la calidad del cacao.

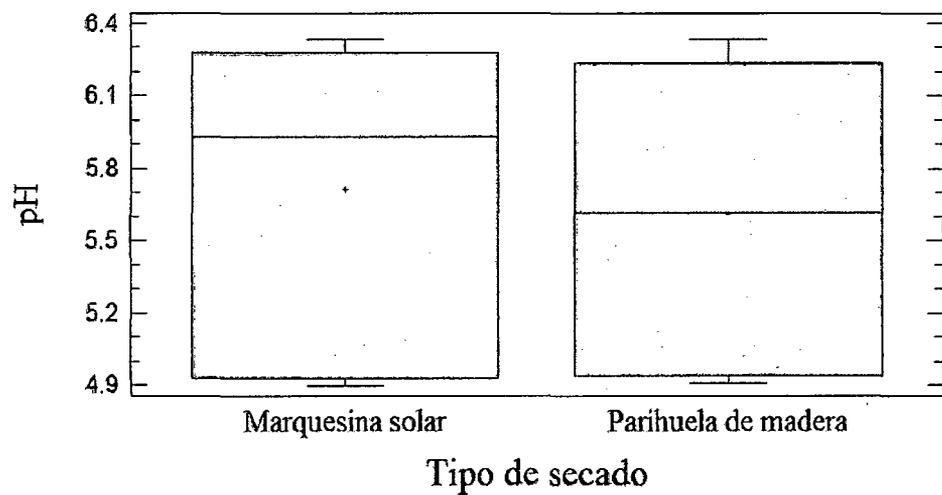


Figura 18. Variación del pH con respecto al tipo de secado.

En la Figura 19 se muestra la variación del pH con respecto a los días de fermentación, notándose que en el día 8 de fermentación existe un pH más óptimo, en comparación con el testigo.

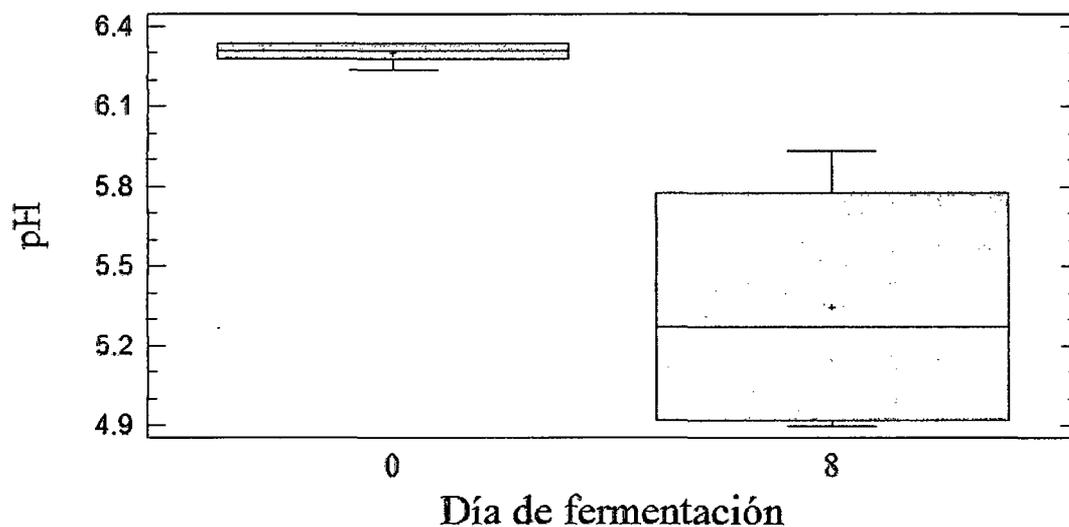


Figura 19. Variación del pH con respecto al día de fermentación.

### 3.3.3. Determinación del % acidez de los granos de cacao secos

Los resultados del % acidez se muestran en la Tabla B.19, (anexo) y Figura 20, 21 y 22, donde se muestra una interrelación de éste con el tipo de fermentador, tipo de secado y días fermentación, respectivamente.

Analizando los resultados se encontró que hay diferencia estadística significativa entre los tratamientos (Tabla B.21, anexo).

Tabla 6. Porcentaje de acidez en los mejores tratamientos de los granos de cacao secos.

Granos de cacao secos				
Tratamiento	Tipo de Fermentador	Tiempo de Fermentación	Tipo de secado	% Acidez
T11	Cajón de madera	8 días	Marquesina solar	1,72
T12	Cajón de madera	8 días	Parihuela de madera	1,93
T17	Saco de yute	8 días	Marquesina solar	0,72
T18	Saco de yute	8 días	Parihuela de madera	0,64
Tes1	Testigo 1	0 días	Marquesina solar	0,73
Tes2	Testigo 2	0 días	Parihuela de madera	0,63

En la Figura 20 se muestra la variación del % acidez con respecto al tipo de fermentador, notándose que en el saco de yute y testigo existe menor porcentaje de acidez, en comparación con el cajón de madera para el mismo proceso de fermentación.

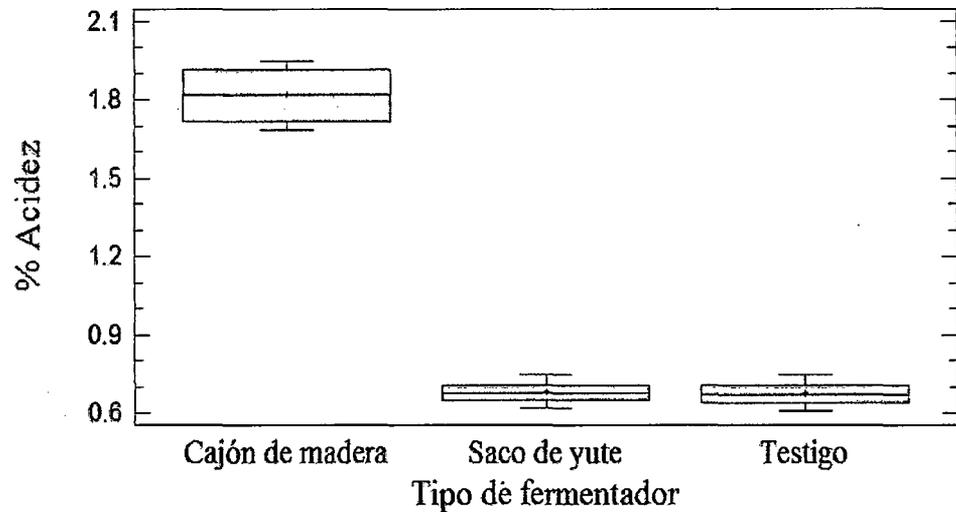


Figura 20. Variación del % acidez con respecto al tipo de fermentador.

En la Figura 21 se muestra la variación del % acidez con respecto al tipo de secado, notándose que en el secado en marquesina solar existe menor porcentaje de acidez.

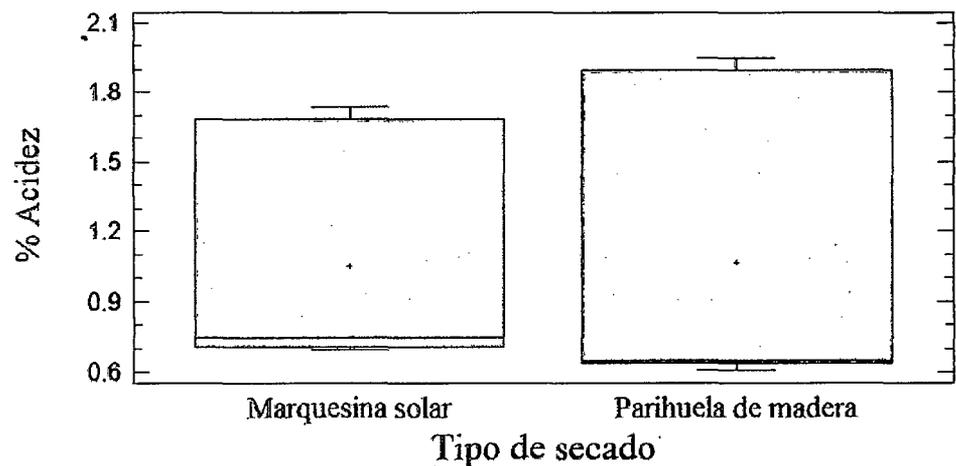


Figura 21. Variación del % acidez con respecto al tipo de secado.

En la Figura 22 se muestra la variación del % acidez con respecto a los días de fermentación, notándose que en el día 8 existe mayor porcentaje de acidez, en comparación con el testigo.

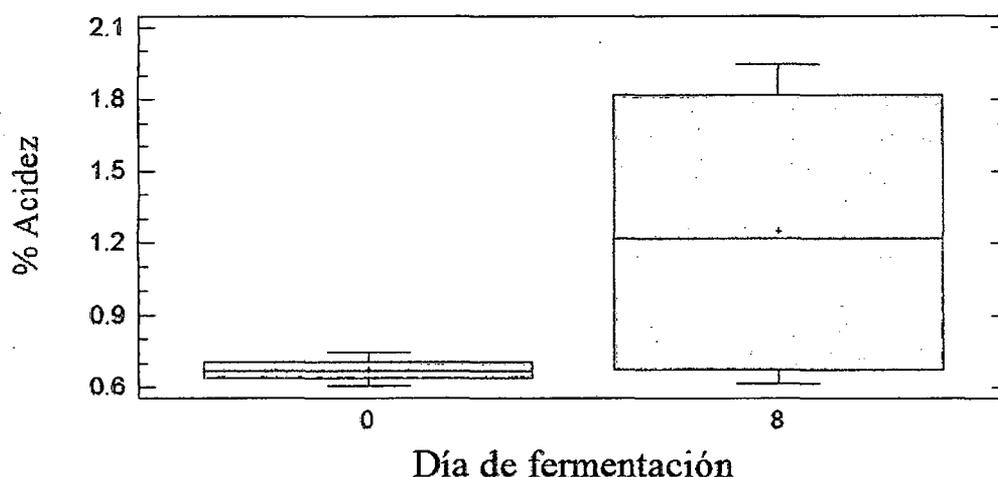


Figura 22. Variación del % acidez con respecto a los días de fermentación.

### 3.3.4. Determinación de ceniza de los granos de cacao secos

El % ceniza se muestra en la Tabla B.22, (anexo) y Figura 23 y 24, donde se muestra una interrelación del % ceniza con el tipo de fermentador, tipo de secado. Analizando los resultados se encontró que no existe diferencia estadísticamente significativa entre los tratamientos (Tabla B.24, anexo).

Tabla 7. Porcentaje de ceniza de los granos de cacao secos en los mejores tratamientos

Granos de cacao secos				
Tratamiento	Tipo de Fermentador	Tiempo de Fermentación	Tipo de secado	% Ceniza
T11	Cajón de madera	8 días	Marquesina solar	3,16
T12	Cajón de madera	8 días	Parihuela de madera	3,10
T17	Saco de yute	8 días	Marquesina solar	3,17
T18	Saco de yute	8 días	Parihuela de madera	3,15
Tes1	Testigo 1	0 días	Marquesina solar	3,20
Tes2	Testigo 2	0 días	Parihuela de madera	3,30

En la Figura 23 se muestra la variación del % ceniza con respecto al tipo de fermentador, notándose que en el cajón de madera, saco yute y testigo existe el mismo % ceniza.

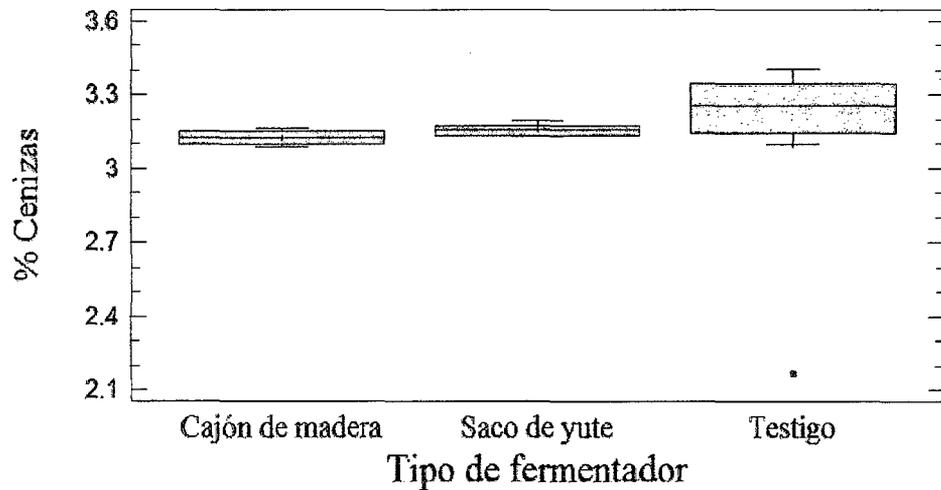


Figura 23. Variación del % ceniza con respecto al tipo de fermentador.

En la Figura 24 se muestra la variación del % ceniza con respecto al tipo de secado, notándose que en el secado en marquesina solar y parihuela de madera existe el mismo porcentaje de ceniza.

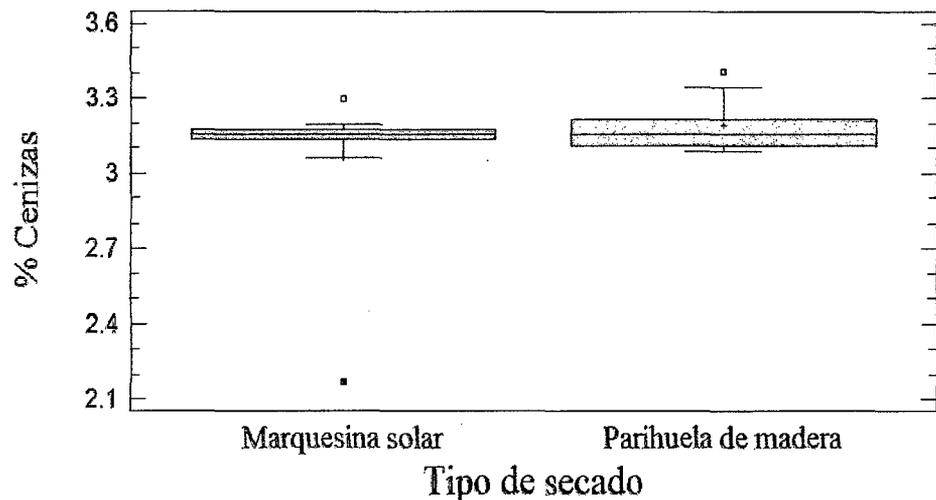


Figura 24. Variación del % ceniza con respecto al tipo de secado.

### 3.3.5. Determinación del % de grasa de los granos de cacao secos

El resultado del % grasa se muestra en la Tabla B.25, (anexo) y Figura 25, 26 y 27, donde se muestra una interrelación de éste con el tipo de fermentador, tipo de secado y días fermentación, respectivamente.

Analizando los resultados se encontró que si existe diferencia estadística significativa entre cajón de madera y testigo (Tabla B.27, anexo).

Tabla 8. Porcentaje de grasa en los mejores tratamientos de los granos de cacao secos.

Granos de cacao secos				
Tratamiento	Tipo de Fermentador	Tiempo de Fermentación	Tipo de secado	% Grasa
T11	Cajón de madera	8 días	Marquesina solar	41,1
T12	Cajón de madera	8 días	Parihuela de madera	40,3
T17	Saco de yute	8 días	Marquesina solar	44,1
T18	Saco de yute	8 días	Parihuela de madera	40,7
Tes1	Testigo 1	0 días	Marquesina solar	44,8
Tes2	Testigo 2	0 días	Parihuela de madera	43,2

En la Figura 25 se muestra la variación del % grasa con respecto al tipo de fermentador, notándose que cajón de madera existe menor porcentaje de grasa, en comparación con el testigo.

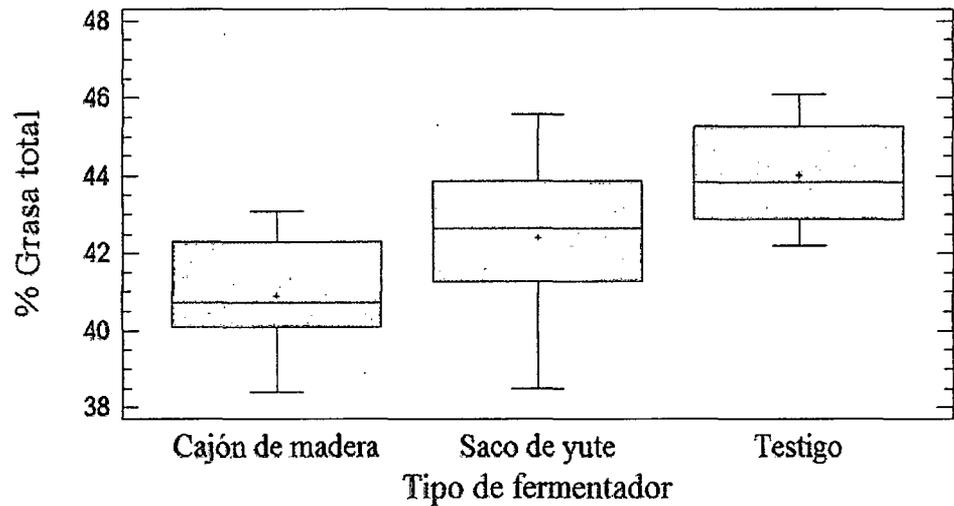


Figura 25. Variación del % grasa con respecto al tipo de fermentador.

En la Figura 26 se muestra la variación del % grasa con respecto al tipo de secado, notándose que en el secado en marquesina solar y parihuela de madera existe porcentajes cercanos de grasa.

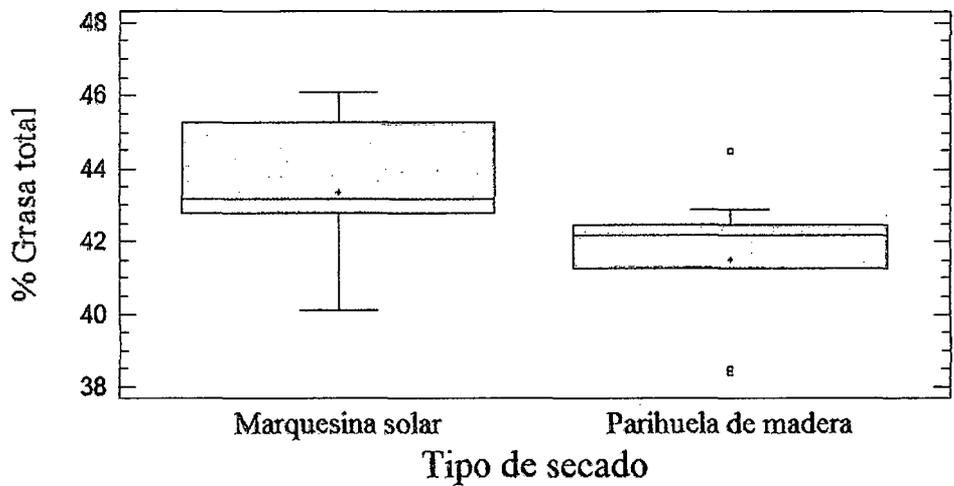


Figura 26. Variación del % grasa con respecto al tipo de secado.

En la Figura 27 se muestra la variación del % grasa total con respecto a los días de fermentación, notándose que en el día 8 existe menor porcentaje de grasa, en comparación con el testigo.

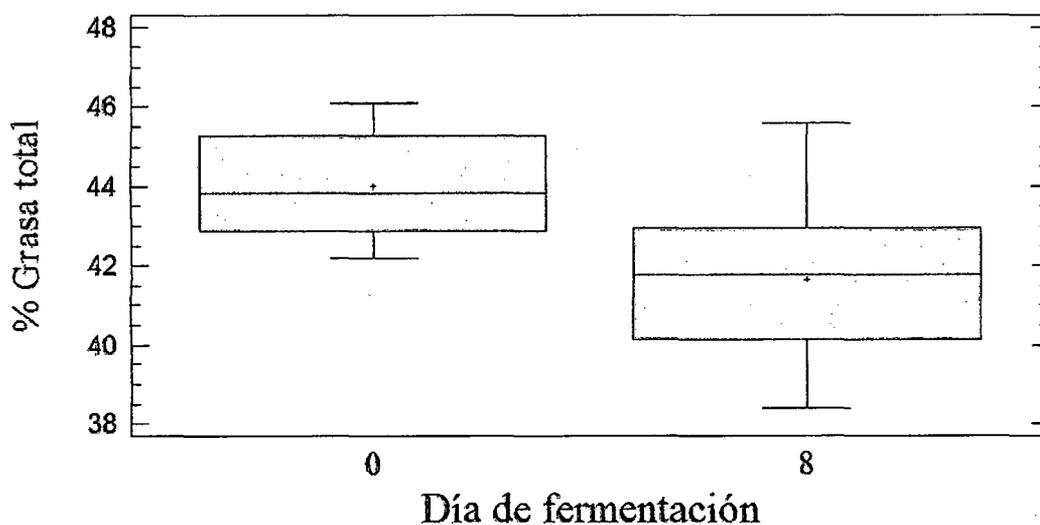


Figura 27. Variación del % grasa con respecto al día de fermentación.

### 3.4. Análisis sensorial cuantitativo descriptivo del licor de cacao

En la Tabla 9 se muestran los resultados del análisis sensorial del licor de cacao de las muestras más representativas de los días 6 y 8, para los tres tipos de fermentadores y los dos tipos de secado.

Se obtuvo los mejores resultados en la muestra 5, la cual mostró un 69,33 % de granos bien fermentados y poca influencia de granos sin fermentar (4,33%). Presentando sabores frutales, floral, nuez, acidez y astringencia moderada, el cual se debe a un buen fermentado y secado de los granos, pero con un ligero sabor láctico.

El segundo lugar fue para la muestra 4, con un 70% de granos bien fermentados, pero con una influencia de sabor láctico, con mayor predominancia que en la muestra 5.

En tercer lugar la muestra 1, resaltó el sabor a nuez, por el cual obtuvo buenos puntajes de apreciación, a pesar del sabor láctico y habas verdes, propio de una muestra poco fermentada, lo que se corrobora con su grado de fermentación en 38,67%. Los resultados de las fichas de la evaluación sensorial se presentan en (anexo) realizado en la Cooperativa Agraria Cacaotera ACOPAGRO.

Tabla 9. Valores promedio de los resultados obtenidos en la cuantificación del análisis sensorial del licor de cacao.

PUESTO	Muestra	Astringencia (As)	Acidez (Ac)	Amargor (Bi)	Chocolatoso (Ch)	Frutal (Fr)	Nuez (Nu)	Floral (Fl)	Citrico (Ci)	Tierra (Ea)	Otros (Ot)	Apreciación Global (P)	Granos Violeta	Total
1	M5	3	3	7	8	8	7	5	5	7	8	5	7	73
2	M4	5	7	8	5	7	5	6	8	4	4	7	5	71
3	M1	8	4	6	3	3	6	7	7	6	5	8	1	64
4	M3	6	6	4	6	6	4	8	4	2	3	6	3	58
5	M6	7	2	5	7	5	8	3	2	1	2	3	8	53
6	M2	4	5	3	4	2	3	2	3	5	7	4	6	48
7	M8	2	8	2	2	4	2	4	6	3	1	2	4	40
8	M7	1	1	1	1	1	1	1	1	8	6	1	2	25

Donde:

T3=M1= fermentador de balde plástico, tiempo de fermentación 6 días,  
secado en marquesina solar

T15=M2=fermentador saco de yute, tiempo de fermentación 6 días, secado  
en marquesina solar

T9=M3= fermentador cajón de madera, tiempo de fermentación 6 días,  
secado en marquesina solar

T12= M4= fermentador cajón de madera, tiempo de fermentación 8 días,  
secado en parihuela de madera

T11=M5= fermentador cajón de madera, tiempo de fermentación 8 días,  
secado en marquesina solar

T17=M6= fermentador saco de yute, tiempo de fermentación 8 días, secado en marquesina solar

M7= Sin fermentar, secado en parihuela de madera

T5=M8= fermentador de balde plástico, tiempo de fermentación 8 días, secado en marquesina solar.

En la Figura 28 se muestra la puntuación del análisis sensorial, con respecto a las muestras, donde se puede apreciar que la muestra 5 es la que tiene las mejor puntuación, lo cual confirma que el fermentador cajón de madera con un tiempo de fermentación de 8 días y secado en marquesina y parihuelas de madera permite obtener un cacao de calidad.

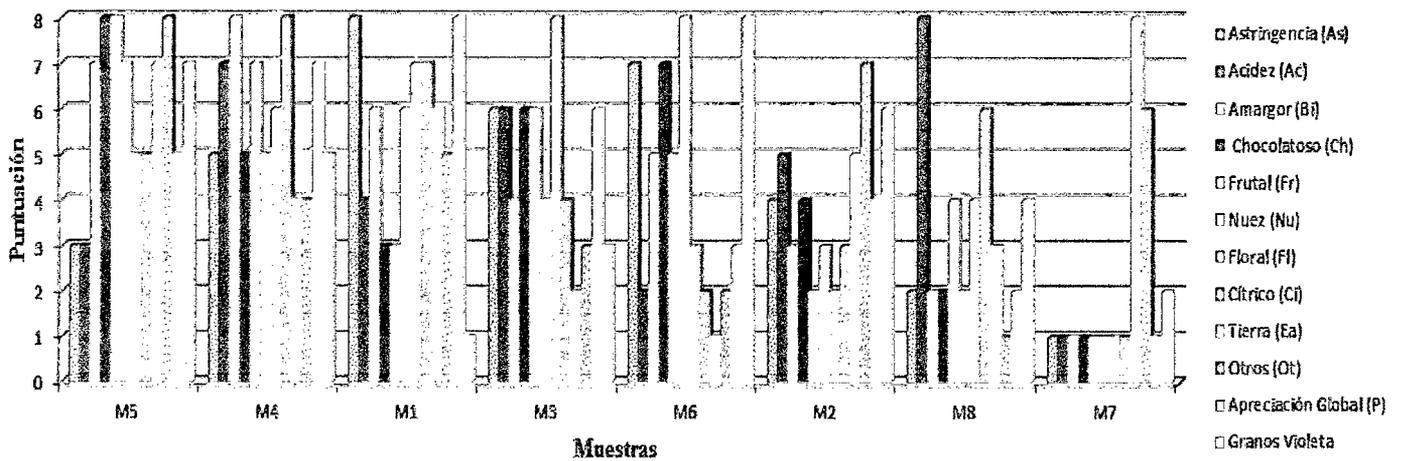


Figura 28. Puntuación del análisis sensorial, con respecto a las muestras analizadas.

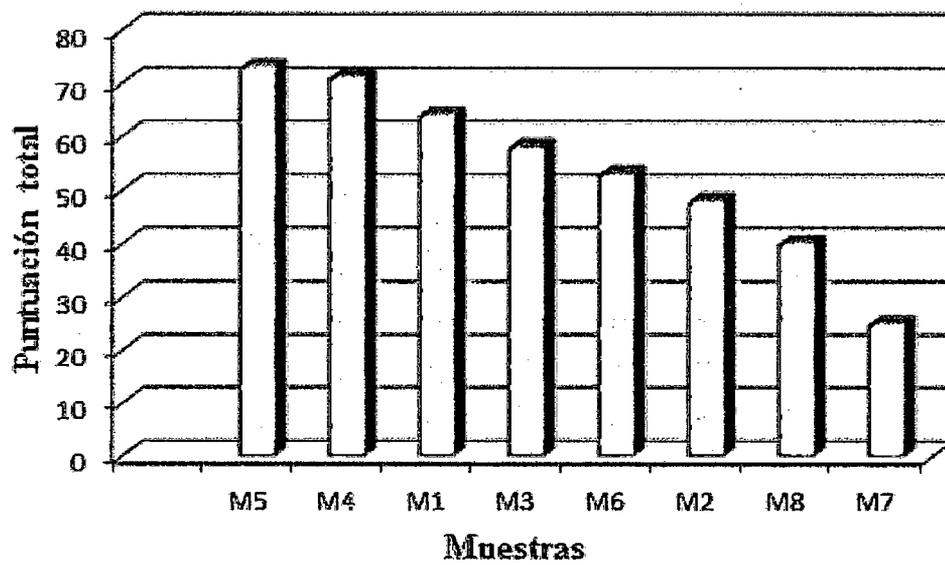


Figura 29. Puntuación total del análisis sensorial, con respecto a las muestras analizadas.

#### IV. DISCUSIÓN

En la Figura 4, se observa el comportamiento de la temperatura durante los 8 días de fermentación de los granos de cacao (*Theobroma cacao* L.) en baba, donde se muestra que la temperatura inicial fue 28 °C en los tres tipos de fermentadores, llegando a una temperatura máxima de 48 °C en el cajón de madera y saco de yute indicando un mejor proceso de fermentación. Braudeau (1970), señaló que el aumento de la temperatura se da con el inicio de la fermentación por la actividad microbiana, provocando un incremento de la temperatura hasta alcanzar un máximo (40°C-45°C) y que luego desciende a consecuencia de la inactivación de las bacterias acéticas, provocando la muerte del embrión y el inicio de las reacciones enzimáticas en los tejidos del cotiledón, dando origen a los precursores de sabor y aroma a chocolate.

En la Tabla B.3 (anexo), en el día 8 de fermentación se ha obtenido los mayores porcentajes de granos bien fermentados en el cajón de madera con un 68% y porcentajes más bajos de éste en saco de yute (54 %) y balde plástico (59 %), esto se debe posiblemente a que la elevación de la temperatura de la masa durante el proceso de la fermentación fue muy lenta, criterio que coincide con Rohan (1960), quien considera que la fermentación es más rápida a medida que la temperatura avanza, mientras que a temperaturas inferiores se obtiene un bajo porcentaje de granos bien fermentados, el mismo autor afirma que trabajando con varios tipos de fermentadores, han encontrado menor índice de fermentación con el tipo saco, contrario a los resultados de la fermentación en montones o en gavetas, lo que fue atribuido a que el saco no reúne las condiciones adecuadas para la aireación y el drenaje. También Rivera *et al.* (2012), con respecto a los fermentadores, mencionan que el cajón de madera alcanzó el mayor porcentaje de granos fermentados con 73,3%, en tanto que los demás fermentadores se

mantuvieron con un porcentaje inferior al 70%. En la presente investigación se observó un mayor porcentaje de granos fermentados y menor porcentaje de granos violetas en el fermentador tipo cajón de madera. Al igual que el tiempo de fermentación, el tipo de fermentador no influyó en el contenido de granos pizarrosos y defectuosos.

La prueba de medias de Tukey, Tabla B.8 (anexo) no indicó diferencias significativas ( $P < 0,05$ ) entre los valores de los granos parcialmente fermentados, así como entre los fermentadores y los días de fermentación. Según Rohan (1964), los índices físicos de calidad de los granos de cacao secos se relacionan con el grado de madurez de los frutos, observándose que mazorcas que no están completamente maduras dan origen a granos parcialmente fermentados, violáceos y pizarrosos, ya que carecen de suficiente cantidad de azúcar para una adecuada fermentación.

Los granos violetas tuvieron un comportamiento inverso a los granos fermentados, es decir que a medida que aumenta el tiempo de fermentación disminuye el porcentaje de granos violeta, ya que se puede observar que el menor contenido de estos granos se encuentra en los últimos días de fermentación, llegando a reducirse alrededor del 80% en el día 8 de fermentación, notándose en la Tabla B.9 (anexo), un menor porcentaje de éste en el cajón de madera (8%) y saco de yute (5,5%) habiendo un mejor proceso de fermentación con respecto al balde plástico (14%). Según Contreras *et al.* (2002), esta disminución reveló un adecuado manejo durante la fermentación, proceso en el que las reacciones químicas cambian la coloración de los granos de violeta a marrón.

En la Tabla B.12, los granos pizarrosos y defectuosos se mantuvieron alrededor del 5%, y su porcentaje no se vio influenciado por el tipo y tiempo de fermentación. Según

Rohan (1964), es probable que este porcentaje sea producto de frutos que no tenían un adecuado grado de madurez, mazorcas dañadas o enfermas propician granos negros al momento de la cosecha. Criterio que coincide con la NTE INEN 0176 (2006), esta Normativa Ecuatoriana permite entre 4 y 12 % de granos pizarrosos y defectuosos para ciertas clasificaciones, es necesario tomar en cuenta el uso que se le va a dar al cacao, principalmente, si es para la elaboración de chocolates, ya que algunas industrias chocolateras lo asocian con sabores desagradables.

Con respecto al contenido de humedad (Tabla 4), los valores están en un rango de variabilidad comprendido entre 5,48 a 6,90 %, donde el grupo homogéneo con las mejores características es el fermentado en cajón de madera con una humedad superior. Valor que es cercano a los parámetros exigidos NTC 1252 (2003), esta Normativa Colombiana permite 7 % de contenido de humedad máxima, requisitos que debe cumplir el cacao en grano destinado a la industrialización para consumo humano y cacao tipo exportación. También según Bradley (2003), los hacen ser considerados como productos seguros con prolongada vida de almacenamiento ya que el contenido de humedad es un factor de calidad para preservación, conveniencia en empaque, transporte, almacenamiento y también constituye un criterio de calidad.

En la Tabla 5, para el día 8 se observa las variaciones de pH entre los dos fermentadores y la muestra testigo, estos resultados se deben a los cambios que se observan durante la fermentación por la acción de microorganismos (levaduras, bacterias), la elevación de temperatura de la masa en fermentación y a la penetración del ácido acético hacia el cotiledón. La muestra testigo registró un pH de 6,31; cajón de madera un pH de 4,92 y saco de yute pH de 5,93. Estos resultados guardan relación con

lo afirmado por Meyer *et al.* (1989), quienes comprobaron que valores bajos de pH ( $\leq 4,5$ ) en los cotiledones disminuyen el potencial aromático en el cacao, en tanto que valores alrededor de 5,0 - 5,5 conducen a un incremento del potencial, por lo que remociones cada 24 horas favorecen el incremento del pH. Sin embargo, es de resaltar en este trabajo de investigación que las dos frecuencias de remoción condujeron a que el pH de la masa resultara alrededor 5,0.

El valor obtenido del pH del cacao fermentado en cajón de madera en el día 8 (Tabla 6), se encuentra en un pH de 4,9 en promedio, este resultado indica un buen proceso de fermentación, en base a la mencionado por Afoakwa *et al.* (2008), que el cacao fermentado con un pH entre 5,5-5,8 es considerado como pobremente fermentado, mientras que un cacao con un pH entre 4,7-5,2 se considera que ha sido fermentado adecuadamente.

Los valores de acidez presentan diferencias estadísticamente significativas en el cajón de madera, saco de yute y testigo de los granos de cacao secos, Tabla B.21 (anexo), presentando una menor acidez en las muestras fermentadas en saco de yute y la muestra sin fermentar con un porcentaje de acidez de 0,72% y 0,63% esto se debe a que las muestra, no alcanzaron una buena fermentación, deficiencia en el secado de los granos de cacao y una acumulación del contenido de agua en los cotiledones. La reducción de los valores de acidez, principalmente de los ácidos volátiles y libres en los granos fermentados y secados al sol coincide con el mayor descenso del contenido de humedad durante el secado (Nogales *et al.*, 2006).

La mayor acidez fue encontrada en el cajón de madera, en el secado de marquesina solar con 1,72 % y en parihuela de madera con 1,93% donde se obtuvo un mejor proceso de fermentación lo cual se validó con el análisis sensorial. La acidez volátil está relacionada sobre todo con el contenido de ácido acético, el cual se origina en la fermentación, además de los ácidos oleico y esteárico que producen aromas agradables, al asociar la acidez volátil con la fracción aromática es probable un cambio de los sabores básicos típicos del cacao (acidez, astringencia, amargor, entre otros) a específicos (floral, frutal, nuez, entre otros) característicos del cacao criollo, sin que represente cambios definidos en su concentración (Hill y Kold, 1999).

La prueba Tukey, aplicada al % cenizas de los granos de cacao secos Tabla B.24 (anexo), no registró diferencias estadísticamente significativas para los dos tipos de fermentadores y la muestra testigo, tanto para el secado en marquesina solar y parihuela de madera, lo cual se podría dar porque al final del secado, la pérdida por difusión de los minerales es limitada por la disminución de la velocidad de reducción del contenido de humedad en el secado de las granos. Nogales *et al.* (2006), ha registrado valores de 3,52 % para los granos fermentados en cajones cuadrados de madera, 3,84 % en los cajones rectangulares y secados al sol, los cuales son superiores a los indicados en este estudio, pero si concordantes a los valores obtenidos por Pérez *et al.* (2002) y Álvarez *et al.* (2007) con 3,23 % y 3,29 %, respectivamente.

Los granos de cacao están constituidos principalmente por lípidos, la grasa del cacao presenta características físicas y químicas que le imparten propiedades funcionales específicas, por lo que es muy demandada por la industria alimentaria (Liendo *et al.*, 1997). En este trabajo, el cacao sin fermentar (testigo) presentó un contenido de grasa

de 44,8 %, contenido que durante la fermentación tuvo una disminución en el cajón de madera de 40,3%, sin embargo, éste fue estadísticamente significativo Tabla B.27 (anexo). El análisis estadístico aplicado al parámetro antes mencionado indica que el proceso de fermentación y secado afectan el contenido de grasa del cacao.

## V. CONCLUSIONES

Los factores en estudio influyeron positivamente sobre la calidad del cacao de tipo criollo. Los cambios físicos y químicos se inician desde el comienzo de la fermentación con tendencias definidas en la mayoría de las variables analizadas. Se encontraron cambios de las variables químicas estudiadas, más significativas al octavo día de fermentación.

A diferencia del tipo de fermentador, el tiempo de fermentación provocó modificaciones físicas y químicas que representaron diferencias estadísticas a excepción de los granos parcialmente fermentados, pizarrosos y cenizas, observándose que al aumentar los días de fermentación se incrementa, principalmente, el porcentaje de granos bien fermentados y disminuyen los granos violetas. Las mejores características de calidad del cacao criollo se obtuvieron entre el séptimo y octavo días de fermentación en cajón de madera.

Los niveles de fermentación se encuentran por encima de la Norma Técnica Colombiana que son mayores a 65 % de granos fermentados.

Valores de pH próximos a cinco en los cotiledones al final del proceso de fermentación y secado, podría ser un criterio para indicar un buen beneficio del cacao.

El mejor control de la calidad es la cata del cacao ya que nos permite saber si el cacao tiene características especiales o no.

En las muestras evaluadas físicas y sensorialmente se obtuvo mejores resultados en cajón de madera, con 8 días de fermentación y secado en marquesina solar , el cual mostró un 69,33% de granos fermentados y poca influencia de granos sin fermentar (4,33%). Presentando sabores frutales, floral, nuez, acidez y astringencia moderada, el cual se debe a un buen fermentado y secado de los granos; pero con un ligero sabor láctico.

## VI. RECOMENDACIONES

Se recomienda asegurarse que la temperatura al tercer día de fermentación este entre 48 y 50 °C hasta el quinto día, descendiendo a no menos de 45°C al final de la fermentación.

Los procesos de remoción se deben llevar a cabo, asegurándose que exista una aireación correcta para evitar el crecimiento de bacterias lácticas y ayudar a las bacterias acéticas.

Asegurarse que el pH de la masa, al final de la fermentación no exceda a 4,5; para limitar el crecimiento de otras bacterias.

El secado de los granos no debe exceder a los 5 días, debido a que las grasas empiezan a oxidarse y dan sabores ranceados y de frutas en proceso de putrefacción.

La velocidad de secado no debe ser rápida, porque atrapa el ácido acético dentro del grano.

## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Armijos, A. 2002. Caracterización de acidez como parámetro químico de calidad en muestras de cacao (*Theobroma cacao* L.) fino y ordinario de producción Nacional durante la fermentación, Tesis Lic. En Química, Quito, Ecuador, Pontificia Universidad Católica 103 p.

Amores, F. 2004. Cacaos finos y ordinarios. In Taller Internacional de Calidad Integral de cacao Teoría y Práctica (15 17 nov. / 2004). Memorias INIAP. Quevedo, Ecuador, p. 4 7.

Afoakwa, E.O.; A., Paterson; M., Fowler; A., Ryan. 2008. Flavor formation and carácter in cocoa and chocolate: A critical review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* 48: 1-18.

Braudeau, J. 1970. El cacao. Primera edición. Editorial Blume. Barcelona, España. 292 p.

Contreras, C.; L., Ortiz; L., Graziani y P., Parra. 2002. Fermentadores para cacao usados por los productores de la localidad de Cumboto, Venezuela. *Agron. Trop.* 54(2):219-232.

Cros, E.; G., Mermet; N., Jeanjean; y G., Georges.1994. Relation précurseurs développement de l'arôme cacao. In 11° Conferencia Internacional de Investigación en Cacao, (11, 1993, Coted' Ivoire) Memorias, Lagos, Nigeria, Cocoa Producer's Alliance. 723 – 726 p.

Cros, E. 1997. Torréfaction. In: Cacao et Chocolat Production et caractéristiques. Lavoisier (Paris), à paraître. Disponible en [www.redcacao.info.ve/memorias/pdf/11.pdf](http://www.redcacao.info.ve/memorias/pdf/11.pdf)

Calderón, L. 2002. Evaluación de los compuestos fenólicos del cacao (*Theobroma cacao* L.) De tipo fino y ordinario de producción Nacional durante la fermentación en relación con la calidad. Tesis Lic. En Química, Quito Ecuador, Pontificia Universidad Católica. 144 p.

Cheesman, E.E. 1944. Notes on the nomenclature, classification and possible relationships of cocoa populations. *Trop. Agriculture*, 21: 144–159.

Enríquez, G.A. 1985. Beneficio del cacao, Quito, Ecuador. INIAP. Boletín Divulgativo N° 254. 11 p.

FUNDACITE. 2000. Manejo del cacao. Consultado el 15 de Noviembre del 2005 disponible en [www.cacao.fundacite.org.gov.ve/index.html](http://www.cacao.fundacite.org.gov.ve/index.html).

Graziani, L.F. 2003. Calidad del cacao, Memorias del Primer Congreso Venezolano del Cacao y su Industria, Instituto de Química y Tecnología, Facultad de Agronomía. UCV. Consultado el 18 de Enero del 2005 disponible en [www.Cacao.sian.info.ve/memorias/html/18html](http://www.Cacao.sian.info.ve/memorias/html/18html).

Hernández, T.T. 1991. Cacao: Sistemas de producción en la Amazonía peruana. Proyecto de Promoción Agroindustrial AD/PER/86/459 UNFDAC-PNUD/OSP: Tingo María, Perú. 70 p.

Hill, J.W. y D.K., Kolb. 1999. Química para el nuevo milenio. México .8 ° ed. p. 704.

ICCO. 2001/02. Annual Report For 1999/00. International Cocoa Organization. London, United Kingdom. (En Lineal: <http://www.icco.org>, Documento, Ene. 2004).

ICT. 2003. Informe Anual del Proyecto “Renovación y rehabilitación de plantaciones de cacao en la Cuenca del Huallaga”. Instituto de Cultivos Tropicales. Tarapoto-Perú.

Jiménez, J.C. 2003. Prácticas del Beneficio del Cacao y su Calidad Organoléptica, 12 p. Mimeografiado.

Jeanjean, N. 1995. Influence du genotype, de la fermentation et de la torrefaction sur le developpement de l'arôme cacao. These de doctorat. Universite Montpellier II. Montpellier France. 202 p. Disponible en [www.cacao.sian.info.ve](http://www.cacao.sian.info.ve).

Liendo, R.J. 2003. Origen del aroma del Cacao. Revista Digital CENIAP HOY No. 1, enero-abril 2003. Maracay, Aragua, Venezuela. Consultado el 28 de Agosto del 2005. Disponible en [www.ceniap.gov.ve/ceniaphoy/articulos/n1/texto/liendo.htm](http://www.ceniap.gov.ve/ceniaphoy/articulos/n1/texto/liendo.htm).

Moreira, D.M. 1994. La Calidad del Cacao, Revista INIAP No 4, 24 26.

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

Meyer, B.; M., Biehl; Bin Said and R., Samarakoddy. 1989. Post-harvest pod store: A method for pul preconditioning to impar strong nib acidification during cocoa fermentation in Malaysia. J. Sci. Food Agric. 48: 285-304.

Navarrete, J. 1992. Evaluación de tiempos y métodos de fermentación con diferentes volúmenes de cacao (*Theobroma cacao* L.) de ascendencia nacional, para condiciones tropicales húmedas. Tesis Ing. Agr. Portoviejo Ecuador. Universidad Técnica de Manabí. 85 p.

Norma Técnica Colombiana NTC 1252:2003. Cacao en grano. Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación ICONTEC. Bogotá, 2003.

Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 0176:2006. Cacao en grano, requisitos. Instituto Ecuatoriano de Normalización, INEN. Ecuador, primera edición.

Nogales, J.; L., Graziani de Fariñas y L., Ortiz de Bertorelli. 2006. Cambios físicos y químicos durante el secado al sol del grano de cacao fermentado en dos diseños de cajones de madera. *Agronomía Trop.* 56 (1): 5-20.

Pastorelly, D.M. 1992. Evaluación de algunas características del cacao tipo Nacional de la colección de la zona de Tenguel, Tesis Ing. Agr. Guayaquil Ecuador. Universidad Agraria del Ecuador, 114 p.

Pinto, J. y C., Álvarez. 2001. Comparación de parámetros fisicoquímicos de granos tostados de cacao (*Theobroma cacao* L.) de dos zonas del Estado Aragua, Memorias del primer Congreso Venezolano del Cacao y su Industria, disponible en [www.Cacao.sian.info.ve/memorias/html/18html](http://www.Cacao.sian.info.ve/memorias/html/18html).

Pérez, E.; C., Álvarez y M., Lares. 2002. Caracterización física y química de granos de cacao fermentado, seco y tostado de la región de Chuao. *Agronomía Trop.* 52 (2): 161-172.

Ramos, G.; P., Ramos y A., Azócar. 2000. Beneficio del Cacao, In Manual del Productor de cacao, Mérida Venezuela, p. 58 69.

Rodríguez, N. 2006. Beneficiado de Cacao (*Theobroma cacao* L.). Venezuela. Facultad de agronomía de la U.C.V. Departamento e Instituto de Agronomía. 32 pág.

Reyes, H.; J., Vivas y A., Romero. 2000. La calidad del cacao; Cosecha y fermentación. FONIAP. Maraca y Aragua. Boletín Divulgativo N° 66. 8 p. Consultado el 15 de noviembre del 2004. Disponible en [www.ceniap.gov.ve/bdigital/fdivul/fd66/texto/calidadcacao.htm](http://www.ceniap.gov.ve/bdigital/fdivul/fd66/texto/calidadcacao.htm).

Rohan, T. 1964. El beneficio del cacao bruto destinado al mercado. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma, Italia. p. 223.

Schwan, R.F; A.H., Rose and R.G., Board. 1995. Microbial fermentation of Cocoa Beans, With Emphasis on Enzymatic Degradation of the Pulp. Journal of Applied Bacteriology Symposium Supplement 79,965 – 1075

Taboada, J.A. 1966. Estudio de algunos componentes químicos del aroma de cacao mexicanos, Tesis Biólogo, México, UNAM, Facultad de Ciencias, 41 Pág.

Velloso, M.L. 1985. MANUAL DO BENEFEICIADOR CACAU. Departamento de extensão. CEPLAC. Brasil. 20p.

# ANEXOS

## ANEXO A

**Tabla A.1.** Ficha de análisis sensorial.

Nombre y Apellidos: _____		Muestra código: _____										
Fecha: _____		Pruebe las muestras y marque el punto de la línea que corresponde a la intensidad de cada atributo.										
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
<b>ATRIBUTOS</b>												
Astringencia												
Acidez	Cítrica											
	Acética											
	Láctica											
	Butírica											
Amargura												
Frutal												
Nuez												
Floral												
Panela/Malta												
Crudo												
Otros Sabores	Positivo											
	Negativo											
Comentarios: _____												

Página 1

**Tabla A.2.** Parámetros exigidos por la norma NTC 1252.

Requisitos	Premio	Corriente	Pasilla
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 granos, máx.	2	2	3
Grano dañado por insectos y/o germinados, número de granos/100 granos, máx.	1	2	2
Contenido de pasilla, número de granos/100 granos, máx.	1	2	
Contenido de almendra en % (m/m). min.	—	—	40-60
Masa (peso), en g/100 granos, 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, máx.	25	35	40
Granos pizarrosos, número de granos 100/ granos, máx.	1	3	3

Tabla A.3. Ficha de análisis de laboratorio.

ACOTAGRO		Control de calidad granos de cacao				Versión 005 05.10.2011					
os		Convencional <input type="checkbox"/>	Fairtrade	EU 2002/91 <input type="checkbox"/>	NOP <input type="checkbox"/>	RFA <input type="checkbox"/>					
País:		Lugar muestreo:									
Proveedor:		Número de Sacos									
Referencia:		kg. BRUTO									
Lote:		Kg. Neto									
Análisis de laboratorio											
Humedad: max 7% <input type="checkbox"/>		Cadmio: <input type="checkbox"/>	Contenido de grasa: <input type="checkbox"/>	Pesticida: <input type="checkbox"/>	MBN Cuel: <input type="checkbox"/>	Factura: <input type="checkbox"/>					
Apariencia del grano											
Tamaño: <input type="checkbox"/> pequeño <input type="checkbox"/> mediano <input type="checkbox"/> grande Forma: <input type="checkbox"/> alargado <input type="checkbox"/> redondo		Apariencia: <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Homogeneidad: <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Concha / pulpa suelta: <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>				Color: <input type="checkbox"/> marrón claro <input type="checkbox"/> marrón oscuro <input type="checkbox"/> almendra <input type="checkbox"/> marrón - rojizo <input type="checkbox"/> superficie blanca <input type="checkbox"/> otros					
Olor del grano entero											
Acidez: <input type="checkbox"/> muy ácido <input type="checkbox"/> ácido <input type="checkbox"/> poco ácido		Característica: <input type="checkbox"/> típico <input type="checkbox"/> atípico									
Olor del grano después del corte											
Acidez: <input type="checkbox"/> muy ácido <input type="checkbox"/> ácido <input type="checkbox"/> poco ácido		Característica: <input type="checkbox"/> típico <input type="checkbox"/> atípico									
Corte	1	2	3	4	5	6	X	CLASIFICACIÓN			
Peso de 50 Granos (gr.)								X	1	Grado	2
Insectos								DEFECTOS (Incluidos los pizarrosos)			
Moho								TOTAL max. 5%		TOTAL max. 6%	
Partidos								GRANOS PIZARROSOS			
Granos pasilla:								max. 3%		max. 5%	
Germinados:								GRANOS MONOSOS			
Múltiples:								3%		4%	
Blanquecinos:								GRANOS VIOLETAS			
Pizarrosos:								max. 15%		max. 20%	
TOTAL defectos:								RESULTADO FINAL			
Parcialmente violeta:								Promedio Peso			
Violeta:								Promedio Pizarrosos			
Granos claros:								Promedio Moho			
Observaciones:								A		Grado 1 <input type="checkbox"/>	
								B		Grado 2 <input type="checkbox"/>	
								C		Grado 3 <input type="checkbox"/>	
								Examinado por:		Fecha:	
Firma								Archivamiento: 1x original en archivo, 1x copia en carpeta, 1x copia en muestra			
								50 semillas por corte			

## ANEXO B

Tabla B.1. Datos de la temperatura durante los días de fermentación en los tres tipos de fermentador.

Días de fermentación	Tipo de fermentador															
	Balde plástico :				Cajón de madera:				Saco de yute :				Ambiente:			
	Temperatura ( °C )				Temperatura ( °C )				Temperatura ( °C )				Temperatura ( °C )			
	R1	R2	R3	$\bar{X}$	R1	R2	R3	$\bar{X}$	R1	R2	R3	$\bar{X}$	R1	R2	R3	$\bar{X}$
día 1	27	28	28	<b>28</b>	28	28	27	<b>28</b>	27	29	28	<b>28</b>	30	32	33	<b>32</b>
día 2	35	35	36	<b>35</b>	36	35	36	<b>36</b>	35	36	36	<b>36</b>	29	30	30	<b>30</b>
día 3	46	46	46	<b>46</b>	47	47	49	<b>48</b>	48	48	48	<b>48</b>	31	31	30	<b>31</b>
día 4	43	43	44	<b>43</b>	49	49	49	<b>49</b>	48	49	49	<b>49</b>	30	30	30	<b>30</b>
día 5	36	35	34	<b>35</b>	49	48	48	<b>48</b>	48	48	47	<b>48</b>	35	36	36	<b>36</b>
día 6	35	35	35	<b>35</b>	47	47	46	<b>47</b>	47	47	46	<b>47</b>	34	35	34	<b>34</b>
día 7	33	34	34	<b>34</b>	48	48	49	<b>48</b>	48	48	48	<b>48</b>	35	34	35	<b>35</b>
día 8	34	34	34	<b>34</b>	48	49	48	<b>48</b>	48	47	48	<b>48</b>	34	34	34	<b>34</b>

### ANÁLISIS FÍSICO DE LOS TRATAMIENTOS DE LA FERMENTACION DEL CACAO

Tabla B.2. Valores promedio de los análisis físicos de los granos de cacao finalizado la fermentación.

Análisis físico	Tipo de fermentador								
	Balde plástico			Cajón de madera			Saco de yute		
	Días de fermentación								
	4°	6°	8°	4°	6°	8°	4°	6°	8°
% granos bien fermentados	23	35,5	59	34	53,5	68	32	56,5	54
% granos parcialmente fermentados	42	33	25	46	31	21	45	31	36,5
% granos violeta	32	28,5	14	16	12,5	8	18	9,5	5,5
% granos pizarrosos	0	0	0	0	0	0	0	0	0
% granos defectuosos	3	3	2	4	3	3	5	3	4
TOTAL	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Tabla B.3. Porcentaje de granos de cacao bien fermentados.

% granos bien fermentado	Tipo de fermentador								
	Balde plástico			Cajón de madera			Saco de yute		
	Días de fermentación								
	4°	6°	8°	4°	6°	8°	4°	6°	8°
R1	21	36	59	33	55	70	34	58	57
R2	24	35,5	61	35	52	66	31	55,5	54
R3	25	34	58	33	54	69	33	55	52
Promedio	23	35,5	59	34	53,5	68	32,6	56,5	54

Tabla B.4. Análisis de varianza del DBCA del % granos de cacao bien fermentados.

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
A: Tipo de fermentador	737.556	2	368.778	13.58	0.0001
B: Días de fermentación	4322.89	2	2161.44	79.58	0.0000
Residuos	597.556	22	27.1616		
Total corregido	5658.0	26			

Todas las razones-F se basan en el cuadrado medio del error residual

La tabla ANOVA descompone la variabilidad de % de granos de cacao bien fermentados en contribuciones debidas a varios factores. Puesto que se ha escogido la suma de cuadrados Tipo III (por omisión), la contribución de cada factor se mide eliminando los efectos de los demás factores. Los valores-P prueban la significancia estadística de cada uno de los factores. Puesto que 2 valores-P son menores que 0.05, estos factores tienen un efecto estadísticamente significativo sobre % de granos bien fermentados con un 95.0% de nivel de confianza.

Tabla B.5. Prueba Tukey aplicadas al % de granos de cacao bien fermentados en la evaluación física después del proceso de fermentación, según los tratamientos estudiados.

Método: 95.0 porcentaje LSD

<i>Tipo de fermentador</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Sigma LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
Balde de plástico	9	39.3333	1.73723	a
Cajón madera	9	47.7778	1.73723	b
Saco de yute	9	51.8889	1.73723	b

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
Balde plástico – Cajón madera	*	-12.5556	5.09512
Balde plástico – Saco de yute	*	-8.44444	5.09512
Cajón madera - Saco de yute	n. s	4.11111	5.09512

Dónde:

\*: Indica una diferencia significativa

n. s: No existe diferencia significativa

Tabla B.6. Porcentaje de granos de cacao parcialmente fermentados.

% granos parcialmente fermentados	Tipo de fermentador								
	Balde plástico			Cajón de madera			Saco de yute		
	Días de fermentación								
	4°	6°	8°	4°	6°	8°	4°	6°	8°
R1	40	36	29	44	30	20	39	33	37
R2	44	34	21	49	34	18	49	32	32
R3	42	28	26	45	28	25	46	27	40
Promedio	42	33	25	46	31	21	45	31	36,5

Tabla B.7. Análisis de varianza del DBCA del % granos de cacao parcialmente fermentados.

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
A:Tipo de fermentador	112.519	2	56.2593	2.31	0.1226
B:Días de fermentación	1374.52	2	687.259	28.25	0.0000
Residuos	535.259	22	24.33		
Total (corregido)	2022.3	26			

Todas las razones-F se basan en el cuadrado medio del error residual

La tabla ANOVA descompone la variabilidad de % de granos de cacao parcialmente fermentados en contribuciones debidas a varios factores. Puesto que se ha escogido la suma de cuadrados Tipo III (por omisión), la contribución de cada factor se mide eliminando los efectos de los demás factores. Los valores-P prueban la significancia estadística de cada uno de los factores. Puesto que un valor-P es menor que 0.05, este factor tiene un efecto estadísticamente significativo sobre % de granos parcialmente fermentados con un 95.0% de nivel de confianza.

Tabla B.8. Prueba Tukey aplicadas al % de granos de cacao parcialmente fermentados en la evaluación física después del proceso de fermentación, según los tratamientos estudiados.

Método: 95.0 porcentaje LSD

<i>Tipo de fermentador</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Sigma LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
Cajón madera	9	32.5556	1.64418	a
Balde plástico	9	33.3333	1.64418	a
Saco de yute	9	37.2222	1.64418	a

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
Balde plástico - Cajón madera	n. s	0.777778	4.82223
Balde plástico - Saco de yute	n. s	-3.88889	4.82223
Cajón madera - Saco de yute	n. s	-4.66667	4.82223

Dónde:

\*: Indica una diferencia significativa

n. s: No existe diferencia significativa

Tabla B.9. Base de datos del porcentaje de granos de cacao violeta.

% granos violeta	Tipo de fermentador								
	Balde plástico			Cajón de madera			Saco de yute		
	Días de fermentación								
	4°	6°	8°	4°	6°	8°	4°	6°	8°
R1	35	29	17	19	11	10	21	12	6
R2	29	32	12	15	15	6	15	7	8
R3	31	25	13	14	13	9	17	10	3
Promedio	32	28,5	14	16	12,5	8	18	9,5	5,5

Tabla B.10. Análisis de varianza del DBCA del % granos de cacao violetas.

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
A: Tipo de fermentador	1032.07	2	516.037	41.99	0.0000
B: Días de fermentación	711.407	2	355.704	28.94	0.0000
Residuos	270.37	22	12.2896		
Total (corregido)	2013.85	26			

Todas las razones-F se basan en el cuadrado medio del error residual

La tabla ANOVA descompone la variabilidad de % de granos de cacao violetas en contribuciones debidas a varios factores. Puesto que se ha escogido la suma de cuadrados Tipo III (por omisión), la contribución de

cada factor se mide eliminando los efectos de los demás factores. Los valores-P prueban la significancia estadística de cada uno de los factores. Puesto que 2 valores-P son menores que 0.05, estos factores tienen un efecto estadísticamente significativo sobre % de granos Violetas con un 95.0% de nivel de confianza.

Tabla B.11. Prueba Tukey aplicadas al % de granos de cacao violetas en la evaluación física después del proceso de fermentación, según los tratamientos estudiados.

Método: 95.0 porcentaje LSD

<i>Tipo de fermentador</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Sigma LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
Saco de yute	9	11.0	1.16855	a
Cajón madera	9	12.4444	1.16855	a
Balde plástico	9	24.7778	1.16855	b

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
Saco de yute - Cajón madera	*	12.3333	3.42724
Saco de yute - Balde plástico	*	13.7778	3.42724
Cajón madera - Balde plástico	n. s	1.44444	3.42724

Dónde:

\*: Indica una diferencia significativa

n. s: No existe diferencia significativa

Tabla B.12. Porcentaje de granos defectuosos de cacao.

% granos defectuosos	Tipo de fermentador								
	Balde plástico			Cajón de madera			Saco de yute		
	Días de fermentación								
	4°	6°	8°	4°	6°	8°	4°	6°	8°
R1	1	2	1	3	4	0	4	2	4
R2	4	1	3	4	2	5	5	3	5
R3	3	5	2	5	3	4	6	4	3
Promedio	3	3	2	4	3	3	5	3	4

### ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO DE LOS MEJORES TRATAMIENTOS DE LOS GRANOS DE CACAO SECOS

Tabla B.13. Porcentaje de humedad de los granos de cacao secos.

Repeticiones	% Humedad					
	T11	T12	T17	T18	Tes1	Tes2
R1	6,92	6,58	5,86	5,40	5,59	5,45
R2	6,91	6,61	5,98	5,48	5,70	5,79
R3	6,88	6,59	5,77	5,56	5,67	5,85
Promedio	6,90	6,60	5,87	5,48	5,65	5,70

Tabla B.14. Análisis de varianza del DBCA del análisis físicoquímico (% humedad), de los granos de cacao secos.

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Tipo de secado	0.299022	1	0.299022	12.28	0.0035
Tipo de fermentador	5.12268	2	2.56134	105.22	0.0000
Residuos	0.340811	14	0.0243437		
Total (corregido)	5.76251	17			

Todas las razones-F se basan en el cuadrado medio del error residual

La tabla ANOVA descompone la variabilidad de % de humedad en contribuciones debidas a varios factores. Puesto que se ha escogido la suma de cuadrados Tipo III (por omisión), la contribución de cada factor se mide eliminando los efectos de los demás factores. Los valores-P prueban la significancia estadística de cada uno de los factores. Puesto que 2 valores-P son menores que 0.05, estos factores tienen un efecto estadísticamente significativo sobre % de humedad con un 95.0% de nivel de confianza.

Tabla B.15. Prueba Tukey aplicadas al análisis fisicoquímico (% humedad), de los granos de cacao secos.

Método: 95.0 porcentaje LSD

<i>Tipo de fermentador</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Sigma LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
Testigo	6	5.675	0.0636967	a
Saco de yute	6	5.675	0.0636967	a
Cajón de madera	6	6.80667	0.0636967	b

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
Cajón de madera – Saco de yute	*	1.13167	0.33464
Cajón de madera - Testigo	*	1.13167	0.273232
Saco de yute - Testigo	n. s	0.0	0.193205

Dónde:

\*: Indica una diferencia significativa

n. s: No existe diferencia significativa

Tabla B.16. Datos del pH de granos de cacao fermentado y seco.

Repeticiones	pH					
	T11	T12	T17	T18	Tes1	Tes2
R1	4,90	4,91	5,93	5,62	6,31	6,31
R2	4,92	4,92	5,94	5,61	6,34	6,24
R3	4,93	4,94	5,91	5,65	6,28	6,34
Promedio	4,92	4,92	5,93	5,63	6,31	6,29

Tabla B.17. Análisis de varianza del DBCA del análisis fisicoquímico (pH), de granos de cacao secos.

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Tipo de secado	0.0470222	1	0.0470222	6.74	0.0211
Tipo de fermentador	5.84973	2	2.92487	419.36	0.0000
Residuos	0.0976444	14	0.0069746		
Total (corregido)	5.9944	17			

Todas las razones-F se basan en el cuadrado medio del error residual

La tabla ANOVA descompone la variabilidad de pH en contribuciones debidas a varios factores. Puesto que se ha escogido la suma de cuadrados Tipo III (por omisión), la contribución de cada factor se mide eliminando los efectos de los demás factores. Los valores-P prueban la significancia estadística de cada uno de los factores. Puesto que 2 valores-P son menores que 0.05, estos factores tienen un efecto estadísticamente significativo sobre pH con un 95.0% de nivel de confianza.

Tabla B.18. Prueba Tukey aplicadas al análisis fisicoquímico (pH), de los granos de cacao secos.

Método: 95.0 porcentaje LSD

<i>Tipo de fermentador</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Sigma LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
Cajón de madera	6	4.92	0.0340945	a
Saco de yute	6	5.77667	0.0340945	b
Testigo	6	6.30333	0.0340945	c

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
Cajón de madera - Saco de yute	*	-0.856667	0.17912
Cajón de madera - Testigo	*	-1.38333	0.146251
Saco de yute - Testigo	*	-0.526667	0.103415

Dónde:

\*: Indica una diferencia significativa

n. s: No existe diferencia significativa

Tabla B.19. Porcentaje de acidez de los granos de cacao secos.

<i>Repeticiones</i>	<i>% Acidez titulable</i>					
	<i>T11</i>	<i>T12</i>	<i>T17</i>	<i>T18</i>	<i>Tes1</i>	<i>Tes2</i>
R1	1,69	1,90	0,70	0,66	0,75	0,65
R2	1,72	1,95	0,75	0,62	0,71	0,64
R3	1,74	1,92	0,71	0,65	0,70	0,61
Promedio	1,72	1,93	0,72	0,64	0,73	0,63

Tabla B.20. Análisis de varianza del DBCA del análisis fisicoquímico ((% acidez), de granos de cacao secos.

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Tipo de secado	0.000938889	1	0.000938889	0.15	0.7085
Tipo de fermentador	5.20608	2	2.60304	403.67	0.0000
Residuos	0.0902778	14	0.00644841		
Total (corregido)	5.29729	17			

Todas las razones-F se basan en el cuadrado medio del error residual

La tabla ANOVA descompone la variabilidad de % acidez en contribuciones debidas a varios factores. Puesto que se ha escogido la suma de cuadrados Tipo III (por omisión), la contribución de cada factor se mide eliminando los efectos de los demás factores. Los valores-P prueban la significancia estadística de cada uno de los factores. Puesto que un valor-P es menor que 0.05, este factor tiene un efecto estadísticamente significativo sobre % acidez con un 95.0% de nivel de confianza.

Tabla B.21. Prueba Tukey aplicadas al análisis fisicoquímico (% acidez), de los granos de cacao secos.

Método: 95.0 porcentaje LSD

<i>Tipo de fermentador</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Sigma LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
Testigo	6	0.676667	0.0327832	a
Saco de yute	6	0.681667	0.0327832	a
Cajón de madera	6	1.82	0.0327832	b

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
Cajón de madera - Saco de yute	*	1.13833	0.172231
Cajón de madera - Testigo	*	1.14333	0.140626
Saco de yute - Testigo	n. s	0.005	0.0994376

Dónde:

\*: Indica una diferencia significativa

n. s: No existe diferencia significativa

Tabla B.22. Porcentaje de cenizas, de los granos de cacao secos.

Repeticiones	% Cenizas					
	T11	T12	T17	T18	Tes1	Tes2
R1	3,17	3,11	3,14	3,13	2,17	3,22
R2	3,14	3,09	3,20	3,17	3,15	3,35
R3	3,16	3,10	3,18	3,16	3,30	3,41
Promedio	3,16	3,10	3,17	3,15	3,20	3,30

Tabla B.23. Análisis de varianza del DBCA del análisis químico (% cenizas), de los granos de cacao secos.

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Tipo de secado	0.0709389	1	0.0709389	0.98	0.3401
Tipo de fermentador	0.0120778	2	0.00603889	0.08	0.9208
Residuos	1.01828	14	0.0727341		
Total (corregido)	1.10129	17			

Todas las razones-F se basan en el cuadrado medio del error residual

La tabla ANOVA descompone la variabilidad de % cenizas en contribuciones debidas a varios factores. Puesto que se ha escogido la suma de cuadrados Tipo III (por omisión), la contribución de cada factor se mide eliminando los efectos de los demás factores. Los valores-P prueban la significancia estadística de cada uno de los factores. Puesto que ningún valor-P es menor que 0.05, ninguno de los factores tiene un efecto estadísticamente significativo sobre % cenizas con un 95.0% de nivel de confianza.

Tabla B.24. Prueba Tukey aplicadas al análisis químico (% cenizas), de los granos de cacao secos.

Método: 95.0 porcentaje LSD

<i>Tipo de fermentador</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Sigma LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
Testigo	6	3.1	0.110102	a
Cajón de madera	6	3.12833	0.110102	a
Saco de yute	6	3.16333	0.110102	a

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Limites</i>
Cajón de madera – Saco de yute	n. s	-0.035	0.578434
Cajón de madera - testigo	n. s	0.0283333	0.47229
Saco de yute - Testigo	n. s	0.0633333	0.333959

Dónde:

\*: Indica una diferencia significativa

n. s: No existe diferencia significativa

Tabla B.25. Porcentaje de grasa total, de los granos de cacao secos.

<i>Repeticiones</i>	<i>% de grasa total</i>					
	<i>T11</i>	<i>T12</i>	<i>T17</i>	<i>T18</i>	<i>Tes1</i>	<i>Tes2</i>
R1	40,18	38,4	42,8	38,5	43,2	42,9
R2	40,12	42,3	43,9	42,5	46,1	42,2
R3	43,10	41,3	45,6	41,3	45,3	44,5
Promedio	41,1	40,3	44,1	40,7	44,8	43,2

Tabla B.26. Análisis de varianza del DBCA del análisis químico (% de grasa total), de los granos de cacao secos.

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Tipo de secado	14.9422	1	14.9422	5.24	0.0381
Tipo de fermentador	29.4578	2	14.7289	5.17	0.0209
Residuos	39.9012	14	2.85009		
Total (corregido)	84.3012	17			

Todas las razones-F se basan en el cuadrado medio del error residual

La tabla ANOVA descompone la variabilidad de % grasa total en contribuciones debidas a varios factores. Puesto que se ha escogido la suma de cuadrados Tipo III (por omisión), la contribución de cada factor se mide eliminando los efectos de los demás factores. Los valores-P prueban la significancia estadística de cada uno de los factores. Puesto que 2 valores-P son menores que 0.05, estos factores tienen un efecto estadísticamente significativo sobre % grasa total con un 95.0% de nivel de confianza.

Tabla B.27. Prueba Tukey aplicadas al análisis químico (% de grasa total), de los granos de cacao secos.

Método: 95.0 porcentaje LSD

<i>Tipo de fermentador</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Sigma LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
Cajón de madera	6	40.9	0.689213	a
Saco de yute	6	42.4333	0.689213	ab
Testigo	6	44.0333	0.689213	c

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
Cajón de madera - Saco de yute	n. s	-1.53333	3.62088
Cajón de madera - Testigo	*	-3.13333	2.95644
Saco de yute - Testigo	n. s	-1.6	2.09052

Dónde:

\*: Indica una diferencia significativa

n. s: No existe diferencia significativa

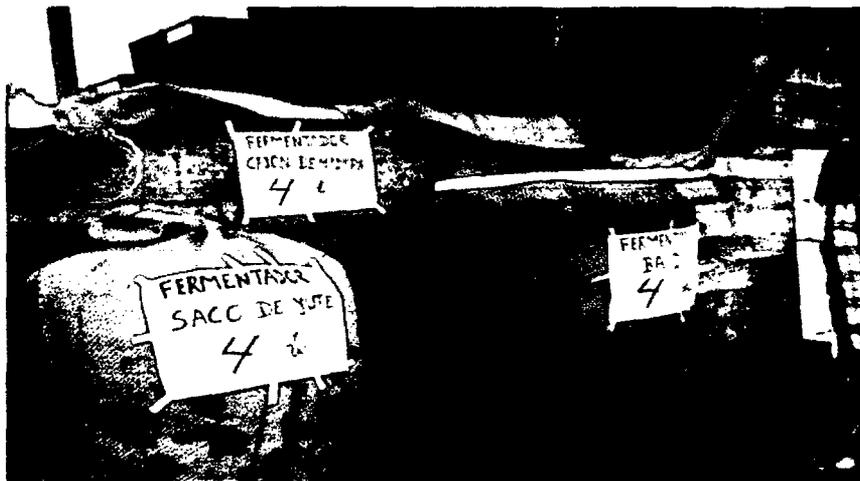
ANEXO C  
PROCESO DE FERMENTACIÓN Y SECADO DE CACAO



Fotografía 1. Recepción de los granos de cacao en baba



Fotografía 2. Pesado de los granos de cacao en baba



Fotografía 3. Fermentación a 4 días de los granos de cacao



Fotografía 4. Fermentación a 6 días de los granos de cacao



Fotografía 5. Fermentación a 8 días de los granos de cacao



Fotografía 6. Remoción o volteo de los granos de cacao



Fotografía 7. Realización de la prueba de corte



Fotografía 8. Secado de los granos de cacao en marquesina solar y en parihuela de madera

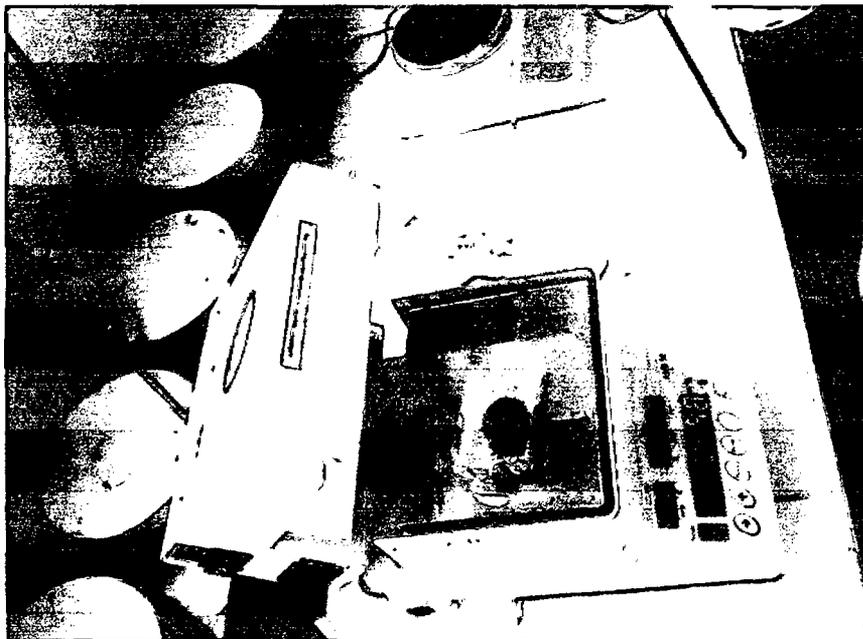
### ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO DE LOS GRANOS DE CACAO SECOS



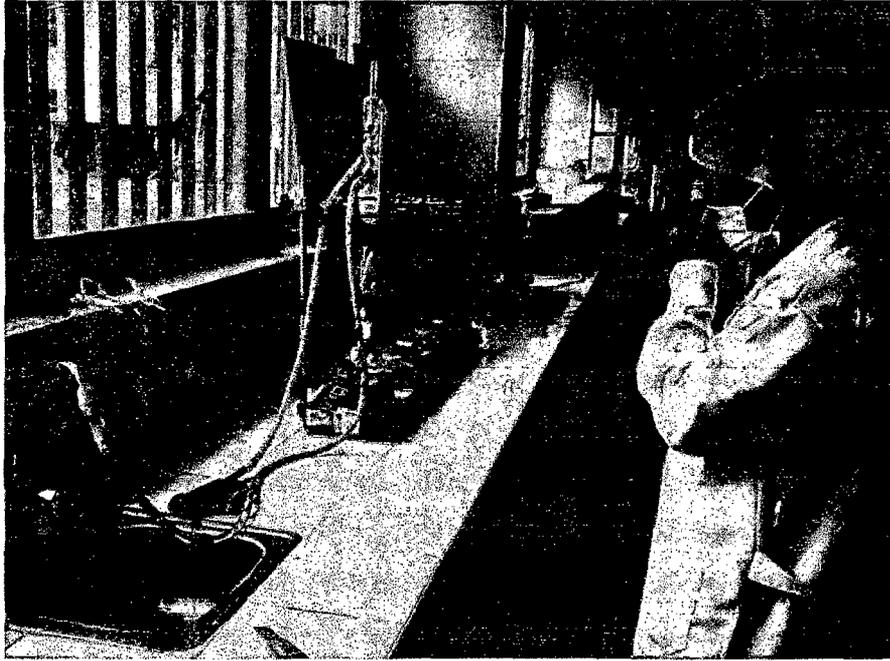
Fotografía 9. Determinación del % de acidez de los granos de cacao



Fotografía 10. Determinación del % cenizas de los granos de cacao



Fotografía 11. Determinación del % humedad de los granos de cacao



Fotografía 11. Determinación del % grasa de los granos de cacao



## I. RESULTADOS

En las muestras evaluadas física y sensorialmente de Chachapoyas; se obtuvo mejores resultados en la muestra 5, el cual mostro un 69,33% de granos fermentados y poca influencia de granos sin fermentar (4,33%). Presentando sabores frutales, floral, nuez, acidez y astringencia moderada, el cual se debe a un buen fermentado y secado de los granos; pero con un ligero sabor láctico.

En segundo lugar la muestra 4, con 70% de granos fermentados, pero con una influencia de sabor láctico, con mayor predominancia que la muestra 5.

En tercer lugar la muestra 1, resalto en sabor nuez 'por el cual obtuvo buenos puntajes de apreciación, a pesar del sabor láctico y habas verdes, propio de una muestra poco fermentada, lo que se corrobora con su grado de fermentación en 38,67%.

Seguidamente el resto de muestras se ubican en las posiciones indicadas en el cuadro siguiente. Para mayor detalle se adjunta fichas de análisis.

PUESTO	Muestras	Astringencia	Acidez (Ac)	Amargor	Chocolatoso	Frutal	Nuez	Floral	Cítrico	Tierra	Otros	Apreciación	Granos	Total
		(As)		(Bt)	(Ch)	(Fr)	(Nu)	(Fl)	(Ct)	(Et)	(Ot)	global (P)	violetas	
1	M5	3	3	7	8	8	7	5	5	7	8	5	7	73
2	M4	5	7	8	5	7	5	6	8	4	4	7	5	71
3	M1	8	4	6	3	3	6	7	7	6	5	8	1	64
4	M3	6	6	4	6	6	4	8	4	2	3	6	3	58
5	M6	7	2	5	7	5	8	3	2	1	2	3	8	53
6	M2	4	5	3	4	2	3	2	3	5	7	4	6	48
7	M8	2	8	2	2	4	2	4	6	3	1	2	4	40
8	M7	1	1	1	1	1	1	1	1	8	6	1	2	25



## II. CONCLUSIONES

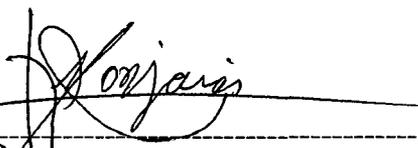
Las muestras presentaban características resaltantes a nuez y sabor achocolatado con defectos a sabores lácticos, butíricos y sabores extraños como a combustible, plástico.

Los niveles de fermentación se encuentran por debajo de las normas que son mayores a 75% de granos fermentados.

## III. RECOMENDACIONES

- ✓ Se recomienda asegurarse que la temperatura al tercer día de fermentación este entre 48 y 50°C hasta el quinto día, descendiendo hasta el final de la fermentación, que no debe ser menor a 45°C.
- ✓ Los procesos de remoción se deben llevar a cabo, asegurándose que exista una oxigenación correcta para evitar el crecimiento de las bacterias lácticas y ayudar a las bacterias acéticas.
- ✓ Asegurarse que el pH final de la masa, al final de la fermentación no exceda a 4,5; para limitar el crecimiento de otras bacterias.
- ✓ El secado de los granos no debe exceder a los 5 días, debido a que las grasas empiezan a oxidarse y dan sabores ranceados y frutas en proceso de putrefacción.
- ✓ La velocidad de secado no debe ser rápida, porque atrapa el ácido acético dentro del grano.



  
Ing. Jose David, Contreras Monjarás.  
Responsable de control de calidad  
ACOPAGRO



**Lote [PD-0004] Muestra 1- 5/02/2013**

<b>Proyecto</b>	UNTRM-CHACHAPOYAS -AMAZONAS
<b>Peso</b>	1.000 g
<b>Peso muestra</b>	1.000 g
<b>Notas</b>	Secado en marquesinas solares, fermentador balde plastico, tiempo de fermentación 6días
<b>Estado</b>	No evaluado

**Análisis sensorial - 2013-02-15 16:17 (ACOPAGRO JUANJUI)**

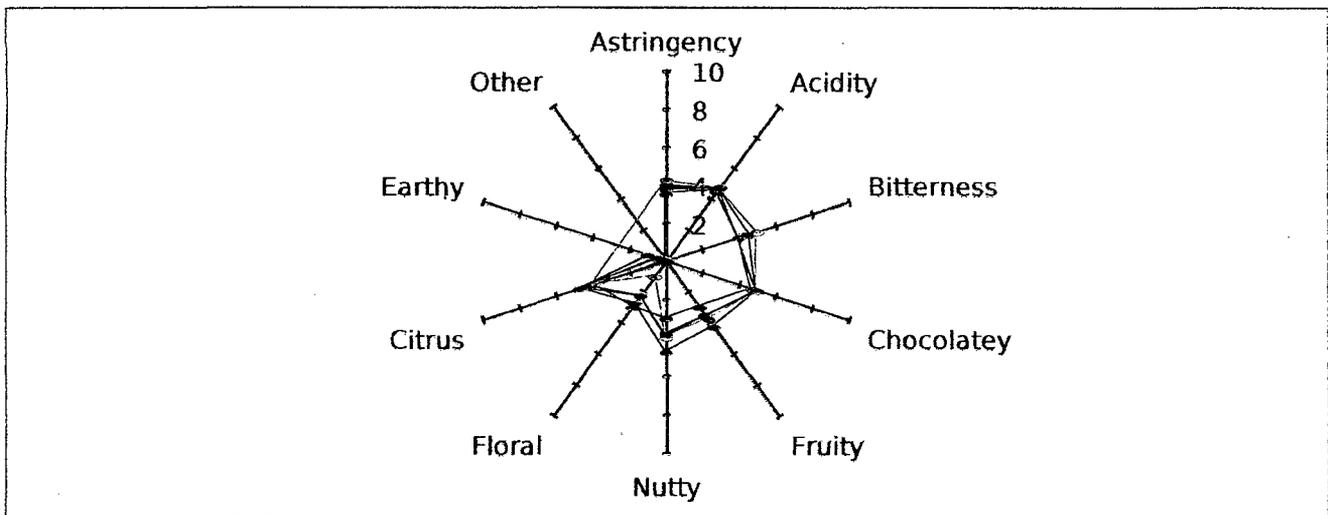
Promedio	6,16	Min (Valor entre el promedio y el puntaje menor)	-0,21
Máx (Valor entre el promedio y el puntaje mayor)	0,34	Número de cataciones tenidas en cuenta para los resultados finales	4

Evaluador	As	Ac	Bi	Ch	Fr	Nu	Fl	Ci	Ea	Ot	P
David Contreras	4,00	4,75	5,00	5,00	3,50	3,75	2,25	4,50	0,00	0,00	6,50
Lizett Kokalli	3,50	4,75	4,00	4,75	3,00	3,00	3,00	4,00	0,50	0,00	6,00
Chabely Camacho	4,25	4,75	5,00	5,00	3,75	4,00	1,00	4,00			5,95
Darwin Jara	3,75	4,50	4,00	5,00	4,25	4,75	2,75	4,75	1,00	0,00	6,20
Promedio	3,88	4,69	4,50	4,94	3,62	3,88	2,25	4,31	0,38	0,00	6,16

Descriptores: As ... Astringency, Ac ... Acidity, Bi ... Bitterness, Ch ... Chocolatey, Fr ... Fruity, Nu ... Nutty, Fl ... Floral, Ci ... Citrus, Ea ... Earthy, Ot ... Other, P ... Puntaje final

Evaluador	Notas positivas	Notas negativas
David Contreras	Se percibe lo nuez como característica resaltante	
Lizett Kokalli	acidez moderada, astringencia baja, se percibe lentamente lo a nueces y habas crudas	al principio se siente como arenoso, y un sabor lactico
Chabely Camacho	textura terrosa, anuezado con ligero sabor a sobretostado.	
Darwin Jara	cremoso pastoso como crema de mani, anuezado, acidez y amargor moderado	

\* No se tienen en cuenta



● David Contreras ● Lizett Kokalli ● Chabely Camacho ● Darwin Jara ● Promedio

**Análisis físico / Prueba de corte - 2013-02-05 16:52 (ACOPAGRO Juanjui)**





Peso - Corte 1 (100 Granos)  
Peso - Corte 3 (100 Granos)  
Humedad de granos

118 g Peso - Corte 2 (100 Granos)  
114 g Promedio  
7% Notas

124 g  
118,7 g  
Secado en marquesinas solares,  
fermentador balde plastico, tiempo  
de fermentación 6días

Fermentación	50 Granos	Total %	Agrupado%					
Bien Fermentado - Marrón Oscuro	0	0	0	0	0	4	1,33	38,67
Bien Fermentado - Marrón	14	10	16	14	18	17	29,67	
Bien Fermentado - Marrón Ligero	3	4	6	7	2	1	7,67	
Parcialmente Fermentado - Parcialmente Violeto	18	15	16	15	12	11	29	36,67
Parcialmente Fermentado - Marfil	2	4	2	5	4	6	7,67	
No Fermentado, Violeto	8	11	8	5	9	8	16,33	22,33
No Fermentado - Marfil	5	2	2	2	4	3	6	
No Fermentado - Pizarroso	0	0	0	0	0	0	0	
Ivory / Criollo	10	10	10	14	10	10		
<b>Defectos</b>								
Roto - Plano - Múltiple	0	4	0	2	1	0	2,33	2,33
Mohoso	0	0	0	0	0	0	0	
Daño por Insecto	0	0	0	0	0	0	0	
Germinado	0	0	0	0	0	0	0	
Total/Control	50	50	50	50	50	50	100	100



## Lote [PD-0005] Muestra 2 - 5/02/2013

**Proyecto** UNTRM-CHACHAPOYAS -AMAZONAS  
**Peso** 1.000 g  
**Peso muestra** 1.000 g  
**Notas** Secado en marquesina solar, fermentador saco de yute, tiempo de fermentación 6 días  
**Estado** No evaluado

### Análisis sensorial - 2013-02-22 09:11 (ACOPAGRO JUANJUI)

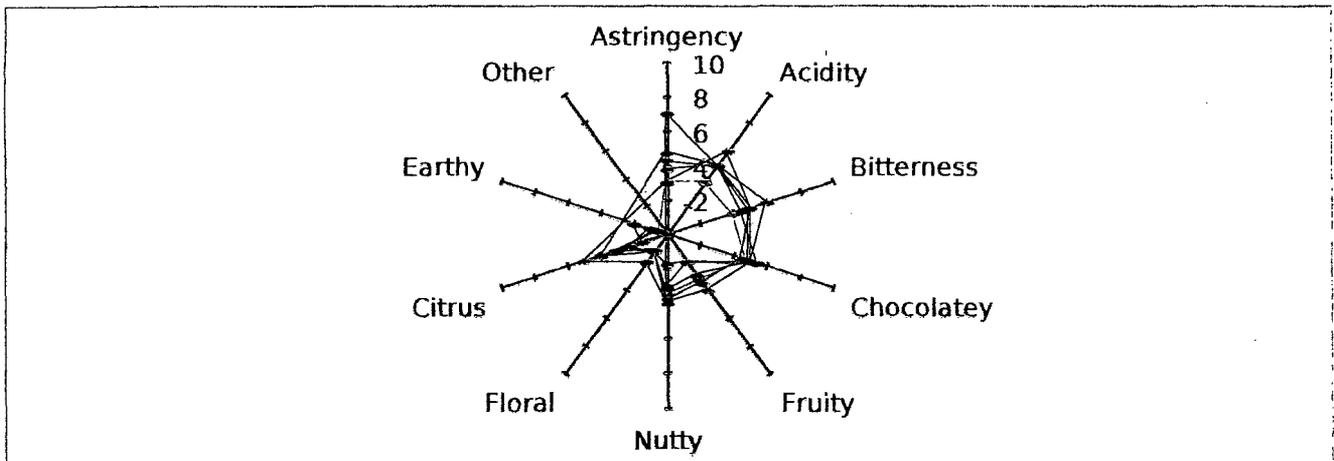
**Promedio** 4,69 **Min (Valor entre el promedio y el puntaje menor)** -0,69  
**Máx (Valor entre el promedio y el puntaje mayor)** 0,31 **Número de cataciones tenidas en cuenta para los resultados finales** 5

Evaluador	As	Ac	Bi	Ch	Fr	Nu	Fl	Ci	Ea	Ot	P
David Contreras	7,00	5,00	6,00	5,00	2,00	3,00	0,00	1,50	2,00	0,00	4,00
Lizett Kokalli	3,75	5,00	4,50	5,50	2,00	1,75	1,25	2,25	1,00	0,00	5,00
Enilda Burga	3,00	3,75	4,00	4,75	3,25	3,50	1,25	3,00	0,50		5,00
Chabely Camacho	4,75	5,00	5,00	4,50	3,50	3,75	1,25	4,00			4,95
Roxana Trujillo	3,00	6,00	5,00	5,00	4,00	4,00	2,00	5,00			4,50
Promedio	4,30	4,95	4,90	4,95	2,95	3,20	1,15	3,15	0,70	0,00	4,69

Descriptores: As ... Astringency, Ac ... Acidity, Bi ... Bitterness, Ch ... Chocolatey, Fr ... Fruity, Nu ... Nutty, Fl ... Floral, Ci ... Citrus, Ea ... Earthy, Ot ... Other, P ... Puntaje final

Evaluador	Notas positivas	Notas negativas
David Contreras		Muestra láctica como a queso madurado, muy astringente amarga como a pastillas de quinina
Lizett Kokalli	olor azucar, acidez moderada, el amargor se siente al principio y desaparece al final, toques de nueces y frutales.	un poco arenoso..
Enilda Burga	sabor un poco a cafe , lactico cremoso, acidez suave	
Chabely Camacho		cremosa lactica , acidez lactica y efervescente , sabor a queso madurado, coco ranceado.
Roxana Trujillo		lactico, critico a naranja verde, amargo.

\* No se tienen en cuenta



- David Contreras ● Lizett Kokalli ● Enilda Burga ● Chabely Camacho
- Roxana Trujillo ● Promedio



**Análisis físico / Prueba de corte - 2013-02-05 17:09 (ACOPAGRO Juanjui)**

Peso - Corte 1 (100 Granos) 123 g    Peso - Corte 2 (100 Granos) 118 g  
 Peso - Corte 3 (100 Granos) 116 g    Promedio 119 g  
 Humedad de granos 6,5%    Notas Secado en marquesina solar, fermentador saco de yute, tiempo de fermentación 6 días

Fermentación	50 Granos	Total %	Agrupado%					
Bien Fermentado - Marrón Oscuro	0	2	1	0	0	0	1	58,33
Bien Fermentado - Marrón	27	16	29	25	31	23	50,33	
Bien Fermentado - Marrón Ligero	0	3	5	6	2	5	7	
Parcialmente Fermentado - Parcialmente Violeta	10	13	9	14	10	14	23,33	33
Parcialmente Fermentado - Marfil	9	9	1	2	5	3	9,67	
No Fermentado, Violeta	0	6	1	1	0	3	3,67	5,33
No Fermentado - Marfil	1	1	2	0	0	1	1,67	
No Fermentado - Pizarroso	0	0	0	0	0	0	0	
Ivory / Criollo	10	13	8	8	7	9		
<b>Defectos</b>								
Roto - Plano - Múltiple	3	0	1	2	2	1	3	3,33
Mohoso	0	0	0	0	0	0	0	
Daño por Insecto	0	0	0	0	0	0	0	
Germinado	0	0	1	0	0	0	0,33	
Total/Control	50	50	50	50	50	50	100	99,99



## Lote [PD-0006] Muestra 3 - 5/02/2013

Proyecto	UNTRM-CHACHAPOYAS -AMAZONAS
Peso	1.000 g
Peso muestra	1.000 g
Notas	Secado en marquesina solar, fermentador cajón de madera, tiempo de fermentación 6 días
Estado	No evaluado

### Análisis sensorial - 2013-02-13 13:07 (ACOPAGRO Juanjui)

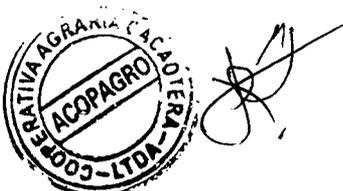
Promedio	5,79	Mín (Valor entre el promedio y el puntaje menor)	-0,79
Máx (Valor entre el promedio y el puntaje mayor)	0,71	Número de cataciones tenidas en cuenta para los resultados finales	7

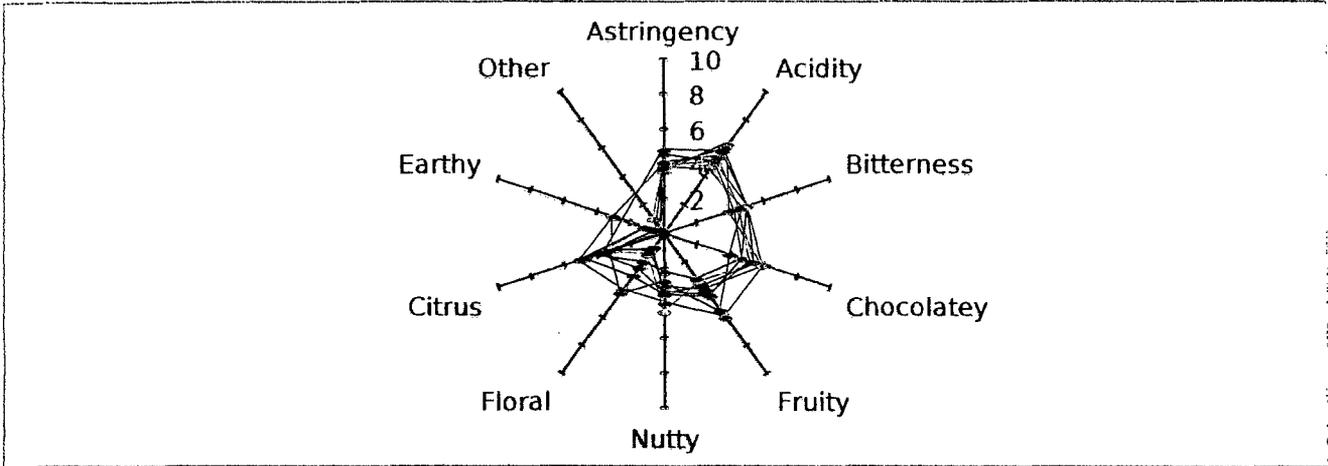
Evaluador	As	Ac	Bi	Ch	Fr	Nu	Fl	Ci	Ea	Ot	P
Miguel Trujillo	3,75	4,50	4,75	4,00	5,50	2,75	4,25	3,25	0,50		6,00
David Contreras	3,50	6,25	4,00	6,00	4,00	3,00	1,25	3,00	3,00	0,00	5,00
Enilda Burga	4,00	4,75	4,50	5,50	3,50	4,50	1,50	3,50	0,25	1,00	6,00
Lizett Kokalli	3,75	6,00	5,00	4,75	3,25	2,25	2,00	4,00	0,25	0,25	6,00
Darwin Jara	4,50	5,00	4,25	4,75	4,50	3,50	3,00	4,75	1,00	0,00	6,50
Chabely Camacho	4,75	5,75	5,00	5,50	3,75	3,50	1,00	3,50			5,50
Roxana Trujillo	4,00	5,00	5,00	6,00	6,00	4,00	4,00	5,00	3,00		5,50
Promedio	4,04	5,32	4,64	5,21	4,36	3,36	2,43	3,86	1,14	0,18	5,79

Descriptores: As ... Astringency, Ac ... Acidity, Bi ... Bitterness, Ch ... Chocolatey, Fr ... Fruity, Nu ... Nutty, Fl ... Floral, Ci ... Citrus, Ea ... Earthy, Ot ... Other, P ... Puntaje final

Evaluador	Notas positivas	Notas negativas
Miguel Trujillo	Tiene una acidez agradable al paladar, el amargo es suave, y un sabor a frutal medio.	
David Contreras	Se percibe un sabor láctico como a queso madurado, la acidez es picante, queda en el pos gusto una sensación a guardado	
Enilda Burga	olor a azúcares, textura bien cremosa, pegajosa, amargor y acidez regular, es astringente chocolatosa, sabor anuezado, mani	
Lizett Kokalli	acidez sobre saliente y agradable, la astringencia es leve, lo cítrico resalta como a la cascara de limón dulce, amargor bajo que se percibe en el comienzo y final.	
Darwin Jara	cremoso y acidez, amargor moderada agradable, frutal como taperiba y poco anuezado	
Chabely Camacho	acidez picante, chocolatosa, algo láctico, con sabor a mani, habas fritas ranceadas, amargor mágico desaparece al instante.	
Roxana Trujillo	uva seca, durazno, acidez a naranja	Poco láctico, astringente, amargo que permanece, terroso

\* No se tienen en cuenta





- Miguel Trujillo ● David Contreras ● Enilda Burga ● Lizett Kokalli ● Darwin Jara
- Chabely Camacho ● Roxana Trujillo ● Promedio

**Análisis físico / Prueba de corte - 2013-02-05 17:58 (ACOPAGRO Juanjui)**

Peso - Corte 1 (100 Granos) 120 g    Peso - Corte 2 (100 Granos) 114 g  
 Peso - Corte 3 (100 Granos) 120 g    Promedio 118 g  
 Humedad de granos 6,8%    Notas Secado en marquesina solar, fermentador cajón de madera, tiempo de fermentación 6días

Fermentación	50 Granos	Total %	Agrupado%					
Bien Fermentado - Marrón Oscuro	0	0	0	0	2	0	0,67	54,33
Bien Fermentado - Marrón	23	28	19	21	28	26	48,33	
Bien Fermentado - Marrón Ligero	3	2	0	5	2	4	5,33	
Parcialmente Fermentado - Parcialmente Violeto	16	13	15	14	10	12	26,67	32,33
Parcialmente Fermentado - Marfil	3	2	4	4	2	2	5,67	
No Fermentado, Violeto	3	4	6	4	4	4	8,33	11
No Fermentado - Marfil	0	1	3	2	1	1	2,67	
No Fermentado - Pizarroso	0	0	0	0	0	0	0	
Ivory / Criollo	6	5	7	11	5	7		
<b>Defectos</b>								
Roto - Plano - Múltiple	2	0	3	0	1	1	2,33	2,33
Mohoso	0	0	0	0	0	0	0	
Daño por Insecto	0	0	0	0	0	0	0	
Germinado	0	0	0	0	0	0	0	
<b>Total/Control</b>	<b>50</b>	<b>50</b>	<b>50</b>	<b>50</b>	<b>50</b>	<b>50</b>	<b>100</b>	<b>99,99</b>





## Lote [PD-0007] Muestra 4 - 5/02/2013

Proyecto	UNTRM-CHACHAPOYAS -AMAZONAS
Peso	1.000 g
Peso muestra	1.000 g
Notas	Secado en parihuela de madera, fermentador cajon de madera, tiempo de fermentacion 8 dias
Estado	No evaluado

### Análisis sensorial - 2013-02-13 13:07 (ACOPAGRO Juanjui)

Promedio	5,9	Mín (Valor entre el promedio y el puntaje menor)	-0,4
Máx (Valor entre el promedio y el puntaje mayor)	0,6	Número de cataciones tenidas en cuenta para los resultados finales	7

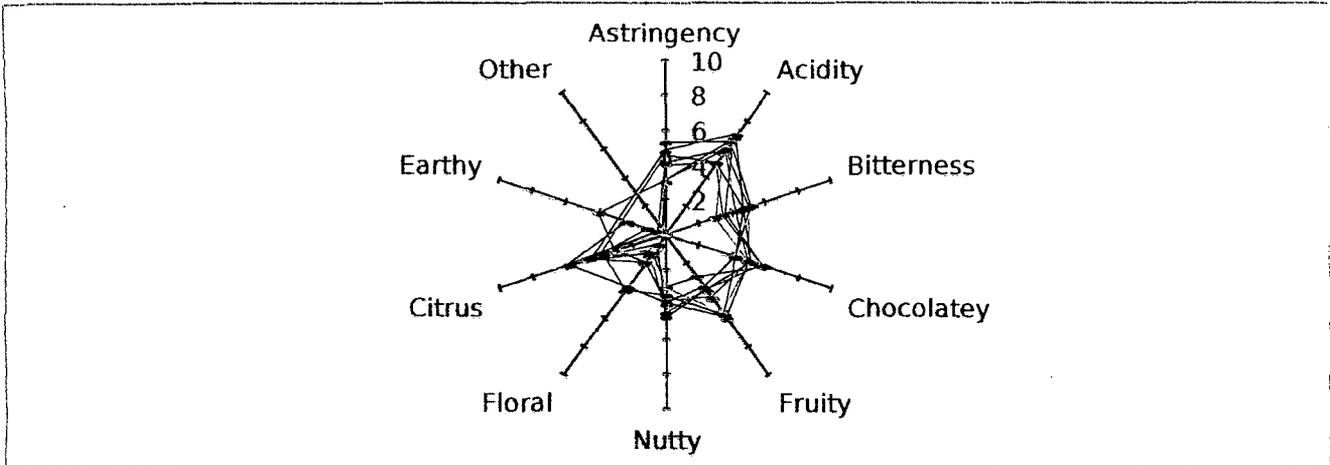
Evaluador	As	Ac	Bi	Ch	Fr	Nu	Fl	Ci	Ea	Ot	P
Lizett Kokalli	3,00	6,75	3,75	6,00	3,00	3,00	1,25	5,75	0,50	0,25	6,00
Enilda Burga	4,50	5,00	3,50	5,75	4,00	4,50	1,50	4,00			6,00
David Contreras	4,25	5,75	3,00	5,00	5,50	3,00	1,00	4,75	0,25	0,00	6,00
Darwin Jara	5,25	6,50	5,25	4,25	3,75	4,00	3,75	5,75	2,25	0,00	5,50
Chabely Camacho	4,75	7,00	4,75	5,25	4,00	4,75	0,75	4,50			5,80
Miguel Trujillo	4,00	5,00	4,75	4,25	5,75	3,50	4,00	3,75	0,50		6,50
Roxana Trujillo	3,00	6,00	5,00	5,00	6,00	4,00	2,00	3,00	4,00		5,50
Promedio	4,11	6,00	4,29	5,07	4,57	3,82	2,04	4,50	1,07	0,04	5,90

Descriptores: As ... Astringency, Ac ... Acidity, Bi ... Bitterness, Ch ... Chocolatey, Fr ... Fruity, Nu ... Nutty, Fl ... Floral, Ci ... Citrus, Ea ... Earthy, Ot ... Other, P ... Puntaje final

Evaluador	Notas positivas	Notas negativas
Lizett Kokalli	la acidez es notoria, baja de astringencia, y su textura es como arenosa, y tiene un toque de mani crudo	
Enilda Burga	cremosa, chocolata, con regular acidez, sabor lactico como crema de queso	
David Contreras	La muestra presenta una acidez frutal cítricas, se percibe lo nuez, como a mantequilla de mani	
Darwin Jara	acidez alta y prevaleciente, frutales como maracuya	muestra resinosa y con sensacion terrosa regular
Chabely Camacho	textura arenosa, baja astringencia percibida solo al inicio, sabor a crudo, sabor a nueces ranceados	
Miguel Trujillo	Amargor medio, con sabor a citrico, dando la acidez agradable.	
Roxana Trujillo	frutal a uvas frescas y secas, olor a cafe tostado, nuty sabor a pecana,	Poco lactico, cremoso, acidez picante.

\* No se tienen en cuenta





- Lizett Kokalli ● Enilda Burga ● David Contreras ● Darwin Jara
- Chabely Camacho ● Miguel Trujillo ● Roxana Trujillo ● Promedio

**Análisis físico / Prueba de corte - 2013-02-06 12:06 (ACOPAGRO Juanjui)**

Peso - Corte 1 (100 Granos)	129 g	Peso - Corte 2 (100 Granos)	129 g
Peso - Corte 3 (100 Granos)	130 g	Promedio	129,3 g
Humedad de granos	6,8%	Notas	Secado en parihuela de madera, fermentador cajon de madera, tiempo de fermentacion 8 dias

Fermentación	50 Granos	Total %	Agrupado%						
Bien Fermentado - Marrón Oscuro	0	0	0	0	1	0	0	0,33	70
Bien Fermentado - Marrón	26	26	37	29	34	31	61		
Bien Fermentado - Marrón Ligero	7	6	2	4	2	5	8,67		
Parcialmente Fermentado - Parcialmente Violeto	10	9	8	12	8	9	18,67	21,67	
Parcialmente Fermentado - Marfil	1	2	1	3	1	1	3		
No Fermentado, Violeto	5	4	0	0	0	3	4	5,67	
No Fermentado - Marfil	0	1	1	0	3	0	1,67		
No Fermentado - Pizarroso	0	0	0	0	0	0	0		
Ivory / Criollo	8	9	4	7	6	6			
<b>Defectos</b>									
Roto - Plano - Múltiple	1	2	1	2	1	1	2,67	2,67	
Mohoso	0	0	0	0	0	0	0		
Daño por Insecto	0	0	0	0	0	0	0		
Germinado	0	0	0	0	0	0	0		
<b>Total/Control</b>	<b>50</b>	<b>50</b>	<b>50</b>	<b>50</b>	<b>50</b>	<b>50</b>	<b>100,01</b>	<b>100,01</b>	





Peso - Corte 1 (100 Granos)  
Peso - Corte 3 (100 Granos)  
Humedad de granos

128 g Peso - Corte 2 (100 Granos)  
130 g Promedio  
6,9% Notas

122 g

126,7 g

Secado en marqusina solar,  
fermentador cajon de madera,  
tiempo de fermentacion 8 dias

Fermentación	50 Granos	Total %	Agrupado%					
Bien Fermentado - Marrón Oscuro	0	0	0	0	2	0	0,67	69,33
Bien Fermentado - Marrón	29	30	28	31	32	32	60,67	
Bien Fermentado - Marrón Ligero	2	3	9	5	4	1	8	
Parcialmente Fermentado - Parcialmente Violeto	12	12	9	11	8	11	21	23,33
Parcialmente Fermentado - Marfil	1	2	0	3	0	1	2,33	
No Fermentado, Violeto	2	2	3	0	2	3	4	4,33
No Fermentado - Marfil	1	0	0	0	0	0	0,33	
No Fermentado - Pizarroso	0	0	0	0	0	0	0	
Ivory / Criollo	4	5	9	8	4	2		
<b>Defectos</b>								
Roto - Plano - Múltiple	2	0	1	0	2	1	2	3
Mohoso	0	0	0	0	0	0	0	
Daño por Insecto	0	0	0	0	0	0	0	
Geminado	1	1	0	0	0	1	1	
<b>Total/Control</b>	<b>50</b>	<b>50</b>	<b>50</b>	<b>50</b>	<b>50</b>	<b>50</b>	<b>100</b>	<b>99,99</b>



## Lote [PD-0008] Muestra 5 - 5/02/2013

<b>Proyecto</b>	UNTRM-CHACHAPOYAS -AMAZONAS
<b>Peso</b>	1.000 g
<b>Peso muestra</b>	1.000 g
<b>Notas</b>	Secado en marqusina solar, fermentador cajon de madera, tiempo de fermentacion 8 dias
<b>Estado</b>	No evaluado

### Análisis sensorial - 2013-02-15 16:17 (ACOPAGRO JUANJUI)

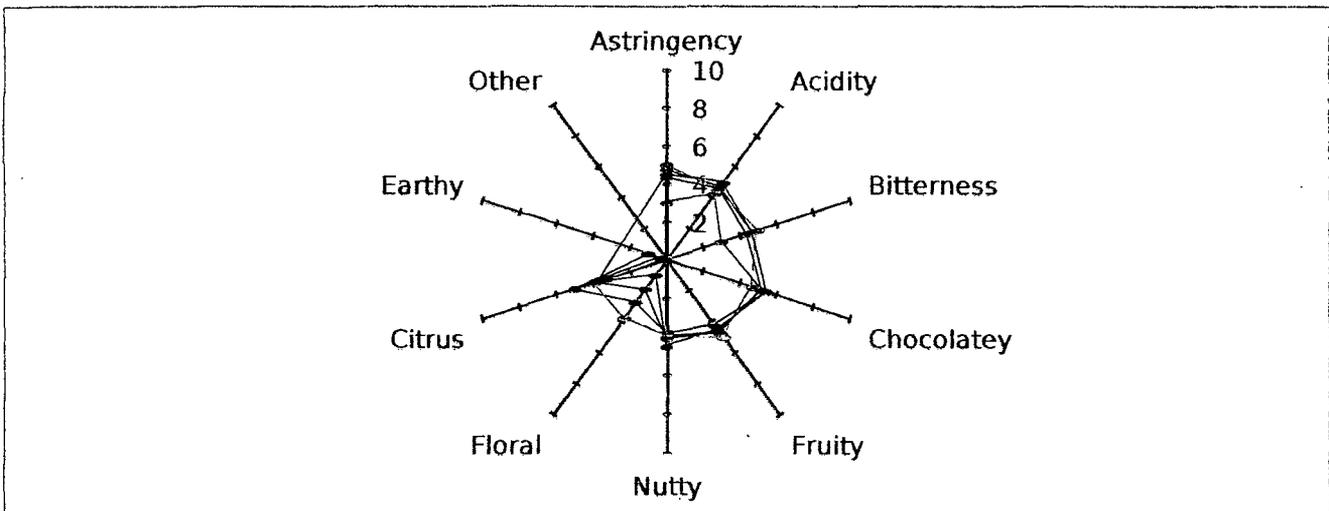
Promedio	5,75	Mín (Valor entre el promedio y el puntaje menor)	-0,75
Máx (Valor entre el promedio y el puntaje mayor)	0,25	Número de cataciones tenidas en cuenta para los resultados finales	4

Evaluador	As	Ac	Bi	Ch	Fr	Nu	Fl	Ci	Ea	Ot	P
Darwin Jara	4,75	4,75	4,75	5,50	4,25	3,75	2,75	5,00	1,00	0,00	6,00
David Contreras	3,00	4,25	3,00	5,25	4,75	4,00	0,00	3,25	0,00	0,00	5,00
Lizett Kokalli	5,00	4,50	5,00	4,75	5,00	4,00	3,75	4,00	0,25	0,00	6,00
Chabely Camacho	4,50	5,00	4,75	5,50	4,50	4,50	1,00	3,75			6,00
Promedio	4,31	4,62	4,38	5,25	4,62	4,06	1,88	4,00	0,31	0,00	5,75

Descriptores: As ... Astringency, Ac ... Acidity, Bi ... Bitterness, Ch ... Chocolatey, Fr ... Fruity, Nu ... Nutty, Fl ... Floral, Ci ... Citrus, Ea ... Earthy, Ot ... Other, P ... Puntaje final

Evaluador	Notas positivas	Notas negativas
Darwin Jara	muestra agradable pero lactica, con frutal como a carambola madura	
David Contreras		Muestra láctica, con un aroma a guardado
Lizett Kokalli	acidez resaltante y perdurable, astringencia moderada y duradera, lo floral se percibe poco a poco con toques de sabor citrico como a la del limon cidra,	
Chabely Camacho	chocolatoso, cremoso lactico, acidez agradable al final con sabor a limon rugoso.	

\* No se tienen en cuenta



● Darwin Jara ● David Contreras ● Lizett Kokalli ● Chabely Camacho ● Promedio

### Análisis físico / Prueba de corte - 2013-02-06 12:09 (ACOPAGRO Juanjui)

## Lote [PD-0009] Muestra 6 - 5/02/2013

<b>Proyecto</b>	UNTRM-CHACHAPOYAS -AMAZONAS
<b>Peso</b>	1.000 g
<b>Peso muestra</b>	1.000 g
<b>Notas</b>	Secado en marquesina solar, fermentador saco de yute, tiempo de fermentacion 8 días
<b>Estado</b>	No evaluado

### Análisis sensorial - 2013-02-22 09:11 (ACOPAGRO JUANJUI)

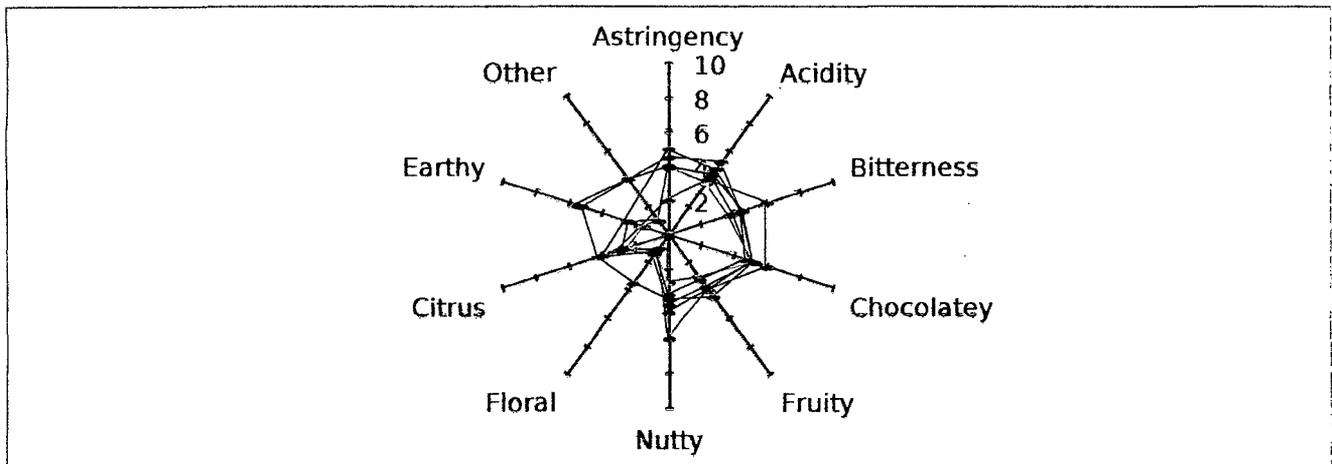
Promedio	4,3	Min (Valor entre el promedio y el puntaje menor)	-0,8
Máx (Valor entre el promedio y el puntaje mayor)	1,2	Número de cataciones tenidas en cuenta para los resultados finales	5

Evaluador	As	Ac	Bi	Ch	Fr	Nu	Fl	Ci	Ea	Ot	P
David Contreras	4,00	4,25	4,00	5,00	4,00	4,50	0,00	0,00	5,50	4,00	4,00
Roxana Trujillo	2,00	4,00	6,00	6,00	4,00	6,00	1,00	3,00			5,50
Enilda Burga	4,00	3,75	3,75	5,25	3,00	2,75	1,25	2,50	1,50	1,00	4,50
Lizett Kokalli	4,50	5,25	4,50	5,25	4,50	3,75	3,50	4,25	5,25		3,50
Chabely Camacho	5,00	4,75	4,50	4,75	3,25	3,50	1,25	4,00			4,00
Promedio	3,90	4,40	4,55	5,25	3,75	4,10	1,40	2,75	2,45	1,00	4,30

Descriptores: As ... Astringency, Ac ... Acidity, Bi ... Bitterness, Ch ... Chocolatey, Fr ... Fruity, Nu ... Nutty, Fl ... Floral, Ci ... Citrus, Ea ... Earthy, Ot ... Other, P ... Puntaje final

Evaluador	Notas positivas	Notas negativas
David Contreras		Muestras con sabor a butirico, como a excremento de bebe.
Roxana Trujillo	fruta ungurawi, nuez a coco seco, citrico a lima,	amargor que queda, poco lactico
Enilda Burga	sabor lactico ,chocolatoso , suele a tierra como greda	muy cremosa textura pegagosa
Lizett Kokalli	amargor persistible, acidez moderada,	sabores como a queso rancido. y un poco terrroso
Chabely Camacho	cremoso lactico, sabor butirico, sabor a aguaje abombado.	

\* No se tienen en cuenta



- David Contreras ● Roxana Trujillo ● Enilda Burga ● Lizett Kokalli
- Chabely Camacho ● Promedio

### Análisis físico / Prueba de corte - 2013-02-06 12:12 (ACOPAGRO Juanjui)



Peso - Corte 1 (100 Granos)  
Peso - Corte 3 (100 Granos)  
Humedad de granos

113 g Peso - Corte 2 (100 Granos)  
114 g Promedio  
7% Notas

118 g

115 g

Secado en marquesina solar,  
fermentador saco de yute, tiempo  
de fermentación 8 días

Fermentación	50 Granos	Total %	Agrupado%					
Bien Fermentado - Marrón Oscuro	0	0	0	0	0	0	0	55,33
Bien Fermentado - Marrón	28	30	25	20	27	22	50,67	
Bien Fermentado - Marrón Ligero	3	0	4	4	0	3	4,67	
Parcialmente Fermentado - Parcialmente Violeto	13	14	14	19	15	15	30	37,67
Parcialmente Fermentado - Marfil	4	2	4	5	3	5	7,67	
No Fermentado, Violeto	0	2	3	0	1	2	2,67	3
No Fermentado - Marfil	0	1	0	0	0	0	0,33	
No Fermentado - Pizarroso	0	0	0	0	0	0	0	
Ivory / Criollo	7	3	8	9	3	8		
<b>Defectos</b>								
Roto - Plano - Múltiple	2	1	0	2	2	2	3	4
Mohoso	0	0	0	0	1	0	0,33	
Daño por Insecto	0	0	0	0	0	0	0	
Germinado	0	0	0	0	1	1	0,67	
Total/Control	50	50	50	50	50	50	100,01	100



## Lote [PD-0010] Muestra 7 - 5/02/2013

**Proyecto** UNTRM-CHACHAPOYAS -AMAZONAS  
**Peso** 1.000 g  
**Peso muestra** 1.000 g  
**Notas** Secado en parihuela de madera, sin fermentar  
**Estado** No evaluado

### Análisis sensorial - 2013-02-22 09:09 (ACOPAGRO JUANJUI)

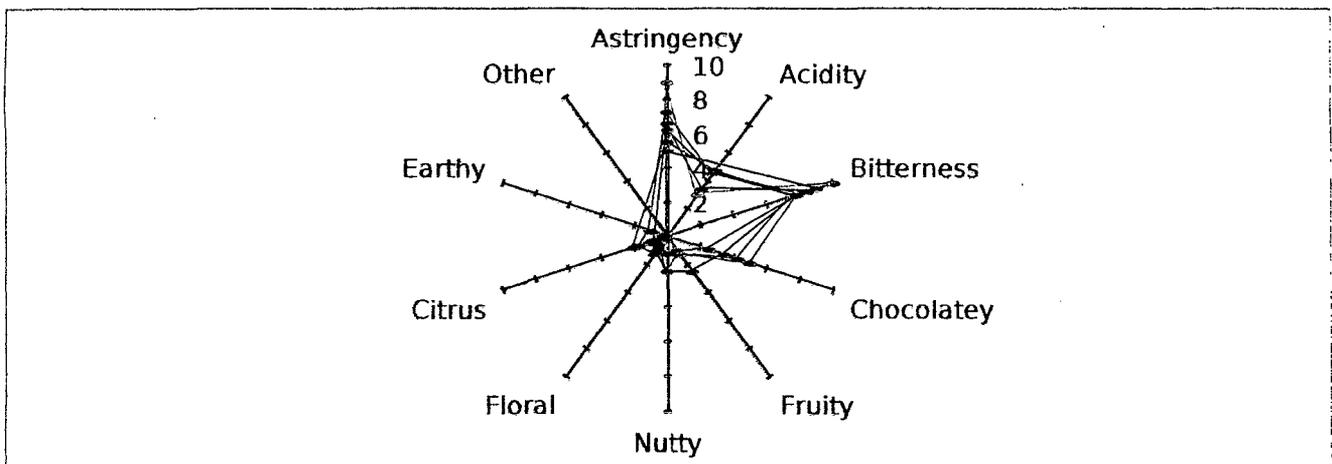
Promedio 3,3 Min (Valor entre el promedio y el puntaje menor) -0,3  
 Máx (Valor entre el promedio y el puntaje mayor) 0,7 Número de cataciones tenidas en cuenta para los resultados finales 5

Evaluador	As	Ac	Bi	Ch	Fr	Nu	Fl	Ci	Ea	Ot	P
Chabely Camacho	5,50	4,75	7,50	4,25	1,25	2,00	0,75	2,00			3,00
Lizett Kokalli	7,25	4,50	8,00	5,00	1,25	1,00	1,25	1,75	1,00		4,00
David Contreras	9,00	3,00	10,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,00
Roxana Trujillo	5,00		9,00								3,00
Enilda Burga	6,25	4,50	7,75	3,50	2,50	2,00	1,00	0,75			3,50
Promedio	6,60	3,35	8,45	2,55	1,00	1,00	0,60	0,90	0,20	0,00	3,30

Descriptores: As ... Astringency, Ac ... Acidity, Bi ... Bitterness, Ch ... Chocolatey, Fr ... Fruity, Nu ... Nutty, Fl ... Floral, Ci ... Citrus, Ea ... Earthy, Ot ... Other, P ... Puntaje final

Evaluador	Notas positivas	Notas negativas
Chabely Camacho		muy amarga y astringente que no se percibe los demas atributos
Lizett Kokalli		olor a hierbas medicinales, amargor penetrante, se siente como hierba buena o verbena, los demas sabores no se percibe.
David Contreras		Muestra como hiel de pescado, achicoria, muy astringente como marañón verde
Roxana Trujillo		amargor excesivo
Enilda Burga	frutas verdes , yervas medicinales , amargas	

\* No se tienen en cuenta



- Chabely Camacho ● Lizett Kokalli ● David Contreras ● Roxana Trujillo
- Enilda Burga ● Promedio

**Análisis físico / Prueba de corte - 2013-02-06 16:58 (ACOPAGRO Juanjui)**

Peso - Corte 1 (100 Granos) 136 g    Peso - Corte 2 (100 Granos) 129 g  
 Peso - Corte 3 (100 Granos) 127 g    Promedio 130,7 g  
 Humedad de granos 7%    Notas Secado en parihuela de madera, sin fermentar

Fermentación	50 Granos	Total %	Agrupado%					
Bien Fermentado - Marrón Oscuro	0	0	0	0	0	0	0	36
Bien Fermentado - Marrón	13	12	16	18	23	20	34	
Bien Fermentado - Marrón Ligero	2	4	0	0	0	0	2	
Parcialmente Fermentado - Parcialmente Violeta	27	24	25	21	20	22	46,33	49,33
Parcialmente Fermentado - Marfil	0	3	0	2	4	0	3	
No Fermentado, Violeta	6	6	5	7	3	8	11,67	12,67
No Fermentado - Marfil	1	0	2	0	0	0	1	
No Fermentado - Pizarroso	0	0	0	0	0	0	0	
Ivory / Criollo	3	7	2	2	4	0		
<b>Defectos</b>								
Roto - Plano - Múltiple	1	1	2	2	0	0	2	2
Mohoso	0	0	0	0	0	0	0	
Daño por Insecto	0	0	0	0	0	0	0	
Germinado	0	0	0	0	0	0	0	
<b>Total/Control</b>	<b>50</b>	<b>50</b>	<b>50</b>	<b>50</b>	<b>50</b>	<b>50</b>	<b>100</b>	<b>100</b>



## Lote [PD-0011] Muestra 8 - 5/02/2013

<b>Proyecto</b>	UNTRM-CHACHAPOYAS -AMAZONAS
<b>Peso</b>	1.000 g
<b>Peso muestra</b>	1.000 g
<b>Notas</b>	Secado en marquesina solar, fermentador de balde plástico, tiempo de fermentación 8 días
<b>Estado</b>	No evaluado

### Análisis sensorial - 2013-02-13 13:05 (ACOPAGRO Juanjui)

Promedio	4,19	Mín (Valor entre el promedio y el puntaje menor)	-0,19
Máx (Valor entre el promedio y el puntaje mayor)	0,81	Número de cataciones tenidas en cuenta para los resultados finales	7

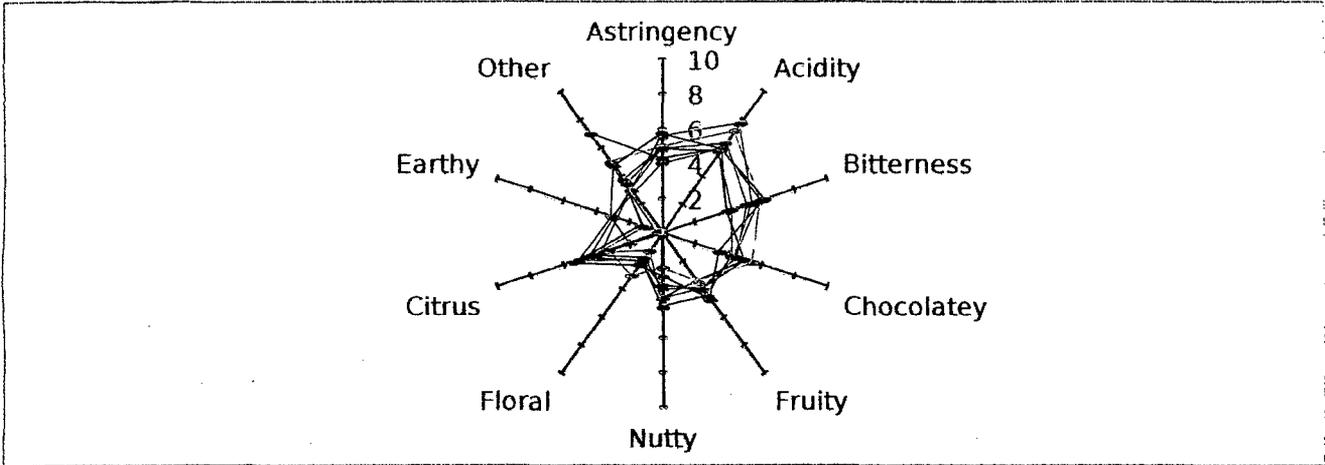
Evaluador	As	Ac	Bi	Ch	Fr	Nu	Fl	Ci	Ea	Ot	P
Enilda Burga	4,75	5,75	4,00	5,00	3,50	3,75	2,00	4,50		3,00	4,00
Chabely Camacho	5,50	7,75	5,50	4,50	4,00	3,75	1,25	3,75		3,00	4,30
Lizett Kokalli	5,00	7,25	6,00	5,50	3,50	2,00	3,00	3,25	0,25	5,00	4,00
Darwin Jara	4,75	5,75	4,25	4,25	4,50	4,25	2,00	4,75	1,25	3,50	5,00
David Contreras	5,75	6,00	4,00	5,00	4,00	3,00	0,00	2,00	3,00	4,75	4,00
	4,25	6,00	6,25	3,50	4,75	2,50	2,25	5,50	0,25	7,00	4,00
Roxana Trujillo	4,00	6,00	6,00	4,50	4,00	3,00	2,00	5,00	3,00		4,00
Promedio	4,86	6,36	5,14	4,61	4,04	3,18	1,79	4,11	1,11	3,75	4,19

Descriptores: As ... Astringency, Ac ... Acidity, Bi ... Bitterness, Ch ... Chocolatey, Fr ... Fruity, Nu ... Nutty, Fl ... Floral, Ci ... Citrus, Ea ... Earthy, Ot ... Other, P ... Puntaje final

Evaluador	Notas positivas	Notas negativas
Enilda Burga	acidez precida a limon sidra, sbor citrico , chocolatoso, un poco flori con regular astringencia	sabor a combustible , guardado, lactico
Chabely Camacho	sabor citrico a limon rugoso, anuezado, sabor a coco seco, amargor se pierde al instante al ser atrapado por la acidez..	sabor a combustible como a petroleo, gasolina.
Lizett Kokalli	la acidez se parece al de la mandaria verde, se torna un poco de picante al momento que se derrite en la boca, astringencia moderada. y se siente los sabores de floral.	sabor ranciado o guardado, como a petroleo.
Darwin Jara	acidez picante	sensacion fuerte a hidrocarburo como a quemado, no tan chocolatoso y no agradable
David Contreras		Sabor a paja, combustible con a caucho, tocino, una acidez butírica.
	Acides fuerte, rancides al paladar, fuerte. un tanto a la brea.	
Roxana Trujillo	uvas secas que se dician con el sabor a guardado	lactico, amargo, astringente, mohoso, acidez picante, citrico como a limon rugoso.

\* No se tienen en cuenta





- Enilda Burga ● Chabely Camacho ● Lizett Kokalli ● Darwin Jara
- David Contreras ● 2013-02-13 18:36 ● Roxana Trujillo ● Promedio

**Análisis físico / Prueba de corte - 2013-02-06 17:43 (ACOPAGRO Juanjui)**

Peso - Corte 1 (100 Granos) 118 g    Peso - Corte 2 (100 Granos) 127 g  
 Peso - Corte 3 (100 Granos) 123 g    Promedio 122,7 g  
 Humedad de granos 7%    Notas Secado en marquesina solar, fermentador de balde plástico, tiempo de fermentación 8 días

Fermentación	50 Granos	Total %	Agrupado%					
Bien Fermentado - Marrón Oscuro	0	0	1	0	0	0	0,33	61,67
Bien Fermentado - Marrón	28	29	22	28	20	28	51,67	
Bien Fermentado - Marrón Ligero	6	4	4	3	6	6	9,67	
Parcialmente Fermentado - Parcialmente Violeto	9	7	14	9	11	8	19,33	27
Parcialmente Fermentado - Marfil	3	3	5	5	5	2	7,67	
No Fermentado, Violeto	2	3	2	3	4	4	6	9,67
No Fermentado - Marfil	1	2	2	2	3	1	3,67	
No Fermentado - Pizarroso	0	0	0	0	0	0	0	
Ivory / Criollo	10	9	11	10	14	9		
<b>Defectos</b>								
Roto - Plano - Múltiple	1	2	0	0	1	1	1,67	1,67
Mohoso	0	0	0	0	0	0	0	
Daño por Insecto	0	0	0	0	0	0	0	
Germinado	0	0	0	0	0	0	0	
Total/Control	50	50	50	50	50	50	100,01	100,01

