

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
FACULTAD DE INGENIERÍA EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS
DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE CIENCIA, TECNOLOGÍA E INGENIERÍA DE
ALIMENTOS



“INFLUENCIA DEL PORCENTAJE DEL CLON CCN51 EN LAS
CARACTERÍSTICAS FISICOQUÍMICAS Y ORGANOLÉPTICAS DEL
LICOR DE CACAO PROCEDENTE DE PUCACACA Y HUINGOYACU”

Tesis

Para optar el título de:

INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

Presentado por:

CHABELY CAMACHO SERRANO

Tingo María - Perú

2014



T
IND

Camacho Serrano, Chabely

“Influencia del porcentaje del clon CCN51 en las características fisicoquímicas y organolépticas del licor de cacao procedente de Pucacaca y Huingoyacu” Tingo María, 2014

83 páginas; 12 cuadros; 25 figuras; 59 ref.; 30 cm.

Tesis (Ingeniero en Industrias Alimentarias) Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo María (Perú). Facultad de Ingeniería en Industrias Alimentarias.

- | | | |
|-------------------|-------------------|----------|
| 1. INFLUENCIA | 2. PORCENTAJE | 3. CCN51 |
| 4. FISICOQUÍMICAS | 5. ORGANOLÉPTICAS | 6. LICOR |



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
Tingo María
FACULTAD DE INGENIERIA EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS
Av. Universitaria s/n. Teléfono (062) 561385 – Fax (062) 561156
Apart. Postal 156 Tingo María E.mail; fiia@unas.edu.pe

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS N° 012-2014

Los Miembros del Jurado que suscriben, reunidos en acto público el 16 de junio de 2014, a horas 5:05 p.m. en la Sala de Grados de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, ubicada en la ciudad de Tingo María, provincia de Leoncio Prado, región Huánuco, para calificar la tesis presentada por la Bach. **CAMACHO SERRANO, Chabely** titulada:

“INFLUENCIA DEL PORCENTAJE DEL CLON CCN51 EN LAS CARACTERISTICAS FISICOQUIMICAS Y ORGANOLEPTICAS DEL LICOR DE CACAO PROCEDENTE DE PUCACACA Y HUINGOYACU”

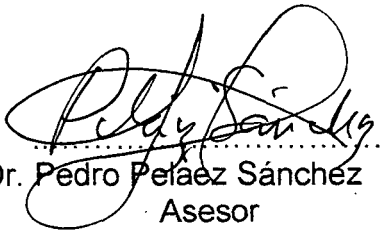
Después de haber escuchado la sustentación y las respuestas a las preguntas formuladas, lo declaran **APROBADO** con el calificativo de **MUY BUENO**; en consecuencia la Bachiller, queda apta para recibir el título de **Ingeniero en Industrias Alimentarias** del Consejo Universitario, de conformidad con el Art. 45° numeral 45.2, de la Ley Universitaria 30220; los artículos 51° y 52° del Estatuto de la Universidad Nacional Agraria de la Selva.

Tingo María, 24 de noviembre de 2014


.....
Dr. Raul Natividad Ferrer
Presidente


.....
Ing. José Blas Matienzo
Miembro


.....
Ing. Luz M. Follegatti Romero
Miembro


.....
Dr. Pedro Peláez Sánchez
Asesor

DEDICATORIA

A DIOS:

Por lo que me dió, y por lo
que aún le debo.

A MIS PADRES:

A mi mamá Olivia por su apoyo
incondicional y a mi papá Josué, por
llegar a mi vida y ser un buen padre.

A MIS ABUELITOS:

A mi papito Victor, el mejor abuelito
del mundo y en memoria de mi
mamita Elena, que me guía desde
donde esté.

A MIS HERMANOS:

José Armando y Piero Alexander,
con mucho aprecio y cariño.

AGRADECIMIENTO

Al Dr. PEDRO PABLO PELAEZ SÁNCHEZ, como asesor del presente trabajo de investigación.

Al Ing. DAVID CONTRERAS MONJARÁS, por su apoyo brindado en campo y laboratorio, durante la ejecución de esta investigación.

Al proyecto USAID –Equal Exchange – TCHO “Desarrollo de Cooperativas” AID-OAA-A-10-00024, convenio C.A.C. ACOPAGRO; por brindar el financiamiento para la realización de esta investigación.

A los productores de la zona de Huingoyacu y Pucacaca, por brindar la materia prima para este trabajo.

A mi familia y a todas las personas que incondicionalmente me apoyaron en la ejecución de esta investigación: Aldo Reyes, Darwin Jara, Miguel Trujillo, Roxana Trujillo. Enilda Burga, Lizeth Kokalli. Les estoy muy agradecida.

INDICE GENERAL

RESUMEN

I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. REVISION DE LITERATURA	3
2.1. Origen del cacao.....	3
2.2. Cacao	3
2.3. Tipos genéticos de cacao	3
2.3.1.Cacao criollo.....	4
2.3.2.Cacao forastero.....	4
2.3.3.Cacao trinitario	5
2.4. Características morfológicas del clon de cacao CCN51	5
2.5. Composición fisicoquímica	6
2.6. Definiciones comerciales	6
2.6.1.Cacao especial.....	7
2.6.2.Cacao ordinario	7
2.7. Cosecha y beneficio del cacao	7
2.7.1.Cosecha	7
2.7.2.Beneficio del cacao	8
2.8. Licor de cacao.....	12
2.8.1.Tostado	12
2.9. Control de la calidad	13
2.9.1.Calidad física.....	13

2.9.2. Calidad organoléptica.....	15
III. MATERIALES Y METODOS	18
3.1. Lugar de ejecución.....	18
3.2. Materia prima.....	18
3.3. Materiales, equipos y reactivos.....	19
3.3.1. Materiales	19
3.3.2. Equipos	19
3.3.3. Reactivos.....	20
3.4. Métodos de análisis	20
3.4.1. Beneficio del cacao	20
3.4.2. Evaluación física de los granos fermentados secos.....	21
3.4.3. Caracterización del licor de cacao.....	21
3.5. Metodología experimental.....	21
3.5.1. Obtención del grano de cacao fermentado seco	21
3.5.2. Evaluación física de los granos fermentados secos.....	25
3.5.3. Obtención del licor de cacao	26
3.5.4. Caracterización del licor de cacao.....	28
3.6. Diseño experimental	29
3.7. Análisis estadístico	30
IV. RESULTADOS Y DISCUSION	32
4.1. Obtención del grano de cacao fermentado seco	32
4.1.1. Índice de madurez.....	32
4.1.2. Temperatura.....	34

4.1.3. pH y porcentaje de acidez titulable.....	38
4.2. Evaluación física de los granos fermentados secos	43
4.2.1. Porcentaje de fermentación de los granos fermentados secos	43
4.2.2. Peso de 100 granos de cacao.....	49
4.2.3. Índice de granos.....	51
4.3. Caracterización del licor de cacao	53
4.3.1. Análisis sensorial.....	53
4.3.2. Análisis fisicoquímico	76
V. CONCLUSIONES.....	80
VI. RECOMENDACIONES	82
ABSTRACT.....	83
VII. BIBLIOGRAFIA.....	84
ANEXOS.....	85

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Página
1. Flujograma para la obtención del grano fermentado seco de cacao	22
2. Esquema para la evaluación física de los granos de cacao fermentados secos	25
3. Flujograma de operaciones para la obtención de licor de cacao	26
4. Esquema experimental para determinar la influencia del clon de cacao CCN51 en la característica fisicoquímica y sensorial del licor de cacao	29
5. Variación de la temperatura de la masa de cacao y ambiente durante el proceso de fermentado de las muestras de cacao de Huingoyacu	35
6. Variación de la temperatura de la masa de cacao y ambiente durante el proceso de fermentado de las muestras de cacao de Pucacaca	36
7. Variación del pH y porcentaje de acidez titulable total del cotiledón de los granos de cacao durante el proceso de fermentado de las muestras de Huingoyacu.....	39
8. Variación del pH y porcentaje de acidez titulable total del cotiledón de los granos de cacao durante el proceso de fermentado de las muestras de Pucacaca.....	41
9. Variación del porcentaje de fermentación de los granos de cacao durante el proceso de fermentado de la zona de Huingoyacu.....	44
10. Variación del porcentaje de fermentación de los granos de cacao durante el proceso de fermentado de la zona de Pucacaca.....	46

11. Variación del peso de 100 granos de cacao fermentados secos según zona de producción	49
12. Variación del índice de granos de cacao fermentados secos.....	52
13. Variación del atributo astringencia del licor de cacao, considerando zona cacaotera,, influencia de CCN51, y horas de fermentación	57
14. Variación del atributo acidez del licor de cacao, considerando zona cacaotera,, influencia de CCN51, y horas de fermentación.....	59
15. Variación del atributo amargor del licor de cacao, considerando zona cacaotera,, influencia de CCN51, y horas de fermentación.....	60
16. Variación del atributo chocolate del licor de cacao, considerando zona cacaotera,, influencia de CCN51, y horas de fermentación.....	62
17. Variación del atributo frutal del licor de cacao, considerando zona cacaotera,, influencia de CCN51, y horas de fermentación.....	63
18. Variación del atributo nuez del licor de cacao, considerando zona cacaotera,, influencia de CCN51, y horas de fermentación.....	64
19. Variación del atributo floral del licor de cacao, considerando zona cacaotera,, influencia de CCN51, y horas de fermentación.....	66
20. Variación del atributo cítrico del licor de cacao, considerando zona cacaotera,, influencia de CCN51, y horas de fermentación.....	68
21. Variación del atributo terroso del licor de cacao, considerando zona cacaotera,, influencia de CCN51, y horas de fermentación.....	69
22. Variación de otros atributos del licor de cacao, considerando zona cacaotera, influencia de CCN51, y horas de fermentación.....	71

23. Variación del puntaje total del licor de cacao, considerando zona cacaotera, influencia de CCN51, y horas de fermentación.....	72
24. Perfil sensorial del licor de cacao de Huingoyacu con menor al 10% CCN51 a 136 horas de fermentado.....	74
25. Perfil sensorial del licor de cacao de Pucacaca con 10 – 20 % CCN51 a 136 horas de fermentado.....	76

INDICE DE CUADROS

Cuadro	Página
1. Características fisicoquímicas del grano y licor de cacao.....	6
2. Resultados del índice de madurez de los granos de cacao.....	32
3. Prueba de Tukey para el porcentaje de fermentación de los granos por zona cacaotera	47
4. Prueba de Tukey para el % de fermentación de los granos por tiempo de fermentado	48
5. Prueba de comparación de medias para el peso de 100 granos.....	51
6. Prueba de Tukey para el índice de grano.....	53
7. Resultados de los atributos sensoriales del licor de cacao del comité de Huingoyacu.....	55
8. Resultados de los atributos sensoriales del licor de cacao del comité de Pucacaca.....	56
9. Valores promedios de atributos sensoriales de licores seleccionados de las zonas de Huingoyacu y Pucacaca	73
10. Propiedades fisicoquímicas de los licores de cacao seleccionados	77
11. Prueba de comparación de medias para el porcentaje de grasa.....	78
12. Prueba de comparación de medias para el porcentaje de acidez titulable total del licor de cacao	78

RESUMEN

Se estudió el beneficio del cacao. Se realizó el análisis físico de granos secos, obtención de licor y evaluación sensorial en la Cooperativa Agraria Cacaotera ACOPAGRO. Los análisis fisicoquímicos se realizaron en los laboratorios del Centro de Investigación para el Desarrollo Biotecnológico de la Amazonía y el laboratorio de Nutrición de la Universidad Nacional Agraria de la selva. Durante la fermentación se evaluaron tiempos de fermentado (96, 116, 136 y 156 horas), temperatura de la masa de granos, pH y porcentaje de acidez titulable total del cotiledón. La toma de muestras se realizó cada 12 horas. El análisis físico, la obtención de licor y el análisis sensorial de los licores de cacao se realizó por triplicado con las tres influencias de CCN51 de las zonas de Huingoyacu y Pucacaca. Los licores de cacao, con valores de atributos más cercanos a los ideales de la empresa Tecnología Chocolatera, se evaluaron fisicoquímicamente. Se determinó que la zona y el tiempo de fermentado, influyeron estadísticamente en el análisis físico de los granos de cacao secos ($p = 0,05$). El análisis sensorial de los licores de cacao indicó influencia estadística de los atributos astringencia y cítrico ($p = 0,05$), no encontrándose influencia en los demás atributos. Los licores de cacao seleccionados en base al análisis sensorial, fueron obtenidos de granos fermentados, durante 136 horas con una influencia del 10 - 20 % del clon de cacao CCN51 de la zona de Pucacaca y menor al 10 % del clon de cacao CCN51 de la zona de Huingoyacu. La evaluación fisicoquímica, demostró diferencia estadística con el porcentaje de grasa del licor de cacao ($p = 0,05$).

I. INTRODUCCIÓN

Las almendras de cacao constituyen el insumo básico para la industria chocolatera, farmacéutica y la industria cosmética.

La fermentación del cacao, es sin duda una operación realmente indispensable para el desenvolvimiento apropiado de los precursores del sabor y aroma del chocolate. Durante esta etapa, la pulpa que envuelve las semillas son metabolizadas por microorganismos que producen compuestos como el etanol, el ácido acético y láctico formados en primera instancia, los cuales serán absorbidos por los cotiledones, promoviendo varios cambios fisico-químicos, que tendrán notable influencia en el sabor final.

Para garantizar la calidad del cacao es necesario realizar la evaluación física y organoléptica del grano y licor de cacao, ya que la carencia de parámetros óptimos de fermentación y secado, hace que se reduzca la calidad del sabor y aroma del cacao, como consecuencia los precios de comercialización disminuyen.

En ese sentido, el estudio parte del supuesto: el control del tiempo de fermentado y determinadas influencias del clon de cacao CCN51, podría

mejorar la calidad física y sensorial, planteándose los siguientes objetivos:

Objetivo general:

Determinar la influencia del porcentaje del clon de cacao CCN51 en las características fisicoquímicas y organolépticas del licor de cacao, procedente de la zona de Huingoyacu y Pucacaca.

Objetivos específicos:

- Obtener grano de cacao fermentado evaluando la temperatura de la masa, pH y porcentaje de acidez titulable total del cotiledón.
- Evaluar la calidad física de los granos de cacao fermentados secos.
- Obtener licor de cacao y evaluar sus características organolépticas y fisicoquímicas.

II. REVISION DE LITERATURA

2.1. Origen del cacao

El cacao es originario de centro América y de los bosques tropicales de América del Sur (HERNANDEZ, 2010), específicamente de las cuencas hidrográficas del alto Amazonas y Orinoco, al este de la cordillera de los Andes, en territorios que hoy corresponden a Colombia, Ecuador, Perú, Brasil, Venezuela y las Guayanas (BARTLEY, 2005).

2.2. Cacao

Los frutos son de tamaño y forma muy variable, generalmente de 30 cm de largo y 10 cm de diámetro. Tienen forma elíptica y son de diversos colores al madurar (rojo, amarillo, morado y café); contienen entre 20 y 40 semillas que están cubiertas de una pulpa mucilaginosa de color blanco, cuyos cotiledones pueden ser de color blanco y/o violetas (SALVADOR, 2010).

2.3. Tipos genéticos de cacao

De acuerdo a las características fenotípicas de la morfología del fruto y semillas, distribución geográfica de las formas y origen, se clasifican en tres grandes grupos: criollos, forasteros y trinitarios (GONZALES *et al.*, 2012).

2.3.1. Cacao criollo

Tienen cotiledones blancos y las mazorcas usualmente son de forma alargada, con punta acentuada en el extremo inferior (DIAZ *et al.*, 2012). Siendo estas de color rojo o verde en estado inmaduro, tornándose amarillas y anaranjado rojizas cuando están maduras, requieren de dos a tres días para fermentar, es muy aromático y se lo designa comercialmente como "Cacao fino", presentando un chocolate apetecido por el sabor a nuez y frutas (PALACIOS, 2008.; BORBOR y VERA, 2007).

En la actualidad, esta variedad representa sólo el 1,5% de la producción mundial y se caracteriza por la astringencia y amargura leve (pero no desagradable), finos aromas, y un color pálido dando al chocolate un tinte rojizo (GONZALES *et al.*, 2012).

2.3.2. Cacao forastero

La variedad se origina en la región del Alto Amazonas y crece en varios países de Sudamérica como Perú, Ecuador, Colombia, Brasil, Guyana, y el sur de Venezuela. También se encuentran en África occidental, así como en el sudeste de Asia (PALACIOS, 2008).

Forastero, también conocido como "cacao ordinario" es el principal cacao cultivado en todo el mundo y representa aproximadamente el 80-90% de la producción mundial. Es de alto rendimiento, más resistente a plagas y enfermedades y más tolerante a la sequía (GONZALES *et al.*, 2012). Las

mazorcas están dotadas de surcos y rugosidades notables, las almendras producen un chocolate con un sabor básico de cacao (DIAZ y PINOARGOTE., 2012).

2.3.3. Cacao trinitario

Este grupo pertenece botánicamente a un complejo constituido por una población híbrida originada en la isla Trinidad. Los caracteres botánicos de este grupo son difíciles de definir ya que pertenecen a una población híbrida polimorfa, pudiéndose observar los tipos intermedios de criollos por un lado y forastero por el otro (PALACIOS, 2008).

Los trinitarios presentan diversas formas de mazorcas, hallándose de colores verdes y rojos cuando están inmaduras, tornándose en algunos casos anaranjadas y amarillas en la madurez (BORBOR y VERA, 2007). Al procesarse, desarrollan un sabor a chocolate bastante pronunciado, acompañado en algunos casos de notas sensoriales afrutadas (SUKHA, 2008).

2.4. Características morfológicas del clon de cacao CCN51

Según (GARCIA, 2009) las características morfológicas del clon de cacao CCN51 (Colección Castro Naranjal), se mencionan a continuación:

Color del fruto inmaduro	:	rojo
Tamaño de fruto	:	grande
Forma del fruto	:	alargado (elíptica)

Rugosidad del fruto	:	rugoso
Grosor de la cáscara	:	intermedia
Profundidad de surcos	:	profundo

2.5. Composición fisicoquímica

La composición química de los granos de cacao depende de varios factores entre los que se pueden citar: tipo de cacao, origen geográfico, grado de madurez, calidad de la fermentación y el secado (NAVIA y PAZMINIO, 2012). El Cuadro 1, nos indica las características fisicoquímicas del grano y licor de cacao.

Cuadro 1. Características fisicoquímicas del grano y licor de cacao.

Variables	Grano	Licor
pH	5,91	5,39
Grasa (%)	48,58	54,24
Cenizas totales (%)	3,27	3,37
Sólidos totales (%)	42,92	46,14
Fibra cruda (%)	4,30	3,67
Proteína (%)	12,25	13,07
Humedad (%)	8,5	1,67

Fuente: CARRILLO (2011).

2.6. Definiciones comerciales

Según PRONATEC (2009), el mercado mundial de cacao distingue dos categorías generales, el cacao especial y el cacao ordinario.

2.6.1. Cacao especial

Llamado también fino o de sabor, estos granos de cacao vienen de la variedad criollo o trinitario, dentro de ellos se encuentra el cacao orgánico, cacao comercio justo, cacao origen, cacao porcelana (PRONATEC, 2009).

Cacao orgánico se refiere a la utilización de métodos que respetan el medio ambiente, desde las etapas de producción hasta las de manipulación, procesamiento y comercialización. La razón para aplicar el sistema bajo comercio justo reside en mejorar la posición de los productores desfavorecidos en los países en vías de desarrollo, estableciendo estándares de comercio justo (MINISTERIO DE LA AGRICULTURA, 2007).

2.6.2. Cacao ordinario

Llamado también cacao básico o tradicional, estos granos vienen del árbol forastero (PRONATEC, 2009).

2.7. Cosecha y beneficio del cacao

2.7.1. Cosecha

Para obtener una buena calidad de grano, la cosecha debe realizarse cuando los frutos alcancen su madurez total (SANCHEZ, 2007); ya que los frutos verdes y pintones tienen influencia desfavorable sobre la fermentación, proporcionando un porcentaje elevado de almendras violetas y pizarrosas (INIAP, 2009). Los frutos sobremaduros tendrán el mucílago seco e insípido y posiblemente haya iniciado el proceso de germinación en el interior

del fruto, siendo un grave defecto porque los hongos invaden estas almendras, influyendo negativamente sobre el sabor del chocolate y poniendo en riesgo su inocuidad (DIAZ y PINOARGOTE., 2012).

Por otro lado hacen referencia a que se debe evitar cosechar frutos verdes, ya que al fermentarse estos granos tomarán color violeta, perderán peso y el producto final tendrá alto valor de astringencia y acidez (INDECOPÍ, 2008).

2.7.2. Beneficio de cacao

El beneficio de cacao, se refiere a la preparación de las almendras como paso previo para su comercialización e industrialización. Con este propósito, se ejecutan una serie de operaciones ordenadas que se inician con la cosecha de las mazorcas en el punto de maduración adecuado para extraer las almendras, seguida por la fermentación concluyendo con el secado del grano. Las almendras fermentadas y secas representan un producto de mejor calidad cuyo transporte y almacenamiento es más fácil (AMORES *et al.*, 2009).

Las características organolépticas pueden ser mejoradas a través de un correcto proceso de beneficio, pues este contribuye a generarlos procesos fisicoquímicos encargados de originar los compuestos precursores del aroma y el sabor del chocolate, atributos sobresalientes en relación con la calidad de la materia prima (FEDERACION NACIONAL DE CACAOTEROS, 2004).

Las etapas de beneficio comprenden la quiebra o apertura del fruto, fermentación, secado y almacenamiento. Las cuales se describen a continuación:

Quiebra y desgrane

Para realizar la quiebra se pueden utilizar machetes cortos acondicionados; efectuándose un corte longitudinal con mucho cuidado a fin de no cortar las almendras que permanecen adheridas a la placenta (SANCHEZ, 2007); la quiebra debe realizarse antes de 5 días después de la cosecha y más pronto se haga la separación de granos es más fácil (ARÉVALO *et al.*, 2004).

El desgrane consiste en extraer los granos separados de la placenta para colocarlos luego a fermentar, generalmente se hace a mano (NAVIA y PASZMIÑO, 2012), verificando que estén libres de placentas o granos de frutos enfermos, cáscaras u otro materia extraña (INDECOPI, 2008).

Fermentación

La fermentación es la etapa más importante dentro del beneficio del cacao (PORTILLO *et al.*, 2006). Durante este proceso los azúcares de la pulpa, debido a microorganismos (levaduras y bacterias), y reacciones bioquímicas de oxidación forman ácidos que penetran en el cotiledón, produciéndose la muerte del embrión y la sucesiva formación de precursores del aroma del cacao (SANCHEZ, 2007).

Durante la fermentación, se produce ácido acético que se infiltra en los cotiledones y reduce el pH de 6,4 a 4,5 a temperaturas mayores de 45°C, esta acidificación desintegra los compartimientos de la célula y su eventual muerte (ROHSIUS *et al.*, 2006). El proceso de fermentación incluye importantes reacciones enzimáticas que contribuyen a la formación de aminoácidos libres y de péptidos a partir de las proteínas, formación de azúcares reductores, hidrólisis de antocianinas y la oxidación enzimática de los polifenoles, los cuales son necesarios para producir el sabor y aroma característico del cacao durante el tostado (WOYZECHOWSKY y SANGRONIS, 2006).

La duración de la fermentación se relaciona con la cantidad de pigmentos de color púrpura presentes en los granos frescos y que cuanto más intenso es dicho color más larga debe ser la fermentación (PORTILLO *et al.*, 2005); los cacaos forasteros y trinitarios deben fermentarse de 6 a 7 días (RAMOS, 2006).

Por otro lado periodos prolongados de fermentación, con la idea de lograr porcentajes superiores de almendras fermentadas, puede terminar en la sobrefermentación del cacao, generando sabores y olores tipo jamón o podrido, que constituyen defectos graves para la industria. Las cualidades sensoriales del cacao se desarrollan y expresan normalmente con periodos de fermentación y secado que son estandarizados para zonas y tipos de cacao, en base a estudios previos (AMORES *et al.*, 2009).

Secado

El secado tiene por objeto eliminar el exceso de humedad y acidez de las almendras recién fermentadas de aproximadamente 55 % al 7 %, como garantía para su posterior almacenaje y comercialización (SANCHEZ, 2007).

Es muy importante que la humedad disminuya lentamente, es decir, entre el lapso de 5 a 7 días, para favorecer que se completen los cambios químicos (reacciones de oxidación) responsables del sabor y aroma del cacao, de lo contrario se corre el riesgo de inactivar a las enzimas antes de que se hayan completado los cambios químicos esenciales, lo cual ocurre por las altas temperaturas ($> 65^{\circ}\text{C}$) y la baja humedad, además un secado rápido induce el aplastamiento de las almendras, dando granos duros y de cutículas arrugadas, determinantes de la calidad del producto (NAVIA y PAZMIÑO., 2012).

Almacenamiento

El almacenamiento de los granos de cacao secos, se deben dar en sacos de yute y en ambientes techados, secos, blancos y de colores claros, bien ventilados, acomodados y apilados sobre parihuelas de madera, alejados de productos que emanen olores fuertes (AREVALO *et al.*, 2004).

Se debe monitorear periódicamente el porcentaje de humedad durante el almacenamiento, con métodos de medición confiable (INDECOPI, 2008).

2.8. Licor de cacao

Licor o pasta de cacao, es una pasta de color café que se obtiene de la molienda del grano tostado, sin adicionar o extraer ninguno de sus componentes, al cual previamente se le han eliminado las impurezas y la cascarilla (DIAZ y PINOARGOTE., 2012). La finura a la cual la masa necesita ser molida depende de su uso final (BECKETT, 2009).

2.8.1. Tostado

El tostado es una etapa crítica en la elaboración del cacao y de los productores del chocolate, ésta operación es necesaria debido a que promueve un conjunto de reacciones químicas, en las cuales intervienen, los compuestos precursores formados durante la fermentación y el secado, por tal motivo una almendra sin tostar será amarga y astringente (NAVIA y PAZMIÑO., 2012).

Las almendras de cacao tienen que tostarse para 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 transformen para formar los olores y sensaciones típicas del sabor a chocolate y otras notas sensoriales como el floral, frutal y nuez, según el tipo de cacao que se trate (PLUA, 2008).

2.9. Control de calidad

La calidad del cacao tanto física como organoléptica depende de varios factores, los más importantes son: la variedad genética, el ambiente

donde está el árbol, la sanidad de la mazorca, la fermentación adecuada, el secado apropiado y la clasificación de las almendras (MORILLO, 2005).

2.9.1. Calidad física

La calidad física se basa principalmente en la presentación exterior del grano, que no necesariamente coincide con un buen sabor y aroma a chocolate. La calificación que dan los países compradores y fabricantes de chocolate a las almendras de cacao por su apariencia, grado de fermentación, humedad, materiales extraños, mohos, insectos, entre otros (SANCHEZ, 2007). La prueba de corte es la más importante para determinar la calidad comercial del cacao los granos cortados longitudinalmente que presentan una coloración total marrón a chocolate y el cotiledón agrietado indican una buena fermentación (NATIVIDAD *et al.*, 2007).

- Principales defectos en granos

Principales defectos físicos de los granos de cacao seco (INDECOPI, 2008).

Grano mohoso

Grano de cacao en cuya parte interna el hongo es visible a simple vista.

Grano pizarroso

Grano de cacao que muestra un color pizarroso (grisáceo) en la mitad o más de la superficie expuesta en la prueba de corte.

Grano violáceo

Grano de cacao insuficientemente fermentado, el mismo que cuando se hace un corte longitudinal a través de su centro, presenta un color violáceo por lo menos en la mitad de la superficie.

Grano dañado por insecto

Grano de cacao que en la parte interna contiene insectos en cualquier estado de desarrollo, o que ha sido atacado por insectos que han causado en el daño visible a simple vista.

Grano germinado

Grano de cacao que en la cascarilla ha sido agujereada, abierta o rota por la germinación de la semilla.

Grano pasilla

Grano de cacao que en los dos cotiledones son tan delgados que no es posible obtener una superficie de cotiledón por corte.

Grano múltiple

Dos o más granos unidos íntimamente por una de sus caras con restos de mucilago.

Grano partido

Grano de cacao que ha perdido un fragmento, y en el que la parte pérdida equivale a menos de la mitad del grano.

2.9.2. Calidad organoléptica

La evaluación sensorial, es una disciplina de los panelistas para medir, analizar e interpretar las reacciones de las características de los

alimentos, percibidos por los órganos de los sentidos, para determinar el sabor y aroma (JIMENEZ, 2006). 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: 1) capacidad para desarrollar un buen chocolate, aroma (a cacao), y 2) libres de sabores secundarios especialmente humo, moho y acidez excesiva (SANCHEZ, 2007). Los fabricantes de chocolate le dan enorme importancia y frecuentemente monitorean el sabor y la calidad del chocolate que fabrican, ya que estos parámetros afectan la demanda de los productos (ALVAREZ *et al.*, 2007).

- Sabor y aroma

El aroma es la sensación percibida por el órgano olfativo (la nariz) y estimulada por las sustancias volátiles que emana un producto por vía retronasal y favorece la aireación de la lengua (JIMENEZ, 2003).

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 (SANCHEZ, 2007).

Los sabores más frecuentes que se pueden encontrar en una degustación de licores de cacao, son los sabores básicos y específicos (BAÑO, 2010).

- Sabores básicos

Acidez

Se define como un sabor ácido, debido a la presencia de ácidos volátiles; se percibe a los lados y al centro de la lengua, se lo puede relacionar con las frutas cítricas y el 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 áspera y seca 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 hojas del plátano.

Dulce

Este sabor es percibido en la punta de la lengua.

Salado

Se produce a los lados de la lengua y produce salivación.

- Sabores específicos

Cacao

Describe el sabor típico de cacao bien fermentado y tostado.

Floral

Son aquellos licores de sabor y aroma a flores de cítricos y jazmín, casi perfumado.

Frutal

Esto describe una nota de aroma a dulce agradable.

Nuez

Descrito como un sabor similar a la nuez, característico de los cacaos tipo criollo y trinitario.

III. MATERIALES Y METODOS

3.1. Lugar de ejecución

El proceso de beneficio del cacao, análisis físico, obtención de licor y su evaluación sensorial se llevó a cabo en las instalaciones de la Cooperativa Agraria Cacaotera - ACOPAGRO, ubicada en la ciudad de Juanjui, provincia de Mariscal Cáceres, región San Martín a 283 m.s.n.m., con temperatura promedio 28,5 °C y precipitación fluvial 800 m.m.

Los análisis fisicoquímicos se realizaron en los laboratorios de: Centro de Investigación para el Desarrollo Biotecnológico de la Amazonía (CIDBAM) y el laboratorio de Nutrición de la Universidad Nacional Agraria de la Selva.

3.2. Materia prima

Se utilizaron mazorcas de cacao recolectadas de las parcelas con distintas influencias del clon de cacao CCN51 certificado (USDA, Rainforest Alliance y Fairtrade) de socios elegidos al azar del distrito de Pucacaca, provincia de Picota (altitud de 240 m.s.n.m. a 06° 53' 16.5" de Latitud Sur y a 76° 19' 26.8" de Latitud Oeste) y el centro poblado menor de Huingoyacu, distrito de San Pablo, provincia de Bellavista (altitud de 418 m.s.n.m. a 06° 51'

43.0" de Latitud Sur y a 76° 39' 38" de Latitud Oeste).

3.3. Materiales, equipos y reactivos

3.3.1. Materiales

De campo:

Machete sin filo, bandeja de plástico, costal de polipropileno, sacos de yute, cajón fermentador de madera con capacidad de 75 kg (60,5cm x 41,6cm x 59cm), bolsas de plástico, rafia y plumón.

De laboratorio:

Termómetro, vasos de precipitación, matraz erlenmeyer, placas petri, probetas, buretas, pipetas, agitador magnético, papel filtro de paso rápido, campana de desecación con perlas de sílica gel, pinza de metal.

3.3.2. Equipos

- Molinillo de café modelo MKM6000 (BOSCH), potencia 180W, capacidad 85 g.
- pH metro digital (WATERPROOF pHTestr 20) pH 0 - 14, T° 0 - 100°C.
- Refractómetro modelo RHB - 10 (LUMEN).
- Tostadora modelo SWISSMAR (ALPENROST).
- Trituradora; elaborado artesanalmente.
- Descascarilladora de café; modelo WRTY300 (WHIRLSTON).
- Conchadora (ULTRA GRIND+), potencia 110V AC 60 Hz.
- Extractor soxlet, modelo HBC (HIGHBORN).

- Refrigeradora, modelo RI-425 (INRESA).
- Sensor de temperatura (Extech 3 - Channel Temperature Data logger with) SD CardSD200.
- Estufa, modelo ODGH - 9076 (TOMOS).
- Balanza analítica modelo BL210S (SARTORIUS) capacidad 210 g.
- Homogenizador, modelo 3040 - 01 (BODUM).
- Selladora modelo SF - 300^a (IMPULSE SEALER).

3.3.3. Reactivos

- Hexano; pureza 95%. Merck Germany.
- Fenolftaleína, pureza 98 – 102%. Merck Germany.
- Biftalato de potasio for analyse, pureza 99, 5%. Merck. Germany.
- Hidróxido de Sodio (NaOH) en lentejas p.a. ISO. Merck. Germany.

3.4. Métodos de análisis

3.4.1. Beneficio del cacao

Índice de madurez

Se determinó por la relación entre solubles totales, método 945.80 (AOAC, 1995) y acidez titulable total, método 942.15 (AOAC, 1995).

Fermentación

pH, método 931.04 (AOAC, 1995) y acidez titulable total, método 942.15 (AOAC, 1995).

3.4.2. Evaluación física de los granos fermentados secos

Porcentaje de fermentación, utilizando la "prueba de corte" propuesta por Moreno y Sánchez (1989); índice de grano, peso de 100 granos; métodos reportado por (FEDERACION NACIONAL DE CACAOTEROS, 2004).

3.4.3. Caracterización del licor de cacao

Análisis sensorial

Se utilizó un análisis afectivo "medida del grado de satisfacción", con dicha prueba se determinó la aceptabilidad del licor de cacao por parte del consumidor, con la participación de 5 panelistas entrenados de la Cooperativa Agraria Cacaotera - ACOPAGRO, usando una escala de 0 a 10 puntos (BERLANGA Y RUBIO, 2012).

Análisis fisicoquímico

Humedad, método 931.04 (AOAC, 1995); grasa, método de soxlet (AOAC, 1997); acidez titulable total, método 942.15 (AOAC, 1995).

3.5. Metodología experimental

3.5.1. Obtención del grano de cacao fermentado seco

Para la obtención del grano de cacao seco se siguieron las operaciones que se muestran en la Figura 1, las cuales fueron basadas en la NTP 208.040:2008 – Buenas prácticas para la cosecha y beneficio del cacao.

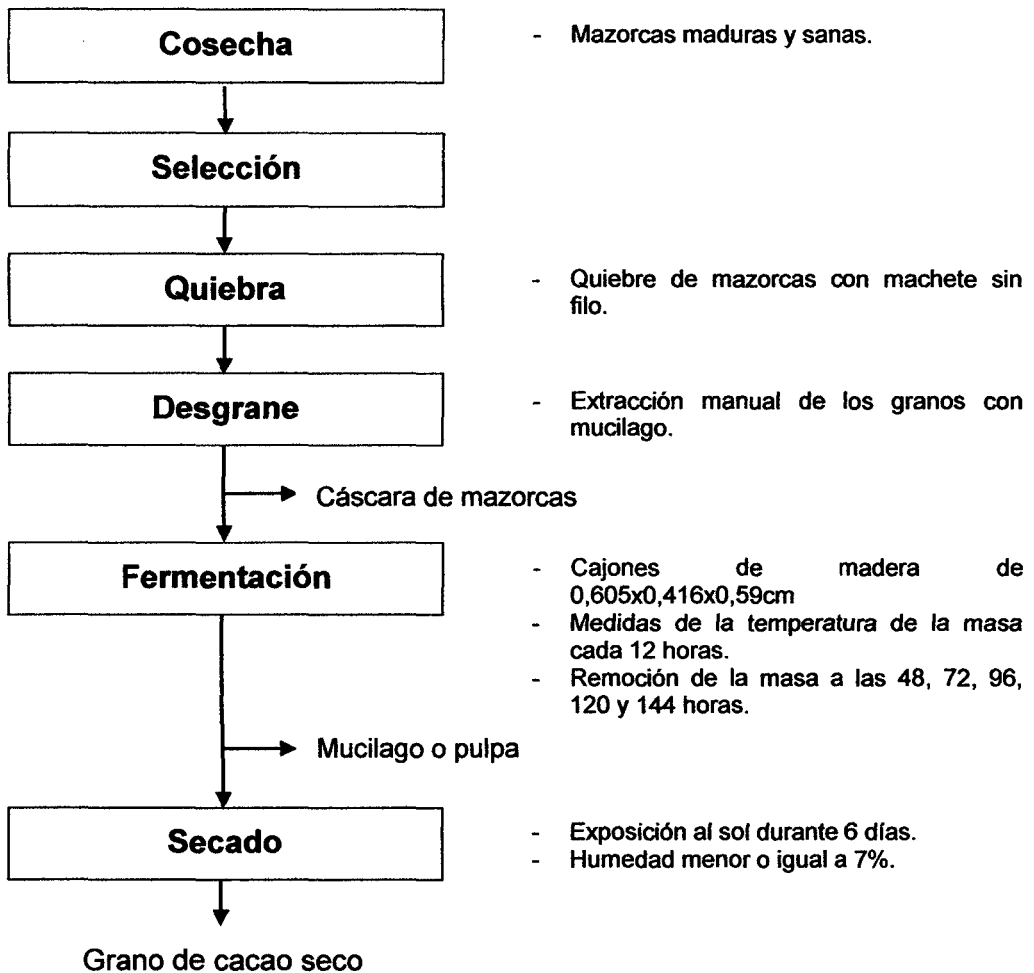


Figura 1. Flujograma para la obtención del grano fermentado seco de cacao.

Cosecha

La cosecha de las mazorcas de cacao, lo realizaron los socios de cada zona de producción; las cuales posteriormente se agruparon de acuerdo a las influencias del clon de cacao CCN51 certificado en las parcelas, clasificados por colores: verde ($\leq 10\%$), azul (10 - 20%) y rojo ($\geq 20\%$). Las mazorcas fueron transportadas desde el lugar de acopio (recepción de muestras) hacia las instalaciones de beneficio de la Cooperativa Agraria

Cacaotera – ACOPAGRO.

Selección

Las mazorcas de cacao con daños físicos (golpes, quiebras) debido al transporte y las que presentaban enfermedades, se retiraron del flujo.

Quiebra

La quiebra consistió en partir la mazorca en forma transversal con un machete corto sin filo, con la finalidad de no dañar los granos.

Desgrane

La extracción de los granos con mucílago de la mazorca ya quebrada, se realizó de forma manual; los mismos que fueron acondicionados en bandejas de plástico para ser trasladados hacia las instalaciones del microfermentador. La determinación del índice de madurez se realizó por triplicado, utilizando el mucílago fresco extraído después del desgrane.

Fermentación

La fermentación de los granos de cacao se realizó en cajones de madera, cuyas dimensiones fueron (60,5 cm x 41,6 cm x 59 cm); el cual fue acondicionado con sacos limpios de polipropileno y yute, con la finalidad de abrigar a la masa de cacao (75 kg); pues conservan el calor y mejoran las condiciones para las reacciones bioquímicas que se desarrollan dentro del grano; realizándose por triplicado medidas de temperatura de la masa y el

ambiente, mediante sensores colocados en la parte media del cajón a 10 cm de profundidad y a la intemperie, respectivamente; cada 12 horas, durante todo el proceso de fermentado. La remoción de la masa de cacao fue a las 48, 72, 96, 120 y 144 horas.

Durante el proceso de fermentación, se extrajo muestras de 0,5 kilogramos al inicio y cada 12 horas, con la finalidad de determinar el pH y el porcentaje de acidez titulable total del cotiledón del grano de cacao. Además para la evaluación física de los granos y sensorial del licor de cacao, se extrajo muestras de 5 kilogramos, en los tiempos de 96, 116, 136 y 156 horas de fermentado, previa remoción de la masa.

Secado

En este proceso los 5 kilogramos de muestra extraídos anteriormente de la masa fermentando, en los tiempos de 96, 116, 136 y 156 horas; se llevaron al secador solar, extendiéndolos sobre la tarima de poliestireno prensado, donde el primer día se colocó una capa de 2 cm aproximadamente, que fueron removidas cada 2 horas, luego se esparcieron en su totalidad durante 5 días restantes, hasta obtener una humedad menor o igual a 7%.

3.5.2. Evaluación física de los granos fermentados secos

La muestra de granos de cacao se obtuvo mediante el método del cuarteo. La evaluación física siguió la secuencia mostrada en la Figura 2,

utilizando para ello la ficha de PRONATEC basada en la NTP ISO 1114:2011, prueba de corte 3^{era} edición, modificado por ACOPAGRO (ver Anexo 9).

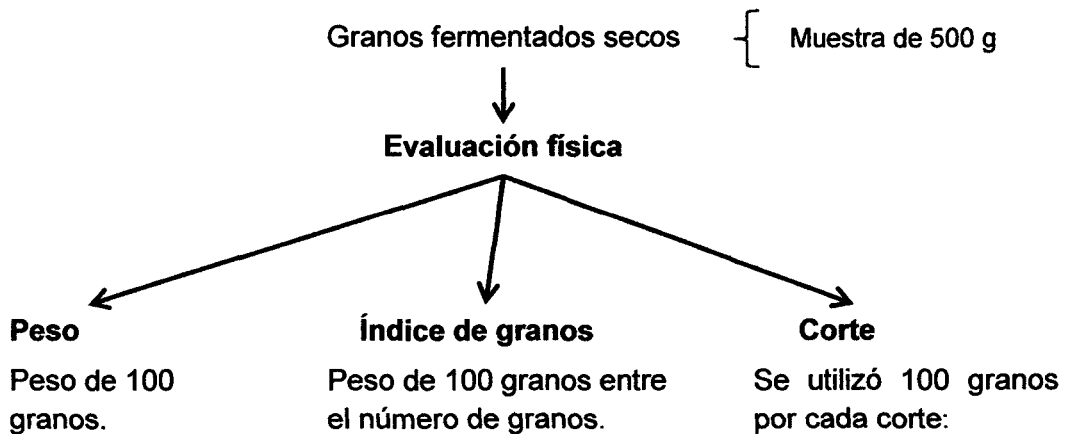


Figura 2. Esquema para la evaluación física de los granos de cacao fermentados secos.

Para determinar el porcentaje de granos fermentados, se descontaron los defectos y los granos no fermentados, encontrados en los 100 granos usados en la prueba de corte, los cuales representan el 100%. La mitad de los granos parcialmente fermentados se consideraron como granos fermentados.

% Granos fermentados

$$= 100 - \left(\text{No fermentados} + \text{Defectos} + \frac{\text{Parcial fermentado}}{2} \right)$$

3.5.3. Obtención del licor de cacao

Para la obtención del licor o pasta de cacao, se siguió la metodología de la Figura 3.

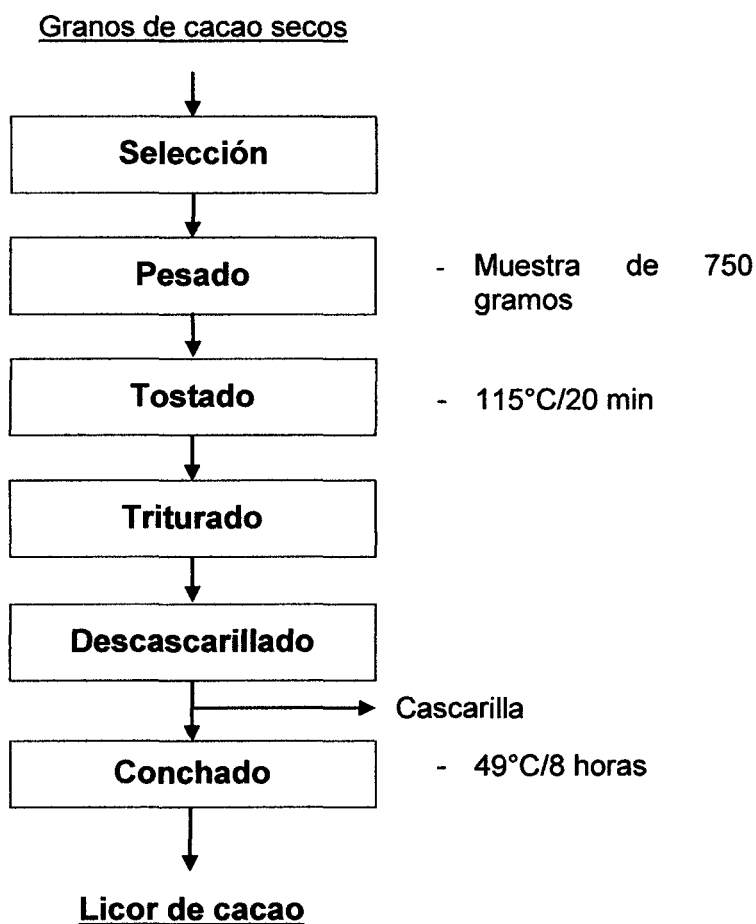


Figura 3. Flujograma de operaciones para la obtención de licor de cacao.

Selección

Se seleccionó granos que tengan tamaños uniformes, retirando aquellos granos pequeños, planos y partidos; para que el tostado sea uniforme.

Pesado

Se pesó 750 g de grano de cacao fermentado seco seleccionado.

Tostado

Se utilizó un tostador eléctrico con tambor rotatorio escala piloto, con un termopar acoplado en el interior para el control de la temperatura. Previo calentamiento a 150°C/4min, el tostado se realizó a 115°C/20 min.

Triturado

Una vez realizado el proceso de tostado, las almendras se dejaron enfriar en una tarima de madera, luego fueron trituradas de forma mecánica en un molino (hechizo), hasta obtener nibs sueltos de la cascarilla.

Descascarillado

Se utilizó una descascarilladora que separó la cascarilla de los nibs por diferencias de pesos, al aplicar un flujo de aire.

Conchado

En la conchadora los nibs de cacao tostados fueron reducidos de tamaño, ya que esta cuenta con un sistema de molino de rodillos; el equipo trabaja a 49°C, temperatura que permitió lentamente la formación del licor, esta etapa duró 8 horas y el resultado final fue una masa fluida, denominada licor de cacao.

Licor de cacao

Posteriormente el licor de cacao se moldeó y almacenó a una temperatura de refrigeración aproximada a los 4°C durante 12 horas. Se

colocaron en bolsas de polietileno de alta densidad debidamente rotulada con los códigos correspondientes y se almacenaron en congelación hasta el momento de las evaluaciones sensoriales y análisis fisicoquímico.

3.5.4. Caracterización del licor de cacao

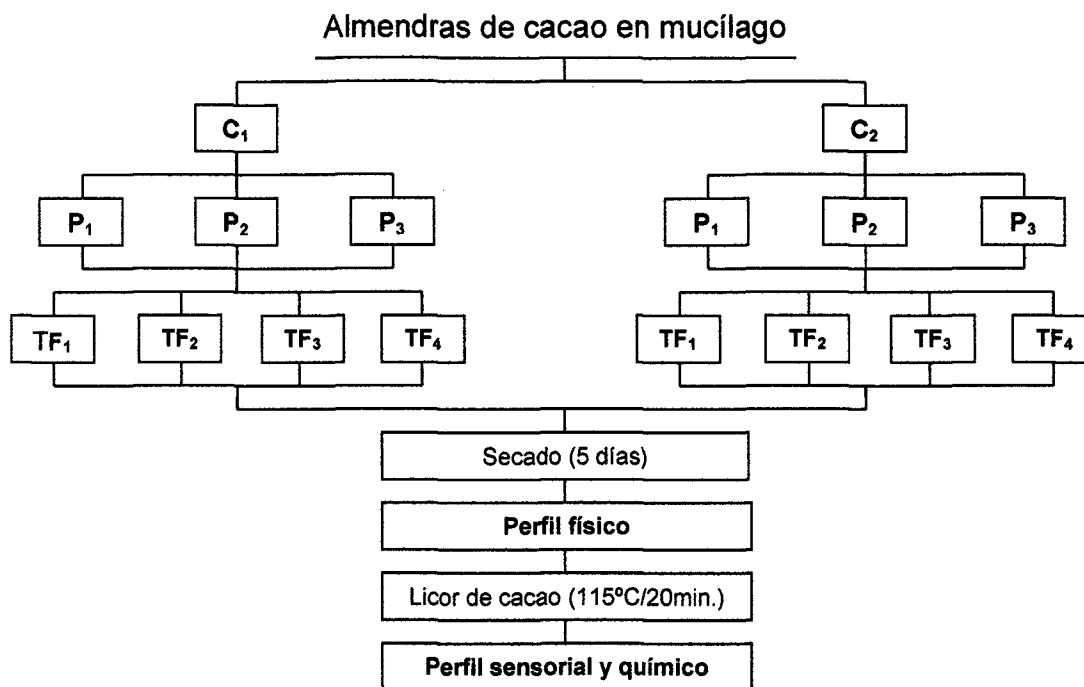
- Evaluación sensorial

La evaluación sensorial del licor de cacao (tabletas), fue realizada por 5 panelistas entrenados de la Cooperativa Agraria Cacaotera – ACOPAGRO, evaluándose los atributos: astringencia, acidez, amargor, chocolatoso, frutal, nuez, floral, cítrico, terroso y otros; utilizando una escala hedónica de 0 – 10 puntos (0 es ausente, 1 a 2 bajo, 3 a 5 medio, 6 a 8 alto, 9 a 10 muy alto y fuerte). Al final dieron un puntaje de acuerdo a su apreciación en general (0 - 3 desagradable, 3 - 5 agradable, 5 – 8 muy agradable y 8 - 10 excelente).

- Caracterización fisicoquímica

Los licores de cacao con características especiales de sabor y atributos sensoriales, se caracterizaron fisicoquímicamente con la finalidad de caracterizar los orígenes locales, empleando los métodos indicados en los métodos de análisis.

3.6. Diseño Experimental



Donde: C₁: Zona Pucacaca y C₂: Zona Huigoyacu; P₁ = ≤ 10 % CCN51, P₂ = 10 - 20 % CCN51, P₃ = ≥ 20 % CCN51; TF₁, TF₂, TF₃ y TF₄ (96, 116, 136 y 156 horas de fermentado). Perfil físico = % de fermentación, índice de grano y peso de cien almendras. Perfil sensorial = acidez, astringencia, amargor, chocolate, floral, frutal, nuez, cítrico, terroso y otros atributos.

Figura 4. Esquema experimental para determinar la influencia del clon de cacao CCN51 en la característica fisicoquímica y sensorial del licor de cacao.

3.7. Análisis estadístico

Para el procesamiento de los datos del análisis físico de los granos y fisicoquímico del licor de cacao, se utilizó el modelo estadístico de Diseño Completo al Azar, con arreglo factorial de 2A x 3B x 4C, por tres repeticiones; empleándose la prueba de Tukey nivel de probabilidad de $\alpha = 0,05$ para la diferenciación estadística (DE MENDIBURÚ, 2007).

Variabes independientes: zona cacaotera, influencia en porcentaje del clon CCN51 orgánico y tiempos de fermentación.

Variable dependiente: Resultados de las pruebas para establecer los perfiles físicos de los granos secos y fisicoquímicos del licor de cacao.

Modelo matemático:

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \beta_j + C_k + (\alpha\beta)_{ij} + (\alpha C)_{ik} + (\beta C)_{jk} + (\alpha\beta C)_{ijk} + E_{ij}$$

Donde:

- Y_{ij} = Resultados de las pruebas para establecer los perfiles físicos de los granos secos y fisicoquímicos del licor de cacao.
- μ = Media general.
- α_i = Es el efecto del i - ésimo nivel del factor zona cacaotera.
- β_j = Es el efecto del j-ésimo nivel del factor influencia del clon de cacao CCN51.

- C_k = Es el efecto del k – ésimo nivel del factor tiempo de fermentación.
- $(\alpha\beta)_{ij}$ = Es el efecto de la interacción entre el i – ésimo nivel de factor zona cacaotera y el j – ésimo nivel del factor influencia del clon de cacao CCN51 orgánico.
- $(\alpha C)_{ik}$ = Es el efecto de la interacción entre el i – ésimo nivel del factor zona cacaotera y el k – ésimo nivel factor tiempo de fermentación.
- $(\beta C)_{jk}$ = Es el efecto de la interacción entre el j – ésimo nivel del factor influencia de clon de cacao CCN51 orgánico y el k – ésimo nivel del factor tiempo de fermentación.
- $(\alpha\beta C)_{ijk}$ = Es el efecto de la interacción de los tres factores.
- E_{ij} = Error experimental.

Los datos obtenidos de la evaluación sensorial del licor de cacao, fueron procesados con la prueba no paramétrica de Kruskal – Wallis (BERLANGA y RUBIO, 2012), con el programa Statgraphics Centurión XV. 15.2.06.

$$T = \frac{12}{N(N+1)} \sum_{i=1}^k \frac{R_i^2}{n_i} - 3(N+1)$$

Donde:

- N = Total de observaciones.
- R_i = Rango de observaciones (1 al número más pequeño, 2 al segundo y así sucesivamente).
- n_i = Número de observaciones del i – ésimo tratamiento.

IV. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1. Obtención del grano de cacao fermentado seco

4.1.1. Índice de madurez

La determinación de índice de madurez de los granos de cacao considerando las zonas de producción y las influencias del clon de cacao CCN51, se realizó por triplicado (ver Anexo 1). En el Cuadro 2, se muestran los resultados del índice de madurez de los granos de cacao.

Cuadro 2. Resultados del índice de madurez de los granos de cacao

Influencia CCN51	zona cacaotera*	
	Huingoyacu	Pucacaca
< 10 %	16,67 ± 3,2 ^a	17,33 ± 2,5 ^a
10 – 20 %	15,00 ± 1,7 ^a	24,00 ± 6,0 ^a
> 20 %	13,67 ± 1,5 ^a	15,67 ± 6,3 ^a

*Medias con letras iguales no difieren estadísticamente (ANOVA, factorial, n = 3, Tukey, p > 0,05).

Del Cuadro 2, el promedio del índice de madurez (IM) varió desde 13,67 ± 1,5 – 16,67 ± 3,2 y 15,67 ± 6,3 – 24,00 ± 6,0; para la zona de Huingoyacu y Pucacaca, respectivamente. Mayores valores se obtuvieron con la muestra de la segunda zona en mención, debido a que tenía mayor porcentaje de mazorcas de

cacao con coloración que varió entre amarillentos y rojizos de acuerdo a la variedad o clon, colores que caracterizan a los frutos maduros. Según información reportada el IM se incrementa debido a un aumento en el contenido de azúcares (PINZÓN *et al.*, 2007), ya que al inicio del proceso de maduración esta proporción es baja debido al contenido bajo en azúcar y contenido alto de ácido en la fruta (ANGÓN *et al.*, 2006).

Por otro lado mencionan que las mazorcas verdes no se deben recolectar porque el grano sin madurez origina un producto de sabor amargo, ya que las sustancias azucaradas que recubren el grano, aún no se encuentran en óptimas condiciones para el desarrollo de los procesos bioquímicos que se llevan a cabo durante la fermentación (REYES *et al.*, 2000).

El menor valor del índice de madurez $13,67 \pm 1,5$ y $15,67 \pm 6,3$; se obtuvo de las muestras con mayor al 20 % del clon de cacao CCN51 de las zonas de Huingoyacu y Pucacaca, respectivamente. Al respecto mencionan que la pulpa de cacao está compuesta por 80 a 90% de agua y 10 a 13 % de azúcares, además de pequeñas cantidades de ácido cítrico, proteínas y otros componentes con porcentajes menores; además que la composición química de los granos de cacao depende de varios factores entre los que se pueden citar: tipo de cacao, origen geográfico, grado de madurez, calidad de la fermentación y el secado (NAVIA y PAZMIÑO., 2012).

El análisis de varianza para el índice de madurez (ver Anexo 2) del mucílago de cacao, aplicando el diseño completo al azar con arreglo factorial 2*3 indica que no existió diferencia estadística ($p > 0.05$), considerando las zonas de producción (Huingoyacu y Pucacaca) y la influencia del clon CCN51.

4.1.2. Temperatura

La medida de la temperatura de masa de cacao durante el proceso de fermentado para las zonas de producción y las influencias de CCN51, se realizó por triplicado en la parte media del cajón, así como también se midió la temperatura ambiente en el lugar de fermentación (ver Anexo 3). Los resultados de la temperatura de masa de cacao fermentando y del ambiente, se muestran en el Anexo 4.

Las Figuras 5 y 6, muestran las variaciones de la temperatura de masa de cacao y del ambiente, considerando las muestras de las zonas de producción de Huingoyacu y Pucacaca.

En la figura 5, la temperatura promedio del ambiente fue de $31,91 \pm 4,21^{\circ}\text{C}$; se observa que a doce horas de iniciado el proceso de fermentado, la temperatura disminuye de $35,5 \pm 3,87^{\circ}\text{C}$ hasta $27,53 \pm 3,3^{\circ}\text{C}$, la disminución de temperatura ocurrió cada 24 horas, debido a las fluctuaciones de temperatura entre el día y la noche.

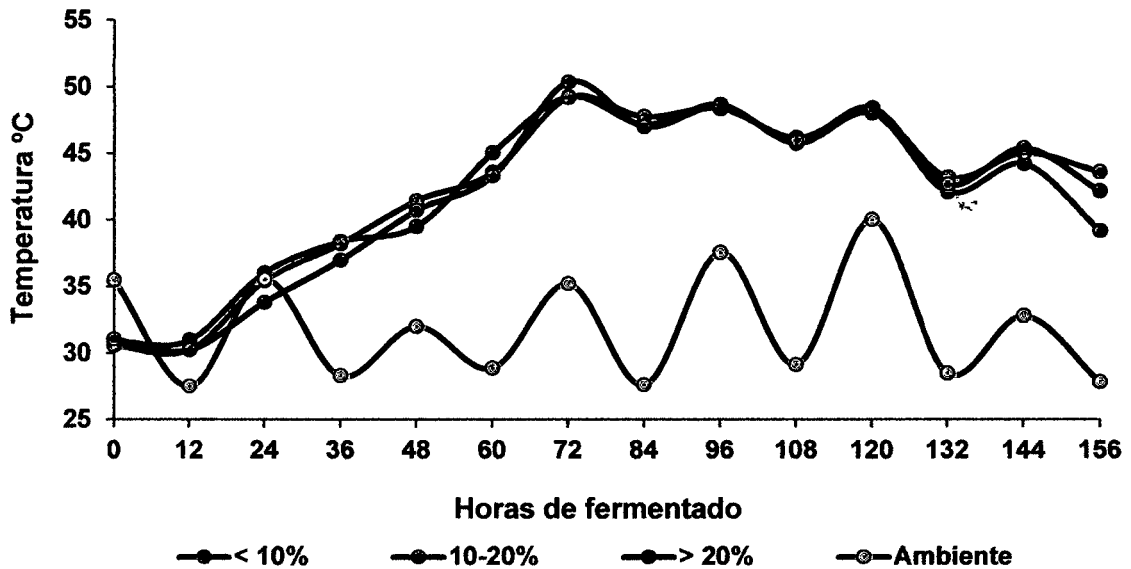


Figura 5. Variación de la temperatura de masa de cacao y ambiente durante el proceso de fermentado de las muestras de cacao de Huingoyacu.

La temperatura de la masa de los granos de cacao fermentando, se incrementó desde $30,6 \pm 1,56$ °C (0 horas) hasta $41,47 \pm 9,60$ °C (48 horas). Dicho incremento es causado por la actividad microbiana en la pulpa mucilaginosa, con producción de alcohol y ácidos, liberando calor (LAGUNES y GALVEZ, 2007); con la primera remoción a las 48 horas, la temperatura siguió incrementándose hasta $50,37 \pm 1,00$ °C (72 horas); luego se observa fluctuaciones de temperatura hasta el final de la fermentación. Al respecto indican que la remoción de la masa es de extrema importancia en la uniformización de la fermentación, y, por el contacto con el oxígeno del ambiente favorecerá al desenvolvimiento de las bacterias acéticas (NAVIA y PAZMIÑO, 2012). Por otro lado la temperatura disminuye a consecuencia de la inactivación de las bacterias acéticas y a la muerte del

embrión, favoreciendo el desarrollo de los precursores del aroma del cacao (PORTILLO *et al.*, 2011).

De la Figura 6 se aprecia que la temperatura promedio del ambiente fue de $36,07 \pm 4,28^{\circ}\text{C}$, que a doce horas de iniciado el proceso de fermentado la temperatura disminuye de $32,87 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ hasta $28,6 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$; las fluctuaciones se dieron por la variación de temperatura durante el proceso de fermentado.

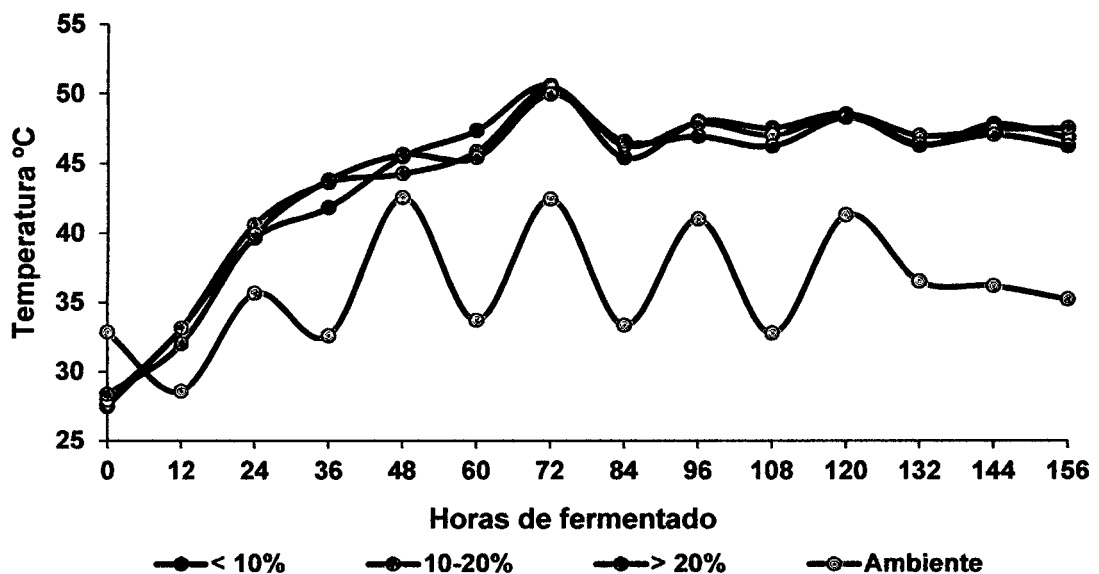


Figura 6. Variación de la temperatura de masa de cacao y ambiente durante el proceso de fermentado de las muestras de cacao de Pucacaca.

La temperatura de la masa de los granos de cacao fermentando, se incrementó desde $27,5 \pm 1,82^{\circ}\text{C}$ (0 horas) hasta $50,47 \pm 1,85^{\circ}\text{C}$ (72 horas). Mencionan que la elevación de la temperatura es ocasionada por las reacciones

exotérmicas y el aumento de la actividad microbiana que ocurren durante el proceso de fermentación (GRAZZIANI DE FARINAS *et al.*, 2003); y que durante la fermentación, la temperatura en la masa de almendras puede subir hasta 50°C aproximadamente. Cuando la temperatura llega a 45°C, los embriones de la semilla mueren y ese momento marca el inicio de los cambios bioquímicos que luego darán el sabor y el aroma a chocolate (INFOAGRO, 2007). A partir de las 72 horas se mostró fluctuaciones hasta llegar a $46,29 \pm 1,25^{\circ}\text{C}$ al final del proceso de fermentado.

La temperatura máxima en la masa de cacao fermentando, considerando las tres influencias de CCN51 (< 10%, 10 – 20% y > 20%) y las dos zonas de producción (Huingoyacu y Pucacaca), se alcanzó a las 72 horas de fermentado (ver Anexo 4). Al respecto mencionan que un incremento de la temperatura entre 45 - 50°C ocurre durante los tres primeros días de fermentación, induciendo las reacciones bioquímicas internas de los cotiledones que conducen a la modificación interna del grano, la formación de precursores de aroma y la migración de ácido acético hacia el grano (PORTILLO *et al.*, 2006).

El mayor valor de temperatura de masa de cacao fermentando, fue obtenido con la muestra de mayor influencia del clon de cacao CCN51 en las dos zonas de producción estudiadas. Cabe mencionar que el clon de cacao CCN51, necesita de 6 a 7 días para fermentarse por su mayor contenido de polifenoles, por lo tanto al tercer día alcanza valores más altos de temperatura en comparación

a otras variedades que necesitan menos tiempo de fermentado. Indican que el cacao criollo requiere de dos a tres días para completar su fermentación (SALVADOR, 2010).

Las temperaturas alcanzadas tanto del ambiente como de la masa de cacao, fueron mayores en zona de Pucacaca en comparación a la zona de Huingoyacu (ver Anexo 4). Esta variación se debe a varios factores que influyen sobre la fermentación del cacao, entre ellos: el tipo de cacao y el tiempo de almacenamiento del fruto o mazorca antes de la apertura y el desgrane (ORTIZ *et al.*, 2009). Como también la temperatura generada en la masa de fermentación está relacionada con la temperatura del ambiente (SANCHEZ, 2007), hecho que se evidenció en este estudio.

4.1.3. pH y porcentaje de acidez titulable total

La determinación de pH y porcentaje de acidez titulable total del cotiledón de los granos de cacao, para las zonas de producción y las influencias de CCN51 se realizó por triplicado cada 12 horas durante todo el proceso de fermentación (ver Anexo 5 y 6). Los resultados de pH y porcentaje de acidez titulable total del cotiledón de los granos de cacao en proceso de fermentado de las zonas de Huingoyacu y Pucacaca, se muestran en el Anexo 7 y 8. Las Figuras 7 y 8, muestran la variación del pH y porcentaje de acidez titulable total de los granos de cacao, considerando las zonas estudiadas.

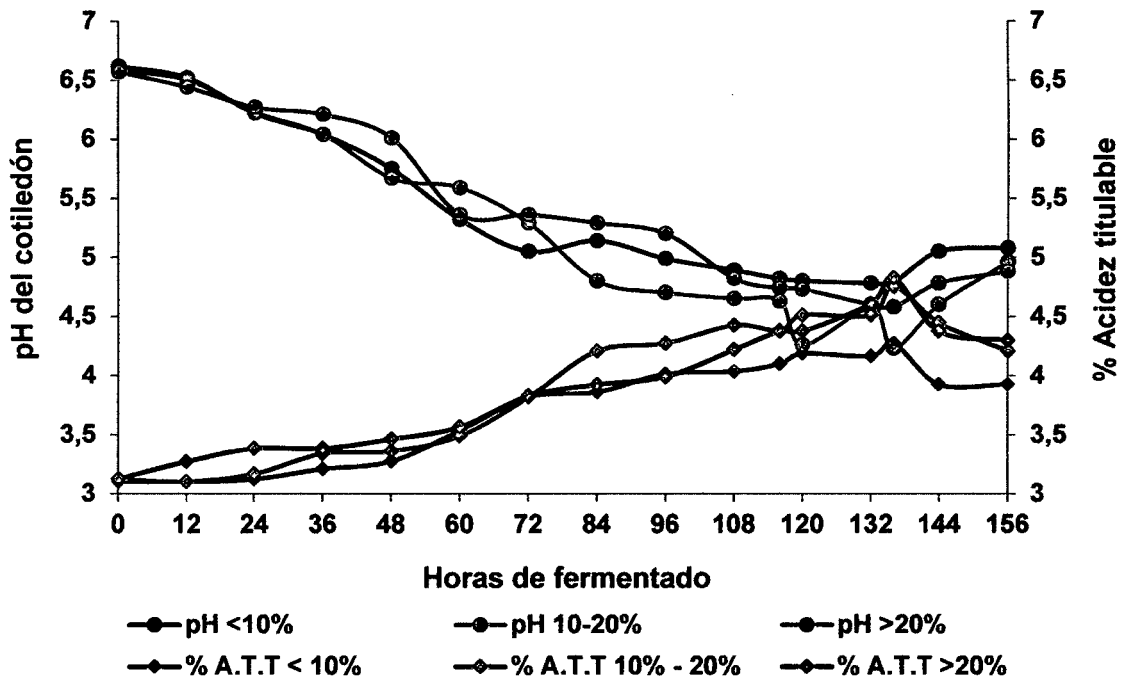


Figura 7. Variación del pH y porcentaje de acidez titulable total del cotiledón de los granos de cacao durante el proceso de fermentado de las muestras de Huingoyacu.

De la Figura 7; los cotiledones de los granos frescos evaluados de Huingoyacu tenían un pH de $6,62 \pm 0,13$ (0 horas); valor que descendió aceleradamente hasta $5,05 \pm 0,58$ (72 horas) en el caso de menor influencia de CCN51, mostrándose fluctuaciones en el descenso de 10 - 20% y mayor al 20% de CCN51; y a partir de dicho tiempo lentamente hasta a las 136 horas, alcanzando valores de $4,23 \pm 0,41$; luego se produjo un ligero incremento hasta $5,08 \pm 0,12$ al final de la fermentación (156 horas). Según información reportada, el pH del cotiledón del cacao disminuye conforme transcurren los días de

fermentación (RAMOS, 2004). Durante este proceso los azúcares de la pulpa, debido a microorganismos (levaduras y bacterias), y reacciones bioquímicas de oxidación forman ácidos que penetran en el cotiledón (disminuyen el pH), produciéndose la muerte del embrión y la sucesiva formación de precursores del aroma de cacao (SANCHEZ, 2007). El pH del cotiledón va descendiendo desde aproximadamente 6,5 en almendras frescas, hasta valores dentro del rango de 5,0 a 5,5 en almendras ya fermentadas (INIAP, 2007), hecho que se evidenció en este estudio.

El porcentaje de acidez titulable total del cotiledón se expresó en gramos de ácido acético/100 gramos de cacao. El cotiledón inició con $3,10 \pm 0,05$, ascendió alcanzando valores de $3,83 \pm 0,06$ (72 horas), siguió ascendiendo mostrando fluctuaciones hasta $4,82 \pm 0,04$ (136 horas), y a partir de dicho tiempo descendió hasta $3,93 \pm 0,11$, al final de la fermentación. Mencionan que la descomposición microbiana de la pulpa produce ácidos acéticos y lácticos que son difundidos hacia el cotiledón, lo cual incrementa la acidez y provoca reacciones de hidrólisis y oxidación de pigmentos (ORTIZ DE BERTOLLI *et al.*, 2009).

En la Figura 8; los cotiledones de granos frescos evaluados de la zona de Pucacaca, tenían un pH de $6,78 \pm 0,06$; valor que descendió aceleradamente hasta $5,12 \pm 0,58$ (36 horas), y a partir de dicho tiempo mostró fluctuaciones disminuyendo lentamente hasta a las 136 horas, alcanzando valores de $4,67 \pm 0,27$; luego se produjo un ligero incremento hasta $4,88 \pm 0,40$ al final de la

fermentación (156 h). Se debe tener en cuenta que de acuerdo al tiempo de fermentado, la bioquímica interna del grano se verá afectada debido a los cambios de pH y temperatura, que influyen en la actividad enzimática del grano (SANCHEZ, 2007).

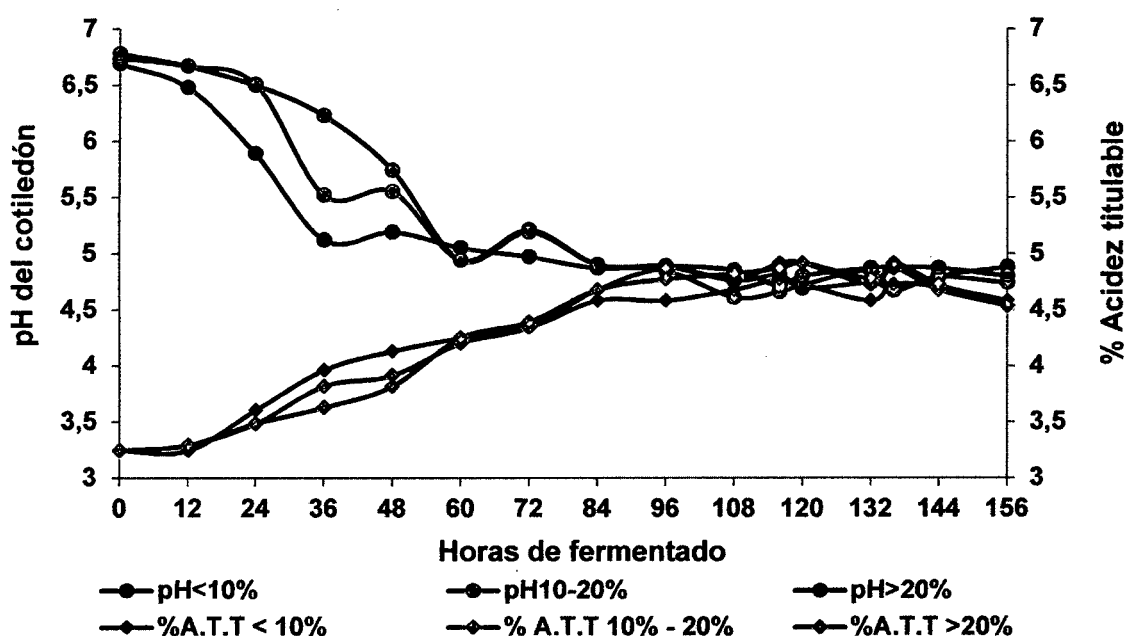


Figura 8. Variación del pH y porcentaje de acidez titulable total del cotiledón de los granos de cacao durante el proceso de fermentado de las muestras de Pucacaca.

En cuanto al porcentaje de acidez titulable total del cotiledón de cacao, se inició con $3,24 \pm 0,01$, luego ascendió alcanzando valores de $4,68 \pm 0,04$ (84 horas), siguió ascendiendo con fluctuaciones hasta $4,915 \pm 0,02$ g de ácido acético/100 g de cacao (136 horas) y posteriormente descendió hasta $4,53 \pm 0,02$

g de ácido acético/100 g de cacao, al final de la fermentación. El aumento de acidez está relacionado a la formación de los ácidos acéticos y láctico, los cuales se producen durante la degradación de la pulpa por la acción microbiana (PORTILLO *et al.*, 2011); estas reacciones son inducidas por la elevación de la temperatura de la masa de cacao durante la fermentación y a la migración del ácido acético de la pulpa hacia la almendra (SÁNCHEZ, 2007).

Se observa una intersección entre el pH y porcentaje de acidez titulable de cacao, después de las 72 horas de fermentado. Al respecto mencionan que la testa es permeable al ácido acético, el cual pasa al interior del cotiledón y al tercer día mata al embrión y baja el pH a 4,8 durante el resto de la fermentación (SÁNCHEZ, 2007).

El mayor valor del porcentaje de acidez titulable total $0,4825 \pm 0,04$ y $0,4915 \pm 0,02$ g de ácido acético/100 g de cacao, se alcanzó a las 136 horas de fermentado con una influencia de mayor al 20% del clon de cacao CCN51 de las zonas de Huingoyacu y Pucacaca, respectivamente. Al respecto indican que los niveles de acidez en el grano de cacao, dependen de la forma como se realiza el proceso de fermentación y del secado, pero también pueden verse afectados por la variedad del grano y su contenido de mucilago (ALVAREZ *et al.*, 2010).

Los mayores valores de pH y menores de porcentaje de acidez titulable del cotiledón, correspondieron a la zona de Huingoyacu en comparación a

la zona de Pucacaca. Al respecto indican que las variaciones en factores tales como la duración del almacenamiento del fruto afecta el pH, la acidez y la temperatura alcanzada durante la fermentación, lo que influye en la actividad enzimática y en el desarrollo del sabor y del aroma (GONZALES *et al.*, 2012).

4.2. Evaluación física de los granos fermentados secos

4.2.1. Porcentaje de fermentación de los granos fermentados secos

La determinación del porcentaje de fermentación de los granos de cacao (ver Anexos 10 y 11) se realizó por triplicado, utilizando el formato mostrado en el Anexo 9. Los resultados del porcentaje de fermentación de los granos de cacao, considerando las zonas de producción de Huingoyacu y Pucacaca se muestran en los Anexos 12 y 13. Las Figuras 9 y 10, muestran la variación del porcentaje de fermentación de los granos de cacao de las zonas estudiadas.

Si se observa la Figura 9, el porcentaje de los granos fermentados es mayor a medida que transcurre el tiempo, el cual se incrementó desde $55,38 \pm 11,4\%$ (96h.) hasta $74,00 \pm 7,93\%$ (156h.); caso contrario sucedió con los granos parcialmente fermentados y no fermentados, que disminuyeron conforme avanzó la fermentación desde $30,17 \pm 3,4\%$ hasta $23,22 \pm 5,92\%$ y $13,90 \pm 13,5\%$ hasta $1,47 \pm 1,50\%$, respectivamente.

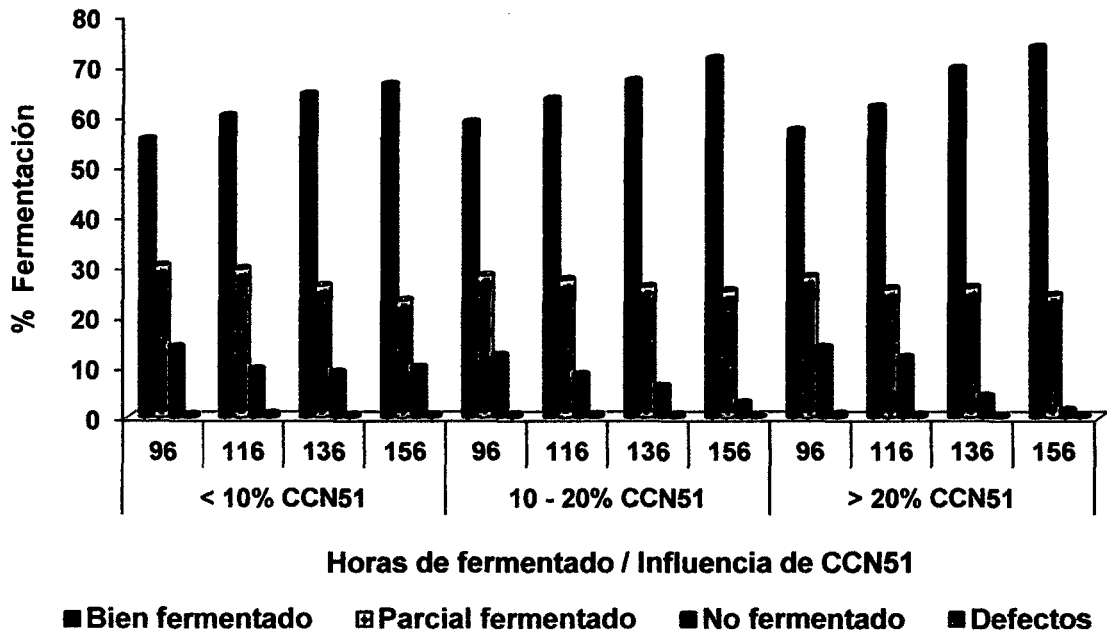


Figura 9. Variación del porcentaje de fermentación de los granos de cacao durante el proceso de fermentado de la zona de Huingoyacu.

El mayor porcentaje de granos fermentados ($74,00 \pm 7,93$) se obtuvo con la muestra de mayor al 20% del clon de CCN51 a las 156 horas de fermentado, en comparación a $66,45 \pm 13,23$ y $71,73 \pm 3,26$ con menor al 10% y 10 – 20% del clon de cacao CCN51, respectivamente (ver Anexo 12). Difiriendo estos resultados de la bibliografía; según el cual para un mismo tiempo de fermentado, el porcentaje de granos fermentados en la muestra con menor influencia del clon de cacao CCN51, debería ser superior al de mayor influencia. Esta divergencia en los resultados podría ser causada por el alto contenido de polifenoles de los granos de cacao forastero, estos cacaos presentan una mayor tendencia a la oxidación al momento del corte transversal del grano, pudiendo

confundir los resultados (LEMUS *et al.*, 2002). Por otra parte, esto podría atribuirse a la alta variabilidad de cacao de la zona como consecuencia de la hibridación natural (SALVADOR, 2010).

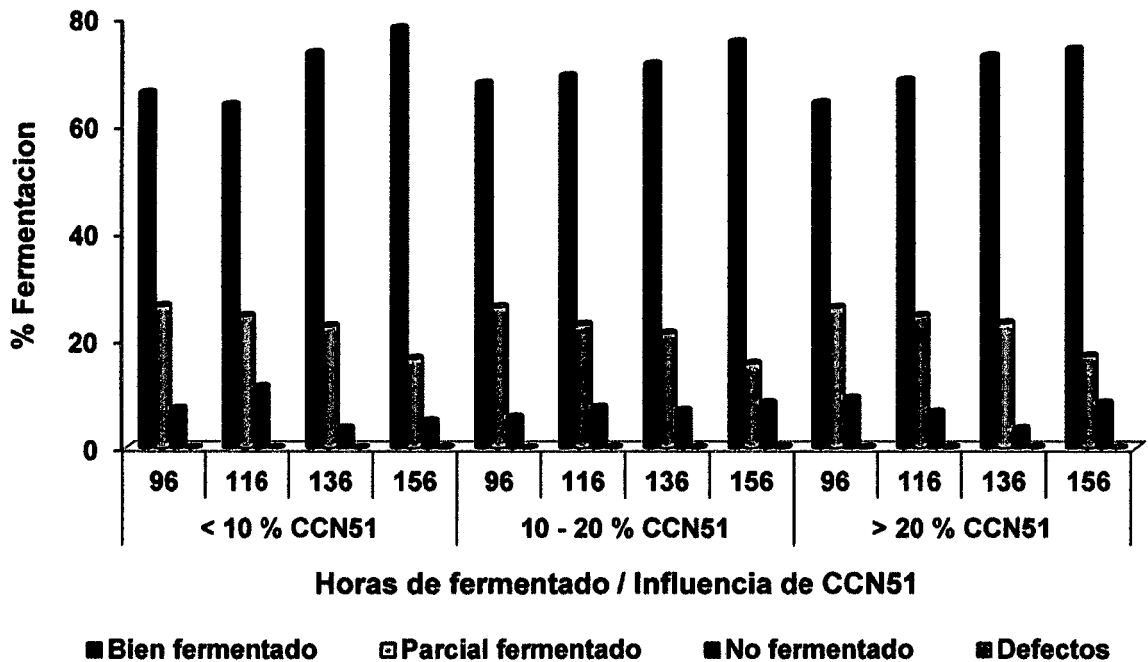


Figura 10. Variación del porcentaje de fermentación de los granos de cacao durante el proceso de fermentado de la zona de Pucacaca.

En la Figura 10, observamos el incremento del porcentaje de granos fermentados desde $64,28 \pm 4,19\%$ (96h.) hasta $78,11 \pm 3,16\%$ (156h.). Lo inverso sucedió con los granos parcialmente fermentados y no fermentados, que disminuyeron conforme avanzó el proceso de fermentado desde $26,39 \pm 4,10\%$ hasta $15,83 \pm 1,17\%$ y $9,34 \pm 2,31\%$ hasta $5,00 \pm 2,60\%$, respectivamente.

El mayor porcentaje de granos fermentados ($78,11 \pm 3,16$), se obtuvo con los granos de menor al 10% del clon de cacao CCN51 (ver Anexo 13). Hecho ocurrido por la poca influencia de granos color púrpura en la masa de fermentación. Cabe mencionar que el color de los cotiledones está estrechamente influenciado por factores genéticos, trayendo como consecuencia la gran heterogeneidad que se puede presentar en un mismo cultivar (SALVADOR, 2010).

Se registró mayor porcentaje de granos no fermentados (violetas) a las 96 horas de fermentado en comparación a las 156 horas con la muestra de Huingoyacu (ver Anexo 12), al respecto mencionan que los granos violetas indican que estos se encuentran en etapa de fermentación (ROHISIUS *et al.*, 2006); los cuales disminuyen durante el tiempo de fermentado, ya que el color violeta debido a las antocianinas que posee el grano de cacao, se va perdiendo conforme transcurre el proceso de fermentado (CARRILLO, 2011), caso que no ocurrió con la muestra de la zona de Pucacaca, donde no mostraron esa relación debido a la variabilidad genética de los granos de cacao en la masa fermentando. Por otro lado el porcentaje de granos parcialmente fermentados, disminuyeron conforme avanzó el tiempo de fermentado, debido a la degradación paulatina de las antocianinas antes de pasar a ser un grano bien fermentado.

El análisis de varianza para el porcentaje de fermentación aplicando el diseño completo al azar con arreglo factorial de 2×3 (Anexo 14), demostró que existió diferencia estadística ($p < 0.05$) entre los factores zona cacaotera y tiempo

de fermentado, por lo tanto se realizó la prueba de comparación múltiple de medias, mediante Tukey (Cuadros 3 y 4), por zona cacaotera y tiempo de fermentado.

De la comparación múltiple de medias mostrada en el Cuadro 3, se aprecia que la mayor calificación al porcentaje de fermentación de los granos de cacao, correspondió a la zona de Pucacaca; existiendo una diferencia en el manejo de las mazorcas con respecto a la zona de Huingoyacu; en Pucacaca los granos permanecieron más tiempo dentro de la mazorca; se conoce que el efecto del retraso en el desgrane, eleva rápidamente la temperatura (TORRES *et al.*, 2012); mejorando la hidrólisis de la pulpa, reduce la acidez y logra una mayor proporción de granos marrones (ALVAREZ *et al.*, 2010).

Cuadro 3. Prueba de Tukey para el porcentaje de fermentación de los granos por zona cacaotera.

Zona cacaotera	Media de las calificaciones
Huingoyacu	64,1033 ^a
Pucacaca	70,4497 ^b

*Medias con letras diferentes difieren estadísticamente (ANOVA, factorial, n= 3, Tukey, $p < 0,05$).

Es importante señalar que el aumento de la temperatura cumple un importante función sobre la masa de cacao durante la fermentación, siendo este aumento ocasionado por las reacciones exotérmicas en el grano y al aumento de

la actividad enzimática (GRAZIANI DE FARIÑAS *et al.*, 2003).

Cuadro 4. Prueba de Tukey para el porcentaje de fermentación de los granos por tiempo de fermentado.

Tiempo de fermentado (horas)	Media de las calificaciones
96	61,3583 ^a
116	64,5383 ^{ab}
136	69,8739 ^{bc}
156	73,3356 ^c

*Medias con letras diferentes difieren estadísticamente (ANOVA, factorial, n= 3, Tukey, p <0,05).

De la comparación múltiple de medias mostrada en el Cuadro 4, se observa que el porcentaje de fermentación se incrementa a medida que transcurre el tiempo de fermentado, este comportamiento es corroborado teóricamente, que al fermentar los granos el color cambia a una tonalidad parda; producido por la hidrólisis de las antocianinas y la posterior oxidación de las agliconas resultantes a compuestos quinónicos, los cuales contribuyen al color pardo característico de un cacao fermentado (ALVAREZ *et al.*, 2010). Como también el desarrollo de los pigmentos de color marrón, a partir de los compuestos fenólicos, es otra fase relevante al secado, donde se da la oxidación enzimática de los polifenoles, por acción de la polifenoloxidasas en presencia de oxígeno, y la posterior condensación con las proteínas ocasiona el color pardo de los granos (NOGALES *et al.*, 2006). No obstante valores de granos fermentados superiores a 90% podrían señalar una

posible sobrefermentación (PORTILLO *et al.*, 2005).

4.2.2. Peso de 100 granos de cacao

La determinación del peso de 100 granos de cacao se realizó por triplicado (ver Anexo 15 y 16). Los resultados del peso de 100 granos considerando las zonas de producción de Huingoyacu y Pucacaca, se muestra en el Anexo 17. En la Figura 11, se muestra la variación del peso de 100 granos de cacao de las zonas estudiadas.

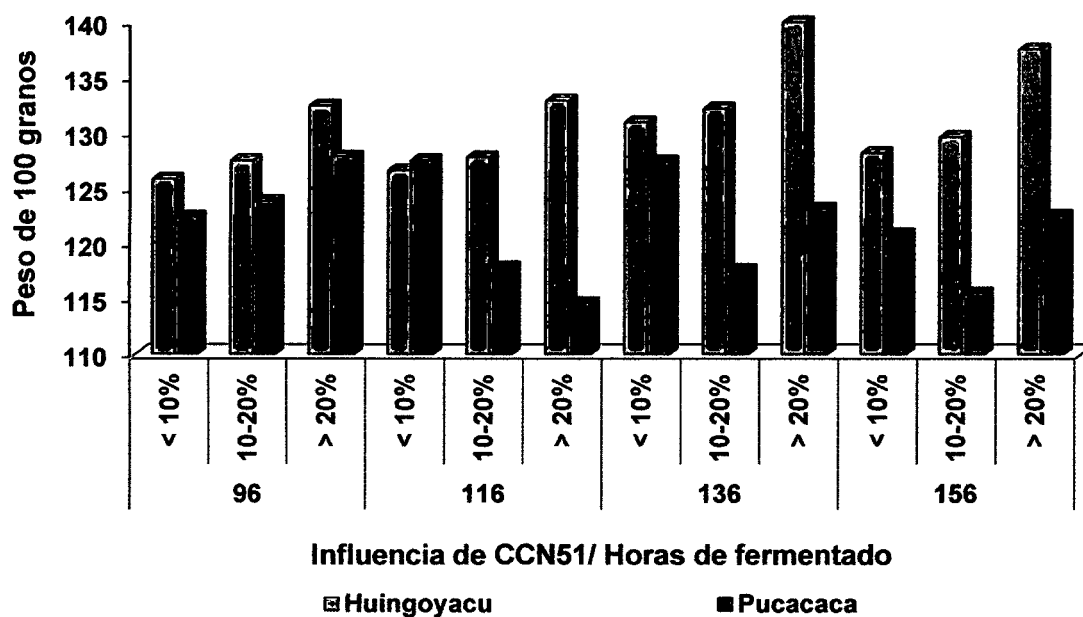


Figura 11. Variación del peso de 100 granos de cacao fermentados secos según la zona de producción.

Se observa que el promedio del peso de 100 granos de cacao, varió desde $125,89 \pm 20$ - $140,11 \pm 8$ y $114,67 \pm 21$ - $127,89 \pm 14$; para la zona de

Huingoyacu y Pucacaca, respectivamente. Se reportó que las diferencias observadas entre los índices físicos pueden ser atribuidas a que se cosecharon frutos que no estaban completamente maduros (ORTIZ DE BERTORELLI *et al.*, 2009); pero también pueden verse afectado por la variedad del grano y el contenido de mucilago (ALVAREZ *et al.*, 2010).

El mayor peso de 100 granos de cacao, se obtuvo con la muestra de mayor al 20% del clon de cacao CCN51 ($140,11 \pm 8$) de la zona de Huingoyacu. Al respecto indican que el peso de las semillas de cacao es un carácter que se hereda genéticamente, así como la existencia de cultivares de semilla grande y cultivares de semilla pequeña (REYES *et al.*, 2009).

El análisis de varianza para el peso de 100 granos aplicando el diseño completo al azar con arreglo factorial de 2×3 (ver Anexo 18), demostró que existió diferencia estadística ($p < 0.05$) en el factor zona cacaotera, seguidamente se realizó la prueba de comparación múltiple de medias, mediante Tukey (Cuadro 5).

En el Cuadro 5, se observa que la mayor media del peso de 100 granos obtenida; corresponde a la zona de Huingoyacu, en comparación a la zona de Pucacaca. Cabe resaltar que los factores climáticos influyen en la manifestación de este carácter. Cuando se cosecha después de una época seca, los granos son más pequeños que cuando se cosecha después de la época de lluvias (CAMPOVERDE, 2010). Por otro lado se denota que a un piso

altitudinal más elevado, el valor de peso de grano se incrementa, esto pudiese deberse a factores edafoclimáticos y fisiográficos; que influyen sobre la calidad, siendo uno de los factores importantes el peso de grano (SALVADOR, 2010).

Cuadro 5. Prueba de comparación de medias para el peso de 100 granos.

Zona cacaotera	Media de las calificaciones
Huingoyacu	130,917 ^a
Pucacaca	121,639 ^b

*Medias con letras diferentes difieren estadísticamente (ANOVA factorial, $n = 3$, Tukey, $p < 0,05$).

4.2.3. Índice de granos

La determinación del índice de granos de cacao se realizó por triplicado (ver Anexo 19). Los resultados del índice de granos considerando las zonas de producción Huingoyacu y Pucacaca, se muestra en el Anexo 20.

La Figura 14, muestra la variación del índice de granos de cacao de las zonas estudiadas. Se observa que el índice de grano de cacao varió desde $1,26 \pm 0,2$ - $1,40 \pm 0,1$ y $1,10 \pm 0,2$ - $1,30 \pm 0,1$ para la zona de Huingoyacu y Pucacaca, respectivamente. Estos valores se encuentran dentro de rangos establecidos, ya que la comercialización internacional requiere cacaos con índice de semilla mayor de 1 g. La industria chocolatera exige como mínimo un peso de 1 gramo/semilla, lo que se cumplió con los métodos de fermentación investigados (SANCHEZ, 2007).

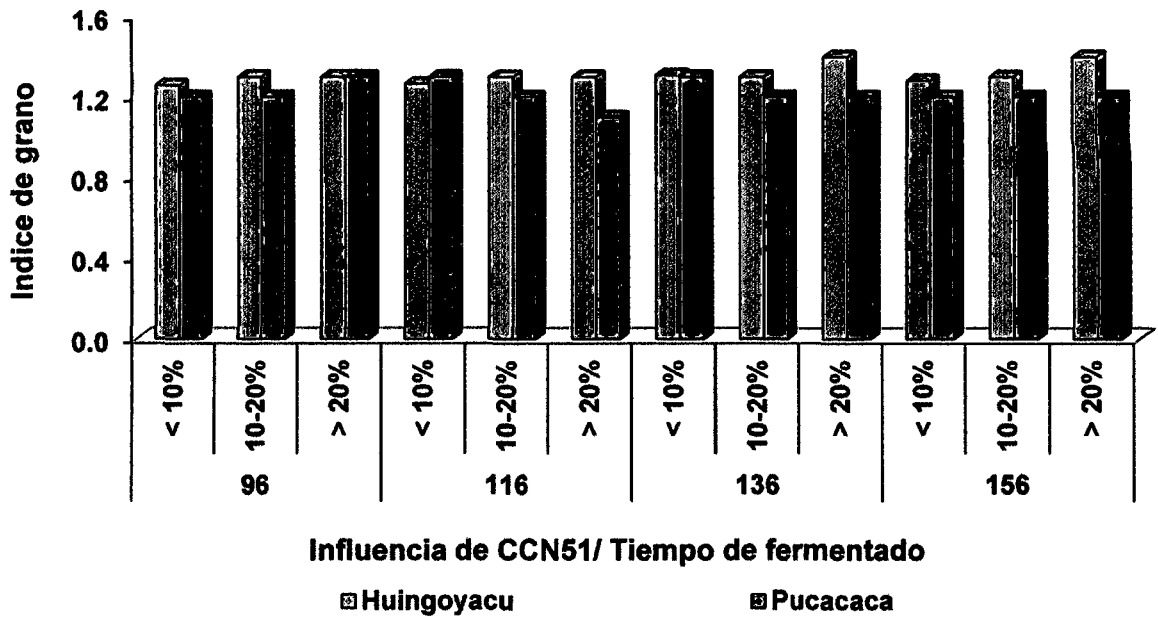


Figura 12. Variación del índice de granos de cacao fermentados secos.

Se encontraron valores más altos de índice de grano con los granos de cacao con mayor al 20% del clon de cacao CCN51. Al respecto mencionan que la variabilidad genética en cacao tiene gran influencia en las características de las almendras de cacao, el sabor, color, tamaño de la almendra, contenido de manteca y sobretodo, aroma que pueda desprender después de la torrefacción (SANCHEZ,2007).

El análisis de varianza para el índice de granos aplicando el diseño completo al azar con arreglo factorial de 2*3 (ver Anexo 21), demostró que existió diferencia estadística ($p < 0.05$) en el factor zona cacaotera, razón por la cual se realizó la prueba de comparación múltiple de medias, mediante Tukey (Cuadro 6).

En el Cuadro 6, se observa que el mayor índice de grano correspondió a la zona de Huingoyacu en comparación a la zona de Pucacaca, esta variación podría estar relacionada con el efecto del medio ambiente durante el desarrollo de la mazorca; por ejemplo la deficiencia de agua y nutrientes en el suelo que impiden que las semillas alcancen su tamaño normal (AMORES *et al.*, 2009).

Cuadro 6. Prueba de Tukey para el índice de grano

Comité cacaotero	Media de las calificaciones
Huingoyacu	1,3083 ^a
Pucacaca	1,2194 ^b

* Medias con letras diferentes difieren estadísticamente (ANOVA factorial, n= 3, Tukey, p<0,01).

4.3. Caracterización del licor de cacao

4.3.1. Análisis sensorial

En los Cuadros 7 y 8, se muestran los resultados de la evaluación sensorial del licor de cacao con diferentes influencias y tiempos de fermentado de las zonas de Huingoyacu y Pucacaca, analizados mediante la técnica de Kruskal Wallis.

Los valores de astringencia (As) fluctuaron entre $3,91 \pm 0,44$ y $5,35 \pm 0,33$; acidez (Ac) entre $3,37 \pm 0,52$ y $5,57 \pm 0,77$; amargor (Bi) de $4,52 \pm 0,31$ hasta $5,61 \pm 0,74$; chocolate (Ch) entre $4,21 \pm 0,81$ y $4,98 \pm 0,73$; frutal (Fr) entre $3,42 \pm 0,46$ y $4,80 \pm 0,70$; nuez (Nu) entre $1,57 \pm 1,10$ y $4,28 \pm 0,78$; floral (FI)

entre $1,15 \pm 0,59$ y $2,55 \pm 1,56$; cítrico (Ci) entre $2,47 \pm 0,91$ y $4,25 \pm 0,47$; terroso (Ea) entre $0,39 \pm 0,16$ y $2,73 \pm 2,31$ y otros (Ot) atributos hasta $1,70 \pm 2,05$. Al respecto se reportó en investigaciones diversas que estas diferencias en el sabor y aroma se pueden atribuir a la variación de la composición del grano, desde el origen botánico, lugar de crecimiento y condiciones agrícolas (GONZALES *et al.*, 2012). Donde las cualidades sensoriales del cacao se desarrollan y expresan normalmente con periodos de fermentación y secado que son estandarizados para zonas y tipos de cacao, en base a estudios previos (DIAZ y PINOARGOTE, 2012). El sabor característico típico a nuez y frutas se le acreditan al cacao Tipo criollo, el frutal para el cacao tipo Trinitario y el sabor a cacao para el cacao Forastero (BORBOR y VERA, 2007).

Cuadro 7. Resultados de los atributos sensoriales del licor de cacao de la zona de Huingoyacu

HF		CCN51	As	Ac	Bi	Ch	Fr	Nu	Fl	Ci	Ea	Ot	Pt
	< 10	4,47± 0,6	4,17± 0,8	5,30±0,2	4,48±0,4	4,57± 0,9	4,28± 0,7	2,38 ± 0,9	3,07± 0,9	1,74± 1,7	0,05 ± 0,1	5,23± 0,7	
96	10-20	4,78± 0,7	5,57±0,8	4,62±0,4	4,32±0,7	4,48± 0,9	3,35± 0,6	1,95± 0,8	4,25±0,5	0,83 ± 1,0	2,30 ± 3,1	4,93 ± 0,6	
	>20	5,27± 0,5	3,37±0,5	5,30±0,8	4,27± 1,0	3,42± 0,4	3,57± 0,7	1,25± 0,9	2,82±0,3	1,87± 1,3	0,00 ± 0,0	5,10± 0,8	
	< 10	5,25± 0,5	4,53±0,9	5,45±0,8	4,22 ± 0,6	3,93± 0,6	3,98± 0,9	2,08 ± 0,7	2,47±0,9	1,05 ± 0,6	0,90 ± 1,7	4,92 ± 0,6	
116	10-20	5,35± 0,3	4,85±0,6	5,30±0,8	4,42 ± 0,4	4,00± 0,6	3,78 ± 0,5	2,40± 0,7	3,76±0,5	1,68± 1,5	0,20 ± 0,4	5,00± 0,7	
	>20	4,97±0,2	4,80±0,7	4,94±0,8	4,43± 0,8	4,43± 1,1	3,75± 0,2	2,13± 0,5	3,53±0,6	1,99± 1,2	0,80± 1,3	4,67±0,8	
	< 10	4,67±0,4	4,74±0,6	5,40±0,8	4,12± 0,6	4,52± 0,7	3,53 ± 0,8	1,87 ± 0,4	3,69±0,5	2,25± 1,2	0,77 ± 1,3	4,48 ± 0,8	
136	10-20	5,00±0,6	4,73±0,5	4,94±0,8	4,44± 0,2	3,87 ± 0,9	3,45 ± 0,3	1,92± 0,5	3,63±0,5	1,05± 0,7	2,75 ± 2,3	5,21± 0,5	
	>20	4,72±0,4	4,50±0,6	4,61±0,5	4,35 ± 0,3	4,23 ± 0,7	3,63 ± 0,6	1,88± 0,8	3,62±0,4	2,13 ± 1,6	0,30 ± 0,7	4,06 ± 0,3	
	< 10	4,82±0,4	4,62±0,3	5,61±0,7	3,93 ± 0,3	4,49 ± 0,3	3,45 ± 0,7	1,60± 0,5	3,06±0,6	0,93± 0,9	1,40 ± 2,2	5,13± 1,1	
156	10-20	4,75±0,6	4,76±0,4	4,61±0,5	4,36 ± 0,4	4,80 ± 0,7	3,23 ± 0,8	1,99± 0,4	3,63±0,5	2,73± 2,3	1,50 ± 2,0	5,19± 0,6	
	>20	4,45±0,3	4,72±0,6	5,17±1,0	4,21± 0,8	4,72± 1,2	3,25 ± 0,8	1,85± 0,6	3,47±0,5	2,42± 1,1	0,00± 0,0	5,50± 0,2	

*Promedio ± Desviación estándar (ANOVA factorial, n= 3, Kruskal Wallis, p < 0,05).

Cuadro 8. Resultados de los atributos sensoriales del licor de cacao de la zona de Pucacaca

CCN51	As	Ac	Bi	Ch	Fr	Nu	Fl	Ci	Ea	Ot	Pt	
	< 10	4,77±0,1	4,73±0,6	4,90±0,8	4,62±0,6	4,32±0,6	3,32±0,5	2,55±1,6	3,35±0,4	0,39±0,16	0,00±0,0	5,72±0,2
96	10-20	4,83±0,3	5,32±0,5	4,83±0,2	4,55±0,4	3,73±1,1	3,13±0,7	2,10±0,8	3,87±0,9	0,57±0,06	0,20±0,4	5,55±0,9
	>20	4,88±0,4	4,70±0,6	4,98±0,8	4,72±0,9	4,25±0,9	3,27±0,3	2,20±0,9	3,57±0,4	0,94±0,20	0,00±0,0	5,93±0,2
	< 10	3,97±0,5	4,62±0,8	4,48±0,3	4,47±0,7	4,68±0,8	3,50±0,9	2,08±0,6	3,88±0,5	0,48±0,31	0,00±0,1	4,61±2,0
116	10-20	4,20±0,5	4,83±0,6	4,57±0,4	4,82±0,7	4,78±0,8	3,33±0,6	1,82±0,6	4,05±0,6	0,59±0,11	0,35±0,6	5,70±0,4
	>20	4,60±0,5	4,85±0,5	4,80±0,4	4,60±0,6	4,45±0,9	2,05±0,6	1,87±0,0	3,85±0,3	0,43±0,31	0,40±0,5	6,05±0,5
	< 10	4,58±0,6	4,88±0,8	4,63±0,4	4,58±0,5	4,60±0,8	3,65±0,6	1,70±0,9	3,78±0,7	0,71±0,25	0,40±0,5	6,00±0,1
136	10-20	4,35±0,5	4,67±0,7	4,52±0,3	4,47±0,5	4,48±0,8	3,32±0,2	1,40±0,8	3,93±0,3	0,42±0,07	0,20±0,3	5,94±0,1
	>20	4,65±0,2	5,32±0,8	4,62±0,2	4,72±0,3	4,18±0,4	1,57±1,1	1,15±0,6	4,10±0,6	0,79±0,51	0,10±0,1	5,36±1,0
	< 10	3,91±0,4	4,98±0,2	4,88±0,4	4,95±0,4	4,32±0,6	3,80±0,6	2,42±0,0	3,95±0,5	0,42±0,07	0,25±0,4	5,63±0,6
156	10-20	4,47±0,6	5,13±0,6	4,78±0,4	4,70±0,3	4,42±0,5	3,17±1,3	1,88±0,9	3,70±0,7	0,43±0,02	0,00±0,0	5,60±0,7
	>20	4,64±0,3	4,90±0,2	4,75±0,3	4,98±0,7	4,02±0,5	1,85±0,8	1,72±0,1	3,72±0,4	0,86±0,14	0,10±0,2	5,53±0,3

*Promedio ± Desviación estándar (ANOVA factorial, n= 3, Kruskal Wallis, p < 0,05).

Del atributo astringencia

La prueba de Kruskal Wallis para el atributo astringencia del licor de cacao aplicando el diseño completo al azar (ver Anexo 21); nos muestra que si existe diferencia estadística ($p < 0,05$) entre los tratamientos. En la figura 13, se observa la variación del atributo astringencia del licor de cacao de las zonas de Huingoyacu y Pucacaca.

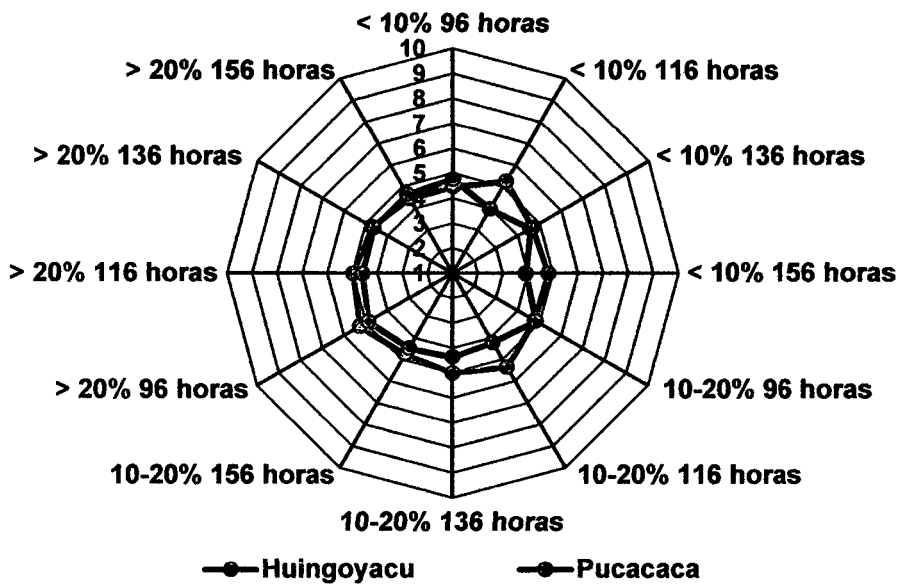


Figura 13. Variación del atributo astringencia del licor de cacao, considerando zona cacaotera, influencia de CCN51, y horas de fermentación.

De la Figura 13, el mayor valor $5,35 \pm 0,3$ obtenido correspondió al licor con 10 - 20% de CCN51 a 116 horas de fermentado de la zona de Huingoyacu, con una astringencia como a la cáscara de toronja y el menor valor $3,91 \pm 0,4$ al licor con 10% de CCN51 a 156 horas de fermentado de la zona de Pucacaca. Esto indica que a mayor influencia del clon de cacao CCN51, mayor es el grado de astringencia, el cual está determinado por los

componentes polifenólicos del grano (PORTILLO *et al.*, 2006); y a mayor tiempo de fermentado, menor es este valor. Al respecto mencionan que durante la fermentación se producen reacciones bioquímicas que causan una disminución del amargor y de la astringencia, dando origen a los precursores del aroma y sabor a chocolate (ALVAREZ *et al.*, 2010).

Se encontraron valores más altos de astringencia en los licores de cacao de la zona de Huingoyacu en comparación a la zona de Pucacaca. El cual indica que los factores ambientales influyen en el atributo astringencia de los licores de cacao. Sostienen que el sabor, determinado por el gusto y el aroma, refleja los efectos combinados del genotipo, de los factores edafoclimáticas, del manejo agronómico recibido en la plantación y de la tecnología postcosecha utilizada (GARCIA, 2008).

Del atributo acidez

La prueba de Kruskal Wallis para el atributo acidez del licor de cacao aplicando el diseño completo al azar (ver Anexo 22); nos muestra que no existe diferencia estadística ($p < 0,05$) entre los tratamientos. En la figura 16, se observa la variación del atributo acidez del licor de cacao de las zonas de Huingoyacu y Pucacaca.

De la Figura 14, el mayor valor de acidez $5,57 \pm 0,8$ correspondió al licor con 10 – 20% del clon de cacao CCN51 con acidez cítrica y el menor valor $3,37 \pm 0,5$ al licor con mayor al 20% de CCN51 a 96 horas de fermentado de la zona de Huingoyacu. Mencionan que el sabor final del cacao está influenciado

directamente por el proceso de acidificación durante la fermentación (ROHSIUS *et al.*, 2006).

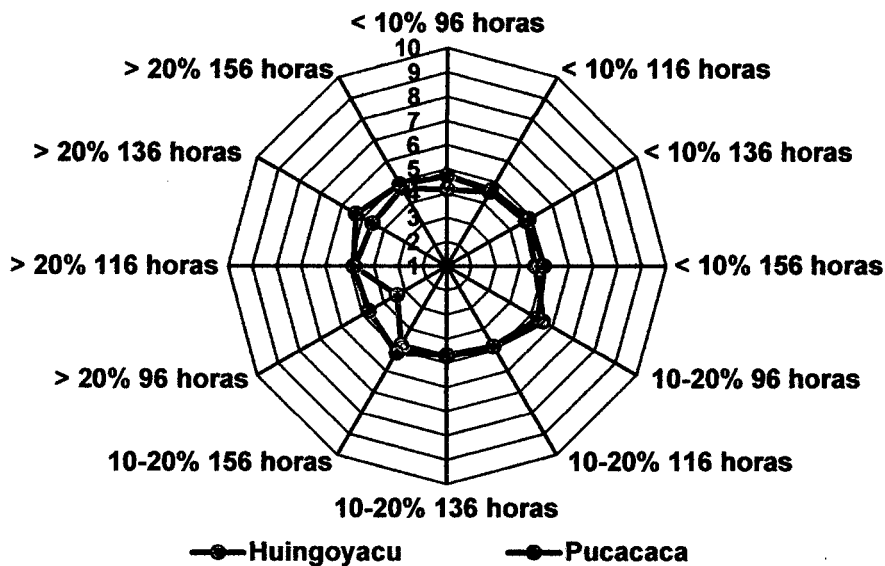


Figura 14. Variación del atributo acidez del licor de cacao, considerando zona cacaotera, influencia de CCN51, y horas de fermentación.

Reportan que las notas de cata del clon de cacao CCN51 son de alta acidez (NAVIA y PAZMIÑO, 2012). Por lo tanto a mayor porcentaje de dicho clon, mayor será el valor del atributo acidez; caso que no ocurrió en esta investigación.

Los mayores valores del atributo acidez, correspondieron a los licores de cacao obtenidos con la muestra de la zona de Huingoyacu, en comparación a la zona de Pucacaca. Cabe mencionar que el aroma y el sabor del chocolate, se relacionan entre otros, con parámetros como el genotipo del cacao, las condiciones ambientales de donde crecen los árboles del cacao o las condiciones del procesado, entre las cuales el tostado, puede afectar y

contribuir en mayor grado sobre el sabor final del producto (TORRES, 2012).

Del atributo amargor

La prueba de Kruskal Wallis para el atributo amargor del licor de cacao aplicando el diseño completo al azar (ver Anexo 23); nos muestra que no existe diferencia estadística ($p < 0,05$) entre los tratamientos. En la Figura 15, se observa la variación del atributo acidez del licor de cacao de las zonas de Huingoyacu y Pucacaca.

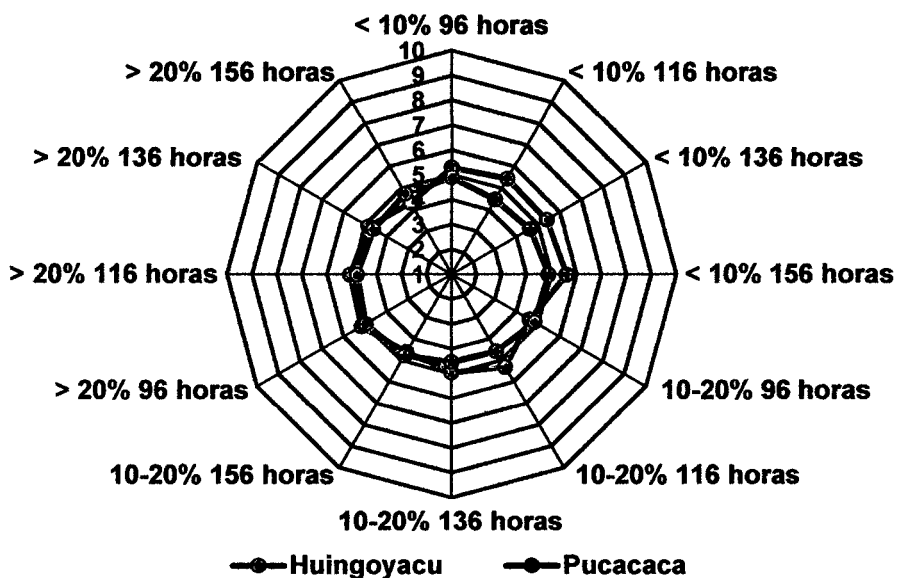


Figura 15. Variación del atributo amargor del licor de cacao, considerando zona cacaotera, influencia de CCN51, y horas de fermentación.

El mayor valor de amargor $5,61 \pm 0,7$ se obtuvo con el licor de menor al 10% del clon de cacao CCN51 a las 156 horas de fermentado de la zona de Huingoyacu y el menor valor $4,48 \pm 0,3$ con el licor de menor al 10 % del clon de cacao CCN51 a las 116 horas de fermentado de la zona de Pucacaca. Se aprecia que es mayor el valor del atributo amargor a mayor

tiempo de fermentado (ver Cuadro 7 y 8). Caso no corroborado con la bibliografía, donde indican que el atributo amargor disminuye conforme avanza el tiempo de fermentado, por la pérdida de teobromina (RAMOS, 2004). El sabor amargo está determinado por las purinas, como son la cafeína y la teobromina. Mencionan que la teobromina puede formar complejos con dicetopiperazinas las cuales ocasionan la nota amarga típica del cacao (PORTILLO *et al.*, 2006).

El mayor valor del atributo amargor se obtuvo con el licor de menor al 10% del clon de cacao CCN51, en comparación al licor de 10 – 20% y mayor del 20% del clon de cacao CCN51. Obteniéndose menor valor de este atributo con mayor influencia de CCN51. Hecho que no coincide con la bibliografía, donde mencionan que las notas de cata del clon de cacao CCN51 son de alto amargor y bajo sabor de chocolate (NAVIA *et al.*, 2012).

Del atributo chocolate

La prueba de Kruskal Wallis para el atributo chocolate del licor de cacao aplicando el diseño completo al azar (ver Anexo 24); nos muestra que no existe diferencia estadística ($p < 0,05$) entre los tratamientos. En la figura 16, se observa la variación del atributo chocolate del licor de cacao de las zonas de Huingoyacu y Pucacaca.

De la Figura 16, el mayor valor del atributo chocolate $4,98 \pm 0,73$ se obtuvo con el licor de mayor al 20% del clon de cacao CCN51 y el menor valor

3,93 ± 0,3 con el licor de menor al 10 % del clon de cacao CCN51 a las 156 horas de fermentado de las zonas de Pucacaca y Huingoyacu, respectivamente. Se observa mayor valor del atributo chocolate, a mayor tiempo de fermentado. Al respecto mencionan que el aroma a chocolate se forma desde el momento en que ocurre la muerte del embrión, al tiempo que se produce la rápida destrucción de las antocianinas, proporcionándole a las almendras de cacao el sabor y aroma característico del chocolate (SANCHEZ, 2007).

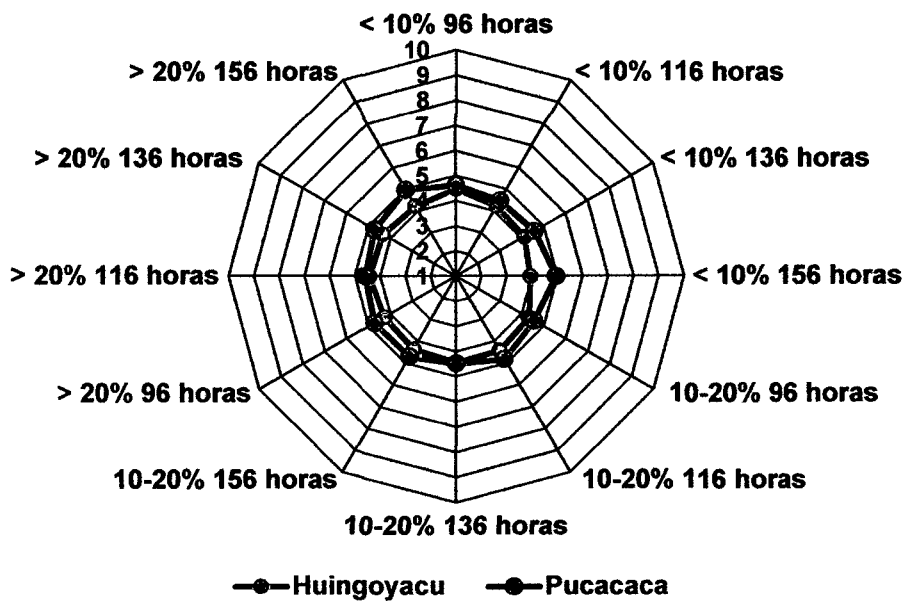


Figura 16. Variación del atributo chocolate del licor de cacao, considerando zona cacaotera, influencia de CCN51, y horas de fermentación.

Por otro lado se aprecia que a mayor influencia del clon de cacao CCN51, mayor es el valor del atributo chocolate. Al respecto el sabor a cacao es típico de los cacaos tipo forasteros y trinitarios (RAMOS, 2004).

Del atributo frutal

La prueba de Kruskal Wallis para el atributo frutal del licor de cacao aplicando el diseño completo al azar (ver Anexo 25); nos muestra que no existe diferencia estadística ($p < 0,05$) entre los tratamientos. En la figura 17, se observa la variación del atributo frutal del licor de cacao de las zonas de Huingoyacu y Pucacaca.

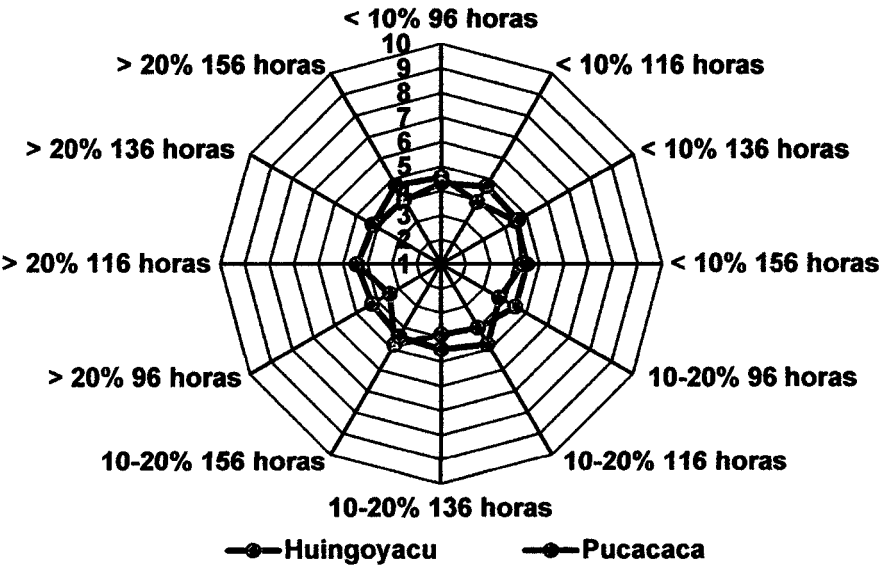


Figura 17. Variación del atributo frutal del licor de cacao, considerando zona cacaotera, influencia de CCN51, y horas de fermentación.

De la Figura 17, el mayor valor del atributo frutal $4,80 \pm 0,7$, se obtuvo con el licor de 10 - 20% del clon de cacao CCN51 a las 156 horas de fermentado y el menor valor $3,42 \pm 0,4$ con el licor de mayor al 20 % del clon de cacao CCN51 a las 96 horas de fermentado de la zona de Huingoyacu.

Se aprecia que a mayor tiempo de fermentado, mayor es el atributo frutal; al respecto reportan que los esteres son los que originan un sabor a fruta

y que además se incrementa con la fermentación (PORTILLO *et al.*, 2006).Y que a mayor influencia del clon de cacao CCN51 (20 %) menor es el atributo frutal del licor de cacao. Donde mencionan que los factores que determinan la calidad del cacao pueden agruparse en: factores de la herencia, del ambiente y del beneficio en la fermentación y el secado (CAMPOVERDE, 2010).Por su parte (GONZALES *et al.*, 2012) indican que el aroma afrutado en el cacao está fuertemente correlacionado con la acidez del licor de cacao.

Del atributo nuez

La prueba de kruskall wallis para el atributo nuez del licor de cacao aplicando el diseño completo al azar (ver Anexo 26); nos muestra que no existe diferencia estadística ($p < 0,05$) entre los tratamientos. En la figura 18, se observa la variación del atributo nuez del licor de cacao de las zonas de Huingoyacu y Pucacaca.

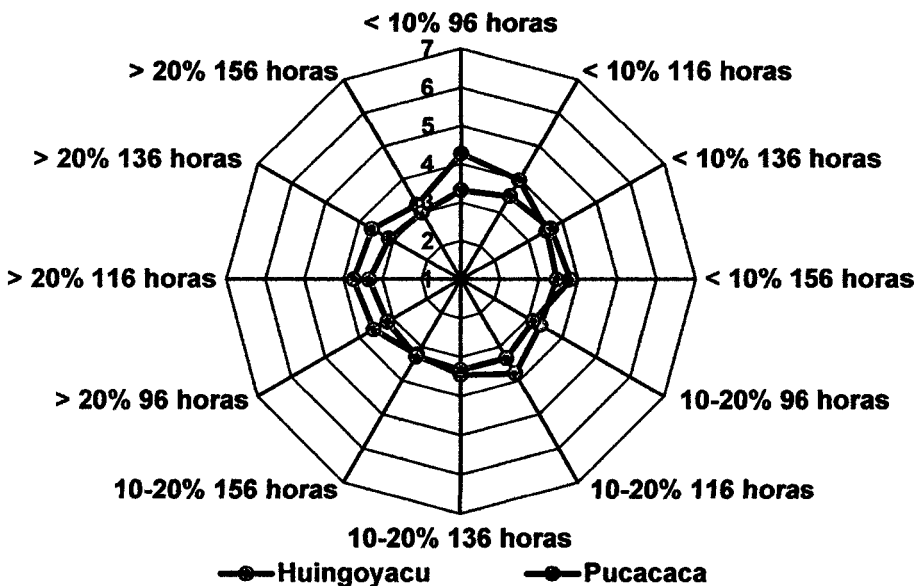


Figura 18. Variación del atributo nuez del licor de cacao, considerando zona cacaotera, influencia de CCN51, y horas de fermentación.

De la Figura 18, se observa que el mayor valor del atributo nuez $4,28 \pm 0,7$ se obtuvo con el licor de menor al 10% del clon de cacao CCN51 a las 96 horas de fermentado de la zona de Huingoyacu y el menor valor $1,57 \pm 1,1$ con el licor de mayor al 20 % del clon de cacao CCN51 a las 136 horas de fermentado de la zona de Pucacaca.

Se aprecia que a menor influencia del clon de cacao CCN51, mayor es el valor del atributo nuez. Hecho corroborado con la bibliografía, donde mencionan que 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 (SANCHEZ, 2007); las tonalidades de sabor a nuez se deben principalmente al complejo polipéptidos fenoles y pirazinas (SALVADOR, 2010 y SÁNCHEZ, 2007).

El licor de cacao con mayor valor del atributo nuez correspondió a la zona de Huingoyacu, en comparación a la zona de Pucacaca. Al respecto indican que son cinco los factores determinantes de la calidad de la almendra de cacao: el genotipo, el clima imperante, los suelos donde se cultiva, el manejo agronómico y fitosanitario que se ofrezca a las plantas y la tecnología postcosecha que se utilice.

Del atributo floral

La prueba de kruskall wallis para el atributo floral del licor de cacao aplicando el diseño completo al azar (ver Anexo 27); nos muestra que no existe

diferencia estadística ($p < 0,05$) entre los tratamientos. En la figura 19, se observa la variación del atributo floral del licor de cacao de las zonas de Huingoyacu y Pucacaca.

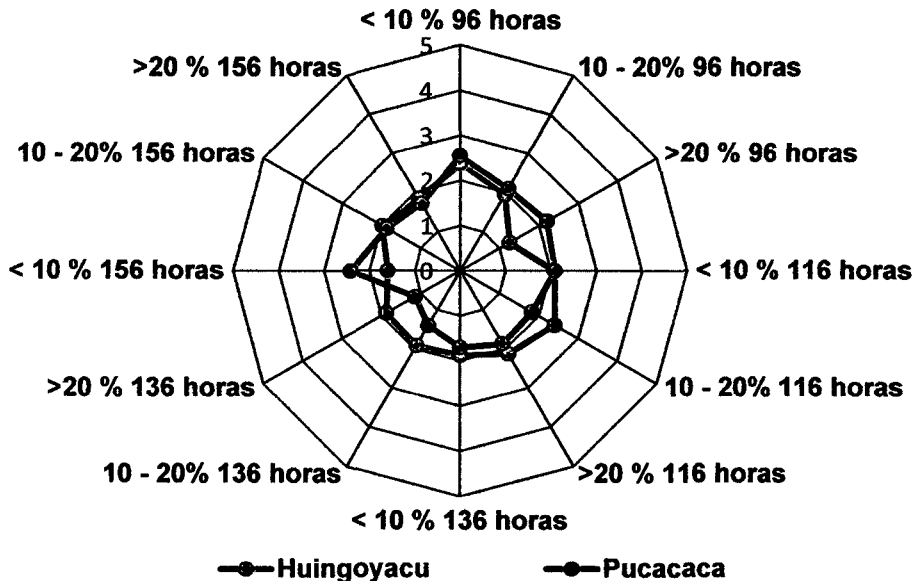


Figura 19. Variación del atributo floral del licor de cacao, considerando zona cacaotera, influencia de CCN51, y horas de fermentación.

De la Figura 19, el mayor valor del atributo floral $2,55 \pm 1,6$ se obtuvo con el licor de menor al 10% del clon de cacao CCN51 a las 96 horas de fermentado, distinguiéndole aroma floral a cítricos como mandarina y naranja; y el menor valor $1,15 \pm 0,6$ con el licor de mayor al 20 % del clon de cacao CCN51 a las 136 horas de fermentado de la zona de Pucacaca.

Se observa el menor valor del atributo floral en el licor con mayor tiempo de fermentado. Al respecto mencionan que dicho aroma a fruta (y flores) también puede venir en forma de alcoholes superiores, producidos por las levaduras durante la fermentación (GONZALES *et al.*, 2012). Las levaduras

provocan un potencionamiento del 2-fenilacetato, que pertenece al grupo de los esterres y está relacionado al aroma floral (SANCHEZ, 2007).

El licor de cacao elaborado con menor al 10% del clon de cacao CCN51, reportó el mayor valor del atributo floral. Cabe indicar que la variabilidad genética en cacao tiene gran influencia en las características de las almendras de cacao, el sabor, color, tamaño de la almendra, contenido de manteca y sobretodo, aroma que pueda desprender después de la torrefacción (SANCHEZ, 2007).

Los valores más altos del atributo floral correspondieron a los licores de la zona de Pucacaca, en comparación a la zona de Huingoyacu. Caso que coincide con (AMORES, 2004), quien manifiesta que la variedad Nacional cultivada en el Ecuador tiene diferente comportamiento organoléptico cuando se cultiva en otros países con ambientes diferentes.

Del atributo Cítrico

La prueba de Kruskal Wallis para el atributo cítrico del licor de cacao aplicando el diseño completo al azar (ver Anexo 28); nos muestra que si existe diferencia estadística ($p < 0,05$) entre los tratamientos. En la figura 20, se observa la variación del atributo cítrico del licor de cacao de las zonas de Huingoyacu y Pucacaca.

En la Figura 20, se observa que el mayor valor $4,25 \pm 0,5$; obtenido

correspondió al licor con 10-20% CCN51 de 96 horas de fermentado de la zona de Huingoyacu; con sabor a frutas cítricas (como mandarina, toronja y naranja) y el menor $2,47 \pm 0,9$ con el licor de cacao de menor al 10% del clon de cacao CCN51 a 116 horas de fermentado de la zona de Huingoyacu. Se aprecia que a mayor tiempo de fermentado, menor es el valor del atributo cítrico. Al respecto mencionan que los granos de cacao contienen de forma natural, pequeñas cantidades de ácido cítrico (0,5% después de la fermentación y secado), que puede ser suficiente para proporcionar notas cítricas (GONZALES *et al.*, 2012). Por otro lado la calidad aromática de un chocolate está relacionado con el origen de las almendras, con la fermentación, secado y el tostado (SANCHEZ, 2007).

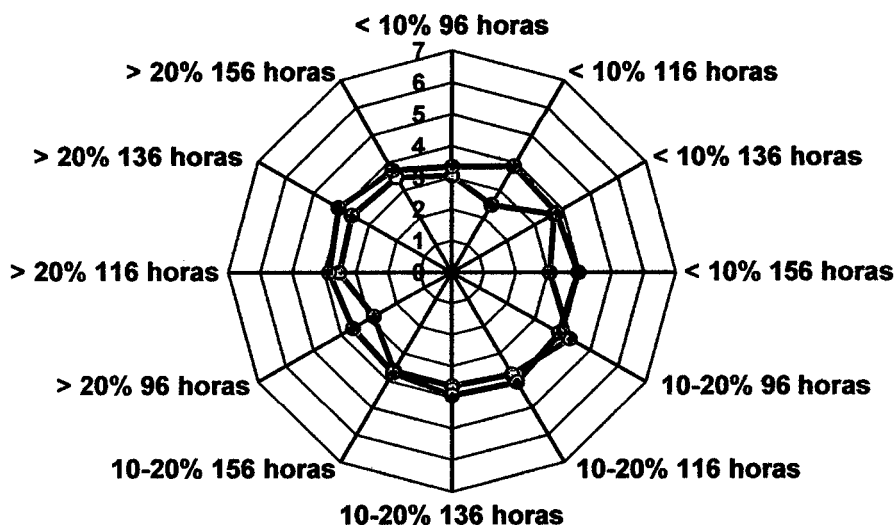


Figura 20. Variación del atributo cítrico del licor de cacao, considerando zona cacaotera, influencia de CCN51, y horas de fermentación.

El mayor valor del atributo cítrico se obtuvo con el licor de 10 –

20% del clon de cacao CCN51 de la zona de Huigoyacu, en comparación a los licores con las otras influencias estudiadas. Reportan que el sabor, determinado por el gusto y el aroma, refleja los efectos combinados del genotipo, del suelo y clima, del manejo agronómico aplicado a la plantación y de la tecnología postcosecha utilizada (GONZALES *et al.*, 2012).

Terroso

La prueba de kruskall wallis para el atributo terroso del licor de cacao aplicando el diseño completo al azar (ver Anexo 29); nos muestra que si existe diferencia estadística ($p < 0,05$) entre los tratamientos. En la figura 21, se observa la variación del atributo terroso del licor de cacao de las zonas de Huigoyacu y Pucacaca.

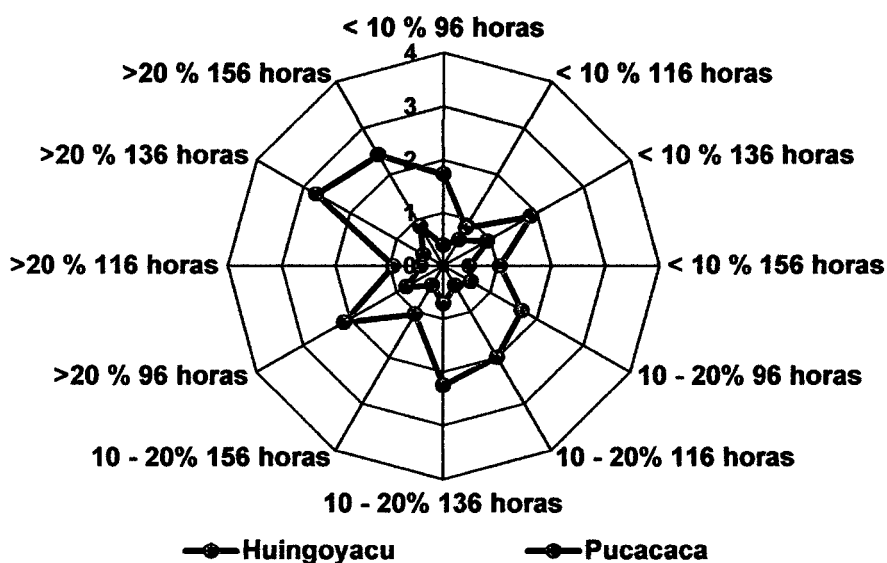


Figura 21. Variación del atributo terroso del licor de cacao, considerando zona cacaotera, influencia de CCN51, y horas de fermentación.

De la Figura 21, el mayor valor $2,73 \pm 2,3$, obtenido correspondió al licor con 10 - 20% CCN51 de 156 horas de fermentado de la zona de Huigoyacu; y el menor $0,39 \pm 0,16$ con el licor de cacao de menor al 10% de CCN51 a 96 horas de fermentado de la zona de Pucacaca.

El mayor valor del atributo terroso (sabores relacionados a la naturaleza, como tierra, hojas secas) se obtuvo con el licor de cacao de la zona de Huigoyacu. Demostrándose que dicha muestra estuvo indirectamente en contacto con la tierra durante el beneficio del cacao (fermentación, secado) y almacenado.

Otros atributos

La prueba de kruskall wallis para otros atributos del licor de cacao aplicando el diseño completo al azar (Anexo 30); nos muestra que no existe diferencia estadística ($p < 0,05$) entre los tratamientos. En la figura 22, se observa la variación de otros atributos del licor de cacao de las zonas de Huigoyacu y Pucacaca.

De la Figura 22, el mayor valor de otros atributos $2,75 \pm 2,3$ correspondió al licor con 10 - 20% CCN51 de 136 horas de fermentado de la zona de Huigoyacu. Cabe mencionar que el cacao forastero tiene un sabor básico (cultural); el cacao criollo sabe a cacao débil, como a malta o a caramelo y el trinitario tiene varios sabores particulares: frutas frescas, secas, floral, etc (GONZALES *et al.*, 2012).

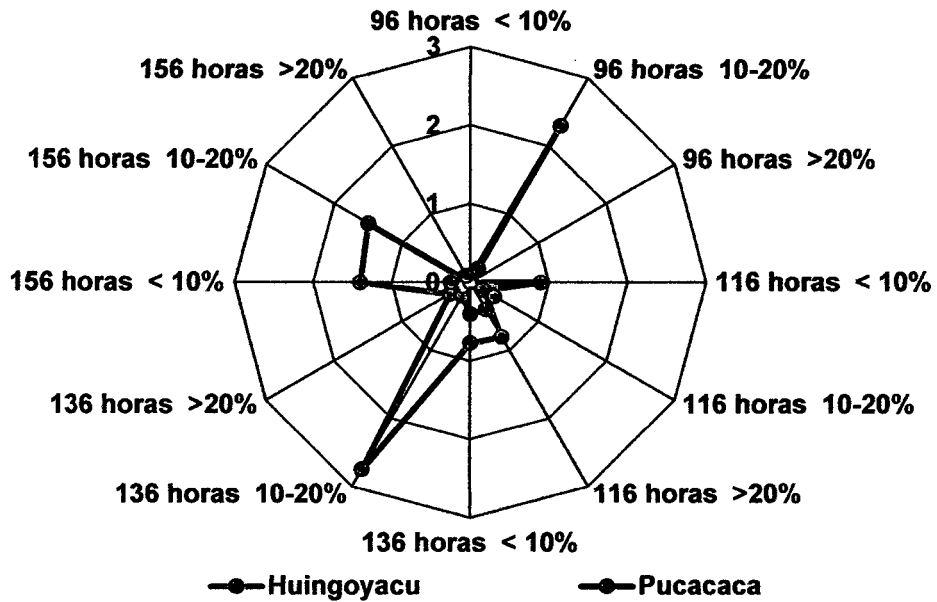


Figura 22. Variación de otros atributos del licor de cacao, considerando zona cacaotera, influencia de CCN51, y horas de fermentación.

Indican que el perfil aromático depende de la composición bioquímica de las almendras de cacao y que esta misma composición se ve afectada por factores ambientales, de genotipos, manejo postcosecha y tostado (SALVADOR, 2010).

Puntaje total

La prueba de Kruskal Wallis para el puntaje total en base a la apreciación personal, asignado al licor de cacao aplicando el diseño completo completo al azar (Anexo 31); nos muestra que si existe diferencia estadística ($p < 0,05$) entre los tratamientos.

De la Figura 23, la mayor calificación de puntaje total de apreciación del licor de cacao $5,72 \pm 0,2$ correspondió al licor de 96 horas de

fermentado de la zona de Pucacaca con una influencia menor al 10% del clon de cacao CCN51 y el menor $4,06 \pm 0,3$ con el licor de 136 horas de fermentado de la zona de Huingoyacu con influencia mayor al 20% del clon de cacao CCN51.

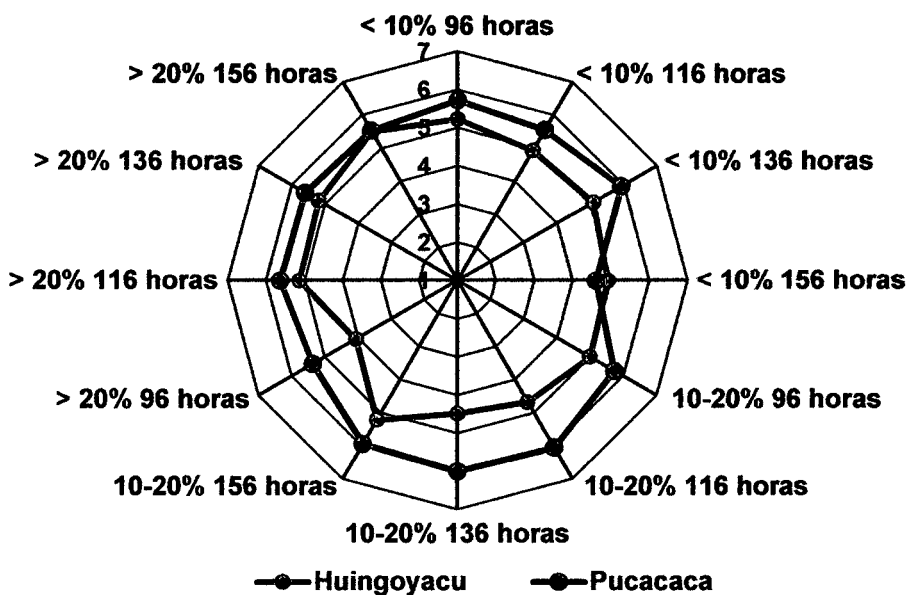


Figura 23. Variación del puntaje total del licor de cacao, considerando zona cacaotera, influencia de CCN51, y horas de fermentación.

En el Cuadro 9, se muestran valores promedios de atributos de los licores seleccionados de las zonas estudiadas (Huingoyacu y Pucacaca), como también el promedio ideal de los atributos deseados por la empresa Tecnología Chocolatera – TCHO.

Cuadro 9. Valores promedios de atributos sensoriales de licores seleccionados de las zonas de Huingoyacu y Pucacaca.

Atributos sensoriales	Huingoyacu, < 10%	Pucacaca, 10– 20%	
	CCN51, 136 horas de fermentado	CCN51, 136 horas de fermentado	Ideal TCHO
Astringencia(As)	4,95	4,35	4,25
Acidez (Ac)	4,74	4,67	6,50
Amargor (Bi)	5,4	4,52	4,17
Chocolate (Ch)	3,89	4,47	4,75
Frutal (Fr)	4,07	4,49	7,58
Nuez (Nu)	3,58	3,32	2,83
Floral (Fl)	2,14	1,39	3,08
Cítrico (Ci)	3,29	3,93	4,75
Terroso (Ea)	1,95	0,42	1,58
Otros (Ot)	0,00	0,40	0,00
Puntaje total	4,84	6,00	8,50

En las Figuras 24 y 25, se muestran el perfil sensorial de los licores de cacao con menor al 10% del clon de cacao CCN51 a 136 horas de fermentado de la zona de Huingoyacu y con 10 – 20 % del clon de cacao CCN51 a 136 horas de fermentado de la zona de Pucacaca.

En la Figura 26, se observa los valores promedios de los atributos del licor de cacao a 136 horas de fermentado de la zona de Huingoyacu con una influencia menor al 10% del clon de cacao CCN51, los cuales fueron

evaluados por 5 panelistas de la Cooperativa Agraria Cacaotera - ACOPAGRO, en comparación con los valores ideales de atributos de la empresa Tecnología Chocolatera (ver Cuadro 9), se tiene mayores valores de astringencia 4,95; amargor 5,4; nuez 3,58 y terroso 1,95 y con menor intensidad la acidez 4,74; chocolate 3,89; frutal 4,07; floral 2,14; cítrico 3,29. No existió la presencia de ningún otro atributo.

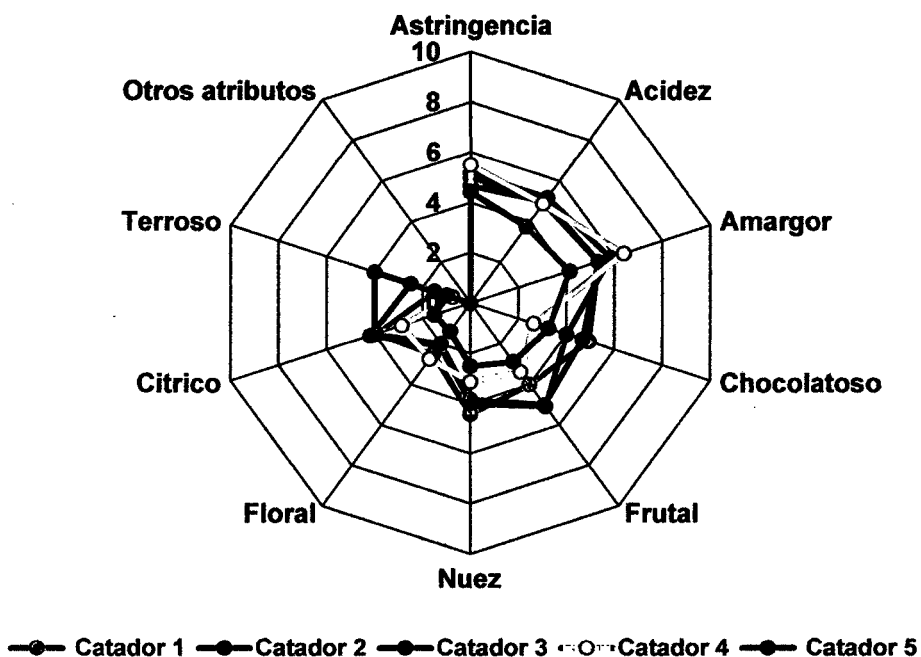


Figura 24. Perfil sensorial del licor de cacao a 136 horas de fermentado de la zona de Huingoyacu con menor al 10% del clon de cacao CCN51.

El licor de cacao evaluado en sus tres repeticiones, presentó una astringencia nivelada, acidez como a la toronja, sabor frutal bajo a uvas acidas, cerezos, ciruelas; el cual está opacado con el amargor como a la piel de toronjas; nuty a pasas, nuez, coco fermentado; cítrico como a limón rugoso, sabor a chocolate y un leve sabor a hojas secas.

De acuerdo a la evaluación sensorial, se observa que el atributo amargor opaca otros atributos de importancia en el licor de cacao. Al respecto expresan que el sabor amargo en las almendras ocultan los sabores específicos de frutal, floral, cacao, por lo que los días de fermentación y las frecuencias de remoción deben ser los adecuados para reducir significativamente este carácter (INIAP, 2009). Por otro lado los licores de cacao fueron obtenidos de muestras de cacao con diversa variabilidad genética. Cabe mencionar que los contenidos de precursores sensoriales como polifenoles, alcaloides (cafeína y teobromina) y acidez volátil (en especial el ácido acético), son indicadores de la calidad organoléptica del cacao (SALVADOR, 2010).

En la Figura 25, se observa los valores promedios de los atributos del licor de cacao a 136 horas de fermentado de la zona de Pucacaca con una influencia menor 10 - 20% del clon de cacao CCN51, los mismos que fueron evaluados por 5 panelistas de la Cooperativa Agraria Cacaotera, en comparación con los valores ideales de atributos de Tecnología Chocolatera (ver Cuadro 9), se tiene mayores valores de astringencia 4,35; amargor 4,52;nuez 3,32; otros atributos 0,40 y en menor intensidad la acidez 4,67; chocolatoso 4,47: frutal 4,49;floral 1,39;cítrico 3,93 y terroso 0,42.

El licor de cacao evaluado en sus tres repeticiones, presentó una astringencia notoria al inicio que se pierde al final, acidez moderado y cítrico como a frutas ácidas frescas, sabor a frutas secas como a higos, sabor a

panela y mantequilla de maní. Según (SALVADOR, 2010), la calidad del cacao se determina por medio de las características físicas (tamaño, peso, grosor de cáscara, color, contenido de grasa), las características organolépticas de las almendras y más recientemente por el tema de salud y nutrición humana (flavonoides, micotoxinas, contaminantes y residuos de metales pesados).

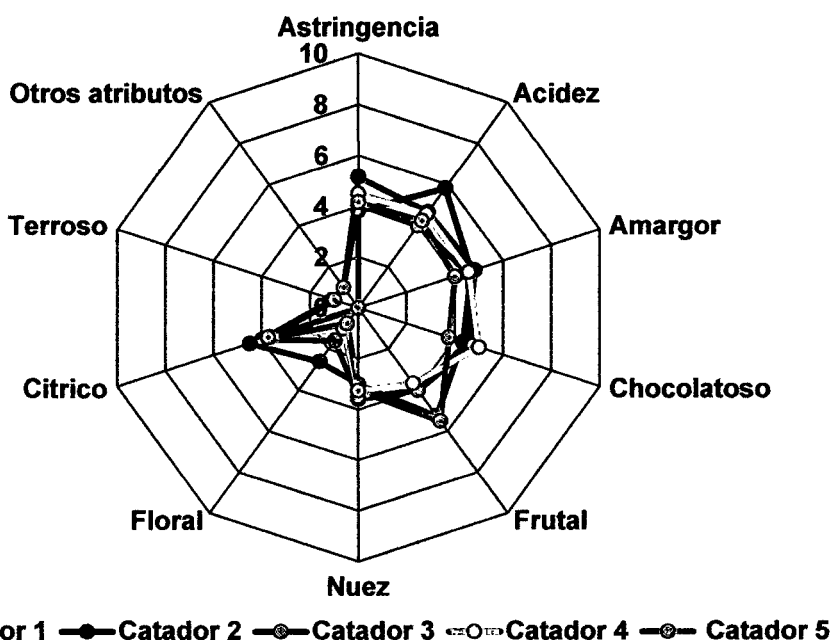


Figura 27. Perfil sensorial del licor de cacao a 136 horas de fermentado de la zona de Pucacaca con 10 – 20 % del clon de cacao CCN51.

4.3.2. Análisis fisicoquímico

En el cuadro 10, se presenta los resultados del análisis fisicoquímico de los licores de cacao con valores de atributos más cercanos a los de la empresa Tecnología Chocolatera y mejores características de aceptación.

Se observa que la humedad varió desde $3,73 \pm 0,19$ hasta $3,96 \pm 0,22$; el porcentaje de grasa desde $50,65 \pm 0,16$ hasta $52,40 \pm 0,33$ y el porcentaje de acidez titulable desde $1,95 \pm 0,04$ hasta $1,93 \pm 0,04$ gramos de ácido oléico / 100 gramos de muestra para los licores de las zonas de Huingoyacu y Pucacaca.

Cuadro 10. Propiedades fisicoquímicas de los licores de cacao seleccionados.

Análisis fisicoquímico	Licor de cacao			
	< 10 % CCN51		10 -20% CCN51	
	BH	BS	BH	BS
Humedad	$3,73 \pm 0,19^a$	----	$3,96 \pm 0,22^a$	----
Grasa	$8,19 \pm 0,13^a$	$52,40 \pm 0,33^a$	$8,37 \pm 0,12^a$	$50,65 \pm 0,16^b$
% acidez titulable	$1,95 \pm 0,04^a$	----	$1,93 \pm 0,04^a$	----

*Valores con letras diferentes difieren estadísticamente (promedio \pm DE, n = 3, Tukey, $p < 0,05$). Porcentaje de acidez titulable total expresado en gramos de ácido oleico/100 gramos de muestra.

El análisis de varianza para la humedad (ver Anexo 37) del licor de cacao, aplicando el diseño completo al azar no presentó diferencia estadística ($p > 0,05$), sin embargo en el Cuadro 10 se puede observar que el mayor valor se obtuvo con el licor de la zona de Pucacaca. Indican un valor máximo de 3% de humedad para la pasta de cacao, encontrándose valores mayores en esta investigación (JORDAN, 2013).

Cuadro 11. Prueba de comparación de medias para el porcentaje de grasa.

Zona cacaotera	Media de las calificaciones
Huingoyacu	52,40 ^a
Pucacaca	50,65 ^b

*Medias con letras diferentes difieren estadísticamente (ANOVA factorial, n= 3, Tukey, p <0,05).

El análisis de varianza para el porcentaje de grasa (ver Anexo 38) del licor de cacao, aplicando el diseño completo al azar si presentó diferencia estadística ($p > 0.05$). De la comparación múltiple de medias mostrada en el Cuadro 11, se aprecia que la mayor calificación al porcentaje de grasa del licor de cacao, correspondió a la zona de Huingoyacu, en comparación a Pucacaca. Al respecto mencionan que la composición de la semilla del cacao depende de factores como el genotipo o las condiciones de crecimiento del árbol como características del suelo, clima, horas de insolación, entre otros (PEREA *et al.*, 2011). Por otro lado indican valor mínimo de 48% y máximo de 54% de grasa en los licores de cacao, siendo este parámetro importante y exigido por la industria chocolatera (JORDAN, 2013).

Cuadro 12. Prueba de comparación de medias para el porcentaje de acidez titulable total del licor de cacao

Zona cacaotera	Media de las calificaciones
Huingoyacu	1,9468 ^a
Pucacaca	1,9264 ^a

*Medias con letras diferentes difieren estadísticamente (ANOVA factorial, n=3, Tukey, p< 0,05).

El análisis de varianza para el porcentaje de acidez titulable total (ver Anexo 39) del licor de cacao, aplicando el diseño completo al azar no presentó diferencia estadística ($p > 0.05$). De la comparación múltiple de medias mostrada en el Cuadro 12, se observa que la mayor calificación al porcentaje de acidez titulable total del licor de cacao, correspondió a la zona de Huingoyacu, en comparación a Pucacaca. Es necesario mencionar que los factores como el clima, suelo, material genético, manejo del cultivo y el manejo postcosecha (beneficio) intervienen de una u otra manera sobre la calidad física, química y organoléptica de las almendras del cacao (AREVALO *et al.*, 2004 y REYES *et al.*, 2004). La Norma Oficial Mexicana NOM-186-SSA1/SCFI-2002, indica como máximo 2 gramos de ácido oleico por 100 gramos de licor de cacao.

V. CONCLUSIONES

- Se alcanzaron temperaturas mayores al tercer día de fermentado (72 horas), encontrándose dentro del rango de $47,50 \pm 3,20$ - $50,37 \pm 1,0^{\circ}\text{C}$ y $49,83 \pm 0,35$ - $50,47 \pm 1,85^{\circ}\text{C}$; el pH del cotiledón a las 136 horas varió de $4,79 \pm 0,46$ - $4,96 \pm 0,26$ y $4,67 \pm 0,27$ - $4,88 \pm 0,21$; al mismo tiempo de fermentado el porcentaje de acidez titulable total del cotiledón desde $0,1863 \pm 0,05$ - $0,2114 \pm 0,02$ y $0,1873 \pm 0,01$ - $0,1992 \pm 0,01$ g. ácido acético / 100 g de cacao de los granos de las zonas de Huingoyacu y Pucacaca, respectivamente.
- El mayor porcentaje de fermentación $78,11 \pm 3,16$, correspondió a los granos de cacao de la zona de Pucacaca con una influencia menor al 10% del clon de cacao CCN51, el mayor peso de 100 granos $140,11 \pm 8,0$ gramos y mayor índice de grano $1,40 \pm 0,1$ gramos, perteneció a los granos de cacao de la zona de Huingoyacu con una influencia mayor al 20% del clon de cacao CCN51.
- Los licores de cacao seleccionados mediante el análisis sensorial se obtuvieron: de la zona de Pucacaca con una influencia del 10 - 20% del clon de cacao CCN51 el cual presentó fuerte acidez frutal, moderado

amargor y astringencia, bajo terroso y nuez; humedad $3,96 \pm 0,22$ %; porcentaje de grasa $50,65 \pm 0,16$ %; y porcentaje de acidez titulable total $0,19 \pm 0,00$ g de ácido acético/100 gramos; y el de la zona de Huingoyacu con una influencia menor al 10% del clon de cacao CCN51 con una humedad $3,73 \pm 0,19$, porcentaje de grasa $52,40 \pm 0,33$ y el porcentaje de acidez titulable total $0,18 \pm 0,00$ g de ácido acético/100 gramos).

VI. RECOMENDACIONES

- En el proceso de fermentado realizar estudios para determinar la duración de la fermentación alcohólica y acética para ajustar los parámetros de este proceso.

- En la obtención del licor de cacao, establecer parámetros adecuados para el tostado del grano, que permita desarrollar las características sensoriales requeridas del mismo con las determinadas influencias del clon de cacao CCN51 de cada zona de producción.

ABSTRACT

The benefit of cocoa was studied. Physical analysis of dried beans, obtaining liquor and sensory evaluation was performed, this was done in the Agricultural Cooperative Cocoa ACOPAGRO. Physico - chemical analyzes were performed in the laboratories of the Research Centre for Biotechnology Development of Amazonia and in the laboratory of Nutrition, at the National Agrarian University of the jungle.

Four times during the fermentation (96, 116, 136 y 156 hours), the temperature of the grain mass, pH and percentti tratable acidity of cotyledons were evaluated. Sampling was performed every 12 hours. Physical analysis, obtaining liquor and sensory analysis of cocoa liquor with three influences CCN51 cacao clone was also performed samples from Huingoyacu and Pucacaca zones. Physico chemical evaluation of cocoa liquor was performed with closer to the ideals of the company TCHO sensory values.

It was determined that the zone and the time of fermentation, influence statistically ($p = 0.05$) on the physical analysis of dried cocoa beans. Sensory analysis of cocoa liquors indicated statistical influence ($p = 0.05$) of the attributes citric and astringency, not being influenced in other attributes. The cocoa liquor selected based on sensory analysis were obtained from fermented beans for 136 hours. Selected beads Pucacaca committee had 10-20 percent CCN51 clone. Selected beads Huingoyacu committee had <10 percent CCN51 clone. The physicochemical evaluation showed statistical difference with the percentage of fat from cocoa liquor ($p = 0,05$).

VII. BIBLIOGRAFIA

AMORES, F. 2004. Cacaos finos y ordinarios. In Taller Internacional de Calidad Integral de cacao Teoría y Práctica. Memorias INIAP. Quevedo, Ecuador.

AMORES, F.; PALACIOS, A.; JIMENEZ, J.; ZHANG, D. 2009. Entorno ambiental, genética, atributos de calidad y singularización del cacao en el nor oriente de la provincia de esmeraldas. Boletín técnico N 135. Ecuador. 119 p.

ANGÓN, P.; SANTOS, N. y HERNÁNDEZ, C. 2006. Índices para la determinación de las condiciones óptimas de maduración de un fruto. Ciencia y Tecnología. Vol. 10.

ALVAREZ, C.; PEREZ, E.; LARES, M. 2007. Caracterización física y química de almendras de cacao fermentadas, secas y tostadas cultivadas en la región de Cuyagua, Estado Aragua, 8 p.

ÁLVAREZ, C.; TOVAR, L.; GARCÍA, H.; MORILLO, F.; SÁNCHEZ, P.; GIRÓN, C y DE FARIAS, A. 2010. Evaluación de la calidad comercial del grano de cacao (*Theobroma cacao* L.) usando dos tipos de fermentadores. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA-Miranda). Revista Científica UDO Agrícola 10.

AREVALO, E.; ZUÑIGA, L.; AREVALO, C. 2004. Manejo integrado del cultivo y transferencia de tecnología en la amazonia peruana. Impresiones del

castillo S.A. Chiclayo – Perú.

BAÑO, P. 2010. Evaluación de 61 progenies híbridas de cacao en base a las características organolépticas. Universidad Técnica Estatal de Quevedo – Ecuador. 86 p.

BERLANGA, V. y HURTADO, M. 2012. Clasificación de pruebas no paramétricas. Cómo aplicarlas en SPSS. REIRE, Revista d'Innovació i Recerca en Educació, Vol. 5, núm. 2, 101-113.

BORBOR, F. y VERA, M. 2007. Manual del cultivo de cacao para productores. Unidad ejecutora del programa Corporación de Promoción de Exportaciones e Inversiones CORPEI, y Co – ejecutor Asociación Nacional de Exportadores de cacao ANECACAO. Enero del 2007. Guayaquil – Ecuador. 47 p.

BARTLEY, B. 2005. The Genetic Diversity of Cocoa and its Utilization. First Edition, CABI Publishing, Oxfordshire-U.K, Pág. 337.

BECKETT, 2009. Industrial Chocolate Manufacture and Use, Cuarta Edición. London.

BORBOR F. & VERA M., 2007. Manual del Cultivo del Cacao para Productores. Unidad Ejecutora del Programa Corporación de Promoción de Exportaciones e Inversiones CORPEI, y Co-Ejecutor Asociación Nacional de Exportadores de Cacao ANECACAO, Quito-Ecuador, Pág. 47.

CAMPOVERDE, 2010. Días de fermentación y frecuencia de remoción de semillas de cacao (*Theobroma cacao* L.) en el genotipo nacional y clon CCN 5.

CARRILLO, A. 2011. Influencia del tiempo de fermentado y método de

secado solar en la calidad sensorial del licor de cacao (*Theobromacacao* L.)
clon CCN51. Universidad Nacional Agraria de la Selva – Perú. 100 p.

DE MENDIBURU, F. 2007. *Agricolae: Statistical Procedures for Agricultural Research*. Capítulo 2. Disponible en: <http://tarwi.lamolina.edu.pe/~fmendiburu>

DIAZ, P.; PINOARGOTE, C. 2012. Análisis de las características organolépticas del chocolate a partir de cacao CCN51 tratado enzimáticamente y tostado a diferentes temperaturas. Escuela Superior Politécnica Del Litoral – Ecuador. 145 p.

DOSTERT, N.; ROQUE, J.; CANO, A.; LA TORRE, M. y WEIGEND M. 2011. Hoja botánica: Cacao. Primera edición. 20 p.

FEDERACION NACIONAL DE CACAOTEROS- FONDO NACIONAL DEL CACAO, 2004. El beneficio y características fisicoquímicas del cacao (*Theobroma cacao* L.). Ministerio de Agricultura y desarrollo rural – Colombia. Editorial Produmedios. pág. 8.

GARCIA, L. 2008. Estudio de caracterización del potencial genético del cacao en el Perú. Proyecto de Cooperación UE –PERÚ, en materia de asistencia técnica relativa al comercio -

GARCIA, C. 2009. Catálogo de cultivares de cacao. Ministerio de Agricultura. Dirección de Promoción de Competitividad. 110 p.

GONZALES, M.; PEREZ, S.; PALOMINO, C. 2012. Factores que inciden en la calidad sensorial del chocolate. Vol 13 - N° 4. Venezuela. 18 p.

GRAZIANI DE FARIÑAS, L.; ORTIZ DE BERTORELLI, N.; y TRUJILLO DE LEAL. 2003. Fermentación del cacao en dos diseños de cajas de madera.

Agronomía Tropical.

GUERRERO, A. 2006. Diseño del sistema de esterilización experimental en la obtención de licor de cacao. Escuela Superior Politécnica Del Litoral – Ecuador. 114 p.

HERNANDEZ, A. 2010. Tecnología de cacao. Universidad Nacional Agraria y a Distancia. 170 p.

INFOAGRO. 2007. Consultado el 19 de Septiembre del 2007. Disponible en: <http://www.infoagro.go.cr/Agrico-la/tecnologia/cacao/beneficio.htm>

INDECOPI. 2008. Manual de buenas prácticas para la cosecha y beneficio del cacao. Aplicación de la NTP 208.040:2008. Q&P impresores. Lima – Perú. Primera edición julio 2008. 32 p.

INIAP, 2007. Influencia del pre-secado de las almendras sobre la evolución del pH y porcentajes de fermentación durante la época seca en las variedades de cacao CCN-51 y Nacional, Pichilingue- Ecuador, 2007.

INIAP, 2009. Boletín Técnico 135: Entorno Ambiental, Genética, Atributos de Calidad y Singularización del Cacao en el Nor Oriente de la Provincia de Esmeraldas, Quevedo-Ecuador, 2009.

JIMENEZ, J. 2006. Calidad sensorial de los cacaos especiales. Seminario taller internacional producción, calidad y mercadeos de cacaos especiales. Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias. Quevedo - Ecuador. Pág. 5.

JORDAN, R. 2013. Analizar y Validar un Programa de Rehabilitación en la Poscosecha del Cacao CCN51, en la Finca Rami, en la Provincia de Los Ríos. Escuela Superior Politécnica del Litoral. Guayaquil – Ecuador.

LAGUNES, S.; LOISEAU, G.; PAREDES, J.; BAREL, M. y GUIRAUD, J. 2007. Study on the microflora and biochemistry of cocoa fermentation in the Dominican Republic. *International Journal of Food Microbiology*, pag. 24.

LEMUS, M.; L. GRAZIANI DE FARIÑAS, L.; ORTIZ DE BERTORELLI, A. y TRUJILLO DE LEAL. 2002. Efecto del mezclado de cacao tipos criollo y forastero de la localidad de Cumboto sobre algunas características físicas durante la fermentación. *Agronomía Tropical*.

MINISTERIO DE LA AGRICULTURA, 2007. Demanda Mundial del cacao, oportunidad para mejorar su competitividad y rentabilidad. Cacao y chocolate. Boletín número 1, diciembre – 2007.

MORILLO, M. 2005. Alternativas de Industrialización de Cacao (*Theobroma cacao* L.) Nacional Fino o de aroma en el cantón Pangua provincia de Cotopaxi. Ingeniería en Industrialización de Alimentos. Universidad Tecnológica Equinoccial. Quito – Ecuador.

NATIVIDAD, R.; ADRIAZOLA, J.; GARCIA, L.; ZAVALA, J.; GIL, J.; CABEZAS, O.; GONZALES, F. 2007. CACAO, DIPLOMADO – Cultivos Industriales Tropicales: café, cacao y palma aceitera. UNAS – TINGO MARIA. pág. 1 – 11, 120 – 140.

NAVIA, O.; PAZMIÑO, P. 2012. Mejoramiento de las características sensoriales del cacao CCN51 a través de la adición de enzimas durante el proceso de fermentación. Escuela Superior Politécnica Del Litoral – Ecuador. 135 p.

NAZARUDDIN, R.; SENG, O.; SAID, M. 2005. Effect of pulp preconditioning on the content of polyphenols in cocoa beans (*Theobroma*

cacao) during fermentation. Ind. Crop.

NOGALES, J.; GRAZIANI FARINAS, L.; ORTIZ DE BERTORELLI, L. 2006. Cambios físicos y químicos durante el secado al sol del grano de cacao fermentado en dos diseños de cajones de madera. Universidad Central de Venezuela. Facultad de Agronomía. Instituto de Química y Tecnología. Maracay, estado Aragua. Venezuela. 16p.

OFFICIAL METHODS OF ANALYSIS OF AOAC INTERNATIONAL.(1995) 16th edition, volumen 1 y 2, Editado by Patricia Cunniff. Arlington, Virginia USA.

OFFICIAL METHODS OF ANALYSIS OF AOAC INTERNATIONAL (1997). 16 th Edition. Gaithersburg, Maryland, USA.

ORTIZ DE BERTORELLI, L.; GRAZIANI DE FARIÑAS, L. y GERVAISE, L. 2009.Influencia de varios factores sobre características del grano de cacao fermentado y secado al sol. Febrero del 2009.Venezuela.

PALACIOS, C. 2008.Establecimientos de parámetros (físicos, químicos y organolépticos) para diferenciar y valorizar el cacao (*Theobroma cacao* L.) producido en dos zonas identificadas al norte y sur del litoral ecuatoriano. Universidad Técnica de Manabí. Ecuador. 252 p.

PEREA, J.; RAMIREZ, O. y VILLAMIZAR, A. 2011.Caracterización fisicoquímica de materiales regionales de cacao colombiano. Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial. Vol. 9.

PINZÓN, I.; FISCHER, G; CORREDOR, G.2007.Determinación de los estados de madurez del fruto de la gulupa (*Passiflora edulis Sims.*). Universidad Nacional de Colombia, vol. 25.pp. 83-95.

PORTILLO, E.; GRAZIANI DE FARINAS, L.; BETANCOURT, E. 2005. Efecto de los tratamientos post-cosecha sobre la temperatura y el índice de fermentación en la calidad de cacao porcelana (*Theobroma cacao* L.). Universidad de Zulia – Venezuela. 12 p.

PORTILLO, E.; GRAZIANI DE FARINAS, L.; CROS, E. 2006. Efecto de algunos factores post-cosecha sobre la calidad sensorial del cacao criollo porcelana (*Theobroma cacao* L.). Universidad de Zulia – Venezuela. 9 p.

PORTILLO, E.; LABARCA, M.; GRAZZIANI, L.; CROS, E.; ASSEMAT, S.; DAVRIEUX, F.; BOULAGER, R. 2011. Influencia de las condiciones del tratamiento poscosecha sobre la temperatura y acidez en granos de cacao Criollo (*Theobroma cacao* L.). Universidad de Zulia – Venezuela. 15 p.

PLUA, C. 2008. Diseño de una línea procesadora de pasta de cacao artesanal. Escuela Superior Politécnica Del Litoral – Ecuador. 128 p.

PRONATEC, 2009. Mercado del cacao. Desarrollado por Israel Pisetsky Delegado en Perú de la empresa de Productos Naturales y ecológicos.

RAMOS, G. 2004. La fermentación, el secado y almacenamiento del Cacao. In taller internacional de calidad integral de cacao teoría y práctica. Quevedo – Ecuador.

RAMOS, G. 2006. Prácticas de fermentado y secado para aumentar la calidad de cacao. Seminario taller internacional producción, calidad y mercadeo de cacaos especiales. UTEQ – INIAP.

REYES, E.; VIVAS, J.; ROMERO, A. 2009. La calidad en el cacao. Factores determinantes de la calidad. En línea: <http://www.ceniap.gov.ve/publica/divulga/fd61/calicac.html>

ROHSIUS C.; ANDERSON M.; NIEMENAK N.; SUKHA D.; LIEBEREI R. 2006. Calidad de la fermentación y su dependencia en la estructura de la testa y en procesos de transporte. 15^e conferencia internacional sobre investigaciones del cacao.

SALTOS, A.; SÁNCHEZ, V. y ANZULES, A. 2006. Beneficio del cacao. En taller de entrenamiento en calidad física y organoléptica de cacao, Memorias INIAP. Quevedo- Ecuador. 7 p.

SALVADOR, N. 2010. Mapeo de la calidad física y organoléptica del *Theobroma cacao* L. a nivel subcuenca del río bigote como estrategia para la inserción y posicionamiento en nichos de mercado de la asociación de pequeños productores de cacao de Piura. Consultoría origen del cacao de Piura. Primer informe.

SANCHEZ, C. 2007. Caracterización organoléptica del cacao (*Theobroma cacao* L.), para la selección de árboles con perfiles de sabor de interés comercial. Universidad Técnica Estatal de Quevedo – Ecuador. 93 p.

SCHWAN, M. 1996. Microbiology of Cocoa Fermentation: A Study to Improve Quality, En: 12^a Conferencia Internacional de Investigación en Cacao, Salvador– Brasil.

SUKHA, D. 2008. Desarrollo de Aromas del Cacao, UWI, Trinidad & Tobago.

TORRES, M. 2012. Influencia de las características y procesamiento del grano de cacao en la composición físico-química y propiedades sensoriales del chocolate negro. Tesis doctoral. Departamento de Bioquímica y Biotecnología. Escuela Politécnica Superior.

WOYZECHOWSKY, L.; SANGRONIS, E. 2006. Efecto del procesamiento del grano de cacao (*Theobroma cacao* L.) en contenido de polifenoles, taninos y capacidad antioxidante. Universidad Simón Bolívar, Caracas – Venezuela.

ANEXO

Anexo 1. Valores del índice de madurez por zona cacaotera

Influencia CCN51	Huingoyacu			Pucacaca		
	1r	2r	3r	1r	2r	3r
< 10 %	13	18	19	20	15	17
10 – 20 %	13	16	16	20	31	21
> 20 %	12	14	15	12	23	12

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 2. Análisis de varianza para el índice de madurez de los granos de cacao, diseño completo al azar

Fuente de variabilidad	SC	Gl	CM	Fc	Pv	Sig
Comité cacaotero	68,0556	1	68,0556	4,11	0,0654	N.S
Influencia CCN51	70,1111	2	35,0556	2,12	0,1631	N.S
Comité * Influencia	60,1111	2	30,0556	1,82	0,2047	N.S
Error experimental	198,667	12	16,5556			
Total	396,944	17				

Anexo 3. Valores de la temperatura de masa de cacao fermentando por zona cacaotera

Tiempo de fermentado (h)	HUINGOYACU									PUCACACA								
	< 10%			10 - 20%			> 20%			< 10%			10 - 20%			> 20%		
	1r	2r	3r	1r	2r	3r	1r	2r	3r	1r	2r	3r	1r	2r	3r	1r	2r	3r
0	30,5	31,1	31,1	28,8	31,4	31,6	30,1	31,1	32,0	25,4	28,4	28,7	28,6	28,6	26,6	28,4	28,4	28,3
12	31,9	27,4	33,7	30,1	27,2	33,5	30,4	27,6	32,8	35,0	34,0	30,4	35,2	36,0	28,3	32,4	33,0	30,7
24	38,8	31,3	38,0	35,0	32,5	38,8	33,0	29,7	38,8	41,5	42,0	35,5	43,5	44,0	34,4	41,3	43,0	35,5
36	43,8	33,0	42,0	42,0	29,3	43,4	35,2	32,8	43,0	43,4	43,0	39,2	46,4	47,0	37,6	45,2	45,0	41,3
48	49,2	37,6	31,8	47,4	33,2	29,1	39,2	36,6	29,7	47,1	46,0	43,4	47,3	45,0	40,6	47,1	46,0	43,9
60	48,3	41,2	45,7	47,9	38,1	44,8	43,8	41,2	45,0	49,8	47,0	47,4	49,3	46,0	42,3	46,9	47,0	42,5
72	49,2	44,4	49,7	49,3	43,8	49,4	49,6	51,5	50,0	52,1	50,0	49,8	52,3	50,5	48,6	52,0	50,0	48,0
84	48,0	48,6	45,0	47,5	47,5	48,3	47,9	47,3	45,9	42,1	49,0	45,2	43,1	49,7	46,1	44,5	48,0	47,3
96	47,9	38,5	49,6	47,5	48,9	49,2	47,7	47,6	48,4	48,9	48,0	47,2	49,1	48,3	46,3	47,2	47,2	46,5
108	47,6	44,5	45,2	48,1	44,4	46,1	48,0	44,5	45,4	49,3	47,5	45,9	48,4	47,9	44,9	46,9	46,9	45,0
120	47,6	48,9	50,2	48,4	48,8	50,1	48,9	49,6	50,9	49,1	49,0	47,6	49,4	49,2	47,1	48,1	48,4	48,5
132	43,7	39,8	42,9	46,2	42,6	40,9	47,9	40,7	39,5	47,7	47,5	43,7	48,6	48,2	44,3	45,9	45,7	47,7
144	47,2	48,5	49,0	46,9	48,8	48,0	48,0	49,7	48,0	48,8	46,8	48,0	48,6	47,0	46,8	46,8	46,8	47,7
156	45,2	30,6	41,8	45,3	40,8	44,8	44,7	38,9	43,0	49,6	46,0	45,1	50,8	46,5	45,4	47,5	45,0	46,3

Anexo 4. Resultados de la temperatura de la masa de cacao fermentando y del ambiente

Horas de fermentado(h)	Huingoyacu				Pucacaca			
	< 10%	10 - 20%	> 20 %	TA	< 10%	10 - 20%	> 20 %	TA
0	30,90±0,35	30,60±1,56	31,07±0,95	35,5±0,50	27,5±1,82	27,93±1,15	28,37±0,06	32,87±3,87
12	31,00±3,24	30,27±3,15	30,27±2,60	27,53±0,05	33,13±2,42	33,17±4,23	32,03±1,19	28,60 ±3,30
24	36,03±4,12	35,43±3,17	33,83±4,61	35,57±0,51	39,67±3,62	40,63±5,40	39,93±3,93	35,67±4,88
36	39,60±5,79	38,23±7,77	37,00±5,33	28,33±0,15	41,87±2,32	43,67±5,26	43,83±2,20	32,60 ±10,9
48	39,53±8,86	41,47±9,60	40,73±4,90	32,03±0,31	45,50±1,90	44,30 ±3,40	45,67±1,63	42,57±3,94
60	45,07±3,59	43,60±5,00	43,33±1,94	28,90±0,75	47,40±1,62	45,87±3,50	45,47±2,57	33,73±11,4
72	47,77±2,93	47,50±3,20	50,37±1,00	35,23±0,45	49,83±2,35	50,47±1,85	50,00±2,00	42,47±8,29
84	47,20±1,93	47,77±0,46	47,03±1,03	27,63±0,31	45,43±3,46	46,30 ±3,30	46,60 ±1,85	33,37±9,72
96	45,33±5,98	48,53±0,91	47,90±0,44	37,57±0,67	48,03±0,85	47,90 ±1,44	46,97±0,40	41,03±5,42
108	45,77±1,63	46,20±1,85	45,97±1,82	29,17±0,50	47,57±1,70	47,07±1,89	46,27±1,09	32,77±12,2
120	48,90±1,30	49,10±0,89	49,80±1,01	40,03±0,30	48,57±0,84	48,57±1,27	48,33±0,21	41,33±5,94
132	42,13 ±2,06	43,23±2,71	42,70±2,54	28,53±1,23	46,30 ±2,25	47,03±2,38	46,43±1,10	36,53±8,13
144	48,23±0,93	47,90±0,95	48,57±0,98	32,83±0,42	47,87±1,00	47,47±0,99	47,10 ±0,52	36,20 ±10,7
156	39,20 ±7,64	43,63±2,47	42,2±2,98	27,87±0,71	46,90 ±2,38	47,57±2,85	46,29±1,25	35,23±10,9

*promedio de tres repeticiones ± desviación estándar; TA = Temperatura del ambiente.

Anexo 5. Valores de pH del cotiledón de los granos de cacao fermentando de Huingoyacu y Pucacaca

Tiempo de fermentado (h)	HUINGOYACU									PUCACACA								
	< 10%			10 - 20%			> 20%			< 10%			10 - 20%			> 20%		
	1r	2r	3r	1r	2r	3r	1r	2r	3r	1r	2r	3r	1r	2r	3r	1r	2r	3r
0	6,72	6,68	6,47	6,63	6,67	6,44	6,60	6,63	6,47	6,80	6,60	6,67	6,75	6,80	6,68	6,71	6,80	6,82
12	6,60	6,50	6,45	6,45	6,45	6,60	6,45	6,46	6,40	6,50	6,56	6,39	6,70	6,76	6,54	6,60	6,71	6,71
24	5,95	6,23	6,47	6,00	5,95	6,74	6,20	6,32	6,30	6,12	5,90	5,65	6,68	6,59	6,27	6,77	6,50	6,22
36	5,68	6,43	6,02	5,55	6,32	6,26	6,05	6,30	6,27	5,21	5,64	4,50	5,17	5,40	6,00	6,13	6,56	6,00
48	5,32	6,38	5,54	5,19	5,72	6,09	5,66	6,34	6,04	5,32	5,62	4,62	5,19	5,83	5,62	5,66	5,76	5,80
60	5,06	6,20	4,69	4,86	6,50	5,41	5,04	6,10	4,95	4,95	5,59	4,60	4,85	4,97	5,00	4,90	5,01	4,91
72	4,97	5,67	4,52	4,98	5,85	5,05	5,02	5,97	5,08	4,85	5,51	4,55	4,78	5,60	5,25	5,08	5,24	5,24
84	5,36	5,47	4,60	4,98	4,68	4,75	5,10	5,89	4,89	4,79	5,18	4,63	4,79	4,98	4,94	4,96	4,82	4,93
96	4,71	5,00	5,27	4,81	4,57	4,73	5,12	5,81	4,68	4,73	5,08	4,84	4,82	4,87	4,87	4,87	5,15	4,66
108	4,91	4,60	5,15	4,74	4,48	4,74	5,13	4,68	4,66	4,66	4,90	4,73	4,69	4,57	4,57	4,70	5,05	4,80
116	4,98	4,58	4,90	4,84	4,45	4,61	5,10	4,52	4,60	4,70	4,88	4,84	4,75	4,53	4,69	4,72	4,80	4,76
120	5,15	4,44	4,80	4,55	4,44	4,60	5,33	4,32	4,53	4,82	4,81	4,43	4,85	4,56	4,75	4,70	4,74	4,96
132	5,15	4,36	4,82	5,00	4,17	4,54	5,14	4,22	4,43	4,59	5,02	4,60	4,72	4,83	5,00	4,62	5,00	5,00
136	5,20	4,29	4,89	3,93	4,08	4,70	4,78	4,08	4,25	4,55	4,55	4,65	4,60	4,40	4,90	4,23	4,65	4,86
144	5,29	5,00	4,85	5,15	4,05	4,60	5,23	4,60	4,50	4,63	4,96	4,81	4,63	4,80	4,94	4,65	4,92	5,04
156	5,15	5,16	4,94	5,25	4,88	4,74	5,25	4,89	4,50	4,49	5,29	4,87	4,59	4,95	4,68	4,50	4,92	4,98

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 6. Valores de % acidez titulable de los granos de cacao fermentando de la zona de Huingoyacu y Pucacaca.

Tiempo de fermentado (h)	HUINGOYACU									PUCACACA								
	< 10%			10 - 20%			> 20%			< 10%			10 - 20%			> 20%		
	1r	2r	3r	1r	2r	3r	1r	2r	3r	1r	2r	3r	1r	2r	3r	1r	2r	3r
0	2,50	3,30	3,50	2,60	3,30	3,50	2,60	3,30	3,50	3,10	3,30	3,30	3,30	3,10	3,30	3,30	3,10	3,30
12	2,50	3,30	3,50	2,50	3,50	3,30	3,30	3,30	3,30	3,10	3,30	3,30	3,30	3,30	3,30	3,30	3,30	3,30
24	2,50	3,30	3,50	2,50	3,70	3,30	3,40	3,40	3,40	3,60	3,50	3,70	3,60	3,60	3,30	3,60	3,40	3,40
36	2,60	3,30	3,70	3,00	3,50	3,50	3,30	3,50	3,40	3,90	3,70	4,30	4,20	3,70	3,60	3,70	3,60	3,60
48	2,60	3,30	4,00	3,30	3,10	3,70	3,10	3,50	3,80	4,20	3,70	4,40	4,30	3,70	3,70	4,00	3,70	3,70
60	2,70	3,30	4,70	3,30	3,30	4,00	3,30	3,50	3,90	4,40	3,70	4,60	4,30	4,30	4,00	4,30	4,30	4,20
72	2,60	4,00	4,90	3,30	4,00	4,20	3,30	3,80	4,50	4,60	3,70	4,70	4,70	4,30	4,00	4,40	4,30	4,40
84	2,70	4,00	4,90	3,30	4,70	4,70	3,50	3,70	4,70	4,70	4,00	5,00	4,70	4,30	5,00	4,60	4,40	5,00
96	2,70	4,80	4,60	3,30	4,90	4,70	3,50	3,90	4,60	4,60	4,20	5,00	4,70	4,90	5,00	4,90	4,60	4,90
108	2,70	4,90	4,40	3,50	4,90	4,80	3,30	4,70	4,70	4,70	4,40	4,90	4,60	4,70	5,00	4,70	4,70	5,00
116	2,70	4,90	4,70	3,50	4,90	4,70	3,30	4,90	4,90	4,70	4,40	5,20	4,90	4,90	5,00	4,90	4,70	5,00
120	2,70	5,10	4,70	3,90	4,90	4,70	3,00	5,20	4,90	4,70	4,40	5,00	4,90	4,90	5,00	4,90	4,90	5,00
132	2,70	5,10	4,70	3,30	5,30	4,90	3,30	5,40	5,20	4,70	4,30	4,70	4,70	4,60	4,90	4,60	4,90	4,90
136	2,70	5,40	4,70	4,20	5,40	4,70	4,50	5,20	4,80	4,70	4,40	5,00	4,70	4,70	5,20	4,90	4,70	5,20
144	2,70	4,40	4,70	3,30	5,40	4,70	3,30	4,90	4,90	4,70	4,40	5,00	4,60	4,60	4,90	4,60	4,60	5,00
156	2,70	4,40	4,70	3,30	4,70	4,70	3,30	4,70	4,90	4,70	4,00	5,00	4,40	4,40	4,70	4,60	4,30	4,70

Normalidad NaOH = 0.1084602 y 0.1193063. Peso mili equivalente ácido acético= 0.06. El porcentaje de acidez titulable total se expresó en gramos de ácido acético/100 gramos de muestra.

Anexo 7. Resultados de pH de los granos de cacao fermentando de la zona de Huingoyacu y Pucacaca

Tiempo de fermentado (h)	HUINGOYACU			PUCACACA		
	<10%	10-20%	>20%	<10%	10-20%	>20%
0	6,62 ± 0,13	6,58 ± 0,12	6,57 ± 0,09	6,69 ± 0,10	6,74 ± 0,06	6,78 ± 0,06
12	6,52 ± 0,08	6,50 ± 0,09	6,44 ± 0,03	6,48 ± 0,09	6,67 ± 0,11	6,67 ± 0,06
24	6,22 ± 0,26	6,23 ± 0,44	6,27 ± 0,06	5,89 ± 0,24	6,51 ± 0,22	6,50 ± 0,28
36	6,04 ± 0,38	6,04 ± 0,43	6,21 ± 0,14	5,12 ± 0,58	5,52 ± 0,43	6,23 ± 0,29
48	5,75 ± 0,56	5,67 ± 0,45	6,01 ± 0,34	5,19 ± 0,51	5,55 ± 0,33	5,74 ± 0,07
60	5,32 ± 0,79	5,59 ± 0,83	5,36 ± 0,64	5,05 ± 0,50	4,94 ± 0,08	4,94 ± 0,06
72	5,05 ± 0,58	5,29 ± 0,48	5,36 ± 0,53	4,97 ± 0,49	5,21 ± 0,41	5,19 ± 0,09
84	5,14 ± 0,47	4,80 ± 0,16	5,29 ± 0,53	4,87 ± 0,28	4,90 ± 0,10	4,90 ± 0,07
96	4,99 ± 0,28	4,70 ± 0,12	5,20 ± 0,57	4,88 ± 0,18	4,85 ± 0,03	4,89 ± 0,25
108	4,89 ± 0,28	4,65 ± 0,15	4,82 ± 0,27	4,76 ± 0,12	4,61 ± 0,07	4,85 ± 0,18
116	4,82 ± 0,21	4,63 ± 0,20	4,74 ± 0,32	4,81 ± 0,09	4,66 ± 0,11	4,71 ± 0,02
120	4,80 ± 0,35	4,26 ± 0,32	4,73 ± 0,53	4,69 ± 0,22	4,72 ± 0,15	4,80 ± 0,14
132	4,78 ± 0,40	4,57 ± 0,42	4,60 ± 0,48	4,74 ± 0,25	4,85 ± 0,14	4,87 ± 0,22
136	4,79 ± 0,46	4,23 ± 0,41	4,58 ± 0,49	4,68 ± 0,10	4,67 ± 0,27	4,88 ± 0,21
144	5,05 ± 0,22	4,60 ± 0,55	4,78 ± 0,40	4,80 ± 0,17	4,79 ± 0,16	4,87 ± 0,20
156	5,08 ± 0,12	4,96 ± 0,26	4,88 ± 0,38	4,88 ± 0,40	4,74 ± 0,19	4,80 ± 0,26

*Promedio de tres repeticiones ± la desviación estándar.

Anexo 8. Resultados del porcentaje de acidez titulable total del cotiledón de los granos de cacao fermentando de Huingoyacu y Pucacaca

Tiempo de fermentado (h)	HUINGOYACU			PUCACACA		
	<10%	10-20%	>20%	<10%	10-20%	>20%
0	3,102 ± 0,05	3,124 ± 0,05	3,125 ± 0,05	3,245 ± 0,01	3,245 ± 0,01	3,245 ± 0,01
12	3,102 ± 0,05	3,102 ± 0,05	3,272 ± 0,00	3,245 ± 0,01	3,293 ± 0,00	3,293 ± 0,00
24	3,124 ± 0,05	3,167 ± 0,06	3,384 ± 0,00	3,603 ± 0,01	3,484 ± 0,02	3,484 ± 0,01
36	3,210 ± 0,06	3,341 ± 0,03	3,384 ± 0,01	3,961 ± 0,03	3,818 ± 0,03	3,627 ± 0,01
48	3,275 ± 0,07	3,362 ± 0,03	3,463 ± 0,03	4,128 ± 0,04	3,913 ± 0,03	3,818 ± 0,02
60	3,536 ± 0,10	3,492 ± 0,04	3,567 ± 0,03	4,247 ± 0,05	4,200 ± 0,02	4,247 ± 0,01
72	3,818 ± 0,11	3,818 ± 0,04	3,828 ± 0,06	4,343 ± 0,05	4,343 ± 0,04	4,390 ± 0,01
84	3,861 ± 0,11	4,208 ± 0,09	3,924 ± 0,06	4,581 ± 0,05	4,677 ± 0,04	4,677 ± 0,03
96	4,013 ± 0,12	4,273 ± 0,09	3,991 ± 0,05	4,581 ± 0,05	4,868 ± 0,01	4,772 ± 0,02
108	4,035 ± 0,12	4,425 ± 0,08	4,219 ± 0,08	4,677 ± 0,02	4,772 ± 0,02	4,820 ± 0,02
116	4,100 ± 0,12	4,382 ± 0,08	4,375 ± 0,09	4,772 ± 0,04	4,915 ± 0,01	4,868 ± 0,01
120	4,187 ± 0,13	4,512 ± 0,05	4,375 ± 0,12	4,725 ± 0,03	4,915 ± 0,01	4,915 ± 0,01
132	4,165 ± 0,13	4,512 ± 0,11	4,609 ± 0,12	4,581 ± 0,02	4,725 ± 0,01	4,778 ± 0,02
136	4,273 ± 0,14	4,751 ± 0,06	4,825 ± 0,04	4,725 ± 0,03	4,868 ± 0,02	4,915 ± 0,02
144	3,926 ± 0,11	4,447 ± 0,11	4,375 ± 0,09	4,701 ± 0,03	4,677 ± 0,02	4,725 ± 0,02
156	3,926 ± 0,11	4,208 ± 0,08	4,297 ± 0,09	4,581 ± 0,05	4,534 ± 0,02	4,534 ± 0,02

*Promedio de tres repeticiones ± la desviación estándar; porcentaje de acidez titulable total = gramos de ácido acético/100 gramos de cacao.

Anexo 9. Formato del análisis físico de los granos de cacao de las zonas de Huingoyacu y Pucacaca.

ANÁLISIS FÍSICO
ACOPAGRO
Proyecto
Prueba de Corte & Control de Proceso

Fecha de análisis	
Número del Lote	
Fecha de Inicio de Fermentación	
Fecha de Completar Secado	
Fecha Entrega -Juanjui	

Responsable:

Promedio

Humedad				
Peso				

Índice de Grano

Fermentación	50 Granos	50 Granos	50 Granos	50 Granos	50 Granos	50 Granos	Total (%)	Promedio	
Bien Fermentado (marrón oscuro)									Bien Fermentado
Bien Fermentado (marrón)									
Bien Fermentado (marrón ligero)									
Parcial Ferment. / Parcial Violeta									Parcial Fermentado
Parcialmente Fermentado - Marfil									
No Fermentado - Violeta									No Fermentado
No Fermentado - Marfil									
No Fermentado - Pizarroso									
Granos Defectuosos									
Roto + Múltiple + Planos									Total defectos
Mohosos									
Dañados por Insecto									
Germinados									
Total / Control									

Anexo 10. Porcentaje de fermentación de los granos de cacao de Huingoyacu

ICCN51	HF		Bien fermentado	Parcial fermentado	No fermentado	Defectos
< 10%	96	1r	43	28	29	1
		2r	65	29	5	1
		3r	58	34	7	0
	116	1r	50	32	16	2
		2r	67	27	5	0
		3r	63	29	7	0
	136	1r	53	32	15	1
		2r	71	25	3	0
		3r	70	22	9	0
	156	1r	51	29	19	1
		2r	74	23	2	0
		3r	74	17	8	0
10-20%	96	1r	55	33	10	2
		2r	57	27	17	0
		3r	60	30	10	0
	116	1r	58	31	9	2
		2r	65	23	12	0
		3r	68	28	5	0
	136	1r	62	32	5	1
		2r	69	22	9	1
		3r	71	24	5	0
	156	1r	68	30	1	0
		2r	72	22	6	0
		3r	75	23	2	0
> 20%	96	1r	43	28	29	1
		2r	71	25	3	1
		3r	59	32	10	0
	116	1r	51	29	20	1
		2r	65	23	12	0
		3r	71	25	3	1
	136	1r	59	35	6	0
		2r	79	19	2	0
		3r	72	24	5	0
	156	1r	65	33	1	0
		2r	81	19	0	0
		3r	76	21	3	0

ICCN51= Influencia del clon de cacao CCN51, HF = Horas de fermentado.

Anexo 11. Porcentaje de fermentación de los granos de cacao de Pucacaca

ICCN51	HF		Bien fermentado	Parcial fermentado	No fermentado	Defectos
< 10%	96	1r	61	29	10	0
		2r	66	27	8	0
		3r	72	24	4	0
	116	1r	67	28	6	0
		2r	52	24	25	0
		3r	74	23	3	0
	136	1r	70	24	6	0
		2r	73	24	4	0
		3r	78	21	1	0
	156	1r	80	17	4	0
		2r	75	18	8	0
		3r	80	16	3	0
10 -20%	96	1r	62	29	9	0
		2r	66	29	6	0
		3r	76	22	2	0
	116	1r	69	23	9	0
		2r	59	30	12	0
		3r	81	17	2	0
	136	1r	67	26	6	0
		2r	66	20	14	0
		3r	81	18	1	0
	156	1r	76	17	6	0
		2r	65	16	19	0
		3r	85	15	0	0
>20%	96	1r	61	28	11	0
		2r	63	27	11	0
		3r	69	24	7	0
	116	1r	65	27	7	0
		2r	67	25	8	0
		3r	73	22	5	0
	136	1r	71	27	2	0
		2r	67	25	8	0
		3r	77	23	1	0
	I. 156	1r	79	18	4	0
		2r	65	13	22	0
		3r	79	21	0	0

ICCN51 = Influencia del clon de cacao CCN51, HF = Horas de fermentado.

Anexo 12. Resultados del porcentaje de fermentación de los granos de cacao de la zona de Huingoyacu

Influencia del clon de cacao CCN51	Horas de fermentado	Bien fermentado	Parcial fermentado	No fermentado	Defectos
< 10%	96	55,38 ± 11,39 ^a	30,17 ± 3,40 ^a	13,89 ± 13,1 ^a	0,57 ± 0,21 ^a
	116	60,17 ± 9,04 ^a	29,50 ± 2,68 ^a	9,55 ± 5,67 ^a	0,78 ± 0,77 ^a
	136	64,45 ± 10,39 ^a	26,11 ± 5,05 ^a	9,00 ± 6,18 ^a	0,44 ± 0,19 ^a
	156	66,45 ± 13,23 ^a	23,22 ± 5,92 ^a	9,89 ± 8,44 ^a	0,44 ± 0,20 ^a
10 - 20%	96	58,89 ± 2,54 ^a	28,22 ± 3,18 ^a	1,32 ± 3,77 ^a	0,57 ± 0,98 ^a
	116	63,51 ± 4,68 ^a	27,40 ± 4,01 ^a	8,53 ± 3,50 ^a	0,57 ± 0,98 ^a
	136	67,22 ± 4,67 ^a	26,00 ± 5,29 ^a	6,22 ± 2,13 ^a	0,56 ± 0,22 ^a
	156	71,73 ± 3,26 ^a	25,17 ± 4,49 ^a	2,89 ± 2,46 ^a	0,20 ± 0,17 ^a
> 20%	96	57,32 ± 13,9 ^a	28,00 ± 3,24 ^a	13,9 ± 13,5 ^a	0,78 ± 0,52 ^a
	116	62,06 ± 10,5 ^a	25,61 ± 2,64 ^a	11,87 ± 8,50 ^a	0,47 ± 0,40 ^a
	136	69,74 ± 10,4 ^a	25,84 ± 8,10 ^a	4,22 ± 2,35 ^a	0,20 ± 0,17 ^a
	156	74,00 ± 7,93 ^a	24,34 ± 7,55 ^a	1,47 ± 1,50 ^a	0,20 ± 0,17 ^a

*Medias con letras iguales no difieren estadísticamente (ANOVA factorial, n= 3, Tukey, p >0,05).

Anexo 13. Resultado del porcentaje de fermentación de los granos de cacao de la zona de Pucacaca

Influencia del clon de cacao CCN51	Horas de fermentado	Bien fermentado	Parcial fermentado	No fermentado	Defectos
< 10%	96	66,11 ± 5,35 ^a	26,55 ± 2,50 ^c	7,33 ± 2,85 ^a	0,00 ± 0,00 ^a
	116	63,83 ± 11,24 ^a	24,72 ± 2,41 ^{abc}	11,44 ± 11,82 ^a	0,00 ± 0,00 ^a
	136	73,50 ± 4,31 ^a	22,83 ± 1,74 ^{abc}	3,67 ± 2,67 ^a	0,00 ± 0,00 ^a
	156	78,11 ± 3,16 ^a	16,78 ± 0,63 ^{ab}	5,00 ± 2,60 ^a	0,11 ± 0,19 ^a
10 - 20%	96	67,83 ± 7,18 ^a	26,39 ± 4,10 ^c	5,78 ± 3,34 ^a	0,00 ± 0,00 ^a
	116	69,22 ± 11,1 ^a	23,11 ± 6,11 ^{abc}	7,56 ± 5,09 ^a	0,11 ± 0,19 ^a
	136	71,39 ± 8,36 ^a	21,50 ± 4,01 ^{abc}	7,00 ± 6,69 ^a	0,11 ± 0,19 ^a
	156	75,50 ± 10,3 ^a	15,83 ± 1,17 ^a	8,44 ± 9,67 ^a	0,22 ± 0,19 ^a
> 20%	96	64,28 ± 4,19 ^a	26,28 ± 1,85 ^{bc}	9,34 ± 2,31 ^a	0,11 ± 0,19 ^a
	116	68,44 ± 4,28 ^a	24,78 ± 2,67 ^{abc}	6,67 ± 1,85 ^a	0,11 ± 0,19 ^a
	136	72,94 ± 3,25 ^a	23,39 ± 3,31 ^{abc}	3,56 ± 3,91 ^a	0,11 ± 0,19 ^a
	156	74,22 ± 7,98 ^a	17,33 ± 3,92 ^{abc}	8,44 ± 11,59 ^a	0,00 ± 0,00 ^a

*Medias con letras iguales no difieren estadísticamente (ANOVA factorial, n= 3, Tukey, p>0,05).

Anexo 14. Análisis de varianza para el porcentaje de fermentación de cacao,
diseño completo al azar

Fuente de variabilidad	SC	Gl	CM	Fc	Pv	Sig
Zona cacaotera	724,98	1	724,98	10,37	0,0023	**
Influencia CCN51,	58,7576	2	29,3788	0,42	0,6593	N.S
Tiempo fermentado	1547,66	3	515,885	7,38	0,0004	**
Zona * Influencia CCN51	63,7793	2	31,8896	0,46	0,6364	N.S
Zona * Tiempo fermentado	57,2238	3	19,0746	0,27	0,8447	N.S
Influencia * Tiempo	45,7119	6	7,6186	0,11	0,9950	N.S
Zona * Influencia * Tiempo	88,4097	6	14,735	0,21	0,9717	N.S
Error experimental	3355,35	48	69,9032			
Total	5941,87	71				

Anexo 15. Peso de 100 granos de cacao de la zona de Huingoyacu

Influencia de CCN51	Horas de fermentado	1 r	2 r	3 r	
< 10%	96	140,00	113,00	113,00	
		152,00	112,00	112,00	
		155,00	118,00	118,00	
	116	141,00	113,00	118,00	
		153,00	112,00	112,00	
		155,00	118,00	118,00	
	136	149,00	126,00	126,00	
		152,00	118,00	118,00	
		150,00	120,00	120,00	
	156	143,00	118,00	118,00	
		148,00	125,00	125,00	
		145,00	116,00	116,00	
	10 = 20%	96	145,00	121,70	120,00
			149,00	114,20	114,20
			141,00	121,40	121,40
116		145,00	121,70	121,70	
		150,00	114,20	114,20	
		141,00	121,40	121,40	
136		152,00	127,00	127,00	
		145,00	124,00	125,00	
		150,00	120,00	120,00	
156		150,00	122,00	122,00	
		145,00	118,00	118,00	
		150,00	121,00	121,00	
>20%		96	149,00	127,80	126,00
			148,00	118,30	118,30
			151,00	128,00	126,00
	116	150,00	127,80	127,00	
		148,00	118,30	118,30	
		151,00	128,00	128,00	
	136	150,00	134,00	134,00	
		148,00	139,00	139,00	
		151,00	133,00	133,00	
	156	150,00	132,00	132,00	
		149,00	127,00	127,00	
		151,00	135,00	135,00	

Anexo 16. Peso de 100 granos de cacao de la zona de Pucacaca

Influencia de CGN51	Horas de fermentado	1 r	2 r	3 r
< 10%	96	117,00	127,00	120,00
		113,00	108,00	113,00
		135,00	134,00	135,00
	116	117,00	129,00	120,00
		125,00	124,00	127,00
		132,00	142,00	132,00
	136	120,00	119,00	120,00
		125,00	120,00	123,00
		142,00	131,00	140,00
	156	114,00	114,00	112,00
		114,00	114,00	118,00
		125,00	128,00	134,00
10 - 20%	96	113,00	120,00	114,00
		119,00	120,00	114,00
		138,00	142,00	135,00
	116	113,00	121,00	114,00
		101,00	96,00	99,00
		137,00	143,00	137,00
	136	121,00	122,00	120,00
		110,00	96,00	91,00
		131,00	134,00	134,00
	156	121,00	115,00	111,00
		94,00	95,00	91,00
		137,00	139,00	137,00
>20%	96	114,00	113,00	114,00
		139,00	124,00	120,00
		142,00	143,00	142,00
	116	114,00	114,00	116,00
		95,00	92,00	94,00
		133,00	141,00	133,00
	136	119,00	126,00	126,00
		115,00	108,00	110,00
		141,00	132,00	132,00
	156	124,00	122,00	124,00
		111,00	113,00	98,00
		143,00	133,00	135,00

Anexo 17. Resultados del peso de 100 granos de cacao por zona cacaotera

Horas de fermentado	Influencia de CCN51	Huingoyacu	Pucacaca
96	< 10%	125,89± 20 ^a	122,44± 12 ^a
	10-20%	127,54± 15 ^a	123,89± 13 ^a
	> 20%	132,49± 15 ^a	127,89± 14 ^a
116	< 10%	126,67 ±20 ^a	127,56± 7 ^a
	10-20%	127,84± 15 ^a	117,89± 20 ^a
	> 20%	132,93± 14 ^a	114,67± 21 ^a
136	< 10%	131,00± 17 ^a	127,44 ± 11 ^a
	10-20%	132,22± 15 ^a	117,67 ± 17 ^a
	> 20%	140,11± 8 ^a	123,22 ± 12 ^a
156	< 10%	128,22± 15 ^a	120,89 ± 11 ^a
	10-20%	129,67± 16 ^a	115,56 ± 22 ^a
	> 20%	137,56± 11 ^a	122,56 ± 15 ^a

*Los valores representan el promedio ± DE, n= 3 repeticiones, Tukey(p<0,05). Los valores en una misma columna con diferentes superíndices son estadísticamente diferentes.

Anexo 18. Análisis de varianza para el peso de 100 granos de cacao, diseño completo al azar

Fuente de variabilidad	SC	Gl	CM	Fc	Pv	Sig
Zona cacaotera	1549,39	1	154939	6,68	0,0129	**
Influencia CCN51,	291,028	2	145,514	0,63	0,5385	N.S
Tiempo fermentado	157,667	3	52,5556	0,23	0,8775	N.S
Zona * Influencia CCN51	287,194	2	143,597	0,62	0,5429	N.S
Zona * Tiempo fermentado	213,833	3	71,2778	0,31	0,8201	N.S
Influencia * Tiempo	205,417	6	34,2361	0,15	0,9887	N.S
Zona * Influencia * Tiempo	149,25	6	24,875	0,11	0,9952	N.S
Error experimental	11140,7	48	232,097			
Total	13994,4	71				

Anexo 19. Valores de índice de granos por zona cacaotera

ICCN51	HF		Huingoyacu	Pucacaca
< 10%	96	1r	1,49	1,20
		2r	1,14	1,11
		3r	1,14	1,35
	116	1r	1,50	1,22
		2r	1,14	1,25
		3r	1,16	1,35
	136	1r	1,50	1,20
		2r	1,21	1,23
		3r	1,21	1,40
	156	1r	1,45	1,13
		2r	1,20	1,15
		3r	1,20	1,30
10-20%	96	1r	1,45	1,16
		2r	1,19	1,18
		3r	1,19	1,38
	116	1r	1,45	1,16
		2r	1,19	0,99
		3r	1,19	1,39
	136	1r	1,49	1,21
		2r	1,24	0,99
		3r	1,24	1,33
	156	1r	1,48	1,16
		2r	1,20	0,93
		3r	1,20	1,38
> 20%	96	1r	1,49	1,14
		2r	1,25	1,28
		3r	1,23	1,42
	116	1r	1,50	1,15
		2r	1,25	0,94
		3r	1,24	1,36
	136	1r	1,50	1,24
		2r	1,35	1,11
		3r	1,35	1,35
	156	1r	1,50	1,23
		2r	1,31	1,07
		3r	1,31	1,37

ICCN51 = Influencia del clon de cacao CCN51, HF = Horas de fermentado.

Anexo 20. Resultados del índice de grano de cacao por zona cacaotera

Horas de fermentado	Influencia de CCN51	Huingoyacu	Pucacaca
96	< 10%	1,26± 0,2 ^a	1,20±0,1 ^a
	10-20%	1,30± 0,2 ^a	1,20±0,1 ^a
	> 20%	1,30 ±0,1 ^a	1,30±0,1 ^a
116	< 10%	1,27±0,2 ^a	1,30±0,1 ^a
	10-20%	1,30 ±0,2 ^a	1,20±0,2 ^a
	> 20%	1,30 ±0,1 ^a	1,10±0,2 ^a
136	< 10%	1,31±0,2 ^a	1,30±0,1 ^a
	10-20%	1,30 ±0,1 ^a	1,20±0,2 ^a
	> 20%	1,40 ±0,1 ^a	1,20±0,1 ^a
156	< 10%	1,28±0,1 ^a	1,20±0,1 ^a
	10-20%	1,30 ±0,2 ^a	1,20±0,2 ^a
	> 20%	1,40 ±0,1 ^a	1,20±0,1 ^a

*Los valores representan el promedio ± DE, n= 3 repeticiones, Tukey(p <0,05). Los valores en una misma columna con diferentes superíndices son estadísticamente diferentes.

Análisis 21. Análisis de varianza para el índice de grano de cacao, diseño completo al azar

Fuente de variabilidad	SC	Gl	CM	Fc	Pv	Sig
Zona cacaotera	0,1422	1	0,1422	5,09	0,0286	**
Influencia CCN51	0,0144	2	0,0072	0,26	0,7731	N.S
Tiempo fermentado	0,0106	3	0,0035	0,13	0,9442	N.S
Zona * Influencia CCN51	0,0311	2	0,0156	0,56	0,5765	N.S
Zona * Tiempo fermentado	0,0244	3	0,0081	0,29	0,8311	N.S
Influencia * Tiempo	0,0611	6	0,0102	0,36	0,8976	N.S
Zona * Influencia * Tiempo	0,0222	6	0,0037	0,13	0,9915	N.S
Error experimental	1,34	48	0,0279			
Total	1,6461	71				

Anexo 22. Prueba de kruskall wallis para el atributo astringencia por tratamientos

Tratamientos	Tamaño de muestra	Rango promedio
Huingoyacu, < 10% CCN51, 96 horas	5	41,70
Huingoyacu, < 10% CCN51, 116 horas	5	92,30
Huingoyacu, < 10% CCN51, 136 horas	5	59,90
Huingoyacu, < 10% CCN51, 156 horas	5	69,20
Huingoyacu, 10-20% CCN51, 96 horas	5	64,30
Huingoyacu, 10-20% CCN51, 116 horas	5	103,70
Huingoyacu, 10-20% CCN51, 136 horas	5	79,10
Huingoyacu, 10-20% CCN51, 156 horas	5	62,70
Huingoyacu, >20% CCN51, 96 horas	5	96,50
Huingoyacu, >20% CCN51, 116 horas	5	82,50
Huingoyacu, >20% CCN51, 136 horas	5	62,80
Huingoyacu, >20% CCN51, 156 horas	5	43,60
Pucacaca, < 10% CCN51, 96 horas	5	67,80
Pucacaca, < 10% CCN51, 116 horas	5	21,00
Pucacaca, < 10% CCN51, 136 horas	5	57,50
Pucacaca, < 10% CCN51, 156 horas	5	16,90
Pucacaca, 10-20% CCN51, 96 horas	5	69,90
Pucacaca, 10-20% CCN51, 116 horas	5	32,60
Pucacaca, 10-20% CCN51, 136 horas	5	37,10
Pucacaca, 10-20% CCN51, 156 horas	5	46,50
Pucacaca, >20% CCN51, 96 horas	5	73,60
Pucacaca, >20% CCN51, 116 horas	5	56,50
Pucacaca, >20% CCN51, 136 horas	5	56,80
Pucacaca, >20% CCN51, 156 horas	5	57,50

Estadístico = 45,9515 Pv = 0,003033

Anexo 23. Prueba de kruskall wallis para el atributo acidez por tratamientos.

Tratamientos	Tamaño de muestra	Rango promedio
Huingoyacu, < 10% CCN51, 96 horas	5	33,90
Huingoyacu, < 10% CCN51, 116 horas	5	53,10
Huingoyacu, < 10% CCN51, 136 horas	5	60,60
Huingoyacu, < 10% CCN51, 156 horas	5	48,80
Huingoyacu, 10-20% CCN51, 96 horas	5	95,60
Huingoyacu, 10-20% CCN51, 116 horas	5	63,70
Huingoyacu, 10-20% CCN51, 136 horas	5	58,30
Huingoyacu, 10-20% CCN51, 156 horas	5	58,30
Huingoyacu, >20% CCN51, 96 horas	5	5,40
Huingoyacu, >20% CCN51, 116 horas	5	63,20
Huingoyacu, >20% CCN51, 136 horas	5	47,40
Huingoyacu, >20% CCN51, 156 horas	5	53,50
Pucacaca, < 10% CCN51, 96 horas	5	55,20
Pucacaca, < 10% CCN51, 116 horas	5	51,30
Pucacaca, < 10% CCN51, 136 horas	5	61,10
Pucacaca, < 10% CCN51, 156 horas	5	74,40
Pucacaca, 10-20% CCN51, 96 horas	5	91,10
Pucacaca, 10-20% CCN51, 116 horas	5	61,80
Pucacaca, 10-20% CCN51, 136 horas	5	51,10
Pucacaca, 10-20% CCN51, 156 horas	5	83,30
Pucacaca, >20% CCN51, 96 horas	5	58,00
Pucacaca, >20% CCN51, 116 horas	5	66,50
Pucacaca, >20% CCN51, 136 horas	5	88,00
Pucacaca, >20% CCN51, 156 horas	5	68,40

Estadístico = 33,6902 Pv = 0,0697718

Anexo 24. Prueba de kruskall wallis para el atributo amargor por tratamientos

Tratamientos	Tamaño de muestra	Rango promedio
Huingoyacu, < 10% CCN51, 96 horas	5	90,90
Huingoyacu, < 10% CCN51, 116 horas	5	83,70
Huingoyacu, < 10% CCN51, 136 horas	5	86,30
Huingoyacu, < 10% CCN51, 156 horas	5	97,60
Huingoyacu, 10-20% CCN51, 96 horas	5	46,00
Huingoyacu, 10-20% CCN51, 116 horas	5	76,00
Huingoyacu, 10-20% CCN51, 136 horas	5	68,30
Huingoyacu, 10-20% CCN51, 156 horas	5	45,60
Huingoyacu, >20% CCN51, 96 horas	5	79,20
Huingoyacu, >20% CCN51, 116 horas	5	75,00
Huingoyacu, >20% CCN51, 136 horas	5	63,30
Huingoyacu, >20% CCN51, 156 horas	5	30,30
Pucacaca, < 10% CCN51, 96 horas	5	63,70
Pucacaca, < 10% CCN51, 116 horas	5	34,20
Pucacaca, < 10% CCN51, 136 horas	5	43,70
Pucacaca, < 10% CCN51, 156 horas	5	60,60
Pucacaca, 10-20% CCN51, 96 horas	5	56,60
Pucacaca, 10-20% CCN51, 116 horas	5	39,80
Pucacaca, 10-20% CCN51, 136 horas	5	35,20
Pucacaca, 10-20% CCN51, 156 horas	5	52,50
Pucacaca, >20% CCN51, 96 horas	5	70,00
Pucacaca, >20% CCN51, 116 horas	5	59,70
Pucacaca, >20% CCN51, 136 horas	5	41,70
Pucacaca, >20% CCN51, 156 horas	5	52,10

Estadístico = 34,7328 Pv= 0,0552785

Anexo 25. Prueba de kruskall wallis para el atributo chocolate por tratamientos

Tratamientos	Tamaño de muestra	Rango promedio
Huingoyacu, < 10% CCN51, 96 horas	5	55,90
Huingoyacu, < 10% CCN51, 116 horas	5	45,70
Huingoyacu, < 10% CCN51, 136 horas	5	41,10
Huingoyacu, < 10% CCN51, 156 horas	5	25,10
Huingoyacu, 10-20% CCN51, 96 horas	5	56,20
Huingoyacu, 10-20% CCN51, 116 horas	5	53,70
Huingoyacu, 10-20% CCN51, 136 horas	5	51,10
Huingoyacu, 10-20% CCN51, 156 horas	5	51,00
Huingoyacu, >20% CCN51, 96 horas	5	57,10
Huingoyacu, >20% CCN51, 116 horas	5	55,00
Huingoyacu, >20% CCN51, 136 horas	5	46,30
Huingoyacu, >20% CCN51, 156 horas	5	45,20
Pucacaca, < 10% CCN51, 96 horas	5	73,00
Pucacaca, < 10% CCN51, 116 horas	5	62,50
Pucacaca, < 10% CCN51, 136 horas	5	67,60
Pucacaca, < 10% CCN51, 156 horas	5	88,40
Pucacaca, 10-20% CCN51, 96 horas	5	62,70
Pucacaca, 10-20% CCN51, 116 horas	5	80,90
Pucacaca, 10-20% CCN51, 136 horas	5	58,00
Pucacaca, 10-20% CCN51, 156 horas	5	74,00
Pucacaca, >20% CCN51, 96 horas	5	75,90
Pucacaca, >20% CCN51, 116 horas	5	67,80
Pucacaca, >20% CCN51, 136 horas	5	75,60
Pucacaca, >20% CCN51, 156 horas	5	82,20

Estadístico = 21,5208 Pv= 0,549315

Anexo 26. Prueba de kruskall wallis para el atributo frutal por tratamientos

Tratamientos	Tamaño de muestra	Rango promedio
Huingoyacu, < 10% CCN51, 96 horas	5	73,40
Huingoyacu, < 10% CCN51, 116 horas	5	42,70
Huingoyacu, < 10% CCN51, 136 horas	5	69,80
Huingoyacu, < 10% CCN51, 156 horas	5	73,50
Huingoyacu, 10-20% CCN51, 96 horas	5	65,30
Huingoyacu, 10-20% CCN51, 116 horas	5	45,10
Huingoyacu, 10-20% CCN51, 136 horas	5	42,40
Huingoyacu, 10-20% CCN51, 156 horas	5	84,40
Huingoyacu, >20% CCN51, 96 horas	5	18,50
Huingoyacu, >20% CCN51, 116 horas	5	63,00
Huingoyacu, >20% CCN51, 136 horas	5	57,10
Huingoyacu, >20% CCN51, 156 horas	5	72,20
Pucacaca, < 10% CCN51, 96 horas	5	61,30
Pucacaca, < 10% CCN51, 116 horas	5	76,30
Pucacaca, < 10% CCN51, 136 horas	5	72,60
Pucacaca, < 10% CCN51, 156 horas	5	60,20
Pucacaca, 10-20% CCN51, 96 horas	5	43,20
Pucacaca, 10-20% CCN51, 116 horas	5	79,70
Pucacaca, 10-20% CCN51, 136 horas	5	64,50
Pucacaca, 10-20% CCN51, 156 horas	5	65,30
Pucacaca, >20% CCN51, 96 horas	5	57,60
Pucacaca, >20% CCN51, 116 horas	5	66,00
Pucacaca, >20% CCN51, 136 horas	5	53,00
Pucacaca, >20% CCN51, 156 horas	5	44,90

Estadístico = 21,7761 Pv= 0,533803

Anexo 27. Prueba de kruskall wallis para el atributo nuez por tratamientos

Tratamientos	Tamaño de muestra	Rango promedio
Huingoyacu, < 10% CCN51, 96 horas	5	93,90
Huingoyacu, < 10% CCN51, 116 horas	5	79,90
Huingoyacu, < 10% CCN51, 136 horas	5	65,80
Huingoyacu, < 10% CCN51, 156 horas	5	60,20
Huingoyacu, 10-20% CCN51, 96 horas	5	55,20
Huingoyacu, 10-20% CCN51, 116 horas	5	78,40
Huingoyacu, 10-20% CCN51, 136 horas	5	58,80
Huingoyacu, 10-20% CCN51, 156 horas	5	43,50
Huingoyacu, >20% CCN51, 96 horas	5	64,90
Huingoyacu, >20% CCN51, 116 horas	5	79,10
Huingoyacu, >20% CCN51, 136 horas	5	70,90
Huingoyacu, >20% CCN51, 156 horas	5	49,90
Pucacaca, < 10% CCN51, 96 horas	5	50,10
Pucacaca, < 10% CCN51, 116 horas	5	66,10
Pucacaca, < 10% CCN51, 136 horas	5	67,80
Pucacaca, < 10% CCN51, 156 horas	5	75,50
Pucacaca, 10-20% CCN51, 96 horas	5	45,40
Pucacaca, 10-20% CCN51, 116 horas	5	54,90
Pucacaca, 10-20% CCN51, 136 horas	5	49,30
Pucacaca, 10-20% CCN51, 156 horas	5	53,60
Pucacaca, >20% CCN51, 96 horas	5	46,60
Pucacaca, >20% CCN51, 116 horas	5	59,30
Pucacaca, >20% CCN51, 136 horas	5	40,40
Pucacaca, >20% CCN51, 156 horas	5	42,50

Estadístico = 18,7159 Pv= 0,717584

Anexo 28. Prueba de kruskall wallis para el atributo floral por tratamientos

Tratamientos	Tamaño de muestra	Rango promedio
Huingoyacu, < 10% CCN51, 96 horas	5	77,80
Huingoyacu, < 10% CCN51, 116 horas	5	68,70
Huingoyacu, < 10% CCN51, 136 horas	5	60,80
Huingoyacu, < 10% CCN51, 156 horas	5	45,50
Huingoyacu, 10-20% CCN51, 96 horas	5	60,20
Huingoyacu, 10-20% CCN51, 116 horas	5	81,60
Huingoyacu, 10-20% CCN51, 136 horas	5	62,00
Huingoyacu, 10-20% CCN51, 156 horas	5	65,80
Huingoyacu, >20% CCN51, 96 horas	5	33,00
Huingoyacu, >20% CCN51, 116 horas	5	71,50
Huingoyacu, >20% CCN51, 136 horas	5	58,40
Huingoyacu, >20% CCN51, 156 horas	5	56,80
Pucacaca, < 10% CCN51, 96 horas	5	68,70
Pucacaca, < 10% CCN51, 116 horas	5	68,80
Pucacaca, < 10% CCN51, 136 horas	5	48,10
Pucacaca, < 10% CCN51, 156 horas	5	75,80
Pucacaca, 10-20% CCN51, 96 horas	5	66,20
Pucacaca, 10-20% CCN51, 116 horas	5	53,70
Pucacaca, 10-20% CCN51, 136 horas	5	33,30
Pucacaca, 10-20% CCN51, 156 horas	5	57,40
Pucacaca, >20% CCN51, 96 horas	5	70,60
Pucacaca, >20% CCN51, 116 horas	5	67,20
Pucacaca, >20% CCN51, 136 horas	5	43,10
Pucacaca, >20% CCN51, 156 horas	5	57,00

Estadístico = 15,6621 Pv= 0,869349

Anexo 29. Prueba de kruskall wallis para el atributo cítrico por tratamientos

Tratamientos	Tamaño de muestra	Rango promedio
Huingoyacu, < 10% CCN51, 96 horas	5	30,50
Huingoyacu, < 10% CCN51, 116 horas	5	40,00
Huingoyacu, < 10% CCN51, 136 horas	5	51,70
Huingoyacu, < 10% CCN51, 156 horas	5	66,20
Huingoyacu, 10 - 20% CCN51, 96 horas	5	63,70
Huingoyacu, 10-20% CCN51, 116 horas	5	69,60
Huingoyacu, 10-20% CCN51, 136 horas	5	55,40
Huingoyacu, 10-20% CCN51, 156 horas	5	61,30
Huingoyacu, > 20% CCN51, 96 horas	5	76,20
Huingoyacu, >20% CCN51, 116 horas	5	57,30
Huingoyacu, > 20% CCN51, 136 horas	5	16,20
Huingoyacu, > 20% CCN51, 156 horas	5	67,00
Pucacaca, < 10% CCN51, 96 horas	5	95,30
Pucacaca, < 10% CCN51, 116 horas	5	79,80
Pucacaca, < 10% CCN51, 136 horas	5	78,80
Pucacaca, < 10% CCN51, 156 horas	5	54,20
Pucacaca, 10 - 20% CCN51, 96 horas	5	82,50
Pucacaca, 10 - 20% CCN51, 116 horas	5	75,60
Pucacaca, 10 - 20% CCN51, 136 horas	5	60,80
Pucacaca, 10-20% CCN51, 156 horas	5	41,50
Pucacaca, >20% CCN51, 96 horas	5	61,40
Pucacaca, > 20% CCN51, 116 horas	5	65,70
Pucacaca, >20% CCN51, 136 horas	5	84,50
Pucacaca, > 20% CCN51, 156 horas	5	83,50

Estadístico = 38,8616 P_v = 0,0205443

Anexo 30. Prueba de kruskall wallis para el atributo terroso por tratamientos

Tratamientos	Tamaño de muestra	Rango promedio
Huingoyacu, < 10% CCN51, 96 horas	5	70,90
Huingoyacu, < 10% CCN51, 116 horas	5	57,00
Huingoyacu, < 10% CCN51, 136 horas	5	79,40
Huingoyacu, < 10% CCN51, 156 horas	5	66,30
Huingoyacu, 10-20% CCN51, 96 horas	5	69,80
Huingoyacu, 10-20% CCN51, 116 horas	5	82,80
Huingoyacu, 10-20% CCN51, 136 horas	5	64,70
Huingoyacu, 10-20% CCN51, 156 horas	5	95,10
Huingoyacu, >20% CCN51, 96 horas	5	84,90
Huingoyacu, >20% CCN51, 116 horas	5	95,70
Huingoyacu, >20% CCN51, 136 horas	5	84,40
Huingoyacu, >20% CCN51, 156 horas	5	93,90
Pucacaca, < 10% CCN51, 96 horas	5	33,60
Pucacaca, < 10% CCN51, 116 horas	5	42,00
Pucacaca, < 10% CCN51, 136 horas	5	54,70
Pucacaca, < 10% CCN51, 156 horas	5	34,50
Pucacaca, 10-20% CCN51, 96 horas	5	41,60
Pucacaca, 10-20% CCN51, 116 horas	5	35,50
Pucacaca, 10-20% CCN51, 136 horas	5	36,90
Pucacaca, 10-20% CCN51, 156 horas	5	33,10
Pucacaca, >20% CCN51, 96 horas	5	50,00
Pucacaca, >20% CCN51, 116 horas	5	53,70
Pucacaca, >20% CCN51, 136 horas	5	74,80
Pucacaca, >20% CCN51, 156 horas	5	16,70

Estadístico = 50,9368 Pv= 0,000682756

Anexo 31. Prueba de kruskall Wallis para otros atributos por tratamientos

Tratamientos	Tamaño de muestra	Rango promedio
Huingoyacu, < 10% CCN51, 96 horas	5	52,20
Huingoyacu, < 10% CCN51, 116 horas	5	83,00
Huingoyacu, < 10% CCN51, 136 horas	5	43,00
Huingoyacu, < 10% CCN51, 156 horas	5	67,60
Huingoyacu, 10-20% CCN51, 96 horas	5	54,80
Huingoyacu, 10-20% CCN51, 116 horas	5	68,50
Huingoyacu, 10-20% CCN51, 136 horas	5	67,50
Huingoyacu, 10-20% CCN51, 156 horas	5	98,10
Huingoyacu, >20% CCN51, 96 horas	5	55,90
Huingoyacu, >20% CCN51, 116 horas	5	71,20
Huingoyacu, >20% CCN51, 136 horas	5	80,70
Huingoyacu, >20% CCN51, 156 horas	5	43,00
Pucacaca, < 10% CCN51, 96 horas	5	43,00
Pucacaca, < 10% CCN51, 116 horas	5	54,80
Pucacaca, < 10% CCN51, 136 horas	5	43,00
Pucacaca, < 10% CCN51, 156 horas	5	43,00
Pucacaca, 10-20% CCN51, 96 horas	5	65,10
Pucacaca, 10-20% CCN51, 116 horas	5	66,60
Pucacaca, 10-20% CCN51, 136 horas	5	66,60
Pucacaca, 10-20% CCN51, 156 horas	5	62,80
Pucacaca, >20% CCN51, 96 horas	5	61,40
Pucacaca, >20% CCN51, 116 horas	5	64,00
Pucacaca, >20% CCN51, 136 horas	5	43,00
Pucacaca, >20% CCN51, 156 horas	5	53,20

Estadístico = 30,5815Pv = 0,133427

Anexo 32. Prueba de kruskall wallis para el puntaje total por tratamientos

Tratamientos	Tamaño de muestra	Rango promedio
Huingoyacu, < 10% CCN51, 96 horas	5	53,60
Huingoyacu, < 10% CCN51, 116 horas	5	36,20
Huingoyacu, < 10% CCN51, 136 horas	5	48,50
Huingoyacu, < 10% CCN51, 156 horas	5	38,80
Huingoyacu, 10-20% CCN51, 96 horas	5	46,10
Huingoyacu, 10-20% CCN51, 116 horas	5	30,80
Huingoyacu, 10-20% CCN51, 136 horas	5	24,50
Huingoyacu, 10-20% CCN51, 156 horas	5	49,80
Huingoyacu, >20% CCN51, 96 horas	5	11,00
Huingoyacu, >20% CCN51, 116 horas	5	53,20
Huingoyacu, >20% CCN51, 136 horas	5	48,70
Huingoyacu, >20% CCN51, 156 horas	5	60,60
Pucacaca, < 10% CCN51, 96 horas	5	76,10
Pucacaca, < 10% CCN51, 116 horas	5	76,80
Pucacaca, < 10% CCN51, 136 horas	5	93,20
Pucacaca, < 10% CCN51, 156 horas	5	67,30
Pucacaca, 10-20% CCN51, 96 horas	5	81,50
Pucacaca, 10-20% CCN51, 116 horas	5	97,10
Pucacaca, 10-20% CCN51, 136 horas	5	99,70
Pucacaca, 10-20% CCN51, 156 horas	5	96,80
Pucacaca, >20% CCN51, 96 horas	5	57,60
Pucacaca, >20% CCN51, 116 horas	5	68,50
Pucacaca, >20% CCN51, 136 horas	5	71,10
Pucacaca, >20% CCN51, 156 horas	5	64,50

Estadístico = 53,2675 Pv = 0,000337063

Anexo 33. Análisis de varianza para la humedad del licor de cacao, diseño completo al azar

Fuente de variabilidad	SC	GI	CM	Fc	Pv	Sig
Humedad	0,0416667	1	0,0416667	2,33	0,2020	N.S
Error experimental	0,0716667	4	0,0179167			
Total	0,1133333	5				

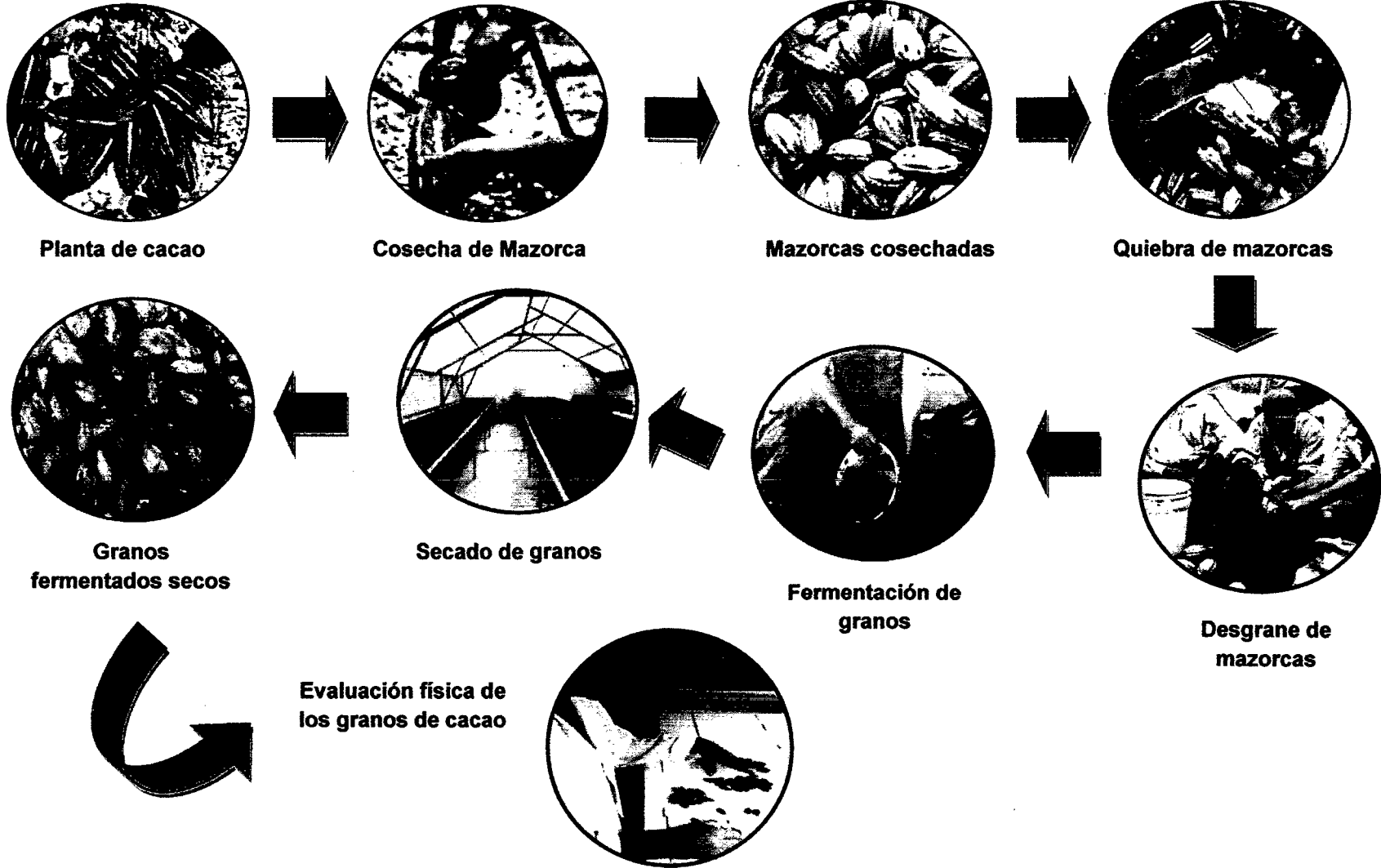
Anexo 34. Análisis de varianza para el porcentaje de grasa del licor de cacao, diseño completo al azar

Fuente de variabilidad	SC	GI	CM	Fc	Pv	Sig
% grasa	4,61127	1	4,61127	54,98	0,0018	**
Error experimental	0,335467	4	0,0838667			
Total	4,94673	5				

Anexo 35. Análisis de varianza para el porcentaje de acidez titulable total del licor de cacao, diseño completo al azar

Fuente de variabilidad	SC	GI	CM	Fc	Pv	Sig
% acidez titulable total	0,000628327	1	0,000628327	0,50	0,5185	N.S
Error experimental	0,00502661	4	0,00125665			
Total	0,00565494	5				

Anexo 36. Secuencia para la obtención y evaluación física del grano de cacao fermentado seco



Anexo 37. Secuencia para la obtención del licor de cacao

