

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

FACULTAD DE INGENIERÍA EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

Departamento Académico de Ciencia, Tecnología e Ingeniería de Alimentos



“Influencia del tiempo de reposo de las mazorcas y tipo de secado del cacao clon CCN-51 en la calidad física y organoléptica de los granos y licor”

Tesis

Para optar el título de:

INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

Presentado por:

HERNÁN BRAVO CASAS

Tingo María – Perú

2011



F03

B81

Bravo Casas, Hernán

Influencia del tiempo de reposo de las mazorcas y tipo de secado del cacao Clon CCN - 51 en la calidad física y organoléptica de los granos y licor. Tingo María, 2011.

75 h.; 6 cuadros; 20 graf.; 55 ref.; 30 cm.

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

(THEOBROMA CACAO L.) / REPOSO / FERMENTACIÓN / SECADO /
CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS / CALIDAD FÍSICA Y SENSORIAL
/ TINGO MARÍA / RUPA RUPA / LEONCIO PRADO / HUÁNUCO / PERÚ.



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; fia@unas.edu.pe


ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Los Miembros del Jurado que suscriben, reunidos en acto público el 23 de marzo de 2010, a horas 7:00 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, Departamento de Huánuco, para calificar la tesis presentado por la Bach. **BRAVO CASAS, Hernán**, titulado:

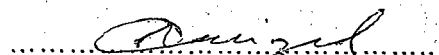
“INFLUENCIA DEL TIEMPO DE REPOSO DE LAS MAZORCAS Y TIPO DE SECADO DEL CACAO CLON CCN - 51 EN LA CALIDAD FISICA Y ORGANOLEPTICA DE LOS GRANOS Y LICOR”

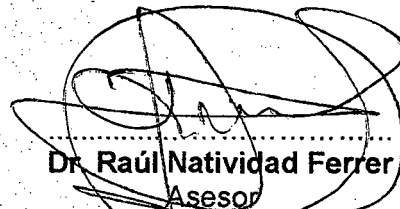
Después de haber escuchado la sustentación, las respuestas a las preguntas formuladas, lo declaran aprobado con el calificativo de **BUENO**, en consecuencia el Bachiller, queda apto para recibir el título de **Ingeniero en Industrias Alimentarias** del Consejo Universitario, de conformidad con el Art. 22° de la Ley Universitaria 23733; los artículos 51° y 52° del Estatuto Actualizado de la Universidad Nacional Agraria de la Selva.

Tingo María, 23 de Marzo de 2010


.....
Ing. Jorge E. Castro Gracey
Presidente


.....
Ing. José A. Blas Matienzo
Miembro


.....
Ing. Jorge Adriañola Del Aguila
Miembro


.....
Dr. Raúl Natividad Ferrer
Asesor

DEDICATORIA

A DIOS Y A MI FAMILIA.

Dedico el éxito y la satisfacción de esta investigación a Dios quien me regala los dones de la sabiduría y el entendimiento.

A mis padres; Gloria Casas Vásquez y Felipe Bravo Jara, a mis hermanos; María Elena, Lida, Tony, Lurdes Miriam, y Marcelito, quienes aún en la distancia siempre han estado conmigo para así poder llevar acabo la culminación de este proyecto.

A mi tío, Javier Navarro Vásquez por su gran calidad humana y apoyo incondicional, amor, alegría y ánimo empresarial contagioso, que no me dejaron desfallecer.

AGRADECIMIENTOS

A Dios, esa fuerza superior en quienes muchos no creen y se respeta, pero a ese ser que es omnipotente, quien me regalo a mí familia, quien me regala cada amanecer y por sobre todo quien me regala el entendimiento para realizar cada reto de vida.

A mí dulce mamita, quien siempre esta pendiente de encomendarme en sus oraciones y de pedir por mí, para que cada día sea mejor, no solo en lo que hago como trabajo, sino de ser mejor como persona, a ella a quien tanto amo de nuevo Gracias.

Al Ing. Rómulo Echegaray Farfán, Gerente de la Cooperativa Agraria Cafetalera Divisoria Ltda, por ser ante todo un amigo incondicional de gran espíritu y calidad humana, Gracias por haberme brindado la oportunidad para la realización de la tesis.

Al Sr. Raydolf Rodríguez Pascual, Presidente de Socios de la Cooperativa Agraria Cafetalera Divisoria Ltda, mis sinceros agradecimientos por otorgarme un espacio y darme las facilidades para desarrollar el trabajo.

Al Dr. Raúl Natividad Ferrer, patrocinador de la tesis, por sus valiosos aportes, dedicación constante, y porque en muchas oportunidades el tiempo transcurre muy rápidamente, pero descubres que no solo hay conocimiento,

sino también hay lazos de amistad y persona de gran calidad humana. Gracias por brindarme todos estos valiosos detalles que me llevaron a la culminación de este gran trabajo.

Al Ing. Pedro Vejarano Jara, jefe del Laboratorio de Bioquímica, por brindarme tu apoyo y particular comprensión para la utilización del laboratorio para ejecutar todos los análisis fisicoquímicos, lo cual no me dejaron abandonar la lucha y de este modo logre finalizar otra etapa de la tesis.

Al Mgs. CPCC. Roberto Pardo Huayllas, quien nos une no solo el conocimiento, sino los lazos de familiaridad, amistad y cariño. Gracias por ayudarme desinteresadamente.

A la Sra. Nellyta Ponce Ferrari, propietaria del fundo Huayhuante en la localidad de Marona, gracias por haberme brindado su amistad y apoyo incondicional con la materia prima.

Existen personas que desinteresadamente te apoyan y son todos aquellos que de una u otra forma aportaron su granito de arena, ellos son: CPC. Karla Paola Alonzo Madueño, Ing. Abner Martín Melgarejo, Ing. Víctor Abarca Pajuelo, Ing. Julián Auca Echevarria, Ing. Pedro Camasca Piñan, Ing. Benjamín Carrillo Arvildo. A todos ellos, gracias.

INDICE

Contenido	Pág.
RESUMEN.....	11
I. INTRODUCCIÓN.....	12
II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	14
A. GENERALIDADES SOBRE EL CACAO.....	14
1. Clasificación taxonómica del cacao.....	14
2. Descripción morfológico del cacao CCN-51.....	14
3. Composición fisicoquímica.....	15
4. Variedades del cacao.....	15
B. COSECHA Y BENEFICIO DEL CACAO.....	17
1. Cosecha.....	17
2. Reposo de las mazorcas de cacao.....	17
3. Beneficio.....	18
C. ÍNDICE DE MAZORCA.....	22
D. ÍNDICE DE SEMILLA.....	22
E. ÍNDICE DE MADUREZ.....	23
F. ÍNDICE DE FERMENTACIÓN.....	23
G. CALIDAD DEL GRANO DE CACAO.....	24
H. AVALUACION SENSORIAL DEL LICOR DE CACAO.....	25
III. MATERIALES Y METODOS.....	26
A. LUGAR DE EJECUCIÓN.....	26
B. MATERIA PRIMA.....	26
C. REPOSO DE LAS MAZORCAS DE CACAO.....	26

D. MATERIALES EQUIPOS REACTIVOS E INSUMOS.....	27
1. Materiales para cosecha y fermentación	27
2. Materiales de laboratorio	27
3. Equipos de laboratorio	28
4. Reactivos e insumos	28
E. DISEÑO EXPERIMENTAL	29
1. Determinación de los parámetros y métodos de fermentación de los granos de cacao	29
2. Determinación de los parámetros de secado de los granos	30
F. METODOLOGÍA EXPERIMENTAL	31
G. MÉTODOS DE ANÁLISIS	35
1. Reposo de las mazorcas de cacao.....	35
2. Análisis de los granos	35
3. Obtención del licor de cacao.....	37
4. Evaluación sensorial del licor de cacao	37
5. Análisis químico del mejor tiempo de reposo	38
5. Análisis estadístico.....	38
IV.RESULTADOS Y DISCUSIÓN	39
A. DETERMINACION DE LOS ANALISIS FISICOQUÍMICOS DEL MUCÍLAGO DEL CACAO DURANTE EL TIEMPO DE REPOSO DE LAS MAZORCAS	39
1. Drenaje del mucílago	39
2. °Brix del mucílago	40
3. Acidez del mucílago.....	41

4. pH del mucílago.....	42
5. Relación acidez y °Brix del mucílago.....	43
B. EVALUACIÓN FÍSICOQUÍMICA DE LOS GRANOS DE CACAO	
DURANTE LA FERMENTACIÓN, POR TIEMPO DE REPOSO	44
1. Temperatura.....	44
2. pH del cotiledón.....	50
3. Acidez del cotiledón.....	51
C. EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS DE	
LOS GRANOS DE CACAO SECADOS EN FORMA GRADUAL Y TOTAL	
AL SOL	53
1. Defectos físicos de los granos de cacao con secado gradual	53
2. Defectos físicos de los granos de cacao con secado total	54
3. Porcentaje de fermentación de los granos con secado gradual	54
4. Porcentaje de fermentación de los granos con secado total	56
5. Análisis químico del mejor tiempo de reposo.....	57
D. EVALUACIÓN SENSORIAL DEL LICOR DE CACAO, POR TIEMPO	
DE REPOSO DE LAS MAZORCAS	57
V. CONCLUSIONES	65
VI. RECOMENDACIONES.....	66
VII.BIBLIOGRAFÍA.....	67
ANEXOS.....	75

INDICE DE CUADROS

Cuadro.	Pág.
1. Composición fisicoquímica en 100g de cacao y 100g de licor.....	15
2. Diferencia entre un grano fermentado y no fermentado	20
3. Parametros internacionales de calidad del grano de cacao.	25
4. Prueba de rangos múltiples para el atributo sabor a cacao, por tratamiento. Prueba de Tukey	58
5. Prueba de rangos múltiples para el atributo astringencia, por tratamiento. Prueba de Tukey	61
6. Prueba de rangos múltiples para el atributo frutal, por tratamiento. Prueba de Tukey.....	62

INDICE DE FIGURAS

Figura.	Pág.
1. Esquema experimental para evaluar el tiempo de reposo de las mazorcas y tipo de secado de los granos de cacao.....	31
2. Flujo de operaciones para la obtención del grano de cacao	33
3. Gráfico del drenaje(ml) del mucílago de cacao durante el tiempo de reposo de las mazorcas.....	39
4. Gráfico de los grados brix del mucílago del cacao durante el tiempo de reposo de las mazorcas.....	40
5. Gráfico del porcentaje de acidez del mucílago del cacao durante el tiempo de reposo de las mazorcas.....	41
6. Gráfico del pH del mucílago del cacao durante el tiempo de reposo de las mazorcas	42
7. Gráfico de la relacion °Brix y acidez del mucílago del cacao durante el tiempo de reposo de las mazorcas.....	43
8. Gráfico de la temperatura de la masa de granos de cacao, durante la fermentación a 0 horas de reposo.	45
9. Gráfico de la temperatura de la masa de granos de cacao, durante la fermentación a 48 horas de reposo.	46
10. Gráfico de la temperatura de la masa de granos de cacao, durante la fermentación a 72 horas de reposo.	47
15. Gráfico de la temperatura de la masa de granos de cacao, durante la fermentación a 96 horas de reposo.	48

16. Gráfico de la temperatura de la masa de granos de cacao, durante la fermentación a 120 horas de reposo.....	49
17. Gráfico del pH del cotiledon durante la fermentación por tiempo de reposo de las mazorcas.....	51
18. Gráfico de acidez del cotiledon durante la fermentación por tiempo de reposo de las mazorcas.....	52
19. Gráfico del % de fermentación de los granos con secado gradual por tiempo de reposo.....	55
20. Gráfico del % de fermentación de los granos con secado total al sol por tiempo de reposo.....	56

RESUMEN

El presente trabajo de investigación consistió en determinar el efecto del tiempo de reposo de las mazorcas de cacao, clon CCN-51 (*Theobroma cacao* L), y tipo de secado sobre las características físicas y organolépticas del grano y licor de cacao. Los granos de cacao fueron fermentados a las 0 horas de cosechado (sin reposo), y a las 48, 72, 96 y 120 horas de la cosecha. A las 72 horas de reposo de las mazorcas, el volumen del mucílago disminuyó de 85,5 a 61 ml, los sólidos solubles (°Brix) del mucílago, alcanzaron un valor de 17,5° brix, la acidez se incrementó de 0,02 a 0,04 (g ácido acético); el pH descendió de 4,19 a 4,02 y la relación acidez sobre los °brix (Índice de madurez) de las mazorcas fue 0,23 %. La temperatura de fermentación alcanzó el pico máximo de 49,5° C, el cotiledón llegó a un pH de 6,41 y la acidez obtuvo un valor de 1,93 (ácido acético); a las 120 horas de fermentación, considerando mazorcas reposadas por 72 horas. Disminuyeron los granos parcialmente violeta conforme aumenta el tiempo de fermentación de $10,0 \pm 1$ a $5,67 \pm 0,5$ y los granos violeta de $10,0 \pm 1$, a $9,0 \pm 1$ a la 72 horas de reposo de las mazorcas y 120 horas de fermentación, considerando un secado gradual. En la evaluación organoléptica del licor de cacao destacó el atributo sabor a cacao con 10,0; frutal con 7,1 y astringencia con 7,1 puntos. Por lo tanto los factores evaluados influyeron sobre la calidad física y organoléptica de los granos y licor de cacao.

Palabras Clave: (*Theobroma cacao* L); Reposo; Fermentación; Secado; Características fisicoquímicas; Calidad física y sensorial.

I. INTRODUCCIÓN

El cacao peruano (*Theobroma cacao* L), se ve afectado en la calidad, debido al inadecuado manejo de cosecha y poscosecha que se realiza. El cultivo del CCN-51 se viene incrementando cuyas características del clon es diferente a los tradicionales; lo que indica en buscar parámetros para el manejo del beneficio del cacao y de esta manera mejorar la calidad de los granos.

El beneficio del cacao es una de las etapas más importantes, en la fermentación es donde ocurren las transformaciones bioquímicas del grano que originan los compuestos precursores del aroma y sabor a chocolate mediante el cual se cambia las características físicas, químicas y organolépticas de los granos. Esta actividad se ha llevado a cabo como un proceso empírico, que se realiza después de la cosecha.

El reposo de las mazorcas antes de la quiebra y el desgrane así como el sistema de fermentación, la frecuencia de remoción de la masa y el tipo de secado usado en el proceso, son factores que influyen sobre la calidad organoléptica del producto final. El reposo de las mazorcas causa una fermentación acelerada, con incrementos más rápidos en la temperatura de la masa, la cual alcanza valores más altos a medida que aumenta el tiempo de reposo. Mejora la hidrólisis de la pulpa, reduce la acidez del cacao y se logra una mayor proporción de granos fermentados.

Por lo antes expuesto los objetivos de este estudio consistió en:

Objetivo general:

Determinar la influencia del tiempo de reposo de las mazorcas y tipo de secado del cacao clon CCN-51 en la calidad física y organoléptica de los granos y licor.

Objetivos específicos:

- Determinar los análisis fisicoquímicos del mucílago del cacao durante el tiempo de reposo de las mazorcas.
- Evaluar los análisis fisicoquímicos de los granos de cacao durante la fermentación, por tiempo de reposo de las mazorcas.
- Evaluar las características fisicoquímicas de los granos de cacao secados en forma gradual y total al sol.
- Evaluar la calidad organoléptica del licor de cacao, por tiempo de reposo de las mazorcas y tipo de secado.

Esto con el propósito de obtener información que permita la consecución de un producto de calidad, mediante la aplicación adecuada del proceso cosecha y beneficio del cacao clon CCN-51 en la zona del Alto Huallaga.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

A. GENERALIDADES SOBRE EL CACAO.

1. Clasificación taxonómica del cacao.

Reino	:	Plantae
División	:	Fanerógamas.
Clase	:	Angiospermas.
Subclase	:	Dicotiledónea.
Orden	:	Málvales.
Familia	:	Esterculiáceae.
Tribu	:	bitneriácea
Género	:	Theobroma.
Sección	:	Eutheobroma.
Especie	:	<i>Theobroma cacao</i> L. (ENRÍQUEZ, 2003)

2. Descripción morfológico del cacao CCN-51.

El fruto de cacao clon CCN-51 presenta las siguientes características morfológicas: Color del fruto inmaduro: rojo; tamaño : grande; forma: elíptico; forma del ápice : obtuso; rugosidad : fuertemente rugoso; constricción basal del : medio; grosor de la cáscara: intermedia; disposición de un par de lomos: pareados; profundidad de surcos: profundo, número de óvulos por ovario: 57; número de semillas por fruto: 35-55, tamaño de la semilla: mediana; forma de semilla en sección longitudinal: elíptica; forma de semilla en sección transversal: intermedia; color de cotiledones: morado; compatibilidad: autocompatible (GARCÍA, 2007).

3. Composición Físicoquímica.

Los componentes del grano de cacao son: Cáscara 14%, Germen 1% y Cotiledón 85% (GUERRERO, 2005). La composición físicoquímica del grano y licor de cacao, se indica en el cuadro 1.

Cuadro 1 Composición físicoquímica en 100g de cacao y 100g de licor.

Composición	grano crudo	Licor de cacao
pH	5,91	5,39
Grasa	48,58	54,24
Acidez	3,85	3,45
Cenizas	3,27	3,37
Fibra cruda	4,3	3,67
Proteína	12,25	13,07
Carbohidratos	30,0	27,2
Humedad	7,5	1,67
Theobromina	0,8 - 1,4	0,71 - 1,5

FUENTE: TABLA DE COMPOSICIÓN DE LOS ALIMENTOS ICBF (2005)

4. Variedades de cacao.

a. Cacao criollo.

Es una variedad de cacao aromático y de sabor suave. La variedad criollos andinos son interesantes porque tienen una fuerte tipicidad pero no tienen aroma, la desventaja es que son muy susceptibles a la moniliasis y escoba de bruja. Este cacao excepcional no se cultiva más que en pequeña cantidad entre 5 al 10% de la producción mundial (GARCÍA, 2000 y ARÉVALO, 2004).

b. Cacao forastero.

Es el más difundido, de sabor bastante amargo representa unos 90 % de la producción mundial de cacao y se cultiva principalmente en África del Oeste y en Brasil. Dentro de este clon destacan distintos tipos como: Cundeamor, amelonado, sambito, Calabacillo y angoleta; tiene un alto contenido de grasa que llega a 55% y es bastante resistente a las enfermedades (GARCÍA, 2000).

c. Cacao trinitario.

Es un híbrido entre el criollo y el forastero. Tiene un aroma bastante fina pero poco intenso, el trinitario del centro del Perú tiene un alto contenido de grasa (56,6 %) y un sabor suave. El clon CCN-51 es un trinitario, se estima que entre un 10 y un 15% de la producción mundial es trinitario (LEAL y VALDERRAMA, 1997).

d. Cacao clonado.

Entre estos destaca el clon CCN-51 (Colección Castro Naranjal) fue descubierta en 1960 por el Agrónomo Ambateño Homero Castro Zurita que haciendo el cruce de dos híbridos de dos variedades y con el producto de esto lo clonó con un cacao denominado canelos del oriente ecuatoriano. Siendo muy resistente a enfermedades como: La escoba de bruja y la monilla; lo cual le ofrece al país una mejor posición dentro del mercado competitivo de exportación (INIAP, 2006).

B. COSECHA Y BENEFICIO DEL CACAO.

1. Cosecha.

El grado de madurez de las mazorcas influye en la calidad de los granos de cacao. Para ello es necesario realizar la cosecha selectiva, que consiste en cosechar mazorcas maduras y sanas (GARCÍA 2000 e ICT 2004), procediéndose al corte del pedúnculo con una tijera podadora.

2. Reposo de las mazorcas de cacao.

Se ha observado que el reposo de los frutos de cacao por varios días después de la cosecha realza el sabor. Esta demora en el desgrane favorece la hidrólisis de la pulpa y reduce la acidez del cacao, así mismo promueve bajos niveles de ácido láctico, ácidos volátiles y ácidos totales libres (DÍAS y ÁVILA, 1993) y un incremento de los taninos en el cotiledón (TORRES *et al.*, 2004).

Al retardar el desgrane, la fermentación es acelerada debido a que la temperatura se incrementa más rápidamente, dependiendo dicho incremento del tiempo de reposo de la mazorca, de manera que los valores de la temperatura serán más altos a medida que aumenta el tiempo entre la cosecha y el desgrane del cacao (BAREL, 1987).

El reposo de las mazorcas de cacao causa una fermentación acelerada, con incrementos más rápidos en la temperatura de la masa, la cual alcanza valores más altos a medida que aumenta el tiempo entre la cosecha y el desgrane del cacao. Además mejora el sabor, mejora la

hidrólisis de la pulpa, reduce la acidez del cacao y logra una proporción del 80% de granos marrones (ÁLVAREZ, 1997).

3. Beneficio.

En el cultivo de cacao el beneficio constituye parte fundamental y decisiva para obtener buena calidad del grano, y permitir su correcta comercialización en el mercado nacional e internacional (ENRIQUEZ, 2003). El precio del producto y la rentabilidad del cultivo se incrementan con un buen beneficio, labor que representa entre el 15 y el 20% de los costos directos de producción (RODRÍGUEZ, 2006).

a. Selección.

Terminado con la cosecha y reposo se procede a separar las mazorcas como: pintones, sobre maduros, o aquellas que presenten enfermedades, esta operación prevé la calidad del producto final. La mezcla de cultivares, puede influir desfavorablemente en la fermentación y perfil del sabor (ARÉVALO, 2004).

b. Quiebra.

Es una operación que consiste en partir la mazorca para extraer las almendras, las cuales una vez separadas de la placenta, serán sometidas a la fermentación. Para realizar la quiebra, se efectúa un corte horizontal a las mazorcas con sumo cuidado a fin de no cortar

las almendras que permanecen adheridas a la placenta (INIAP 1999 y MENDIS 2003).

c. Desgrane.

La extracción de las semillas de la cáscara, se denomina desgranada y se hace deslizando los dedos de la mano a lo largo de la placenta o vena central de la mazorca, evitando que la placenta se mezcle con los granos de cacao. Si esto sucede debe sacarse posteriormente dicha placenta pues constituye una impureza que perjudica la calidad del producto (BENITO 1991 y GARCÍA 2000).

d. Fermentación.

El proceso que comprende la eliminación del mucílago de los granos de cacao y la formación de sustancias dentro de la almendra, son responsables del sabor y aroma del chocolate (RAMOS, 2006). Durante el proceso, la acción combinada y balanceada de temperatura, alcoholes, ácidos, pH, y humedad; inactivan al embrión, la duración de la etapa de fermentación depende del tipo de cacao, por ejemplo no debe ser mayor de tres días para los cacaos "criollos" y de ocho días para los cacaos forasteros (CONTRERAS *et al.*, 2004).

El proceso bioquímico en la fermentación se inicia con la transformación del azúcar de la pulpa en alcohol y dióxido de

carbono, actividad que es realizada por las levaduras a continuación, y debido a mejoras en las condiciones aeróbicas, las bacterias inician la oxidación del alcohol en ácido láctico y posteriormente, en ácido acético, esto origina un calentamiento e incremento de la temperatura dentro de las primeras 48 horas, a medida que la estructura de la pulpa se pierde, las bacterias continúan en actividad hasta completar la fermentación (NTP 208.040 – INDECOPI, 2008), la diferencia de un grano fermentado y no fermentado se muestra en el cuadro 2.

Cuadro 2 Diferencia entre un grano fermentado y no fermentado.

Almendra seca bien fermentada	Almendra seca mal fermentada
- Hinchada o gruesa.	- Más bien aplanada.
- La cáscara se separa fácilmente.	- La cáscara se separa difícilmente.
- Color externo marrón o pardo rojizo.	- Color externo pardo claro o blanquecino.
- Color interno marrón.	- Color interno violeta.
- Naturaleza quebradiza.	- Naturaleza compacta.
- Cotiledón con estructura agrietada.	- Cotiledón con estructura compacta.
- Sabor medianamente amargo.	- Sabor astringente.
- Aroma agradable.	- Aroma desagradable.

FUENTE: NATIVIDAD *et al* (2007).

e. Secado.

El proceso del secado tiene como finalidad fundamental: bajar el porcentaje de humedad de 56-60% a 7-8 %, siempre por debajo de 8% para asegurar buenas condiciones de almacenamiento, evitándose el crecimiento de hongos y el ataque de los insectos. Es muy importante que la humedad disminuya lentamente, para favorecer que se completen los cambios químicos (reacciones de oxidación) responsables del sabor y aroma del cacao, determinantes de la calidad del producto la temperatura óptima de 35° C favorece ésta reacción, en esta operación sigue disminuyendo el amargor y la astringencia de los polifenoles, se completan los cambios de color en las almendras, dando un color pardo o canela en los cotiledones (PAREDES 2000 y GAITAN 2005).

f. Limpieza y selección del grano.

Terminado el secado es conveniente realizar labores de limpieza y clasificación a fin de obtener un producto de mejor valor comercial donde finalmente es envasada y almacenada. De acuerdo a los parámetros de calidad del grano del cacao, exigidos por la Unión Europea que son por lo general referencia en el comercio internacional de cacao; el tamaño mínimo permitido del grano (calibre) es de **un gramo por grano**. Por esta razón es importante realizar una adecuada selección del grano, que se pueden hacer simultáneamente por medio de zarandas construidas de mallas con

medidas de orificio de un cm^2 que permite pasar los granos mas pequeños y retener los de mayor calibre (PRONATEC 2009 y PROAMAZONIA, 2004).

g. Almacenamiento.

Terminado el secado y limpieza los granos se envasan en costales de yute y si aun están calientes producto del secado, se deja enfriar antes de ensacarlos. El almacenamiento de los granos de cacao juega un papel preponderante, si no es trabajado en perfectas condiciones todo el esfuerzo realizado en obtener un producto de calidad puede perderse (LIENDO y MARÍN, 2006).

C. ÍNDICE DE MAZORCA.

Se define como el número de mazorcas necesarias para obtener un kilogramo de cacao seco y fermentado (IPGRI, 2000). Este índice es una medida indirecta del tamaño de las mazorcas en función de su peso seco y es una variable de tipo cuantitativo (ESQUIVEL y SORIA 1967). Un mínimo de 20 frutos es suficiente (CHEESMAN y POUND 1934), en tanto que el (IPGRI, 2000) indica que 15 mazorcas son necesarios para producir 1 kg de cacao seco y fermentado; del clon CCN-51.

D. ÍNDICE DE SEMILLA.

Está definido como el peso promedio en gramos de 100 semillas secas y fermentadas (IPGRI, 2000), por ejemplo, los cacaos trinitarios presentan un

índice de semilla bajo con relación a los cacaos de tipo forastero. En algunos casos se ha informado que la semilla proveniente de los frutos que son de forma amelonada presenta un rango de variación de 0,9 a 1,3 g / semilla (MINAG, 2000).

F. ÍNDICE DE MADUREZ.

Son cambios metabólicos durante el proceso de maduración, estos cambios son el resultado de la profunda reestructuración metabólica y química que se desencadena dentro del fruto. Los índices más utilizados para medir la de madurez de un fruto son el color de fondo, la firmeza, el contenido de sólidos solubles y la acidez (BERGER, 2004).

El índice de madurez utilizado durante la cosecha está basado en el cambio de coloración externa del fruto lo cual es característico de la variedad; así los frutos verdes se tornan amarillos al madurar y los de color rojo toman un color anaranjado o rojo oscuro cuando están maduros. En algunos casos el cambio del color no es evidente, por lo que los productores los golpean con los dedos, diferenciando los maduros por el sonido que producen, debido a que los granos y la pulpa se desprenden de las paredes (GONZÁLEZ *et al.*, 1999).

G. ÍNDICE DE FERMENTACIÓN.

Se realiza con la prueba de corte, en la cual se seleccionarán al azar 100 granos de cacao, los mismos que serán partidos longitudinalmente con la

ayuda de una navaja o guillotina, con la finalidad de observar el interior del grano, se considera un buen fermentado: (coloración chocolate y cotiledón agrietado) y un mal fermentado: (violeta, pizarrosos, sobre fermentados, mohosos, germinados, con insectos, planos y quebrados) (GRAZIANI de FARIÑAS *et al.*, 2003).

Para determinar el índice de fermentación del grano de cacao; se utiliza el siguiente cálculo: $\%F = \frac{Nf}{100\text{granos}} * 100$, donde: %F=grado de fermentación en % y Nf=numero de granos fermentados (APROCAP, 2007)

H. CALIDAD DEL GRANO DE CACAO.

La calidad del grano de cacao esta directamente relacionada con un adecuado proceso de cosecha y beneficio (COVENIN, 1998 y PRONATEC, 2009), nos indica los parámetros internacionales de calidad del grano de cacao exigidos y requeridos por la industria chocolatera ver cuadro 4.

Las almendras germinadas, rotas y sobre fermentadas son más susceptibles al ataque de moho, estos granos se consideran cada vez más como defecto mayor del cacao. Hay varios hongos que pueden atacar a las almendras; pero entre los más importantes están los del género *Aspergillus* que generan las **Ocratoxinas** denominadas OTA. (NATIVIDAD *et al.*, 2007 y NTP 208.040 – INDECOPI, 2008).

Cuadro 3 Parámetros internacionales de calidad del grano de cacao.

	GRADO I	GRADO II
DESCRIPCION	(good fermented)	(fair fermented)
fermentación	Mayor de 80 %	Menor de 80 %
Calibre	100/100 máx.	100/100 máx.
Defectos	5 % máx.	10 % máx.
Violáceos	15 % máx.	20 % máx.
Pizarrosos	5 % máx.	10 % máx.
Humedad	7,5 % máx.	7,5 % máx.
Acidez	1 % más.	1.5 % máx.

FUENTE: (CONVENIN, 1998 y PRONATEC, 2009).

I. EVALUACIÓN SENSORIAL DEL LICOR DE CACAO.

Es una técnica reproducible para identificar, cuantificar y describir las características del grano de cacao y determinar su calidad sensorial como: sabor a chocolate, acidez, amargor, astringencia, frutal., floral, tierra, moho y otros. 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 (JIMENEZ, 2006).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

A. LUGAR DE EJECUCIÓN.

El presente estudio se llevó a cabo en el área de beneficio del local de la Cooperativa Agraria Cafetalera Divisoria Ltda. , situada en el Distrito Luyando – Naranjillo, Km. 4,4 provincia de Leoncio Prado, región Huánuco. Los análisis físicos y químicos se realizaron en los laboratorios de Análisis de Alimentos, Química y Bioquímica de la Universidad Nacional Agraria de la Selva. La evaluación sensorial del licor de cacao, se realizó en el área de control de calidad de la Cooperativa Agraria Industrial Naranjillo.

B. MATERIA PRIMA.

La materia prima que se utilizó fueron las mazorcas de cacao (*Teobroma cacao* L) clon CCN-51, cosechados de la localidad de Marona, distrito de Daniel Alomía Robles, provincia de Leoncio Prado, región Huánuco, parcela de la Sra. Nellyta Ponce Ferrari, socia de la cooperativa Agraria Cafetalera Divisoria Ltda., cuyo fundo tiene Certificación Orgánica y Comercio Justo

C. REPOSO DE LAS MAZORCAS DE CACAO.

Para el proceso se cosecharon mazorcas maduras y sanas, las cuales fueron divididas en 5 lotes para darle el respectivo reposo. El lote 1 fue desgranado y fermentado recién cosechado, el lote 2 fue desgranado y fermentado a las 48 horas después de la cosecha, el lote 3 fue desgranado y fermentado a las 72 horas de cosechado, el lote 4 fue desgranado y

fermentado a las 96 horas de cosechado y el lote 5 fue desgranado y fermentado a las 120 horas de cosechado. El proceso de fermentado fue evaluado en 6 niveles (0, 24, 48, 72, 96 y 120 horas de fermentado) y el proceso de secado de los granos en dos niveles (secado total al sol y exposición gradual al sol) el secado gradual al sol consistió en un secado de 2 horas el 1^{er} día, el 2^{do}, 3^{ro} y 4^{to} día con 3, 4 y 5 horas al sol respectivamente; y el 5^{to} día con un secado total al sol hasta obtener una humedad menor o igual a 7 %.

D. MATERIALES, EQUIPOS, REACTIVOS E INSUMOS.

1 Materiales para cosecha y fermentación.

- Tijera para cosechar, machete sin filo, navaja, baldes de plástico, costal de polipropileno, bolsas plásticas, carretilla, cajón fermentador de madera (0,70 x 0,70 x 140) m de ancho alto y largo, pala de madera, rastrillo de madera, costal de yute, hojas de plátano, termómetro.

2 Materiales de laboratorio.

- Termómetro, vasos de precipitación, matraz enlenmeyers, agitador de vidrio, baldes de plástico, envases herméticos de vidrio, placas petri, probetas, buretas, pipetas, embudos, papel filtro, papel toalla, lupa, guillotina, navaja, plumón, lápices, cinta masking tape y bolsas de plástico.

3 Equipos de laboratorio.

- Balanza analítica de 210g de capacidad, modelo BL210S marca SARTORIUS.
- Potenciómetro con rango de pH de 0 -14, modelo MP220, marca METTLER TOLEDO.
- Estufa con temperatura máx. de 200° C, modelo ODGH-9076A, marca TOMOS.
- Mufla con temperatura máx. de 500° C, modelo LINN High Therm, marca CIMATEC.
- Cocina eléctrica, modelo de mesa, marca PRACTIKA.
- Refractómetro de mano, modelo 10431, marca REICHERT.
- Destiladora de nitrógeno, modelo BUCHI, marca CIMATEC.
- Mini licuadora de laboratorio, modelo BRIO!, Marca UFESA.
- Tostadora de granos de cacao, modelo SWISSMAR, marca ALPENROST.
- Molino de granos de cacao, modelo CM255 marca NETECH.

4 Reactivos e Insumos.

- Fenolftaleína 0,01%, agua destilada, hidróxido de sodio 0,01 N, rojo de metilo, verde de bromocresol, ácido clorhídrico 0,01%, ácido sulfhídrico 0,01%, hexano, metanol, cloroformo, catalizadores, buffer fosfato ácido y otros.

E. DISEÑO EXPERIMENTAL.

1. Determinación de los parámetros y métodos de fermentación de los granos de cacao.

En la figura 1, se muestra la forma como se trabajó para determinar el método de fermentación considerando los siguientes factores: Tiempo de reposo de la mazorca (TR), Frecuencia de remoción (FR). Los niveles a considerar fueron:

a. TR : Tiempo de reposo de la mazorca.

TR₁ = 0 horas de la cosecha

TR₂ = 48 horas de la cosecha

TR₃ = 72 horas de la cosecha

TR₄ = 96 horas de la cosecha

TR₅ = 120 horas de la cosecha

b. F : 144 horas de Fermentación

Se realizaron remociones con paletas de madera para todas las muestras a las 48 horas y cada 24 horas consecutivamente también se realizó controles de la temperatura cada 3 horas durante los seis días de la fermentación.

2. Determinación de los parámetros de secado de los granos.

En la figura 1, se muestra la forma como se trabajo para el secado se estudió un solo factor: Método de secado de los granos. Los niveles a considerar fueron:

a. C_1 = Secado gradual en horas de sol.

Primer día 2 horas

Segundo día 3 horas

Tercer día 4 horas

Cuarto día 5 horas

Quinto día total al sol, hasta obtener el secado de 7,5 % Humedad.

b. C_2 = Secado total a pleno sol.

Serán expuestos las almendras a pleno sol desde el inicio hasta obtener el grano seco con 7,5% de humedad.

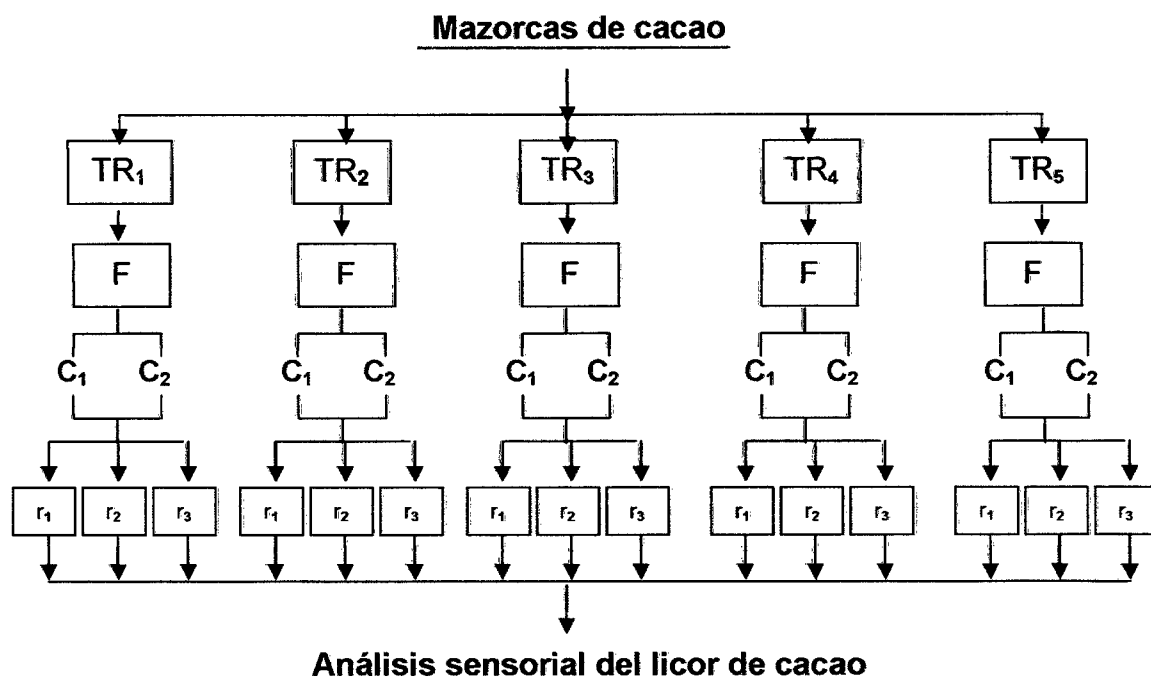


Figura 1. Esquema experimental para evaluar el tiempo de reposo de las mazorcas de cacao, y tipo de secado de los granos de cacao

Donde:

- TR : Tiempo de reposo de las mazorcas de cacao.
- F : 144 horas de fermentación
- C : Tipo de secado de los granos de cacao.
- r : n° de repeticiones.

F. METODOLOGÍA EXPERIMENTAL.

1. Reposo de las mazorcas de cacao

Los reposos fueron considerados a las 0, 48, 72, 96 y 120 horas luego se partieron las mazorcas para la fermentación respectiva.

2. Cosecha y beneficio del cacao.

Para la obtención del cacao en grano se realizó tomando como base el proceso, que se muestra en la figura 2; cuyas etapas se describen a continuación:

a. Cosecha.

Los frutos fueron cosechados al azar sano y maduro, usando como criterio de madurez el señalado por (GARCÍA, 2007). Nos dice que la madurez de la mazorca clon CCN-51, se aprecia por su cambio de pigmentación: de rojo pasa al amarillo anaranjado fuerte o pálido.

b. Reposo.

En esta operación las mazorcas entraron en reposo, para ello, fueron ubicadas en ambientes protegidos de la lluvia y del sol, por periodos de tiempo: 0, 48, 72, 96 y 120 horas respectivamente.

c. Selección de mazorcas

Se efectuó la selección de las mazorcas que presentaban algunos signos de enfermedad.

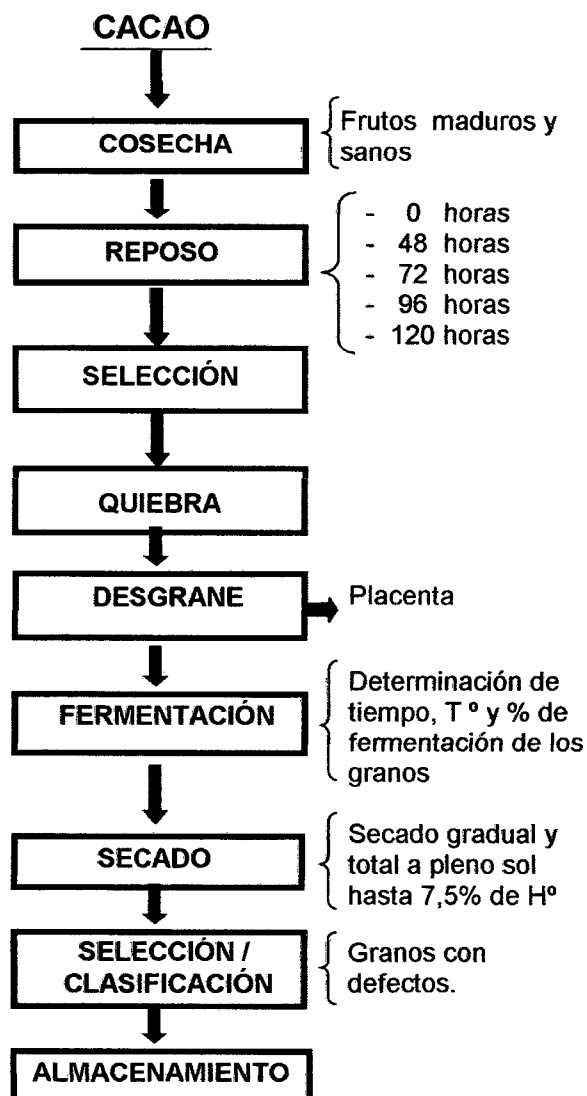


Figura 2. Flujo de operaciones para la obtención del grano de cacao

d. Quiebra.

Al finalizar el tiempo de reposo se quebraron las mazorcas haciendo un corte transversal para ello se dispuso de un machete corto sin filo.

e. Desgrane.

Esta operación consistió en extraer manualmente los granos extraídos fueron colocados en bolsas de plástico, para su transporte a la planta de fermentación, se colocó en costales de polipropileno, evitando el drenado del mucílago.

f. Fermentación.

Se colocaron 120kg, de la masa (granos + mucílago) en los cajones fermentadores para cada tratamiento. La cual fue cubierta con costales de yute limpio y tapados con hojas de plátano removiéndose con una paleta de madera a las 48, 24, 24, 24 horas de iniciado el proceso fermentativo.

g. Secado.

Esta operación consistió en utilizar dos métodos de secado; secado gradual y total a pleno sol para reducir la humedad de la almendra a 7,5 %.

h. Selección / Limpieza.

Consistió en realizar la separación de impurezas, como restos de cáscaras, placentas y polvillo, con la ayuda de una zaranda de malla de 1cm² de orificio.

i. Almacenamiento.

Del lote de cada tratamiento en reposo fueron colocados en sacos y pesados, luego fueron extraídas 4kg de muestra por tratamiento, colocando estas muestras en bolsas de polietileno debidamente codificados y almacenándose en el laboratorio de bioquímica de la UNAS por un tiempo de 20 días para su estabilización y posterior análisis fisicoquímico.

G. MÉTODOS DE ANÁLISIS.**1. Reposo de las mazorcas de cacao**

Los frutos cosechados maduros y sanos fueron trasladados a las ramadas de la finca protegidos de la lluvia y el sol, entrando en reposo a 0, 48, 72, 96, y 120 horas. Para las medidas biométricas se obtuvieron 25 mazorcas al azar, que fueron transportadas al laboratorio de control de calidad de la cooperativa.

2. Análisis de los granos**a. Análisis químico**

Durante la fermentación se tomo muestras de cotiledón a los 0, 24, 48, 72, 96, 120 y 144 horas, por cada tratamiento para efectuar los siguientes análisis químicos: pH, método 970.21 (AOAC, 1995) y acidez, método 942.15 (AOAC, 1995).

b. Análisis físico

- **Determinación de drenaje del mucílago.**- Se evaluó el volumen en ml de mucílago de 25 mazorcas de cacao durante los cinco días de reposo, con la ayuda de una probeta graduada.

- **Determinación del °Brix.**- Se evaluó los sólidos solubles (°Brix) de mucílago de 25 mazorcas de cacao durante los cinco días de reposo con el apoyo del brixometro.

- **Determinación del índice de madurez.**- Se evaluó el grado de madurez de 25 mazorcas de cacao durante los cinco días de reposo considerando para esto los sólidos solubles (°Brix) sobre la acidez del fruto.

- **Determinación del índice de fermentación.**- Se evaluó el análisis físico de los granos secos de cacao, obtenido de los diferentes tratamientos, y con la técnica prueba de corte descrita por (GRAZIANI de FARIÑAS *et al.*, 2003) determinamos el porcentaje de granos fermentados. Se seleccionaron al azar 100 granos de cacao, los mismos que fueron partidos longitudinalmente con la ayuda de una guillotina, con la finalidad de observar el interior del grano.

- **Evaluación de la temperatura durante la fermentación.**-Durante la fermentación del grano en el cajón de madera. La temperatura fue medida diariamente cada 3 horas, a 30cm de la superficie de la masa de granos en 3 puntos (centro, superior e inferior), utilizando un termómetro digital.

3. Obtención del licor de cacao

Se tomaron 300g de muestra granos fermentados y secos para el análisis sensorial los cuales fueron sometidos a un proceso de tostado a una temperatura de 120° C durante 15 min. Luego se molieron y se obtuvo la masa de cacao que posteriormente fue refinada (25µm), luego se colocó en pirex de 100 ml de capacidad con tres repeticiones, para su análisis sensorial. Para la obtención del licor de cacao se siguieron las operaciones del anexo 3.

4. Evaluación sensorial del licor de cacao

Se utilizó un panel de catadores altamente entrenados de la COOPAIN y APPCACAO, para la definición del perfil sensorial del licor se tomaron en cuenta los siguientes descriptores: Sabor a cacao, acidez, amargor, astringencia, frutal, floral, nuez, tierra, y moho. Estos descriptores fueron evaluados con una escala del 0 al 200 ver ficha del anexo 4.

5. Análisis químico del mejor tiempo de reposo.

Se realizó el análisis de la materia prima, determinándose: Humedad, método 931.04 (AOAC, 1995); ceniza, método 972.15 (AOAC, 1995); grasa, método de FOLCH (1957); proteína, método 970.22 (AOAC, 1995); acidez, método 942.15 (AOAC, 1995); pH, método 970.21 (AOAC, 1995).

6. Análisis estadístico.

Para el procesamiento de los datos de la evaluación sensorial del licor de cacao se utilizó el modelo estadístico de Diseño Completo al Azar y el Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA), con arreglo factorial de 2×10 (STEEL Y TORRIE, 1995). Para el análisis estadístico se utilizó el método paramétrico de Fisher y Yates citado por (UREÑA *et al.*, 1999). Y la determinación de la significancia de los tratamientos fue realizada por la prueba de comparación múltiple de Tukey, utilizándose para ello el programa de Stat Graphics.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

A. DETERMINACIÓN DE LOS ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS DEL MUCÍLAGO DE CACAO DURANTE EL TIEMPO DE REPOSO DE LAS MAZORCAS.

1. Drenaje del mucílago.

Los volúmenes de drenaje del mucílago, se muestra en el anexo 11, donde observamos que el cacao sin reposo drenó $85,5 \pm 0,42$ ml de mucílago, mientras que el cacao reposado a 120 horas se obtuvo $28,0 \pm 0,4$ ml, ver figura 3.

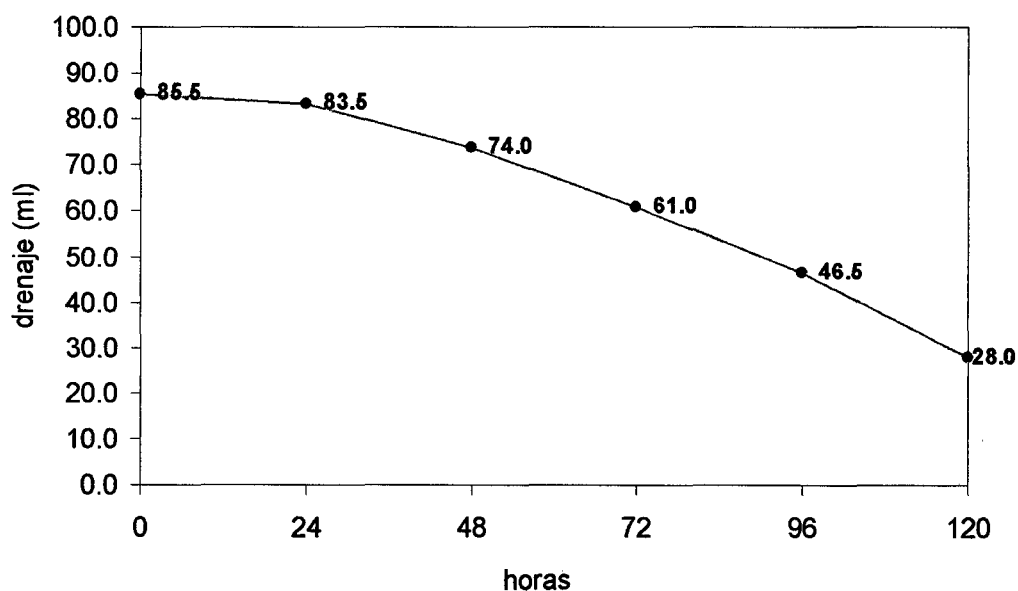


Figura 3. Gráfico del drenaje (ml) del mucílago del cacao durante el tiempo de reposo, promedio de 25 mazorcas.

Lo que podría atribuirse a una pérdida de agua del mucílago ocurrida en el interior de la mazorca, esto se debe a que el mucílago tiene una humedad inicial de 76% mientras que el cotiledón solo tiene un 36%, con un descenso del contenido de humedad en el mucilago y un aumento en el cotiledón (GRAZIANI de FARIÑAS *et al.*, 2003). Causado fundamentalmente por la difusión de los productos de la descomposición microbiana de la pulpa que emite una fuerte emisión de líquidos al cotiledón (DOUGAN, 1981).

2. °Brix del mucílago.

En cuanto a los sólidos solubles (°Brix) del mucílago se muestra en el anexo 11. Iniciándose con $15,0 \pm 0,5$ °Brix, alcanzando el mucilago a $17,5 \pm 1,3$ °Brix a las 72 horas de reposo de las mazorcas, de esta concentración disminuyó a $16,5 \pm 0,5$ ° Brix a las 120 horas de reposo de las mazorcas, ver figura 4.

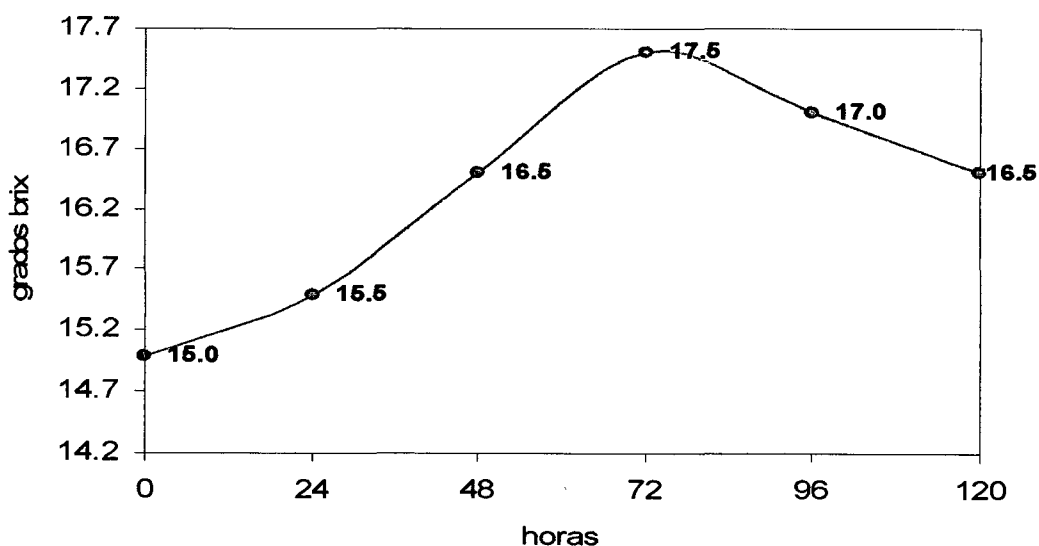


Figura 4. Gráfico de los °Brix del mucílago del cacao durante el tiempo de reposo de las mazorcas.

Esto indica que el reposo de las mazorcas antes de la fermentación, existen incrementos moderados de sólidos solubles en la pulpa favoreciendo al cotiledón de compuestos polifenólicos, generadores de atributos deseables para el grano, además favorece la hidrólisis de la pulpa y acelera el proceso por la interacción de microorganismos propios del cacao (BAREL, 1987; DÍAS y ÁVILA, 1993; TORRES *et al*, 2004).

3. Acidez del mucílago.

Con relación a la acidez del mucílago se muestra en el anexo 11. Se puede observar que según transcurre el tiempo de reposo, la acidez del mucílago de 0,02 (g ácido acético) en la mazorca sin reposo se incrementó de manera moderada hasta alcanzar valores de 0,06 de acidez en el cacao reposado por 120 horas, ver figura 5.

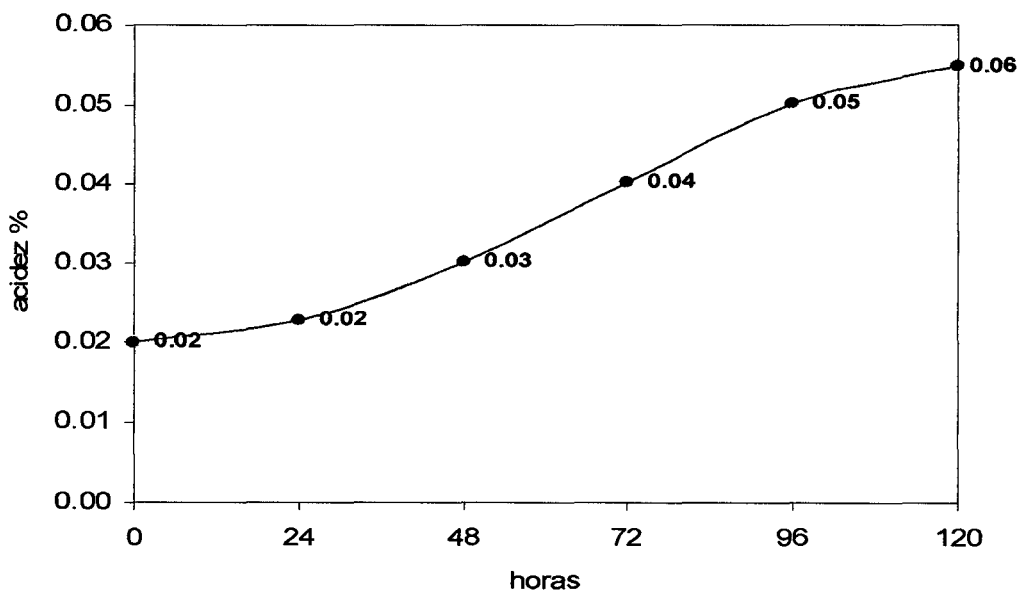


Figura 5. Gráfico del porcentaje de acidez del mucílago del cacao durante el tiempo de reposo de las mazorcas (g ácido acético/100g de cacao).

Este incremento de acidez, indica que el reposo de las mazorcas incide sobre el mucílago, ya que causa incrementos moderados de la acidez (BAREL, 1987; DÍAS y ÁVILA, 1993; TORRES *et al*, 2004). Por lo tanto existe un incremento de acidez en el cotiledón debido a la difusión de los ácidos de la pulpa hacia esta fracción (SCHWAN *et al.*, 1990).

4. pH del mucílago.

En cuanto al pH del mucílago se muestra en la figura 6. Se observa que según trascurren las horas de reposo, el pH va disminuyendo moderadamente de 4,19 a 4,02 a las 120 horas de reposo de las mazorcas, ver figura 6.

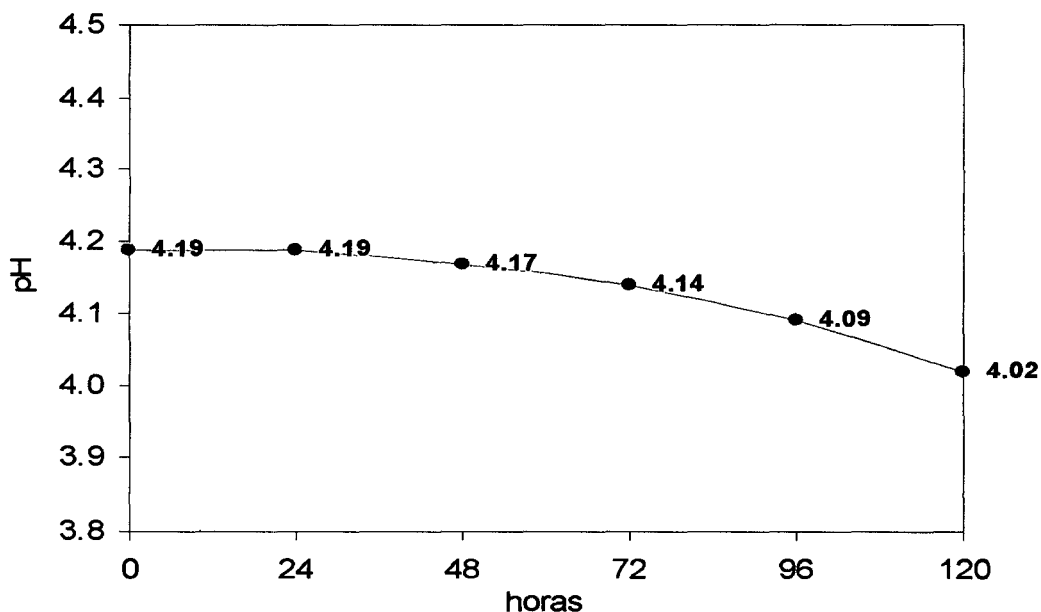


Figura 6. Gráfico del pH del mucílago del cacao durante el tiempo de reposo de las mazorcas.

Esto atribuye a que el pH del mucilago durante el tiempo de reposo de las mazorcas esta atribuida a la desasimilación del ácido cítrico por las levaduras y las bacterias lácticas y su sustitución por los ácidos láctico y acético menos disociado (CROSS y JEANJEAN, 1995).

5. Relación acidez y °Brix del mucilago.

La relación de acidez y °Brix del mucilago se observa en la figura 7, donde a las 0 horas de reposo de las mazorcas se obtuvo 0,13 %, incrementándose paulatinamente a 0,33 % en las mazorcas reposadas a 120 horas, ver figura 7.

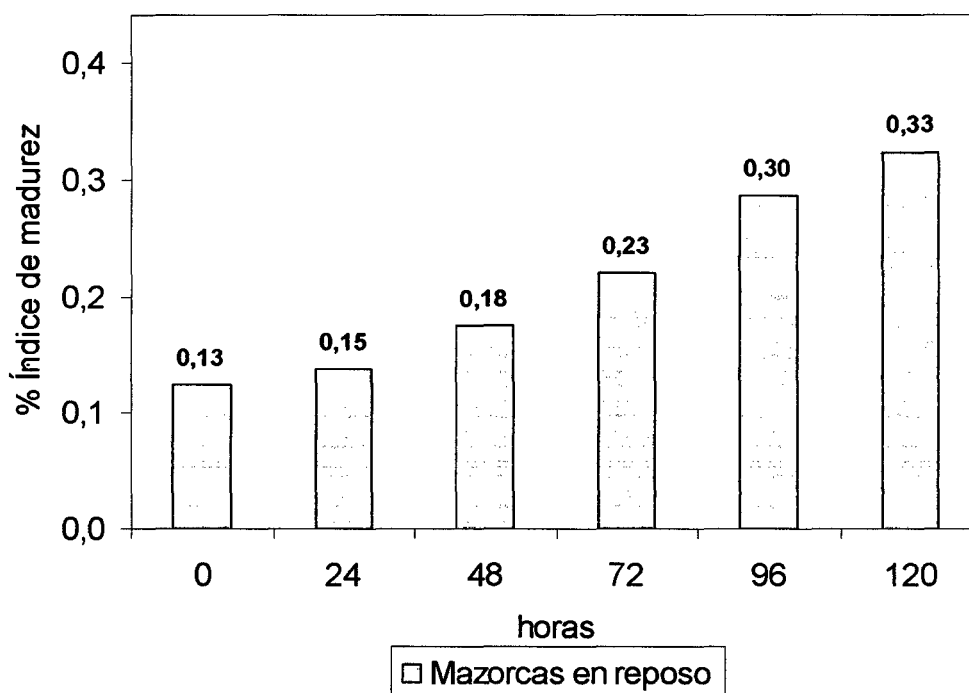


Figura 7. Gráfico de % del índice de madurez del cacao durante el tiempo de reposo de las mazorcas.

Este aumento del índice de madurez, durante el tiempo de reposo de las mazorcas se debe a que en el mucílago viene incrementándose los sólidos solubles por efecto de la hidrólisis del almidón. (NATIVIDAD *et al.*, 2007)

B. EVALUACIÓN FÍSICOQUÍMICA DE LOS GRANOS DE CACAO DURANTE LA FERMENTACIÓN, POR TIEMPO DE REPOSO.

1. Temperatura.

a. Temperatura de la masa de granos a 0 horas de reposo de las mazorcas.

Los datos obtenidos de la temperatura de la masa de granos durante la fermentación se muestran en el anexo 6. En el transcurso del proceso fermentativo, para las 0 horas de reposo de las mazorcas, la temperatura superficial de la masa se incrementó de 23° C a $30,8 \pm 0,2^\circ$ C, a las 48 horas que dura el proceso de fermentación anaeróbica; para el caso de la temperatura del centro de la masa llegó a $27,6 \pm 0,3^\circ$ C, sin embargo la temperatura inferior de la masa reportó $25,6 \pm 0,7^\circ$ C, incrementándose a una temperatura máxima de 49° C a las 120 horas de fermentación, medidos en los diferentes niveles de la masa de los granos de cacao, a partir de este punto la temperatura comienza a descender llegando a $43,3 \pm 0,3^\circ$ C para la parte superficial de la masa, en el centro $44,4 \pm 1,5^\circ$ C y en la parte

inferior $41,0 \pm 0,3^\circ \text{C}$ a las 144 horas de fermentado de la masa de cacao, como se observa en la figura 8.

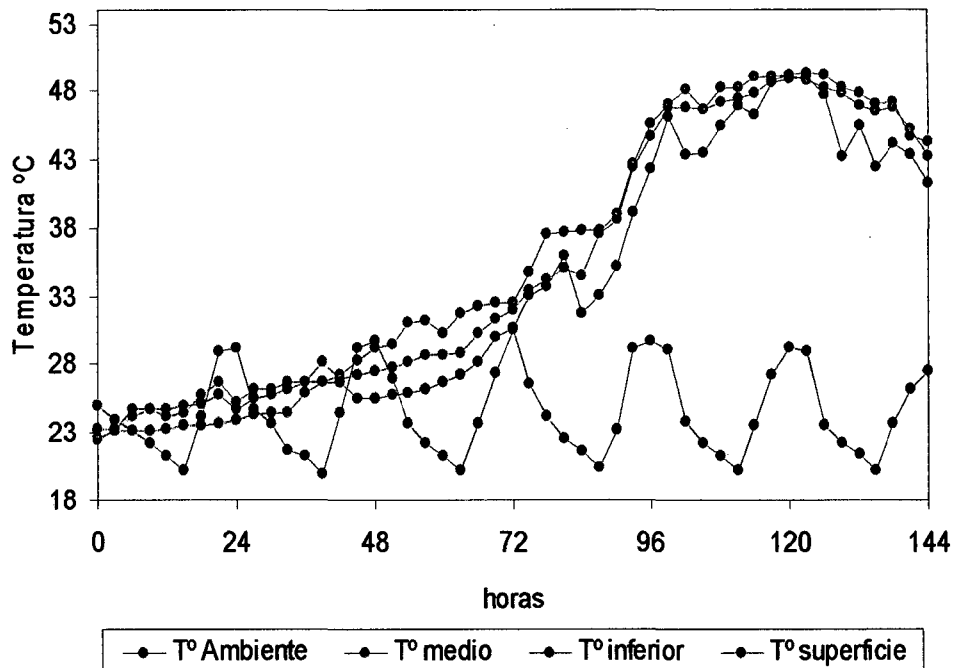


Figura 8. Gráfico de la temperatura de la masa de los granos de cacao, durante la fermentación a 0 horas de reposo de las mazorcas.

b. Temperatura de la masa de granos a 48 horas de reposo de las mazorcas.

Los valores obtenidos de la temperatura de la masa de granos durante la fermentación se muestran en el anexo 7. En el transcurso del proceso fermentativo, para las 0 horas de reposo de las mazorcas, la temperatura superficial de la masa se incrementó de 24°C a $31,3 \pm 0,3^\circ \text{C}$, a las 48 horas que dura el proceso de fermentación anaeróbica; para el caso de la temperatura del centro de la masa llegó a $31,2 \pm 0,2^\circ \text{C}$, sin embargo la temperatura inferior de la masa reportó $27,7 \pm 0,3^\circ \text{C}$, incrementándose a una temperatura

máxima de 49°C a las 120 horas de fermentación, medidos en los diferentes niveles de la masa de los granos de cacao, a partir de este punto la temperatura comienza a descender llegando a $45,3\pm 0,3^{\circ}\text{C}$ para la parte superficial de la masa, en el centro $42,7\pm 0,3^{\circ}\text{C}$ y en la parte inferior $42,8\pm 0,3^{\circ}\text{C}$ a las 144 horas de fermentado de la masa de cacao, como se observa en la figura 9.

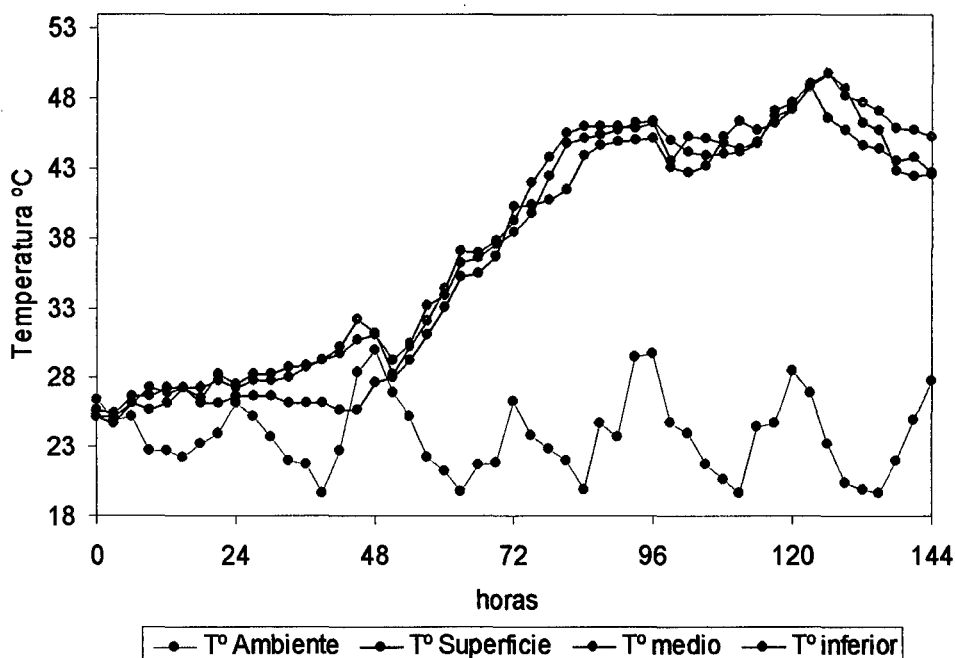


Figura 9. Gráfico de la temperatura de la masa de los granos de cacao, durante la fermentación a 48 horas de reposo de las mazorcas.

c. Temperatura de la masa de granos a 72 horas de reposo de las mazorcas.

Los valores obtenidos de la temperatura de la masa de granos durante la fermentación se muestran en el anexo 8. En el transcurso del proceso fermentativo, para las 0 horas de reposo de las mazorcas, la temperatura superficial de la masa se incrementó de

25° C a $30,3\pm 0,3^{\circ}$ C, a las 48 horas que dura el proceso de fermentación anaeróbica; para el caso de la temperatura del centro de la masa llegó a $29,9\pm 0,3^{\circ}$ C, sin embargo la temperatura inferior de la masa reportó $26,8\pm 0,4^{\circ}$ C, incrementándose a una temperatura máxima de $49,5^{\circ}$ C a las 120 horas de fermentación, medidos en los diferentes niveles de la masa de los granos de cacao, a partir de este punto la temperatura comienza a descender llegando a $43,3\pm 0,3^{\circ}$ C para la parte superficial de la masa, en el centro $44,3\pm 0,3^{\circ}$ C y en la parte inferior $42,3\pm 0,3^{\circ}$ C a las 144 horas de fermentado de la masa de cacao, como se observa en la figura 10.

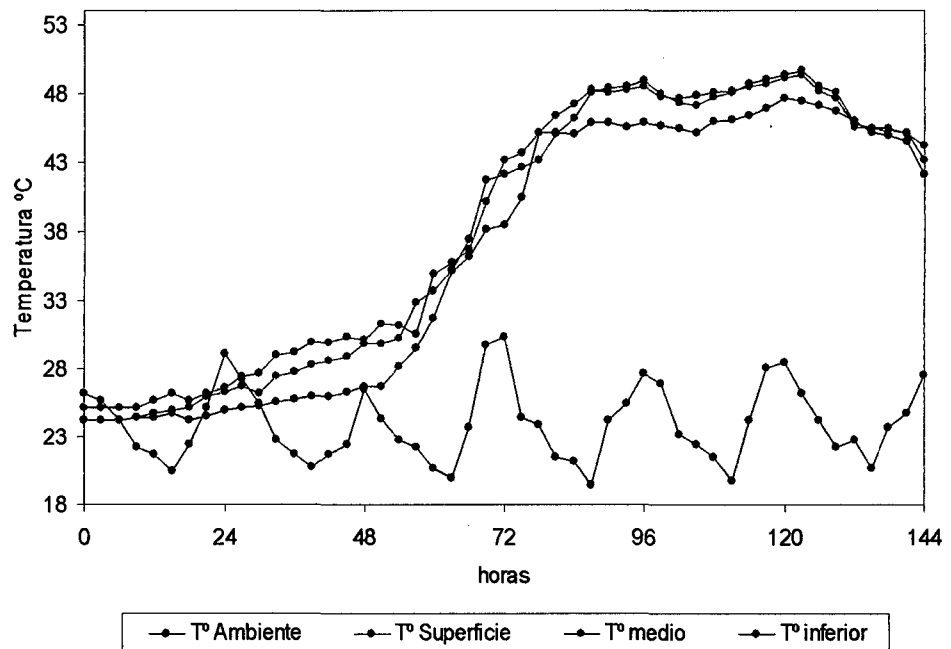


Figura 10. Gráfico de la temperatura de la masa de los granos de cacao, durante la fermentación a 72 horas de reposo de las mazorcas.

d. Temperatura de la masa de granos a 96 horas de reposo de las mazorcas.

Los valores obtenidos de la temperatura de la masa de granos durante la fermentación se muestran en el anexo 9. En el transcurso del proceso fermentativo, para las 0 horas de reposo de las mazorcas, la temperatura superficial de la masa se incrementó de 25° C a 36,5± 0,1° C, a las 48 horas que dura el proceso de fermentación anaeróbica; para el caso de la temperatura del centro de la masa llegó a 37,5° C, sin embargo la temperatura inferior de la masa reportó 35,5± 0,1° C, incrementándose a una temperatura máxima de 49,5° C a las 114 horas de fermentación, medidos en los diferentes niveles de la masa de los granos de cacao, a partir de este punto la temperatura comienza a descender llegando a 41,3± 0,3° C para la parte superficial de la masa, en el centro 42,8± 0,3° C y en la parte inferior 40,6±0,3° C a las 144 horas de fermentado de la masa de cacao, como se observa en la figura 11.

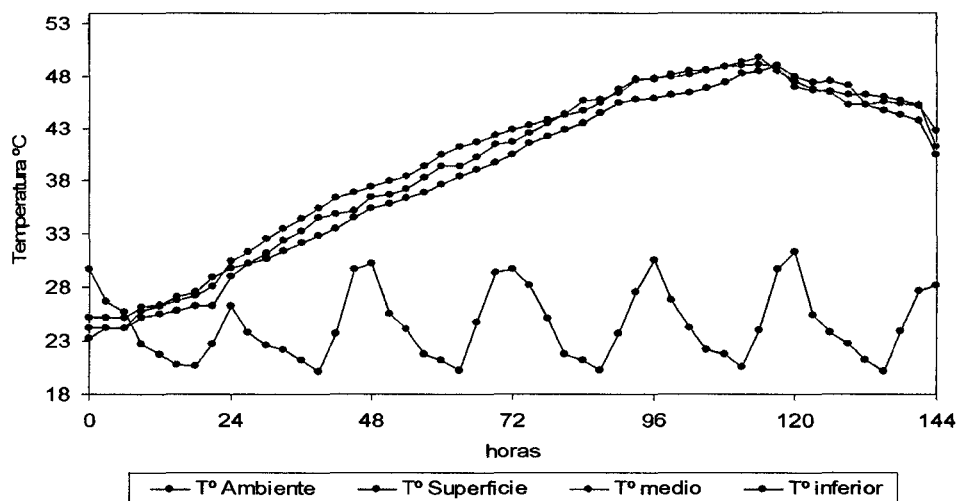


Figura 11 Gráfico de la temperatura de la masa de los granos de cacao, durante la fermentación a 96 horas de reposo de las mazorcas.

e. Temperatura de la masa de granos a 120 horas de reposo de las mazorcas.

Los valores obtenidos de la temperatura de la masa de granos durante la fermentación se muestran en el anexo 10. En el transcurso del proceso fermentativo, para las 0 horas de reposo de las mazorcas, la temperatura superficial de la masa se incrementó de 24°C a $43,3 \pm 0,3^{\circ}\text{C}$, a las 48 horas que dura el proceso de fermentación anaeróbica; para el caso de la temperatura del centro de la masa llegó a $37,3 \pm 0,3^{\circ}\text{C}$, sin embargo la temperatura inferior de la masa reportó $35,8 \pm 0,3^{\circ}\text{C}$, incrementándose a una temperatura máxima de $49,9^{\circ}\text{C}$ a las 117 horas de fermentación, medidos en los diferentes niveles de la masa de los granos de cacao, a partir de este punto la temperatura comienza a descender llegando a $42,3 \pm 0,3^{\circ}\text{C}$ para la parte superficial de la masa, en el centro $43,3 \pm 0,3^{\circ}\text{C}$ y en la parte inferior $42,1 \pm 0,3^{\circ}\text{C}$ a las 144 horas de fermentado de la masa de cacao, como se observa en la figura 12.

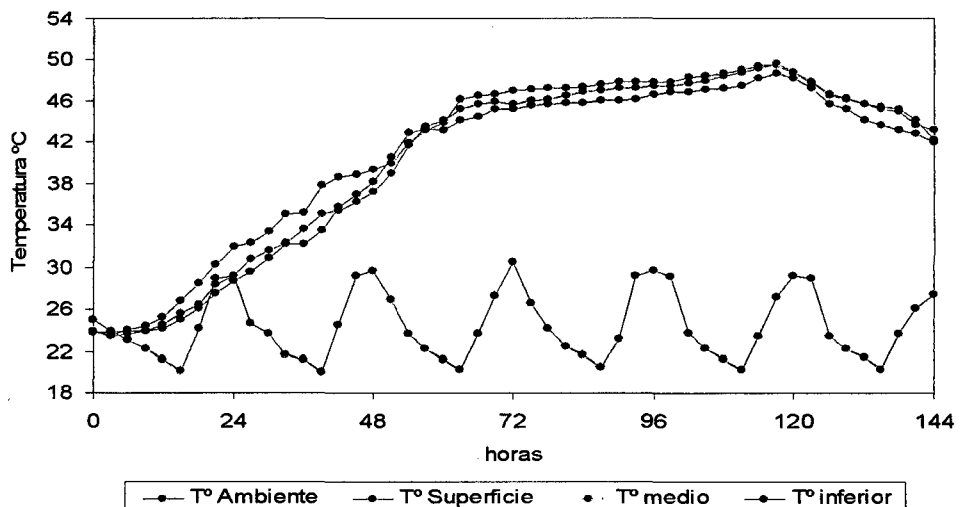


Figura 12 Gráfico de la temperatura de la masa de los granos de cacao, durante la fermentación a 120 horas de reposo de las mazorcas.

Esto indica que el reposo de las mazorcas antes de la fermentación incide sobre dicho factor, ya que causa incrementos más bruscos de temperaturas que favorece la hidrólisis de la pulpa y acelera el proceso (BAREL, 1987; DÍAS y ÁVILA, 1993; TORRES *et al.*, 2004). Este aumento de la temperatura es producto de las reacciones exotérmicas relacionadas con la aireación y la actividad microbiana (SAMAH *et al.*, 1993b; SENANAYAKE *et al.*, 1997), es importante porque influye sobre la muerte del embrión, condición necesaria para que se inicien las reacciones enzimáticas que dan origen a los precursores del sabor y aroma a chocolate (BRAUDEAU, 1981).

2. pH del cotiledón.

Los datos obtenidos del pH del cotiledón durante el proceso de fermentación de la masa se muestran en los anexos 17, 18, 19, 20 y 21 a las 0 horas de reposo de las mazorcas inició con un pH de 6,73 sin embargo las mazorcas reposadas a 48, 96, 120 y 72, iniciaron con un pH del cotiledón de 6,61; 6,41; $6,40 \pm 0,2$; y $6,26 \pm 0,2$ respectivamente, cuyo descenso de las 0, 72 y 96 horas de reposo de las mazorcas se disminuyeron a un valor máximo inferior que va de 4,94 a 5,06 de pH del cotiledón a las 120 horas de fermentado de la masa de cacao, luego inició el ascenso a 144 horas de fermentado, de este punto el ascenso es menos brusco, como se observa en la figura 13.

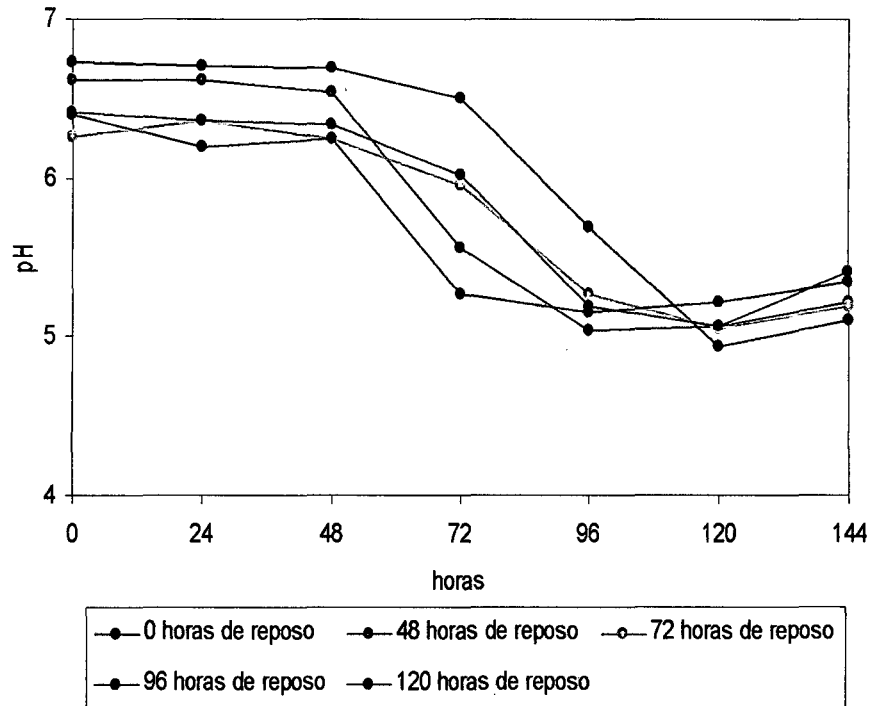


Figura 13 Gráfico de pH del cotiledón durante la fermentación por tiempo de reposo de las mazorcas.

Esto nos dice que para todos los tratamientos se observó un descenso a los dos días de iniciado el proceso fermentativo y un aumento posterior causados por la reducción de ácidos orgánicos o por algún tipo de neutralización, generalmente ocurren cuando se desarrollan las bacterias aerófilas al finalizar el metabolismo de las bacterias acidófilas indicando el incremento continuo del pH (SCHWAN *et al.*, 1990) o una sobre fermentación, por lo tanto el pH obtenido al retardar el desgrane sugiere una disminución del tiempo de fermentación para evitar este defecto (CROSS y JEANJEAN, 1995).

3. Acidez del cotiledón.

Los datos obtenidos de la acidez (g ácido acético) del cotiledón durante el proceso de fermentación de la masa se muestran en los anexos 17,

18, 19, 20 y 21 a las 0 horas de reposo de las mazorcas inició con una acidez de $1,20 \pm 0,1$; sin embargo las mazorcas reposadas a 72, 96 y 120, iniciaron con una acidez del cotiledón $1,93 \pm 0,1$; $2,33 \pm 0,1$ y $3,07 \pm 0,1$ respectivamente, cuyo ascenso de las 0, 48, 96 y 120 horas de reposo de las mazorcas se incrementan a un valor máximo superior que va de $6,63 \pm 0,1$ a $7,20 \pm 0,3$ de acidez del cotiledón a las 96 horas de fermentado de la masa de cacao, luego inició el descenso a 120 horas de fermentado, de este punto la tendencia del descenso es leve para 0 horas de reposo, 48 y 120 horas de reposo de las mazorcas, como se observa en la figura 14.

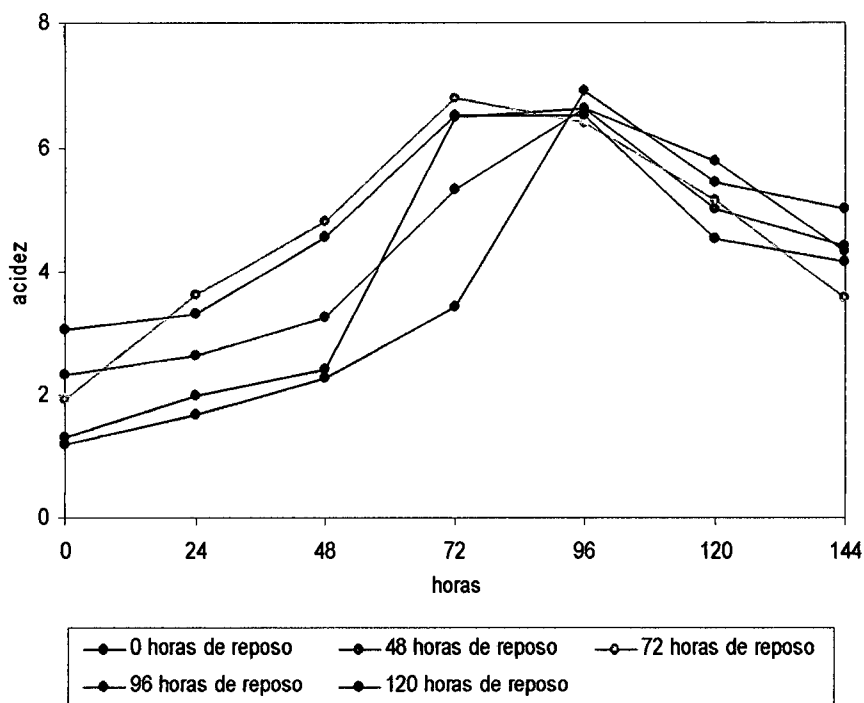


Figura 14 Gráfico de acidez del cotiledón durante la fermentación por tiempo de reposo de las mazorcas (g ácido acético/100g de cacao).

El incremento de la acidez en los cinco tratamientos durante el tiempo de reposo de las mazorcas, se atribuye a la absorción de los ácidos producidos por la degradación microbiana de la pulpa. Los cuales son difundidos hacia el cotiledón provocando reacciones de hidrólisis y oxidación de pigmentos (NOGALES *et al.*, 2006) tendencias similares observadas por (SCHWAN *et al.*, 1990 y ÁLVAREZ 1997).

C. EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FISICOQUÍMICAS DE LOS GRANOS DE CACAO SECADOS EN FORMA GRADUAL Y TOTAL AL SOL.

1. Defectos físicos de los granos de cacao con secado gradual.

En el anexo 12 se registran los valores del análisis físico realizado a los granos de cacao con 0, 48, 72, 96 y 120 horas de reposo de las mazorcas, secado en forma gradual, se observan que los granos parcialmente violeta para 0 horas de reposo tiene $10,0 \pm 1$ granos, esta proporción disminuye a $7,3 \pm 0,5$ a las 120 horas, mientras que los granos violeta de $10,0 \pm 1$ sufre un ligero incremento a las 120 horas de reposo que llega a $10,3 \pm 0,5$; este valor se ubica dentro de los rangos establecidos por (CONVENIN 1998 y PRONATEC 2009), como requisito para ser considerados aptos para la elaboración de derivados del cacao, lo que confirma la calidad de los granos obtenida durante el procesamiento. Los otros defectos físicos como, insectos, mohos, pasillas, germinados múltiples y blanquecinos tuvieron cero defectos.

2. Defectos físicos de los granos de cacao con secado total.

Los valores del análisis físico realizado a los granos de cacao con 0, 48, 72, 96 y 120 horas de reposo de las mazorcas, secado en forma total, se observan que los granos parcialmente violeta para 0 horas de reposo tiene $11,0 \pm 1$ granos, esta proporción disminuye a $8,67 \pm 0,5$ a las 120 horas, mientras que los granos violeta de $11,0 \pm 1$ sufre un ligero incremento a las 120 horas de reposo que llega a $12,0 \pm 1$. Los índices físicos de calidad de los granos secos se relacionan con el grado de madurez de los frutos, observándose que mazorcas que no están completamente maduras dan origen a granos insuficientemente fermentados, violáceos y pizarrosos, ya que carecen de suficiente cantidad de azúcar para una adecuada fermentación (ROHAN, 1964). Los otros defectos físicos como: Insectos, mohos, pasillas, germinados múltiples y blanquecinos tuvieron cero defectos, ver anexo 13.

3. Porcentaje de fermentación de los granos con secado gradual.

En el anexo 16 se registran los valores del porcentaje de fermentación de los granos de cacao con 0, 48, 72, 96 y 120 horas de reposo de las mazorcas, se observa que los granos fermentados para 0 horas de reposo tiene $77,0 \pm 1$ %, este valor aumenta a $83,0 \pm 1$ % a las 72 horas de reposo de las mazorcas, mientras que los granos de 120 horas de reposo disminuye su porcentaje de fermentación a $81,0 \pm 1$ %. Ver figura 15.

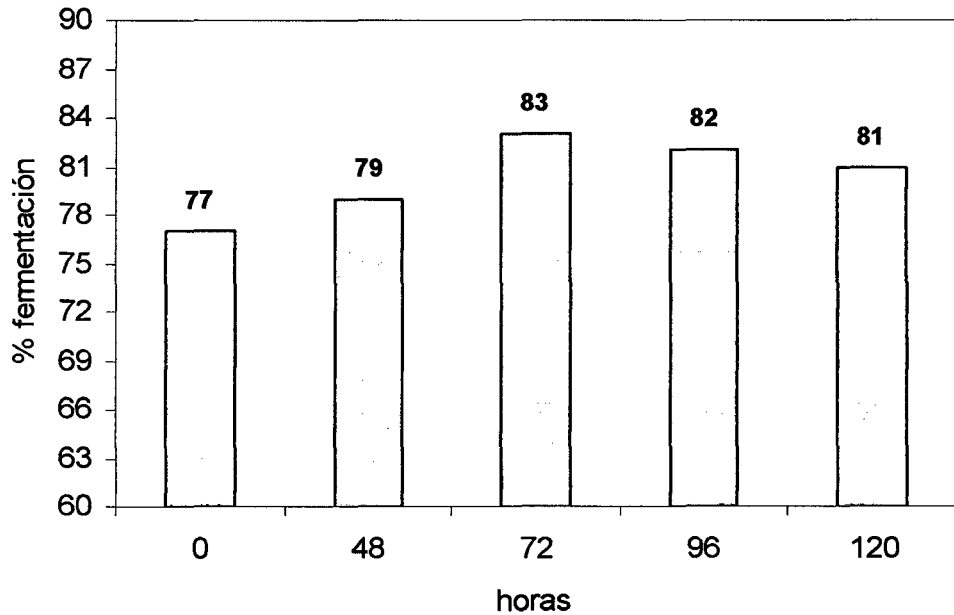


Figura 15 Gráfico del % de fermentación de los granos con secado gradual, por tiempo de reposo.

Se ha observado que al reposar las mazorcas se obtiene mayor índice de fermentación, es decir un número de granos pardos más alto en el cacao seco (TORRES *et al.*, 2004). El incremento del porcentaje de fermento de los granos no acaba con la fermentación, mas bien termina con un secado gradual donde los granos siguen generando una serie de reacciones bioquímicas al interior del grano donde se realiza el sabor a chocolate, el secado gradual se realiza de la siguiente manera: el primer día secar por 3 horas, el segundo de 3 a 4 horas, el tercer día de 4 a 5 horas, el cuarto día de 5 a 6 horas y el quinto día secar todo el día ya que esto incrementa el índice de fermentación y mejora las cualidades organolépticas del grano de cacao. (BAREL,1987).

4. Porcentaje de fermentación de los granos con secado total.

En el anexo 16 se registran los valores del porcentaje de fermentación de los granos de cacao con 0, 48, 72, 96 y 120 horas de reposo de las mazorcas, se observa que los granos fermentados para 0 horas de reposo tiene $76,0 \pm 1$ %, este valor aumenta a $81,0 \pm 1$ % a las 72 horas de reposo de las mazorcas, mientras que los granos de 120 horas de reposo disminuye su porcentaje de fermentación a $79,0 \pm 1$ %.

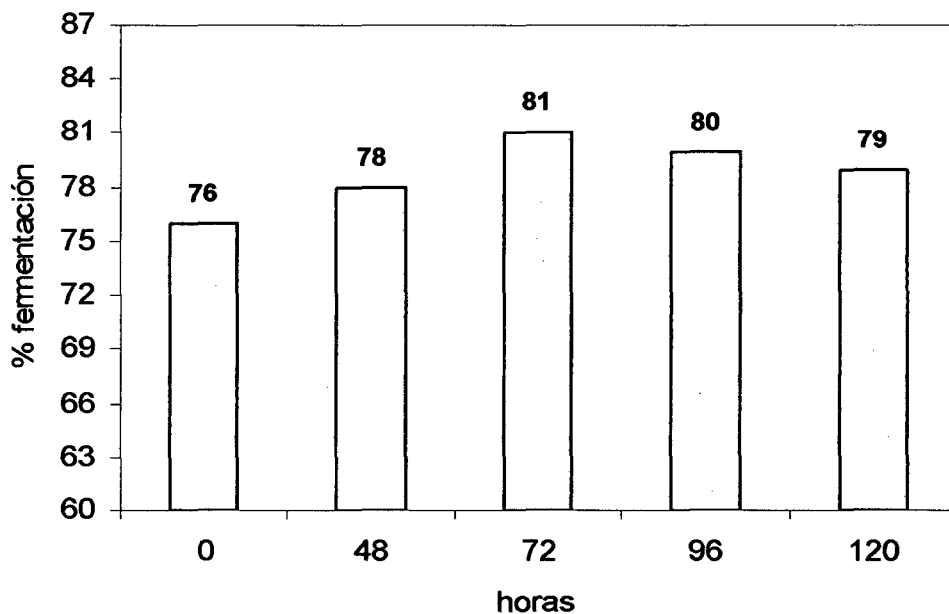


Figura 16 Gráfico del % de fermentación de los granos con secado total al sol, por tiempo de reposo.

En el secado de los granos expuestos totalmente al sol también varía el color del grano, debido a que se desarrollan pigmentos marrones (CROS y JEANJEAN, 1995; JINAP *et al.*, 1994) por las reacciones de condensación proteína quinona que ocurren después de la oxidación

enzimática de polifenoles, tales como las leucocianidinas y las epicatequinas (PUZIAH *et al.*, 1999).

5. Análisis químico del mejor tiempo de reposo.

Debido que a las 72 horas de reposo de las mazorcas, presenta mejores características organolépticas del licor de cacao, se le sometió al análisis estadístico de varianza para determinar: humedad, pH, acidez, grasa y proteínas del cotiledón, donde se obtuvo que no existe diferencia significativa como se aprecia en los anexos 35, 37, 38, 39, 40, y 41, solo existe diferencia significativa para la ceniza.

La significancia de la ceniza se muestra en los anexos 36 y 37, este resultado pudiese estar relacionado con la eliminación gradual de agua de los granos en el secado, la cual se ven difundidas a través de los poros al medio ambiente, quedando en el interior de los granos los minerales hidrosolubles (NOGALES *et al.*, 2006).

D. EVALUACIÓN SENSORIAL DEL LICOR DE CACAO, POR TIEMPO DE REPOSO DE LAS MAZORCAS.

1. Del atributo sabor a cacao

El análisis de varianza para el atributo sabor a cacao aplicando el diseño de bloques completo al azar se muestra en los anexos 23 y 24. Del análisis de varianza realizado revela que no hay efecto de la interacción;

sólo hay presencia de efecto para el factor tiempo de reposo que influye de un modo altamente significativo ($P < 0,01$) en el sabor a cacao de los granos. El factor tipo de secado no influye en el sabor a cacao de los granos.

Para determinar el nivel más adecuado del factor tiempo de reposo se realizó la prueba de comparación múltiple de medias, la que se detalla en el cuadro 4.

Cuadro 4 Prueba de rangos múltiples para el atributo sabor a cacao, por tratamiento. Prueba de Tukey.

Tratamiento	Media de calificaciones
96h. Reposo, secado total	7,1 ^a
96h. Reposo, secado gradual	7,1 ^a
0h. Reposo, secado gradual	7,1 ^a
48h. Reposo, secado total	7,1 ^a
48h. Reposo, secado gradual	7,1 ^a
120h. Reposo, secado total	7,1 ^a
0h. Reposo, secado total	8,5 ^a
120h. Reposo, secado gradual	8,5 ^{ab}
72h. Reposo, secado total	10,0 ^b
72h. Reposo, secado gradual	10,0 ^b

*Medias seguidas por letras distintas indican diferencias significativas ($P < 0,05$).

De la comparación múltiple de medias podemos observar que la mayor media del sabor a cacao del licor de cacao corresponde a las 72 horas de reposo con secado total y gradual (10,0) y sin embargo no habría diferencia significativa con las 120 horas de reposo (7,1), y la menor media de sabor a cacao corresponde a las 0 horas de reposo (7,1).

El desarrollo del sabor del cacao aumenta a medida que transcurre el tiempo de fermentación. El sabor a cacao, además está influenciado por el genotipo y la tecnología poscosecha (NOGALES *et al.*, 2006). Las pruebas efectuadas por (CLAPPERTON *et al.*, 1994), han demostrado que la denominada prefermentación o reposo de las mazorcas, que consiste en almacenar los frutos durante varios días después de cosechados de 3 a 5 días, origina dentro de la mazorca una serie de procesos bioquímicos, alguno de los cuales permiten mejorar el sabor a cacao de los granos.

2. Del atributo acidez

Para este atributo de acidez del licor de cacao no existe diferencia significativa como se ve en el anexo 25 y 26.

(LUNA, *et al.*, 2002) indica que un contenido elevado de acidez, pudiese estar ligado a un menor aroma de chocolate. Además (BIEHL *et al.*, 1985), Índica que un ascenso controlado de la temperatura durante la fermentación es importante tanto para la descomposición de las proteínas como para el potencial del sabor, ya que se forma menor cantidad de ácido acético, el cual en concentraciones moderadas puede difundir lentamente dentro de los granos sin dar origen a una sobre acidificación, alcanzándose un mejor potencial del sabor.

3. Del atributo amargor.

Para este atributo de amargor del licor de cacao indica que el tiempo de reposo y tipo de secado no influye significativamente como se muestra en los anexos 27 y 28.

(JEANJEAN, 1995) indica, que el grado de amargor del licor de cacao, esta determinado por los compuestos de purinas (cafeína y teobromina). la teobromina puede formar complejos con dicetopiperazinas las cuales ocasionan la nota amarga típica del cacao. (BIEHL *et al.*, 2004), nos dice que el sabor amargo del cacao es característico del grano ya que en su composición hay sustancias de sabor amargo que le da esa característica típica al grano

4. Del atributo astringencia.

El análisis de varianza para el atributo astringencia del licor de cacao se muestra en los anexo 29 y 30. Del análisis observamos que si existe efecto de la interacción, el factor tiempo de reposo influye de un modo altamente significativo ($P_v < 0,01$) en la astringencia del licor de cacao, y el factor tipo de secado tiene influencia significativa ($P_v < 0,05$)

Para determinar el nivel más adecuado del factor tiempo de reposo se realizó la prueba de comparación múltiple de medias, la que se reporta en el cuadro 5.

Cuadro 5. Prueba de rangos múltiples para el atributo astringencia, por tratamiento. Prueba de Tukey.

Tratamiento	Media de las calificaciones
72h. Reposo, secado gradual	7,1 ^a
72h. Reposo, secado total	7,1 ^a
48h. Reposo, secado gradual	10,0 ^b
0h. Reposo, secado gradual	10,0 ^b
120h. Reposo, secado gradual	10,0 ^b
96h. Reposo, secado gradual	10,0 ^b
48h. Reposo, secado total	10,0 ^b
120h. Reposo, secado total	10,0 ^b
96h. Reposo, secado total	11,1 ^{bc}
0h. Reposo, secado total	12,2 ^c

*Medias seguidas por letras distintas indican diferencias significativas ($P < 0,05$).

De la comparación múltiple de medias podemos observar que la menor media de la astringencia del licor de cacao corresponde a las 72 horas de reposo con secado total y gradual (7,1) y sin embargo no habría diferencia significativa con las 120 horas de reposo (10,0), y la mayor media de astringencia corresponde a las 0 horas de reposo (12,2).

(CROSS, 1997), indica que los compuesto fenólicos como las procianidinas contribuyen a la astringencia del cacao, y que durante la fermentación se produce una fuerte disminución del contenido de fenoles totales del orden del 70 al 80%. Así mismo (PORTILLO *et al*, 1995) indica el tiempo de fermentado influyo de manera significativa para el descriptor astringencia., existiendo una correlación negativa con la astringencia, es decir que en la medida que transcurre el tiempo de fermentación, disminuye la astringencia de los granos (PORTILLO *et al*,

1995) Así mismo el grado de astringencia del chocolate, esta determinado por los compuestos polifenólicos (JEANJEAN, 1995).

5. Del atributo frutal.

El atributo sabor a frutal en el licor se muestra en los anexos 31 y 32. Del mismo podemos observar que el factor tiempo de reposo de las mazorcas y tipo de secado de los granos, influyen significativamente ($P_v < 0,05$) en el atributo frutal, obteniéndose un puntaje de 7,1 a las 72 horas y secado gradual, que reporta el cuadro 6.

Cuadro 6 Prueba de rangos múltiples para el atributo frutal, por tratamiento. Prueba de Tukey

Tratamiento	Media de calificaciones
120h. Reposo, secado total	0,7 ^a
0h. Reposo, secado total	0,7 ^a
96h. Reposo, secado gradual	0,7 ^a
96h. Reposo, secado total	0,7 ^a
120h. Reposo, secado gradual	3,9 ^{ab}
48h. Reposo, secado total	3,9 ^{ab}
0h. Reposo, secado gradual	3,9 ^{ab}
72h. Reposo, secado total	7,1 ^b
48h. Reposo, secado gradual	7,1 ^b
72h. Reposo, secado gradual	7,1 ^b

*Medias seguidas por letras distintas indican diferencias significativas ($P < 0,05$).

De la comparación múltiple de medias podemos observar que la mayor media del sabor a frutal del licor de cacao corresponde a las 72 horas de reposo con reposo total y gradual (7,1) y sin embargo no habría diferencia significativa con las 120 horas de reposo (0,9), y la menor media de sabor a frutal corresponde a las 0, 96 y 120 horas de reposo

(0,7). Este descenso del sabor a frutal se debe al tiempo de reposo y tipo de secado de los granos de cacao.

Los compuestos volátiles como las pirazinas y los aldehídos representan un sabor básico, los esteres que originan un sabor a fruta. (JEANJEAN y CROSS, 1997). Además (PORTILLO *et al*, 1995) indica que los esteres son los que originan un sabor a fruta y que la intensidad del sabor a fruta disminuye en el tostado. Además (DIAS y AVILA, 1993), indica que el cacao producido en una altitud media concentra sabores frutales. Señalando que valores elevados de sabor a frutas, floral y nuez son indicativos de suavidad y finura en el sabor (LUNA, *et al* 2002).

6. Del atributo nuez

El análisis de varianza para el atributo nuez del licor de cacao aplicando el diseño de bloques completo al azar se muestra en los anexos 33 y 34. Del análisis de varianza realizado observamos que no existe efecto de la interacción; y tampoco para los factores tiempo de reposo de las mazorcas y tipo de secado no influyendo en el sabor a nuez del licor de cacao.

(CROSS, 1997), indica que las tonalidades de sabor a nuez se deben principalmente al complejo polipeptidos-fenoles y pirazinas los cuales son resaltados con un buen tostado. Así mismo el atributo de aromas y sabores exóticos del chocolate, esta determinado por el complejo

polipeptidos-fenoles y pirazinas, que intervienen en el sabor a miel y nuez (BECKETT, 1994).

V. CONCLUSIONES.

Sobre la base de los resultados se puede concluir:

1. A las 72 horas de reposo de las mazorcas, el volumen del mucílago disminuyó de 85,5 a 61 ml, los sólidos solubles (°Brix) del mucílago, alcanzaron un valor de 17,5 %, la acidez se incrementó de 0,02 a 0,04; (g ácido acético) el pH descendió de 4,19 a 4,02, y la relación acidez/°Brix fue 0,23 %.
2. La temperatura de fermentación alcanzó el pico máximo de 49,5° C, el cotiledón llegó a un pH de 6,41 y la acidez obtuvo un valor de 1,93 (g ácido acético); a las 120 horas de fermentación, considerando mazorcas reposadas por 72 horas.
3. Disminuyeron los granos parcialmente violeta conforme aumenta el tiempo de fermentación de $10,0 \pm 1$ a $5,67 \pm 0,5$ y los granos violeta de $10,0 \pm 1$ a $9,0 \pm 1$ a la 72 horas de reposo de las mazorcas y 120 horas de fermentación, considerando un secado gradual.
4. En la evaluación organoléptica del licor de cacao destacó el atributo sabor a cacao del licor con 10,0; frutal con 7,1; y para astringencia con 7,1 puntos.

VI. RECOMENDACIONES

1. Las mazorcas de cacao clon CCN 51 debe reposar durante 72 horas después de la cosecha, fermentándose los granos durante 120 horas, removiéndose la masa a las 48 horas luego cada 24 horas y finalmente secar los granos en forma gradual al sol hasta obtener una humedad menor o igual a 7 %.
2. Realizar estudios comparativos con diferentes clones similar al presente trabajo.
3. Ejecutar estudios sobre influencia de los aldehídos en los aspectos sensoriales del cacao durante el tiempo de reposo de las mazorcas.
4. Desarrollar nuevos estudios sobre calidad del cacao en base a los indicadores sensoriales, que involucre la etapa de cosecha y beneficio del cacao.
5. Evaluar la población de microorganismos anaerobios y aerobios presentes, durante el proceso fermentativo del grano de cacao.
6. Comparar las características físicas y sensoriales de los granos de cacao secados en forma natural, con los granos secados en forma artificial.

VII. BIBLIOGRAFÍA

- ÁLVAREZ, Y. (1997). Efecto del tiempo transcurrido entre la cosecha y el desgrane sobre algunas características del cacao criollo (*Theobroma cacao* L.) Maracay, Ven. Universidad Central de Venezuela. Facultad de Agronomía. 149 p.
- OFICIAL METHODS OF ANALYSIS OF AOAC (1995) International 16 th. Edition. Volumen I y II. Edited by Patricia Cunniff. Arlington Virginia USA.
- ASOCIACION PERUANA DE PRODUCTORES DE CACAO (APPCACAO) (2009) El chocolate nace en el campo. Cosecha y beneficio. Boletín informativo nº 29.
- ARÉVALO, E. (2004). Cacao "Manejo Integrado del Cultivo y Transferencia de Tecnología en la Amazonía Peruana". Editorial del Castillo. Chiclayo-Perú. p. 115-127.
- BAREL, H. (1987). Délai d'écabossage. Influence sur les rendements et la qualité du cacao marchand et du cacao torréfié. *Café Cacao Thé*. 31(2):141-150.
- BRAUDEAU. (1981). El cacao "Técnicas Agrícolas y Producción Tropicales". 1ª edición. Editorial BLUME. México. pp. 42-45.
- BECKETT S. T. (1994). FABRICACIÓN Y UTILIZACIÓN INDUSTRIAL DEL CHOCOLATE. Ed., Acribia. Zaragoza España. Pg. 4, 175, 194, 240, 288.

- BENITO, S. J. A. (1991). *Tecnificación del cacao en la amazonia peruana*.
Fundación para el desarrollo de la amazonia peruana (FUNDEAGRO).
Lima, Perú. 156 p.
- BERGER, H. (2004). "Cosecha, índices de madurez y manejo de frutas y hortalizas". Departamento de Producción Agrícola, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Universidad de Chile.
- BIEHL, B., E. BRUNNER, D. PASSERN, V. QUESNEL and D. ADOMAKO. (1985). Acidification, proteolysis and flavour potential in fermenting cocoa beans. *J. Sci. Food Agric.* 36:583-598.
- CALZADA. B. (1976) *Métodos Estadísticos Tercera Edición* Lima – Perú. 640p.
- CROS, E. and N. JEANJEAN. (1995). Cocoa quality: effect of fermentation and drying. *Plantations, recherche, développement.* 24:25-27.
- CLAPPERTON, J., R. LOCKWOOD, L. ROMANCZYK Y J. HAMMERSTONE. (1994). The contribution of genotype to cocoa (*Theobroma cacao* L.) flavour. *Tropical Agriculture. (Trinidad)* vol. 71(4): 303-308.
- COMISIÓN VENEZOLANA DE NORMAS INDUSTRIALES (COVENIN). 1998. Norma venezolana N° 50. Clasificación de lotes de granos de cacao de acuerdo a las proporciones de granos defectuosos. Ministerio de Fomento. Caracas. Venezuela. 5 p.
- CONTRERAS, C., L. ORTIZ DE BERTORELLI, L. GRAZIANI DE FARIÑAS Y P. PARRA. (2004). Fermentadores para cacao usados por los productores de la localidad de Cumboto, Venezuela. *Agronomía Trop.* 54(2):219-232.

- CROS, E. (1997). Factores condicionantes de la calidad del cacao. Memorias del 1er Congreso Venezolano del Cacao y su Industria. Noviembre. Maracay, Estado Aragua. Venezuela. Pp 16-32
- DIAS, J. y M. AVILA. (1993). Influência do período de póscolheita do fruto, sistema de revolvimento da massa e tempo de fermentação sobre a acidez do cacau. *Agrotropica*. 5(2):25-30.
- EL CACAO Y SU GENTE (2008). Consulta en línea: www.fundacitearg.gob.ve.
- ENGELS, JMM (1991). A systemic description of cacao clones 1. The discriminative value of quantitative characteristics. *Euphytica* 32:377-385.
- ENRIQUEZ, G. A. (2003). Cultivo limpio (ecológico) del cacao, con miras a la certificación. Guía para productores ecuatorianos. INIAP. Quito Ecuador 244 p.
- FEDERACION NACIONAL DE CACAOTEROS – (FEDECACAO). 2004. El Beneficio Y Característica Físico Químicas Del Cacao, programa de comercialización, Ed. Produmedios, Bogota, Colombia. 21 – 30 p.
En línea: http://www.agronet.gov.co/www/docs_agronet/200681141824_CARACTERIZACION_DEL_GRANO.pdf.
- FOLCH, J., LEES, M., SLOANE-STANLEY, G. (1970). A simple methods for isolation and purification of total lipids from tissues. *J. Biol. Chem.* 266:497–509 p
- GARCIA, L. (2000). Grupos y Variedades de Cacao. En: Cultivo del Cacao en la Amazonía Peruana. (Arca, M, ed.) INIA, Lima, Perú.
- GARCIA, L. (2007). Guía de campo: Identificación de cultivares de Cacao. Edición. Larios Meoños. UNAS. T.M - Perú.

- GRAZIANI de FARIÑAS, L., L. ORTIZ de BERTORELLI y P. PARRA. (2002). Informe final del proyecto "Características físicas, químicas y estudio del manejo post cosecha de cultivares de cacao existentes en la zona cacaotera de Cumboto, Edo. Aragua". FUNDACITE Aragua. 196 p.
- GRAZIANI de FARIÑAS, L., L. ORTIZ de BERTORELLI, N. ÁLVAREZ y A. TRUJILLO. (2003). Fermentación del cacao en dos diseños de cajas de madera. *Agronomía Trop.* 53(2):175-187.
- GONZÁLEZ, F., L. ORTIZ DE BERTORELLI, L. GRAZIANI DE FARIÑAS y E. MONTEVERDE-PENSO. (1999). Influencia del índice de cosecha de la mazorca sobre algunas características de la grasa de dos cultivares de cacao (*Theobroma cacao* L). *Rev. Fac. Agron. (UCV)* 25(2):159-171.
- GUERRERO, C. J. (2005). "Estudio Taxonómico Intra específico de 48 Genotipos de Cacao (*Theobroma cacao* L.) de la Colección Ucayali-Urubamba" de la UNAS en la Selva Central de Perú. Tesis Ing. Agrónomo. Tingo María-Perú. Universidad Nacional Agraria de la Selva.
- INSTITUTO COLOMBIANO DE BIENESTAR FAMILIAR – ICBF (2005). Versión X. Política nacional de seguridad alimentaria y nutricional. *Theobroma cacao* L. Edición. Bogota – Colombia.
- INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS – INIAP (2006). Programa Nacional de Cacao. Quevedo, EC. p. 98- 101.
- INSTITUTO DE CULTIVOS TROPICALES – ICT (2004). Manejo y transferencia de tecnología del cacao en la Amazonía Peruana. Tarapoto, San Martín, Perú. 184 p.

- INTERNATIONAL PLANT GENETIC RESOURCES INSTITUTE – IPGRI (2000). Working procedures for cocoa germplasm evaluation and selection. Proceedings of the CFC/ICCO/IPGRI project Workshop 1998 Montpellier, FR. Eds Eskes, AB; Engels, JMM; Lass, RA. 176 p.
- JEANJEAN, N. (1995). Influence du genotype, de la fermentation et de la torrefaction sur le developpement de l'arôme cacao. These de doctorat. Universite Montpellier II. Montpellier- France. 202 p.
- JIMENEZ, J. (2006). Calidad sensorial de los cacaos especiales. Seminario taller internacional producción, calidad mercadeos de cacaos especiales. Instituto nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias.
- LEAL, F. y E. VALDERRAMA. (1997). "Origen del cacao en Venezuela". Memorias del 1er congreso Venezolano del Cacao y su industria. Maracay. Noviembre. Pp 262-267.
- LUNA, F; CROUZILLAT, L; CIROU y BUCHELI, P (2002) Chemical Composition and Flavor of Ecuadorian Cocoa Liquor. J. Agric. Food Chem. 50, 3527 - 3532
- MENDIS, P. A. (2003). Manual de cultivo de cacao. Editado por el Ministerio de Agricultura y el Programa para el desarrollo de la Amazonía 100 p.
- MINISTERIO DE AGRICULTURA (2000). El cultivo de cacao en la Amazonía Peruana. Estación Experimental El Porvenir, INIA, Tarapoto-Perú.
- NATIVIDAD, R; ADRIAZOLA, J; GARCIA, L; ZAVALA, J; GIL, J; CABEZAS, O; GONZALES, F (2007). DIPLOMADO cultivos industriales tropicales: café, cacao y palma aceitera. UNAS – Tingo María – págs. 1-11; 120-140

- NOGALES, J., L. GRAZIANI DE FARIÑAS Y L. ORTIZ DE BERTORELLI. (2006). Cambios físicos y químicos durante el secado al sol del grano de cacao fermentado en dos diseños de cajones de madera. *Agronomía Trop.* 56(1):5-20.
- NORMAS TECNICAS PERUANAS 208.040 – INDECOPI (2008). Manual de buenas practicas para la cosecha y beneficio del cacao. INDECOPI. Lima 2008. Perú.
- ORGANIZACIÓN INTERNACIONAL DEL CACAO – ICCO (2000). Producción Mundial de Cacao. Boletín Informativo SPIS/MAG/SICA. Enero. 1p.
- PORTILLO, E., E. MARTÍNEZ, F. ARAUJO, R. PARRA Y D. ESPARZA. (1995). Diagnóstico técnico agronómico para el cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.) en el Sur del Lago de Maracaibo. *Rev. Fac. Agron. (LUZ)*. 12:151 –166.
- PROAMAZONIA (2004). Manual del cultivo de cacao en el Perú y su competitividad. Ed. gob. p68. En línea:
http://www.proamazonia.gob.pe/estudios/caracterizacion_cacao.pdf
- PRONATEC (2009). Product's naturals ecologic. Edition. Pronatec. AG. Switzerland.
- PUZIAH, H., S. JINAP, M. KHARIDAH AND A. ASBI. (1999). Effect of drying time, bean depth and temperature on free amino acid, peptide-N, sugar and pyrazine concentrations of Malaysian cocoa beans. *J Sci. Food Agric.* 79:987-994.

- RAMOS, C. G. (2006). Prácticas de Fermentación y Secado para aumentar la calidad de cacao. Seminario Taller Internacional: Producción, calidad y mercadeo de cacaos especiales. Quevedo, Ecuador.
- RODRÍGUEZ, N (2006). Beneficio del cacao, (*Theobroma cacao* L.). Facultad de agronomía de la U.C.V. Departamento e Instituto de Agronomía, Ed. Caracas Venezuela. 2 – 32p. En línea:
<http://ftpctic.agr.ucv.ve/intranet/agronomia/cultrop2/beneficioguia.pdf>
- ROHAN, T. (1964). El beneficio del cacao bruto destinado al mercado. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma, Italia. 223 p.
- SAMAH, O. A., N. IBRAHIM, H. ALIMON and M. ABDUL KARIM. (1993). Fermentation studies of stored cocoa beans. World J. Microbiol. Biotechn. 9:603 -604.
- SENANAYAKE, M., E. JANSZ AND K. BUCKLE. (1997). Effect of different mixing intervals on the fermentation of cocoa beans. J. Sci. Food Agric.74:42-48.
- SCHWAN, R., A. LÓPEZ, D. SILVA et M. VANETTI. (1990). Influencia de frequência e intervalos de revolvimentos sobre a fermentação e qualidade do chocolate. Agrotrópica 2(1):22-31.
- TORRES, O., L. GRAZIANI DE FARIÑAS, L. ORTIZ DE BERTORELLI Y A. TRUJILLO. (2004). Efecto del tiempo transcurrido entre la cosecha y el desgrane de la mazorca del cacao tipo forastero de Cuyagua sobre características del grano en fermentación. Agronomía Trop. 54(4):481-495.


UREÑA P. M; DARRIGO H. M; GIRON M. O (1999). Evaluación sensorial de los alimentos. 1ra. Edición. Editorial UNALM – Perú. Pág. 131-132.

VIDAL, L. y CLEMENTE, G. (1996). Manejo del cacao. Aragua el cacao y su gente (en línea). Aragua, VE. Consultado 23 nov. 2004. En línea: <http://www.cacao.fundacite.org.gov.ve/manejo/html>.

ANEXO

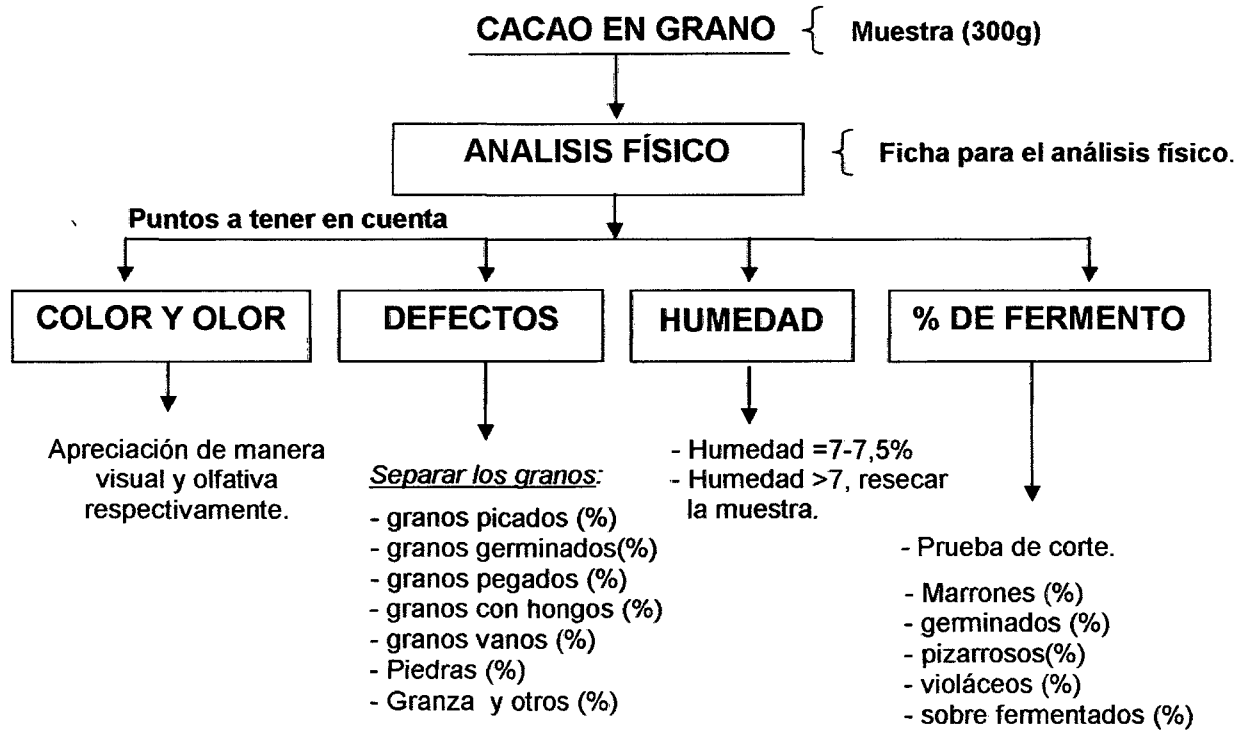
Anexo 1 Ficha para la evaluación física del cacao en grano.

76

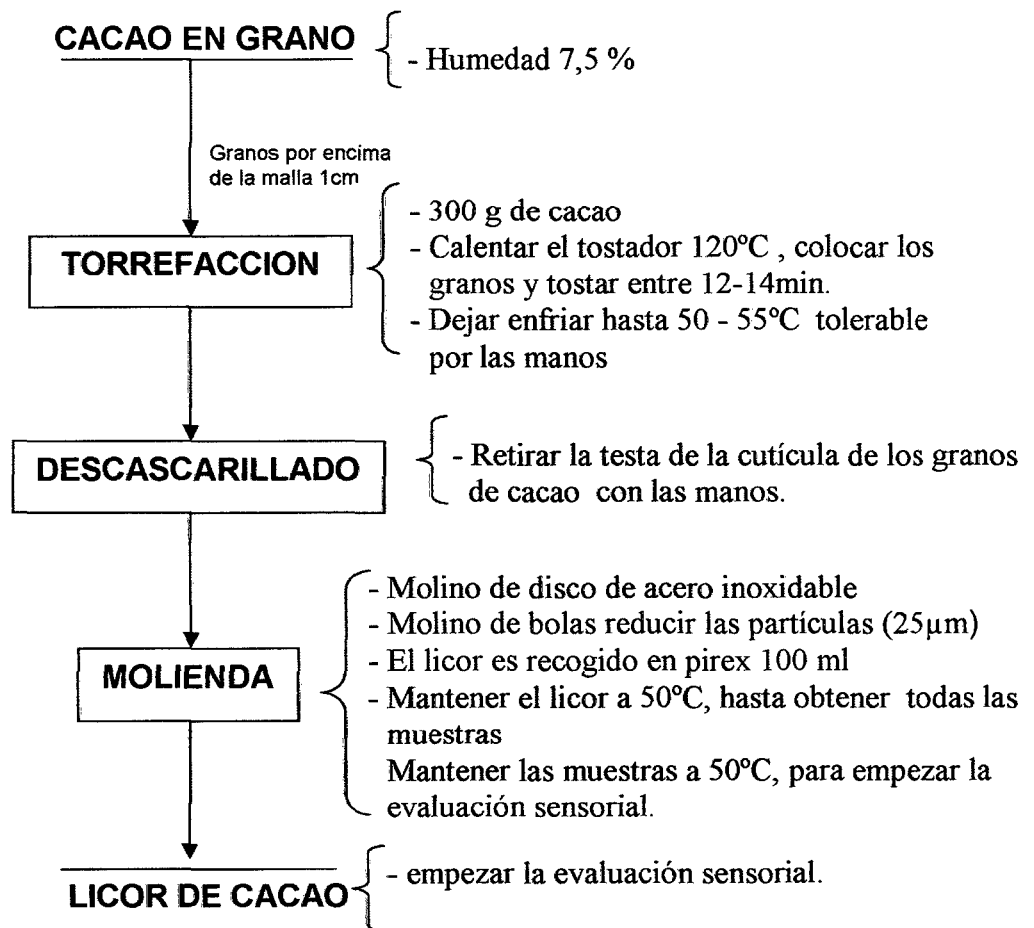
		Control de calidad granos de cacao				Version 004 25.02.2009			
Certificación:		Convencional <input type="checkbox"/>	Fairtrade <input type="checkbox"/>	EU 2092/91 <input type="checkbox"/>	NOP <input type="checkbox"/>	RFA <input type="checkbox"/>			
País:		Lugar muestreo:							
Proveedor:		Fecha muestreo:							
Referencia:		Fecha de análisis:							
Lote:		Otro detalle:							
Análisis de laboratorio									
Humedad: max. 7%		%	Cadmio: mg/kg	Contenido de grasa: %	Pesticida:	MBN Ceel:	Factura:		
Apariencia del grano									
Tamaño:	pequeño <input type="checkbox"/>	Apariencia:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
	mediano <input type="checkbox"/>		Homogenidad:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Forma:	grande <input type="checkbox"/>	Concha / pulpa suelta:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
	alargado <input type="checkbox"/>		1	2	3	4	5		
	redondo <input type="checkbox"/>		-				+		
Color:		marrón claro <input type="checkbox"/> marrón oscuro <input type="checkbox"/> almendra <input type="checkbox"/> marrón - rojizo <input type="checkbox"/> superficie blanca <input type="checkbox"/> otros <input type="checkbox"/>							
Olor del grano entero									
Acidez:	muy ácido <input type="checkbox"/>	Característica:	típico <input type="checkbox"/>						
	ácido <input type="checkbox"/>		atípico <input type="checkbox"/>						
	poco ácido <input type="checkbox"/>								
Olor del grano después del corte									
Acidez:	muy ácido <input type="checkbox"/>	Característica:	típico <input type="checkbox"/>						
	ácido <input type="checkbox"/>		atípico <input type="checkbox"/>						
	poco ácido <input type="checkbox"/>								
Corte	1	2	3	4	5	6	X	Clasificación	
Peso de 50 Granos en gr.								Grado 1	Grado 2
Insectos								DEFECTOS (Incluidos los pizarrosos)	
Moho								TOTAL max. 5%**	TOTAL max. 5%**
Partidos								GRANOS PIZARROSOS	
Granos pasilla:								max. 3%*	max. 5%*
Geminados:								GRANOS VIOLETAS	
Múltiples:								max. 15%	max. 20%
Blanquesinos								RESULTADOS	
Pizarrosos								Promedio Peso	gr
TOTAL defectos:								Promedio Pizarrosos	%
Parcialmente violeta:								Promedio Defectos	%
Violeta:								Promedio P. Violetas	%
Granos Porcelana:								Promedio Violetas	%
								Promedio Porcelana	%
Observaciones:								<input type="checkbox"/> Grado 1	
								<input type="checkbox"/> Grado 2	
								<input type="checkbox"/> Grado 3	
Examinado por:				Fecha:					
Elaborado por:									

Archivamiento: 1x original en archivo, 1x copia en carpeta, 1x copia en muestra

Anexo 2 Flujo de operaciones para la evaluación física de los granos.



Anexo 3 Flujo de operaciones para la obtención del licor de cacao



Anexo 4 Formato para la evaluación sensorial del licor de cacao

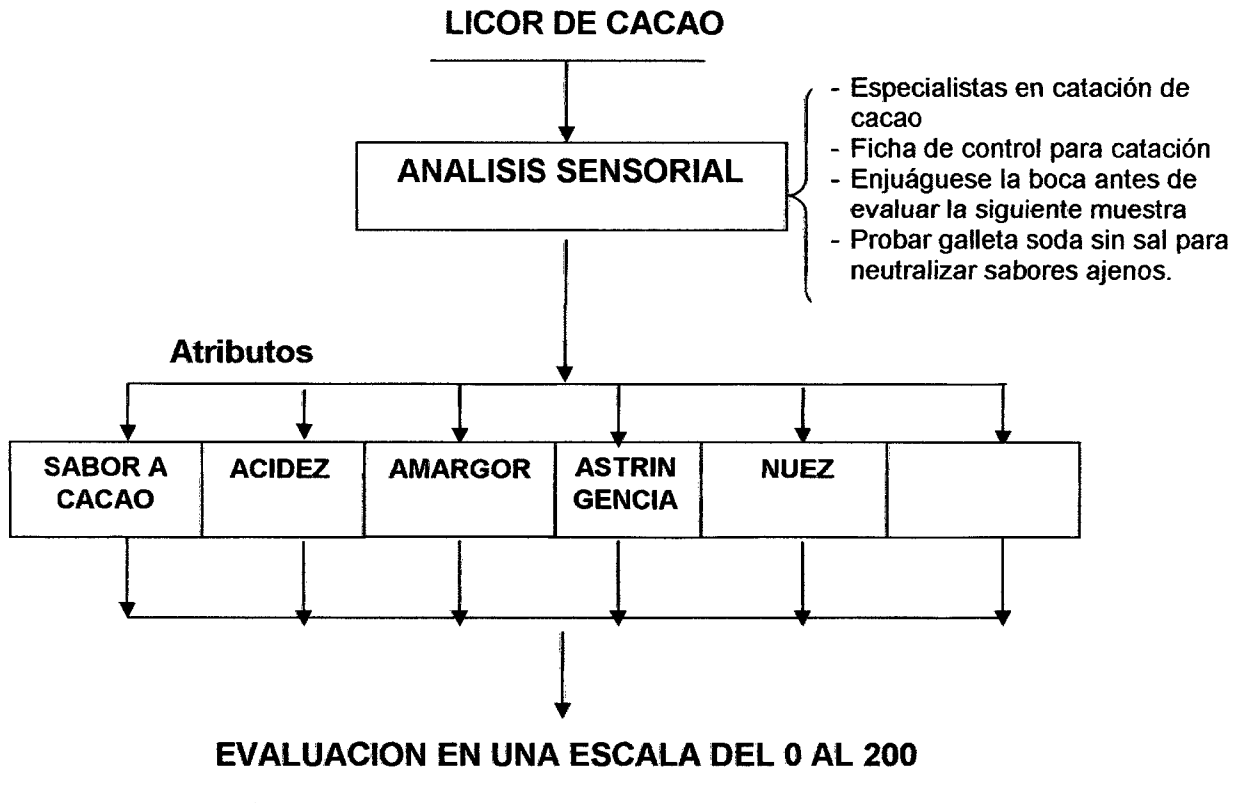
FORMATO DE EVALUACIÓN PARA PERFIL DE SABORES DE LICOR DE CACAO	CÓDIGO:
---	----------------

Nombre:		Fecha:			
Descripción de los diferentes sabores y aromas.	Calificación				
	ausente (0)	ligero (50)	moderado (100)	fuerte (150)	extremo (200)
Sabor a cacao					
acidez					
amargor					
astringente					
frutal					
nuez					
tierra					
moho					
tocino/humo					
sabor extraño					
Color del licor	Marrón violeta	Marrón claro	Típico chocolate	Marrón oscuro	Marrón carbón

Observaciones:

.....

.....

Anexo 5 Esquema de operaciones para el análisis sensorial del licor.

Anexo 6 Temperatura de los granos de cacao durante la fermentación a las 0 horas de reposo de las mazorcas.

hora	Temperatura			
	T° ambiente	T° superficie	T° centro	T° inferior
0	25,8±0,35	23,0±0,07	22,5±0,71	23,3±0,35
3	24,5±0,71	23,3±0,14	23,3±0,35	23,3±0,35
6	23,3±0,35	24,8±0,14	24,3±0,35	24,8±0,35
9	22,8±0,35	24,8±0,07	24,8±0,35	24,8±0,35
12	21,8±1,06	24,3±0,07	24,3±0,35	24,8±0,35
15	20,8±0,35	24,8±0,07	24,5±0,35	25,0±0,42
18	23,8±0,35	24,8±0,00	25,8±0,35	25,2±0,35
21	26,3±0,35	25,3±0,07	26,8±0,35	25,8±0,35
24	27,5±0,71	24,8±0,00	25,3±0,35	24,8±0,35
27	25,3±0,35	26,8±0,07	26,3±0,35	25,5±0,00
30	23,5±0,71	26,1±0,07	26,3±0,35	25,9±0,35
33	22,8±0,35	26,3±0,00	26,8±0,35	26,3±0,35
36	21,3±0,35	29,3±0,71	26,8±1,06	26,8±0,35
39	20,3±0,35	30,3±0,14	28,3±0,35	26,8±0,35
42	22,8±0,35	30,3±0,35	27,1±0,35	26,8±0,35
45	25,3±0,35	30,8±0,35	27,3±0,35	25,5±0,71
48	27,8±0,35	30,8±0,21	27,6±0,35	25,6±0,71
51	25,9±0,57	31,0±0,00	27,8±0,35	25,8±0,35
54	23,3±1,06	31,1±0,35	28,3±0,35	26,0±0,35
57	22,3±0,35	31,3±0,35	28,8±0,35	26,3±0,35
60	21,3±0,35	30,3±0,35	28,8±1,06	26,8±0,35
63	20,0±0,71	31,8±0,35	28,9±1,63	27,3±0,35
66	22,8±0,35	32,3±0,35	30,3±0,35	28,2±0,35
69	25,3±1,06	32,5±0,35	31,4±0,49	30,1±0,35
72	27,5±2,12	32,6±0,35	32,0±0,71	30,8±0,35
75	25,8±1,77	34,8±0,35	33,5±2,12	33,1±0,35
78	23,3±0,35	37,6±0,35	34,3±2,55	33,8±0,35
81	22,3±0,35	37,7±0,35	35,1±2,97	36,1±0,35
84	21,9±0,57	37,8±0,35	34,6±1,56	31,8±0,35
87	20,3±1,13	37,8±0,35	37,6±0,35	33,1±0,35
90	22,5±0,71	39,1±0,35	38,6±0,57	35,3±0,35
93	25,0±0,00	42,7±0,35	42,5±0,35	39,2±0,35
96	26,5±0,00	45,6±0,35	44,8±0,35	42,4±0,35
99	24,8±0,35	47,1±0,35	46,9±0,35	46,3±0,35
102	22,8±0,35	48,2±0,35	46,9±0,35	43,5±0,35
105	21,8±0,35	46,7±0,35	46,8±0,64	43,6±0,35
108	20,5±0,71	48,3±0,35	47,3±0,35	45,6±0,35
111	19,8±1,06	48,3±0,35	47,5±0,35	47,0±0,35
114	23,3±0,35	49,1±0,35	48,0±0,35	46,4±0,35

117	25,3±1,06	49,1±0,35	48,9±0,35	48,8±0,35
120	26,8±1,06	49,2±0,35	49,3±0,35	49,0±0,35
123	26,5±0,00	48,9±0,35	49,4±0,35	49,2±0,35
126	23,0±0,71	48,3±0,35	49,3±0,35	47,8±0,35
129	22,3±0,35	47,9±0,35	48,3±0,35	43,3±0,35
132	21,3±0,35	47,0±0,35	48,0±0,35	45,6±0,35
135	20,0±0,71	46,6±0,35	47,2±0,35	42,6±0,35
138	23,3±0,35	46,8±0,35	47,3±0,35	44,3±0,35
141	27,8±0,35	45,3±0,35	44,8±0,35	43,4±0,35
144	29,3±0,35	43,3±0,35	44,4±1,56	41,0±0,35
Media ± SD (n = 3)				

Anexo 7. Temperatura de los granos de cacao durante la fermentación a las 48 hrs de reposo de las mazorcas

hora	Temperatura			
	T° ambiente	T° superficie	T° centro	T° inferior
0	26,5±0,71	25,3±0,35	25,8±0,35	25,3±0,35
3	25,0±0,00	25,3±0,35	25,5±0,00	24,8±0,35
6	25,3±0,35	26,3±0,35	26,8±0,35	26,3±0,35
9	22,8±0,35	27,3±0,35	26,8±0,35	25,8±0,35
12	22,8±0,35	27,0±0,00	27,3±0,35	26,3±0,35
15	22,3±0,35	27,3±0,35	27,3±0,35	27,3±0,35
18	23,3±0,35	26,6±0,57	27,3±0,35	26,3±0,35
21	24,0±0,71	28,3±0,35	27,8±0,35	26,3±0,35
24	26,2±0,21	27,5±0,00	27,3±0,35	26,8±0,35
27	25,3±0,35	28,3±0,35	27,8±0,35	26,8±0,35
30	23,8±0,35	28,3±0,36	27,8±0,35	26,8±0,35
33	22,0±0,00	28,8±0,37	28,1±0,35	26,3±0,35
36	21,8±0,35	29,0±0,35	28,8±1,06	26,3±0,35
39	19,8±0,35	29,3±0,35	29,3±0,35	26,3±0,35
42	22,8±0,35	30,3±0,35	29,8±0,35	25,8±0,35
45	28,4±0,14	32,3±0,35	30,8±0,35	25,8±0,35
48	30,0±0,07	31,3±0,35	31,2±0,21	27,7±0,35
51	27,0±0,00	28,3±0,35	29,3±0,35	28,1±0,35
54	25,3±1,06	30,3±0,35	30,5±0,71	29,3±0,35
57	22,3±0,35	32,1±0,35	33,2±0,35	31,2±0,35
60	21,3±0,35	34,5±0,35	34,0±0,35	33,1±0,35
63	19,8±1,13	37,1±0,35	36,3±0,35	35,3±0,35
66	21,8±0,28	37,0±0,35	36,7±0,35	32,2±0,35
69	22,0±0,78	37,9±0,35	37,7±0,35	36,8±0,35
72	26,4±0,21	39,3±0,35	38,5±0,35	40,3±0,35
75	23,9±0,21	42,1±0,35	39,9±0,35	40,4±0,35
78	22,9±0,21	43,9±0,35	42,6±0,35	40,8±0,35

81	22,0±0,00	45,6±0,57	44,9±0,35	41,5±0,35
84	20,0±0,07	46,0±0,71	45,2±0,35	44,0±0,35
87	24,7±6,79	46,0±0,71	45,5±0,35	44,8±0,35
90	23,8±0,35	46,1±0,35	45,8±0,35	45,0±0,35
93	29,5±0,71	46,0±0,35	46,3±0,35	45,1±0,35
96	29,8±0,35	46,3±0,35	46,5±0,35	45,2±0,35
99	24,8±0,35	43,6±0,35	45,1±0,35	43,1±0,35
102	24,0±0,00	45,3±0,35	44,3±0,35	42,8±0,35
105	21,8±0,35	45,2±0,35	44,0±0,42	43,3±0,35
108	20,8±0,35	44,9±0,35	44,1±0,35	45,3±0,35
111	19,8±0,06	44,5±0,35	44,2±0,35	46,5±0,35
114	24,6±0,78	45,0±0,35	44,9±0,35	45,9±0,35
117	24,8±0,35	46,8±0,35	47,2±0,35	46,3±0,35
120	28,5±0,71	47,3±0,35	47,8±0,35	47,3±0,35
123	27,0±1,41	48,9±0,35	49,2±0,35	49,0±0,35
126	23,3±0,35	49,9±0,35	49,9±0,35	46,7±0,35
129	20,5±0,00	48,3±0,35	48,8±0,35	45,9±0,35
132	20,0±0,00	47,8±0,36	46,3±0,35	44,8±0,35
135	19,7±0,28	47,2±0,35	45,8±0,35	44,5±0,35
138	22,0±0,00	46,0±0,35	42,9±0,35	43,6±0,35
141	25,0±0,71	45,8±0,35	42,6±0,35	43,9±0,35
144	27,8±0,35	45,3±0,35	42,7±0,35	42,8±0,35

Anexo 8 Temperatura de los granos de cacao durante la fermentación a las 72 hrs de reposo de las mazorcas

Temperatura				
hora	T° ambiente	T° superficie	T° centro	T° inferior
0	26,3±0,35	25,3±0,35	24,3± 0,35	24,3± 0,35
3	25,8±0,35	25,3±0,35	24,3±0,35	24,3± 0,35
6	24,3±0,35	25,3±0,35	24,3± 0,35	24,3± 0,35
9	22,3±0,35	25,3±0,35	24,5± 0,35	24,5± 0,35
12	21,8±0,35	25,8±0,35	24,8± 0,35	24,5± 0,35
15	20,5±0,71	26,3±0,35	25,0± 0,35	24,8± 0,35
18	22,5±0,00	25,8±0,35	25,3± 0,35	24,3± 0,35
21	25,2±0,21	26,3±0,35	26,0± 0,00	24,6± 0,35
24	29,2±0,99	26,7±0,35	26,4± 0,35	25,0± 0,35
27	27,3±0,35	27,5±0,35	26,8± 0,35	25,3± 0,35
30	25,5±0,71	27,8±0,35	26,3± 0,35	25,4± 0,35
33	22,8±0,35	29,1±0,35	27,5± 0,35	25,7± 0,35
36	21,8±0,35	29,3±0,35	27,9± 0,35	25,9± 0,35
39	20,8±0,28	30,1±0,35	28,4± 0,35	26,1± 0,35

42	21,8±0,28	30,1±0,35	28,7± 0,35	26,1± 0,35
45	22,5±1,48	30,5±0,35	29,0± 0,35	26,4± 0,35
48	26,6±0,57	30,3±0,35	29,9±0,35	26,8± 0,49
51	24,4±0,92	31,4±0,35	29,9± 0,35	26,8± 0,35
54	22,9±0,21	31,3±0,35	30,4± 0,35	28,3± 0,35
57	22,3±0,35	30,7±0,35	33,0± 0,35	29,6± 0,35
60	20,8±0,35	35,1±0,35	33,8± 0,35	31,8± 0,35
63	20,0±0,07	35,9±0,35	35,4± 0,35	35,3± 0,35
66	23,8±0,35	36,8±0,35	37,6± 0,35	36,3± 0,35
69	29,8±0,35	40,3±0,35	41,8± 0,35	38,3± 0,35
72	30,4±0,57	43,3±0,35	42,3± 0,35	38,6± 0,35
75	24,5±0,00	43,8±0,35	42,8± 0,35	40,6± 0,35
78	24,0±0,00	45,3±0,35	43,3± 0,35	45,3± 0,35
81	21,5±0,00	46,5±0,35	45,2± 0,35	45,3± 0,35
84	21,3±0,35	47,4±0,35	46,3± 0,35	45,2± 0,35
87	19,5±0,71	48,4±0,35	48,2± 0,35	46,0± 0,57
90	24,3±1,13	48,2±0,35	48,5± 0,35	46,0± 0,35
93	25,5±0,00	48,4±0,35	48,6± 0,35	45,7± 0,64
96	27,8±0,35	48,6±0,35	49,0±0,35	46,0± 0,07
99	27,0±1,41	47,9±0,35	48,1± 0,35	45,8±0,35
102	23,3±0,35	47,8±0,35	47,5± 0,35	45,6± 0,35
105	22,5±0,71	48,0±0,35	47,3± 0,35	45,3± 0,35
108	21,5±0,00	48,2±0,35	47,9± 0,35	46,1± 0,35
111	19,8±0,35	48,3±0,35	48,2± 0,35	46,2± 0,35
114	24,3±0,35	48,6±0,35	48,8± 0,35	46,5± 0,35
117	28,1±0,57	48,8±0,35	49,1± 0,35	47,1± 0,35
120	28,5±0,71	49,3±0,35	49,5± 0,35	47,8± 0,35
123	26,3±0,35	49,5±0,35	49,8±0,35	47,6± 0,35
126	24,3±0,35	48,3±0,35	48,6±0,35	47,3± 0,35
129	22,3±0,35	47,8±0,35	48,2± 0,35	46,8± 0,35
132	22,8±1,06	45,7±0,35	45,9± 0,35	46,1± 0,35
135	20,8±0,35	45,6±0,35	45,6± 0,35	45,3± 0,35
138	23,7±0,14	45,4±0,35	45,6± 0,35	45,0± 0,57
141	24,8±0,35	45,3±0,35	45,2± 0,35	44,7± 0,35
144	27,6±0,07	43,3±0,35	44,3± 0,35	42,3± 0,35

Media ± SD (n = 3)

Anexo 9 Temperatura de los granos de cacao durante la fermentación a las 96 hrs de reposo de las mazorcas.

hora	Temperatura			
	T° ambiente	T° superficie	T° centro	T° inferior
0	29,7± 0,28	25,3± 0,35	24,3± 0,35	23,3± 0,35
3	26,8± 0,35	25,3± 0,35	24,3± 0,35	24,3± 0,35
6	25,8± 0,35	25,3± 0,35	24,3± 0,35	24,3± 0,35
9	22,8± 0,35	26,2± 0,35	25,9± 0,35	25,3± 0,35
12	21,8± 0,35	26,5± 0,35	26,4± 0,35	25,6± 0,35
15	20,8± 0,28	27,2± 0,35	26,9± 0,35	25,9± 0,35
18	20,7± 0,07	27,6± 0,35	27,3± 0,35	26,3± 0,35
21	22,7± 0,42	29,0± 0,35	28,2± 0,35	26,4± 0,35
24	26,4± 0,21	29,9± 0,35	30,5± 0,00	29,1± 0,14
27	23,9± 0,21	30,3± 0,35	31,4± 0,14	30,3± 0,07
30	22,6± 0,14	31,3± 0,35	32,5± 0,00	30,7± 0,00
33	22,2± 0,21	32,5± 0,07	33,5± 0,14	31,5± 0,07
36	21,3± 0,35	33,3± 0,14	34,5± 0,07	32,3± 0,07
39	20,2± 0,42	34,6± 0,07	35,5± 0,00	32,9± 0,07
42	23,8± 0,35	34,9± 0,00	36,5± 0,07	33,6± 0,07
45	29,8± 0,35	35,2± 0,00	37,0± 0,00	34,7± 0,07
48	30,3± 0,35	36,5± 0,14	37,5± 0,00	35,5± 0,07
51	25,5± 1,41	36,8± 0,07	38,0± 0,00	35,9± 0,00
54	24,1± 0,14	37,3± 0,07	38,5± 0,00	36,4± 0,00
57	21,8± 0,35	38,4± 0,07	39,5± 0,07	37,0± 0,00
60	21,3± 0,35	39,5± 0,07	40,6± 0,07	37,8± 0,07
63	20,3± 0,35	39,5± 0,07	41,3± 0,07	38,5± 0,07
66	24,8± 0,42	40,3± 0,14	41,8± 0,07	39,2± 0,07
69	29,5± 0,64	41,5± 0,00	42,4± 0,07	39,8± 0,07
72	29,8± 0,35	41,8± 0,07	42,9± 0,07	40,5± 0,00
75	28,3± 0,35	42,6± 0,07	43,4± 0,07	41,7± 0,07
78	25,1± 0,57	43,5± 0,00	43,9± 0,07	42,3± 0,07
81	21,8± 0,35	44,4± 0,14	44,4± 0,07	42,9± 0,00
84	21,3± 0,35	45,7± 0,07	44,8± 0,07	43,6± 0,07
87	20,3± 0,35	45,9± 0,07	45,5± 0,00	44,6± 0,07
90	23,8± 0,35	46,5± 0,00	46,8± 0,35	45,5± 0,14
93	27,6± 0,14	47,7± 0,07	47,8± 0,35	45,9± 0,07
96	30,6± 0,14	47,9± 0,00	47,8± 0,35	45,9± 0,00
99	26,9± 0,21	48,0± 0,00	48,2± 0,35	46,3± 0,07

102	24,3± 0,35	48,2± 0,00	48,5± 0,07	46,5± 0,07
105	22,3± 0,35	48,6± 0,07	48,7± 0,07	46,9± 0,07
108	21,8± 0,35	48,9± 0,00	48,9± 0,00	47,4± 0,14
111	20,6± 0,07	49,0± 0,00	49,4± 0,07	48,3± 0,07
114	24,0± 0,71	49,2± 0,07	49,8± 0,35	48,5± 0,07
117	29,8± 0,35	48,9± 0,00	48,6± 0,07	49,1± 0,07
120	31,4± 1,27	47,0± 0,00	47,5± 0,00	48,0± 0,00
123	25,4± 0,85	46,7± 0,35	46,8± 0,35	47,5± 0,07
126	23,8± 0,28	46,6± 0,35	46,5± 1,77	47,6± 0,07
129	22,8± 0,35	46,3± 0,35	45,3± 0,35	47,1± 0,07
132	21,3± 0,35	46,3± 0,35	45,3± 0,35	45,3± 0,35
135	20,2± 0,49	46,1± 0,35	45,6± 0,35	44,8± 0,35
138	24,0± 0,49	45,8± 0,35	45,4± 0,35	44,3± 0,35
141	27,8± 0,35	45,3± 0,35	45,2± 0,35	43,8± 0,35
144	28,3± 0,35	41,3± 0,35	42,8± 0,35	40,6± 0,35

Media ± SD (n = 3)

Anexo 10 Temperatura de los granos de cacao durante la fermentación a las 120 hrs de reposo de las mazorcas.

hora	Temperatura			
	T° ambiente	T° superficie	T° centro	T° inferior
0	25,1± 2,05	24,0± 0,35	23,9± 0,35	24,0± 0,35
3	24,0± 1,41	23,7± 0,35	23,9± 0,35	23,5± 0,35
6	23,1± 0,57	24,2± 0,35	24,0± 0,35	23,8± 0,35
9	22,3± 0,35	24,5± 0,35	24,0± 0,35	24,0± 0,14
12	21,3± 0,35	25,4± 0,35	24,6± 0,35	24,3± 0,35
15	20,2± 0,42	26,9± 0,35	25,7± 0,35	25,1± 0,35
18	24,3± 0,35	28,6± 0,35	26,5± 0,35	26,2± 0,35
21	29,0± 1,41	30,4± 0,35	28,5± 0,35	27,6± 0,35
24	29,3± 1,06	32,0± 0,57	29,3± 0,35	28,8± 0,35
27	24,8± 0,35	32,4± 0,35	30,9± 0,35	29,6± 0,35
30	23,8± 0,35	33,5± 0,35	31,7± 0,35	31,0± 0,35
33	21,8± 0,35	35,1± 0,35	32,4± 0,35	32,3± 0,35
36	21,3± 0,35	35,3± 0,35	33,7± 0,35	32,3± 0,35
39	20,0± 0,00	37,9± 0,35	35,1± 0,35	33,6± 0,35
42	24,6± 0,78	41,2± 0,35	35,5± 0,35	35,9± 0,35
45	29,2± 0,99	42,5± 0,35	36,4± 0,35	35,3± 0,35
48	29,8± 0,35	43,3± 0,35	37,3± 0,35	35,8± 0,35
51	27,0± 1,41	45,1± 0,35	39,1± 0,35	37,1± 0,35

54	23,8± 0,35	45,3± 0,35	41,9± 0,35	43,1± 0,35
57	22,3± 0,35	45,6± 0,35	43,6± 0,35	42,8± 0,35
60	21,3± 0,35	46,1± 0,35	44,2± 0,35	42,8± 0,35
63	20,3± 0,35	46,3± 0,35	45,3± 0,35	43,3± 0,35
66	23,8± 0,35	46,6± 0,35	45,8± 0,35	44,3± 0,35
69	27,4± 0,49	46,8± 0,35	46,0± 0,35	45,3± 0,35
72	30,6± 0,14	47,1± 0,35	45,8± 0,35	45,3± 0,35
75	26,6± 0,14	47,2± 0,35	46,1± 0,35	45,7± 0,35
78	24,3± 0,35	47,3± 0,35	46,3± 0,35	45,8± 0,35
81	22,6± 0,57	47,4± 0,35	46,6± 0,35	45,9± 0,35
84	21,8± 0,35	47,6± 0,35	47,0± 0,35	45,9± 0,35
87	20,5± 0,71	47,8± 0,35	47,1± 0,35	46,1± 0,35
90	23,3± 0,35	46,4± 0,35	47,3± 0,35	46,2± 0,35
93	29,3± 0,35	47,8± 0,35	47,3± 0,35	46,3± 0,35
96	29,8± 0,35	47,9± 0,35	47,6± 0,35	46,8± 0,35
99	29,1± 1,56	47,9± 0,35	47,6± 0,35	47,0± 0,35
102	23,8± 0,28	48,4± 0,35	47,8± 0,35	47,0± 0,35
105	22,3± 0,35	48,6± 0,35	48,1± 0,35	47,2± 0,35
108	21,3± 0,35	48,8± 0,35	48,5± 0,35	47,3± 0,35
111	20,3± 0,35	49,1± 0,35	48,9± 0,35	47,6± 0,35
114	23,6± 0,07	49,5± 0,35	49,3± 0,35	48,3± 0,35
117	27,3± 1,06	49,6± 0,35	49,8± 0,35	48,8± 0,35
120	29,3± 0,35	48,8± 0,35	48,9± 0,35	48,3± 0,35
123	29,0± 0,71	47,8± 0,35	47,9± 0,35	47,3± 0,35
126	23,5± 0,00	46,6± 0,35	46,8± 0,35	45,8± 0,35
129	22,3± 0,35	46,3± 0,35	46,4± 0,35	45,3± 0,35
132	21,5± 0,71	45,8± 0,28	45,8± 0,35	44,3± 0,35
135	20,3± 1,06	45,6± 0,35	45,3± 0,35	43,8± 0,35
138	23,8± 0,35	45,3± 0,35	45,1± 0,35	43,3± 0,35
141	26,2± 0,21	44,3± 0,35	43,8± 0,35	42,9± 0,35
144	27,5± 0,00	42,3± 0,35	43,3± 0,35	42,1± 0,35

Media ± SD (n = 3)

Anexo 11. Análisis fisicoquímicos del mucilago del cacao durante el tiempo de reposo de la mazorcas de cacao.

reposo (horas)	mucilago (ml)	° brix	Acidez	pH
0	85,5±0,42	15,0±0,50	0,02±0,005	4,19±0.011
48	74,0±1,00	16,5±0,50	0,03±0,001	4,17±0.015
72	61,0±1,12	17,5±1,32	0,04±0,001	4,14±0.011
96	46,5±2,78	17,0±1,00	0,05±0,001	4,09±0.010
120	28,0±0,48	16,5±0.50	0,06±0,001	4,02±0.011

Media ± SD (n = 3)

Anexo 12 Análisis físico de los granos de cacao secados con exposición gradual al sol, en base a 100 %.

Características	Muestra				
	T1C1	T2C1	T3C1	T4C1	T5C1
Insectos	0	0	0	0	0
Moho	0	0	0	0	0
Partido	0,67 ±0,1	0	0	0,67 ±0,1	0
Pasillas	0	0	0	0	0
Germinados	0	0	0	0	0
Múltiples	0	0	0	0	0
Blanquecinos	0	0	0	0	0
Pizarrosos	0,33 ±0,1	0,33 ±0,1	0	0	0
P. violetas	10,0 ±1	8,67 ±0,5	5,67 ± 0,5	6,67 ±0,5	7,33 ±0,5
Violeta	10,0 ±1	11,0 ±2	9,00 ±1	10,67 ±1,1	10,33 ±0,5

Media ± SD (n = 3)

Donde:

T1C1 : 0 horas de reposo con secado gradual al sol

T2C1 : 48 " " " " " " " " "

T3C1 : 72 horas de reposo con secado gradual al sol

T4C1 : 96 " " " " " " " " "

T5C1 : 120 " " " " " " " " "

Anexo 13 Análisis físico de los granos de cacao secados con exposición total al sol, en base a 100 %.

Características	Muestra				
	T1C2	T2C2	T3C2	T4C2	T5C2
Insectos	0	0	0	0	0
Moho	0	0	0	0	0
Partido	0,33 ±0,1	0,33 ±0,1	0	0	0,33 ±0,1
Pasillas	0,33 ±0,1	0	0	0	0
Germinados	0	0	0	0	0
Múltiples	0	0	0	0	0
Blanquecinos	0	0	0	0	0
Pizarrosos	0	0,33 ±0,1	0	0,33 ±0,5	0,33 ±0,1
P. violetas	11,0 ±1	8,33 ±0,1	5,33 ±0,5	7,00 ±1	8,67 ±0,5
Violeta	11,0 ±1	12,33 ±1,5	10,0 ±1	11,67 ±1,1	12,00 ±1

Media ± SD (n = 3)

Donde:

T1C2 : 0 horas de reposo con secado total al sol
 T2C2 : 48 " " " " " " " "
 T3C2 : 72 " " " " " " " "
 T4C2 : 96 horas de reposo con secado total al sol
 T5C2 : 120 " " " " " " " "

Anexo 14 Rendimiento del granos de cacao – nibs según reposo y tipo de secado

Muestra	Peso (g)	Humedad (%)	Cáscara		Grano limpio	
			(g)	(%)	(g)	(%)
T1C1	300,0	7,2	40,2±0,2	13,5±0,1	250,1±0,7	83,4±0,2
T2C1	300,0	7,0	43,6±0,3	14,5±0,1	243,0±0,7	81,0±0,2
T3C1	300,0	6,9	39,2±0,2	13,1	250,2±0,7	83,4±0,2
T4C1	300,0	7,1	40,1±0,1	13,4	258,3±1,0	86,1±0,3
T5C1	300,0	7,0	46,0±0,4	15,3±0,1	251,5±0,7	83,8±0,2

Media ± SD (n = 3)

Donde:

T1C1 : 0 horas de reposo con secado gradual al sol
 T2C1 : 48 " " " " " " " "
 T3C1 : 72 " " " " " " " "
 T4C1 : 96 horas de reposo con secado gradual al sol
 T5C1 : 120 " " " " " " " "

Anexo 15 Rendimiento del granos de cacao – nibs según reposo y tipo de secado

Muestra	Peso (g)	Humedad (%)	Cáscara		Grano limpio	
			(g)	(%)	(g)	(%)
T1C2	300,0	7,1	40,8±1,7	13,6±0,5	256,5±0,7	85,5±0,2
T2C2	300,0	7,0	39,2±0,1	13,1	254,1±0,2	84,7
T3C2	300,0	6,9	40,8±0,3	13,6±0,1	252,5±1,4	84,2±0,4
T4C2	300,0	7,0	46,3±0,2	15,4	240,6±4,2	80,2±1,4
T5C2	300,0	7,1	47,0±1,2	15,7±0,4	247±1,4	82,3±0,4

Media ± SD (n=3)

Donde:

T1C2	: 0	horas de reposo con secado a pleno sol
T2C2	: 48	" " " " " " " "
T3C2	: 72	" " " " " " " "
T4C2	: 96	horas de reposo con secado a pleno sol
T5C2	: 120	" " " " " " " "

Anexo 16 Porcentaje de fermentación de los granos de cacao según tipo de secado, por tiempo de reposo de las mazorcas

Reposo (horas)	Secado gradual	Secado total
0	77,0±1	76,0
48	79,0±1	78,0±1
72	83,0±1	81,0±1
96	82,0±1	80,0±1
120	81,0±1	79,0

Media ± SD (n = 3)

Anexo 17 pH y acidez del cotiledón de los granos de cacao durante la fermentación de la masa de cacao a 0 horas de reposo de las mazorcas

Fermentación (horas)	pH	Acidez
0	6,73	1,20±0,1
24	6,71	1,53±0,1
48	6,69	2,27
72	6,51	3,43
96	5,69	6,93
120	4,94	5,43
144	5,10	5,03

Media ± SD (n = 3)

Anexo 18 pH y acidez del cotiledón de los granos de cacao durante la fermentación de la masa de cacao a 48 horas de reposo de las mazorcas

Fermentación (hora)	pH	Acidez
0	6,61	1,30±0,1
24	6,62	1,67±0,1
48	6,55	2,40±0,2
72	5,57	6,50±0,1
96	5,05	6,63
120	5,07	5,03
144	5,22	4,43

Media ± SD (n = 3)

Anexo 19 pH y acidez del cotiledón de los granos de cacao durante la fermentación de la masa de cacao a 72 horas de reposo de las mazorcas

Fermentación (hora)	pH	Acidez
0	6,26 ±0,2	1,93
24	6,37 ±0,1	3,63±0,3
48	6,25	4,83
72	5,96	6,80±0,1
96	5,27	6,40±0,1
120	5,06	5,17
144	5,19	3,57

Media ± SD (n = 3)

Anexo 20 pH y acidez del cotiledón de los granos de cacao durante la fermentación de la masa de cacao a 96 horas de reposo de las mazorcas

Fermentación (hora)	pH	Acidez
0	6,41	2,33±0,1
24	6,37	1,80±0,2
48	6,33	3,27±0,1
72	6,02	3,70±0,1
96	5,20	7,20±0,3
120	5,06	14,80±0,3
144	5,18	5,33±0,1

Media ± SD (n = 3)

Anexo 21 pH y acidez del cotiledón de los granos de cacao durante la fermentación de la masa de cacao a 120 horas de reposo de las mazorcas

Fermentación (hora)	pH	Acidez
0	6,40 ±0,2	3,07±0,1
24	5,99 ±0,1	3,33
48	5,41	4,57
72	4,94	6,53
96	4,89	6,53±0,9
120	5,22	4,53
144	5,35	4,17

Media ± SD (n = 3)

Anexo 22 Análisis químico de los granos de cacao con 72 horas de reposo, según el tipo de secado

Tipo de secado	Grasa	Acidez	Proteína	Humedad	Ceniza	pH
gradual	54,70±9,56	0,26	13,23	7,24±0,1	1.96	6,57
total	57,06±4,07	0,23	13,55	7,15±0,2	2.01	6,25

Media ± SD (n = 3)

Anexo 23 Análisis de varianza para el atributo sabor a cacao.

Fuente de variabilidad	SC	Gl	CM	Fc	Fv	Sig.
Tiempo de reposo	22,99	4	5,74	7,59	0,00	**
Tipo secado	0,00	1	0,00	0,00	1,00	NS
Tiempo de reposo*Tipo secado	4,25	4	1,06	1,41	0,30	NS
Repeticiones	1,70	1	1,70	2,25	0,16	
Residuos	6,81	9	0,75			
Total	35,77	19				

Anexo 24 Análisis de varianza para el atributo sabor a cacao.

Fuente de variabilidad	SC	Gl	CM	Fc	Fv	Sig.
Tratamiento	27,25	9	3,02	4,00	0,02	*
Repeticiones	1,70	1	1,70	2,25	0,16	
Residuos	6,81	9	0,75			
Total	35,77	19				

Anexo 25 Análisis de varianza para el atributo acidez.

Fuente de variabilidad	SC	Gl	CM	Fc	Fv	Sig.
Tiempo de reposo	22,10	4	5,52	1,72	0,22	NS
Tipo secado	1,00	1	1,00	1,00	1,00	NS
Tiempo de reposo*Tipo secado	1,00	4	1,00	1,00	1,00	NS
Repeticiones	1,70	1	1,70	53,00	0,48	
Residuos	28,88	9	3,20			
Total	52,68	19				

Anexo 26 Análisis de la varianza para el atributo acidez.

Fuente de variabilidad	SC	Gl	CM	Fc	Fv	Sig.
Tratamiento	22,10	9	2,45	0,77	0,65	NS
Repeticiones	1,70	1	1,70	0,53	0,48	
Residuos	28,88	9	3,20			
Total	52,68	19				

Anexo 27 Análisis de varianza para el atributo amargor.

Fuente de variabilidad	SC	Gl	CM	Fc	Fv	Sig.
Tiempo de reposo	15,53	4	3,88	1,44	0,29	NS
Tipo secado	6,04	1	6,04	2,24	0,16	NS
Tiempo de reposo*Tipo secado	13,38	4	3,34	1,24	0,36	NS
Repeticiones	6,04	1	6,04	2,24	0,16	
Residuos	24,30	9	2,70			
Total	65,33	19				

Anexo 28 Análisis de varianza para el atributo amargor.

Fuente de variabilidad	SC	Gl	CM	Fc	Fv	Sig.
Tratamiento	34,97	9	3,88	1,44	0,29	NS
Repeticiones	6,04	1	6,04	2,24	0,16	
Residuos	24,30	9	2,70			
Total	65,33	19				

Anexo 29 Análisis de varianza para el atributo astringencia.

Fuente de variabilidad	SC	Gl	CM	Fc	Fv	Sig.
Tiempo de reposo	39,13	4	9,78	38,90	0,00	**
Tipo secado	2,26	1	2,26	9,00	0,01	*
Tiempo de reposo*Tipo secado	4,02	4	1,00	4,00	0,03	*
Repeticiones	0,25	1	0,25	1,00	0,34	
Residuos	2,26	9	0,25			
Total	47,94	19				

Anexo 30 Análisis de varianza para el atributo astringencia.

Fuente de variabilidad	SC	Gl	CM	Fc	Fv	Sig.
Tratamiento	45,42	9	5,04	20,07	0,00	**
Repeticiones	0,25	1	0,25	1,00	0,34	
Residuos	2,26	9	0,25			
Total	47,94	19				

Anexo 31 Análisis de varianza para el atributo frutal.

Fuente de variabilidad	SC	Gl	CM	Fc	Fv	Sig.
Tiempo de reposo	110,56	4	27,64	4,19	0,03	*
Tipo secado	18,42	1	18,42	2,79	0,12	NS
Tiempo de reposo*Tipo secado	12,28	4	3,07	0,47	0,76	NS
Repeticiones	2,04	1	2,04	0,31	0,59	
Residuos	59,37	9	6,59			
Total	202,70	19				

Anexo 32 Análisis de varianza para el atributo frutal.

Fuente de variabilidad	SC	Gl	CM	Fc	Fv	Sig.
Tratamiento	141,27	9	15,69	2,38	0,10	NS
Repeticiones	2,04	1	2,04	0,31	0,59	
Residuos	59,37	9	6,59			
Total	202,70	19				

Anexo 33 Análisis de varianza para el atributo nuez.

Fuente de variabilidad	SC	Gl	CM	Fc	Fv	Sig.
Tiempo de reposo	72,46	4	18,11	1,90	0,19	NS
Tipo secado	12,35	1	12,35	1,30	0,28	NS
Tiempo de reposo*Tipo secado	60,54	4	15,13	1,59	0,25	NS
Repeticiones	0,42	1	0,42	0,04	0,83	
Residuos	85,73	9	9,52			
Total	231,52	19				

Anexo 34 Análisis de varianza para el atributo nuez.

Fuente de variabilidad	SC	Gl	CM	Fc	Fv	Sig.
Tratamiento	145,36	9	16,15	1,7	0,22	NS
Repeticiones	0,42	1	0,42	0,04	0,83	
Residuos	85,73	9	9,52			
Total	231,52	19				

Anexo 35. Análisis de varianza para Humedad.

Fuente de variabilidad	SC	Gl	CM	Fc	Fv	Sig.
Tipo de secado	0,00	1	0,00	3,77	0,12	NS
Residuos	0,00	4	0,00			
Total	0,00	5				

Anexo 36. Análisis de varianza para ceniza.

Fuente de variabilidad	SC	Gl	CM	Fc	Fv	Sig.
Tipo de secado	0,00	1	0,00	13,09	0,02	*
Residuos	0,00	4	0,00			
Total	0,00	5				

Anexo 37. Comparaciones de rangos múltiples para ceniza, según
tratamiento Prueba de Tukey

Tratamiento	Media	Homogeneidad
72 h. reposo, secado gradual	1,96	a
72 h. reposo, secado total	2,00	b

*Medias seguidas por letras distintas indican diferencias significativas ($P < 0,05$).

Anexo 38. Análisis de varianza para Grasa.

Fuente de variabilidad	SC	GI	CM	Fc	Fv	Sig.
Tipo de secado	8,33	1	8,33	0,15	0,71	NS
Residuos	215,73	4	53,93			
Total	224,06	5				

Anexo 39. Análisis de varianza para Humedad

Fuente de variabilidad	SC	GI	CM	Fc	Fv	Sig.
Tipo de secado	0,01	1	0,01	0,36	0,58	NS
Residuos	0,13	4	0,03			
Total	0,14	5				

Anexo 40. Análisis de varianza para pH

Fuente de variabilidad	SC	GI	CM	Fc	Fv	Sig.
Tipo de secado	0,00	1	0,00	3,77	0,12	NS
Residuos	0,00	4	0,00			
Total	0,00	5				

Anexo 41. Análisis de varianza para Proteína

Fuente de variabilidad	SC	GI	CM	Fc	Fv	Sig.
Tipo de secado	0,00	1	0,00	1,50	0,28	NS
Residuos	0,00	4	0,00			
Total	0,00	5				