

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN
TARAPOTO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL
DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE INGENIERÍA
AGROINDUSTRIAL**



TESIS

**“INFLUENCIA DEL INDICE DE COSECHA SOBRE LA CALIDAD
SENSORIAL DEL GRANO DE CACAO (*Theobroma cacao* L)
DEL CLON CCN-51 EN LA PROVINCIA DE MARISCAL
CÁCERES - SAN MARTIN”**

Para Optar el Título Profesional de:

INGENIERO AGROINDUSTRIAL

Presentada por la Bachiller:

Enilda Burga Gamonal

JUANJUI- PERÚ

2016

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN TARAPOTO

FACULTAD DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL
DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE INGENIERÍA
AGROINDUSTRIAL



TESIS

**“INFLUENCIA DEL INDICE DE COSECHA SOBRE
LA CALIDAD SENSORIAL DEL GRANO DE CACAO
(*Theobroma cacao* L.) DEL CLON CCN-51 EN LA
PROVINCIA DE MARISCAL CÁCERES – SAN
MARTIN”**

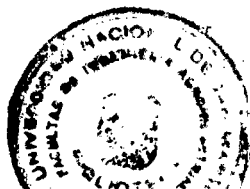
**Para Optar el Título Profesional de:
INGENIERO AGROINDUSTRIAL**

Presentada por la Bachiller:

Enilda Burga Gamonal

Juanjui – Perú

2016



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN TARAPOTO

FACULTAD DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL



TESIS

“INFLUENCIA DEL INDICE DE COSECHA SOBRE LA CALIDAD SENSORIAL DEL GRANO DE CACAO (*Theobroma cacao* L.) DEL CLON CCN-51 EN LA PROVINCIA DE MARISCAL CÁCERES – SAN MARTIN”

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO AGROINDUSTRIAL

Presentada por:

Bachiller : ENILDA BURGA GAMONAL

.....
Firma

Asesor : Dr. MANUEL F. CORONADO JORGE

.....

Firma

SUSTENTADO Y APROBADO ANTE EL HONORABLE JURADO:

Presidente : Ing. M.Sc. EPIFANIO E. MARTINEZ MENA

.....
Firma

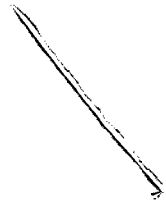
Secretario : Dr. ANIBAL QUINTEROS GARCÍA

.....
Firma

Miembro : Dr. EULER NAVARRO PINEDO

.....
Firma

DEDICATORIA



**A MIS PADRES
A MIS HERMANOS
A MIS AMIGOS**

AGRADECIMIENTO

- ✓ A Dios por darme la fortaleza y sabiduría de culminar exitosamente todas las metas que me he propuesto alcanzar.
- ✓ Al Dr. Manuel Fernando Coronado Jorge, asesor de mi tesis.
- ✓ A la Cooperativa Agraria Cacaotera – ACOPAGRO por darme la oportunidad de utilizar mis conocimientos en la solución de problemas de los agricultores.

ÍNDICE GENERAL

	<u>Pág.</u>
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Objetivos	2
1.1.1 General	2
1.1.2 Específicos	2
II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	3
2.1 El cacao	3
2.1.1 Taxonomía del cacao	3
2.1.2 La planta de cacao	4
2.1.2.1 Partes de la planta	5
2.1.3 Variedades del cacao	8
2.1.3.1 Identificación de clones	10
2.1.4 Cacao CCN-51	12
2.1.4.1 Factores para el desarrollo del cultivo	14
2.1.4.2 Propagación	16
2.2 El fruto de cacao	18
2.2.1 Formación del fruto	20
2.2.2 Maduración del fruto	20
2.2.3 Color	22
2.2.4 Respiración	22
2.2.5 Climaterio	23
2.3 Composición química del cacao	25
2.3.1 Composición química de la pulpa de cacao	25
2.3.2 Composición química de los nibs y cáscara de cacao	26
2.4 Beneficio del cacao	27
2.4.1 Cosecha	27
2.4.1.1 Índice de cosecha o de madurez	29
2.4.1.2 Tiempo entre la cosecha y la apertura de mazorcas	31
2.4.2 Quiebra	32

2.4.3 Fermentación	33
2.4.3.1 Sinopsis del proceso de fermentación	37
2.4.3.2 Indicadores de fermentación	37
2.4.3.3 Métodos de fermentación	38
2.4.4 Secado	40
2.4.5 Almacenamiento	41
2.4.6 Prueba de corte	42
2.5 Calidad del cacao	43
2.5.1 Grados de calidad en los granos de cacao	43
2.5.2 Calidad organoléptica del grano	46
2.5.3 Principales factores que afectan la calidad	48
III. MATERIALES Y MÉTODOS	50
3.1 Lugar de ejecución	50
3.2 Materia prima	50
3.3 Materiales, equipos y reactivos	50
3.4 Métodos de análisis	52
3.5 Beneficio del clon CCN-51	53
3.5.1 Evaluación física de los granos fermentados secos	58
3.5.2 Obtención de licor de cacao	69
3.6 Caracterización del licor de cacao	63
3.6.1 Evaluación sensorial	63
3.7 Diseño experimental y análisis estadístico	64
IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES	66
4.1 Características de la materia prima	66
4.2 Características físico químicas de la testa y cotiledón del grano de clon de cacao fermentado CCN-51 en tres estados de madurez y diferentes días de retención	69
V. CONCLUSIONES	94
VI. RECOMENDACIONES	96
VII. BIBLIOGRAFIA	97
VIII. ANEXOS	105

ÍNDICE DE CUADROS

<u>N°</u>		<u>Pág.</u>
01	Clasificación taxonómica del cacao	04
02	Clasificación de los frutos en función del comportamiento respiratorio durante la madurez	24
03	Composición química de la pulpa de cacao (g /100 g de pulpa fresca	25
04	Composición química de semilla de cacao	26
05	Composición química de almendras de cacao fermentados y secos	26
06	Sinopsis del proceso de fermentación	37
07	Tipos de granos defectuosos	45
08	Balance de materia para la obtención de grano de cacao seco	58
09	Esquema de diseño experimental	65
10	Caracterización de color de mazorca del clon CCN-51	66
11	Caracterización físico-química del clon CCN-51 en tres estados de madurez y diferentes días de retención	68
12	Caracterización física del grano seco del clon de cacao CCN-51 en tres estados de madurez a diferentes días de retención	88
13	Prueba sensorial de licor (pasta) de cacao CCN-51 aplicado a 3 estados de madurez y a diferentes días de retención.	93

ÍNDICE DE FIGURAS

<u>N°</u>		<u>Pág.</u>
01	Planta de cacao CCN-51	4
02	Planta adulta de cacao y sus partes	5
03	Raíz de planta clonal de cacao	6
04	Hojas de una planta de cacao CCN-51	6
05	Flores de una planta de cacao CCN-51	7
06	Frutos de cacao CCN-51	8
07	Semillas de cacao CCN-51	8
08	Variedades de cacao	10
09	Cacao Angoleta	11
10	Cacao cundeamor	11
11	Cacao amelonado	12
12	Cacao calabacillo	12
13	Corte longitudinal del fruto de cacao	18
14	Corte transversal del fruto de cacao	19
15	Esquema para la obtención de grano seco fermentado	57
16	Procedimiento a análisis físico de cacao fermentado seco	59
17	Flujograma de obtención de licor de cacao	61
18	Atributos de evaluación sensorial del licor de cacao	64
19	Mazorcas de cacao CCN-51 en tres estados de madurez: (A) pintón (B) Maduro y (C) sobre maduro	67
20	Variación del % de sólidos solubles del clon CCN-51 pintón luego de 168 horas de fermentación: (A) 0 días, (B) 3 días y (C) 6 días de retención.	70
21	Variación del % de sólidos de solubles del clon CCN-51 maduro luego de 168 horas de fermentación: (A) 0 días, (B) 3 días y (C) 6 días de retención.	72
22	Variación del % de sólidos solubles del clon CCN-51 sobremaduro luego de 168 horas de fermentación: (A) 0 días, (B) 3 días y (C) 6 días de retención.	74

23	Variación del pH del clon CNN-51 pintón luego de 168 horas de fermentación: (A) 0 días, (B) 3 días y (C) 6 días de retención	76
24	Variación del pH del clon CCN-51 maduro luego de 168 horas de fermentación: (A) 0 días, (B) 3 días y (C) 6 días de retención.	78
25	Variación del pH del clon CCN-51 sobre maduro luego de 168 horas de fermentación: (A) 0 días, (B) 3 días y (C) 6 días de retención	80
26	Variación de la acidez del clon de cacao CCN-51 pintón luego de 168 Horas de fermentación: (A) 0 días, (B) 3 días y (C) 6 días de fermentación.	82
27	Variación de la acidez del clon de cacao CCN-51 maduro luego de 168 horas de fermentación: (A) 0 días, (B) 3 días y (C) 6 días de fermentación.	84
28	Variación de la acidez del clon de cacao CCN-51 sobre maduro luego de 168 horas de fermentación: (A) 0 días, (B) 3 días y (C) 6 días de fermentación.	86

ÍNDICE DE ANEXOS

<u>N°</u>		<u>Pág.</u>
01	Gráfica de color CIELAB	105
02	Balance de materiales para la obtención de grano de cacao seco	106
03	Modelo de formato de prueba de corte	109
04	Modelo de formato de análisis sensorial	110
05	Catadores de la Red Nacional	111
06	Registro de parámetros de color en escala Cielab, en estado pintón maduro, sobre maduro a diferentes días de retención	112
07	Base de datos de los sólidos solubles de la testa, cotiledón y temperatura de los granos del clon de cacao CCN-51 en estado pintón	113
08	Base de datos de los sólidos solubles de la testa, cotiledón y temperatura de los granos del clon de cacao CCN-51 en estado maduro.	114
09	Base de datos de los sólidos solubles de la testa, cotiledón y temperatura de los granos del clon de cacao CCN-51 en estado sobremaduro	115
10	Base de datos de pH de la testa, cotiledón y temperatura de los granos del clon de cacao CCN-51 en estado pintón	116
11	Base de datos de pH de la testa, cotiledón y temperatura de los granos del clon de cacao CCN-51 en estado maduro	117
12	Base de datos de pH de la testa, cotiledón y temperatura de los granos del clon de cacao CCN-51 en estado sobremaduro	118
13	Base de datos de acidez de la testa, cotiledón y temperatura de los granos del clon de cacao CCN-51 en estado pintón	119
14	Base de datos de pH de la testa, cotiledón y temperatura de los granos del clon de cacao CCN-51 en estado maduro	120
15	Base de datos de pH de la testa, cotiledón y temperatura de los granos del clon de cacao CCN-51 en estado sobremaduro	121
16	Intensidad del perfil sensorial del clon de cacao CCN-51	122

RESUMEN

El presente estudio tuvo como finalidad determinar la influencia del índice de cosecha óptima del clon de cacao CCN-51 sobre la calidad sensorial del grano, mediante una caracterización física, química y sensorial.

Los parámetros de cosecha de los granos del clon de cacao CCN-51 correspondieron a tres estados de madurez. Las mazorcas pintonas fueron de color violeta con franjas rojizas, las mazorcas maduras, fueron consideradas con cambio de coloración entre 50 a 75 % y las mazorcas sobremaduras fueron aquellas cuyo de coloración fue superior al 75 % de color amarillo.

Las muestras de las almendras fueron recolectadas con tres estados de madurez (pintón, maduro y sobremaduro) y fermentados en cajones de madera por siete días, evaluándose parámetros físicos en la testa y cotiledón del grano (sólidos solubles) y químicos (pH y acidez) cada 12 horas de fermentación. El secado de los granos para todos los tratamientos fue de 6 días y se evaluaron los parámetros de porcentaje de fermentación. Para la evaluación sensorial se obtuvo el licor a partir de los granos secos y se trabajó con tres ensayos experimentales.

En el ensayo I, se evaluaron tres estados de madurez (pintón, maduro y sobremaduro) al día 0 de retención. Los resultados señalan un efecto de la madurez en la calidad sensorial del grano, es decir los granos sobremaduros mostraron un puntaje medio en relación a la acidez (4.24), astringencia (4.13), y amargura (4.53).

En el ensayo II, se evaluaron tres estados de madurez con 3 días de retención, donde permitió confirmar los resultados del ensayo anterior, los granos maduros y sobremaduros favorecen una fermentación óptima. Los resultados obtenidos de este ensayo indicaron que el índice de cosecha favoreció a los granos maduros con tres días de retención con puntajes medios de sabor frutal (4.89) y cítrico (3.59).

Finalmente en el ensayo III, los granos fueron cosechados en tres estados de madurez con 6 días de retención. Se observó que el efecto de la retención del grano mejoro el atributo del sabor a cítrico con un puntaje medio (3.83). Por otro lado, el mejor tratamiento correspondió al estado de madurez pintón.

SUMMARY

This study aimed to determine the influence of optimal harvest index clone cacao CCN-51 on the sensory quality of the grain, by physical, chemical and sensory characterization.

Parameters harvest cocoa beans clone CCN-51 corresponded to three stages of maturity. The cobs were pintonas with reddish violet bands, the mature ear, were considered to discoloration from 50 to 75% and the ears were those whose overripe staining was greater than 75% yellow

Samples of the beans were harvested three stages of maturity (ripening fruit, ripe and overripe) and fermented in wooden crates for seven days, evaluating physical parameters in the seed coat and cotyledon (soluble solids) and chemical (pH and acidity) every 12 hours of fermentation. The drying of the beans for all treatments was 6 days and the fermentation parameters were evaluated .percentage. For sensory evaluation liquor is obtained from the dried grains and worked with three experimental trials.

In Study I, three states of maturity (ripening fruit, ripe and overripe) at day 0 retention were evaluated. The results show an effect of maturity on the sensory quality of the grain, i.e. overripe beans showed a mean score in relation to acidity (4.24), astringency (4.13), and bitterness (4.53)

In Study II, three states of maturity were assessed with 3 day retention where possible to confirm the results of the above test, the mature and over mature grains promote optimal fermentation. The results of this trial indicated that the rate of harvest ripe grains favored retaining three days with mean scores of fruit flavor (4.89) and citric (3.59).

Finally, in Study III, the grains were harvested at three stages of maturity with 6 days of retention. It was observed that the effect of the improved grain retention citrus flavor attribute with a mean score (3.83). Furthermore, the best treatment penton state corresponded to maturity.

I. INTRODUCCIÓN

El cultivo del cacao en el Perú al 2013 alcanzó una producción de 71,431 toneladas, lo que generó alrededor de 6.9 millones de jornales anuales, y se estima un incremento del 11,000 nuevas hectáreas el presente año. La producción de cacao en el país depende básicamente de los pequeños productores, donde se benefician de manera directa más de 45,000 familias, y de forma indirecta 225,000 personas, ubicadas en diversas regiones como San Martín, Ucayali, Tumbes, Huánuco, entre otras (MINAG, 2014).

En la Región San Martín el clon CCN-51 debido a su alto rendimiento y resistencia a las enfermedades como ha quedado demostrado principalmente en el Ecuador, representa una actividad económica atractiva y de exportación al mercado europeo. En la Provincia de Juanjui, la Cooperativa de Productores Cacaoteros – ACOPAGRO cuenta con el clon dentro de sus cultivos entre sus asociados.

En tal sentido, el presente estudio trata de determinar el índice de cosecha más adecuado del clon CCN-51, a fin de obtener los mejores valores sensoriales que asegure una buena calidad del producto con fines de exportación a mercados exigentes en calidad.

El método no destructivo es la práctica más usada para la determinación de índice de cosecha en el cacao, se fundamenta en el cambio de la coloración externa de la mazorca, siendo característico para cada variedad; así los frutos verdes se tornan amarillos al madurar y los de color rojo tornan un color anaranjado o rojo oscuro cuando están maduros. En algunos casos el cambio de color no es suficiente, por lo que es común golpear las mazorcas con los dedos, estableciéndose que los frutos maduros producen un sonido característico, debido a que los granos y la pulpa se desprenden de las paredes (Ramos et al., 1993) citado por (Sánchez, 2007).

Sin embargo, se ha observado que los agricultores de la región tienen dificultades para determinar índices de cosecha adecuados en el cacao. Esta práctica inadecuada de cosechar frutos inmaduros ha ocasionado efectos negativos porque da origen a granos deficientemente fermentados, por no tener la pulpa suficiente cantidad de azúcar para inducir una transformación satisfactoria; coloración deficiente de los

cotiledones; rendimientos bajos en el cacao seco, aunque el principal problema, ocasionado por la cosecha inmadura, es la pérdida de grasa, la cual es del orden del 50 % si la mazorca es cosechada 45 días antes de alcanzar la madurez.

La cooperativa cacaotera ACOPAGRO, va ganando mercado y posicionamiento a nivel internacional, en consecuencia hay un mayor compromiso de afianzar la calidad del cacao, por tanto, se ve en la imperiosa necesidad de realizar estudios de índices de cosecha adecuados, para las variedades de cacao sembrados por los socios, para incrementar la calidad del producto.

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

Por lo tanto, el estudio parte del supuesto: el control de la madurez de las mazorcas, el tiempo de retención al desgrane, el tiempo de fermentado y determinadas influencias del clon de cacao CCN51, podría mejorar la calidad física y sensorial.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 General

- Determinar el índice de cosecha óptimo del clon CCN-51 sobre la calidad sensorial del grano.

1.1.2 Específicos

- Evaluar la influencia del índice de cosecha del clon de cacao CCN-51 sobre las características físicas y químicas del grano fresco y seco
- Evaluar la influencia del índice de cosecha del clon de cacao CCN-51 sobre la calidad sensorial de la pasta de cacao.

II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1 EL CACAO

El cacao (*Theobroma cacao* L.) es una planta tropical domesticada por las culturas prehispanas mesoamericanas, que lo llamaban “alimento de los dioses”. *Theobroma cacao* es el nombre griego para el árbol del cacao o cacaotero. El fruto del cacaotero comúnmente llamado “mazorca de cacao”, es una baya elíptica de color amarillo, rojo, morado o café que puede alcanzar una longitud de 15 a 25 cm y un peso entre 200 g y 1 kg. Cada fruto contiene entre 30 a 40 semillas, con cotiledones de color blanco, púrpura o marrón-rojizo dependiendo del genotipo. Las semillas se encuentran envueltas en una pulpa y mucílago muy húmedo, blanco y dulce; razón por la cual al cacao fresco o recién extraído de la “mazorca” se le denomina “cacao en baba” (Llamas, 2007) citado por (Rodríguez, 2011).

Enríquez (1985) describe que de acuerdo con los estudios de Pound, Cheesman y otros, el cacao es originario de América del Sur, en el área del Alto Amazonas, que comprende países como Colombia, Ecuador, Perú y Brasil. Es en este último lugar donde se han encontrado la mayor variabilidad de la especie.

2.1.1 Taxonomía del cacao

El género *Theobroma* de la familia Sterculiaceae está integrado por 22 especies reportadas en el mundo y 17 de éstas se encuentran en Suramérica donde existe la mayor diversidad, por lo que se supone que es el centro de diversificación y origen (González et al., 2007). Sin embargo, solo algunas han sido cultivadas y solo el *Theobroma cacao* L. ha sido ampliamente descrita taxonómicamente. Esta especie presenta la mayor distribución geográfica en Centroamérica. De las 22 especies citadas, actualmente la más conocida es *Theobroma cacao* L. por su importancia económica al ser utilizada para la elaboración de chocolate y otros productos

derivados (Rondon et al., 2005) citado por (Rodríguez, 2011) como se observa en el Cuadro N° 01.

Cuadro N° 01. Clasificación taxonómica del cacao

Reino	Plantae (plantas)
Subreino	Tracheobinta (plantas vasculares)
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Orden	Malvales
Familia	Sterculiaceae
Género	Theobroma
Especie	Cacao

Fuente: Bustamante y Ramírez (2010).

2.1.2 La planta de cacao

El cacao es una planta que puede alcanzar de 15 a 20 metros de altura, logrando aproximadamente su máximo desarrollo hacia la edad de 30 años. (Figura N° 01).

Su sistema radical consiste en una raíz pivotante de rápido crecimiento y seis series de raíces secundarias laterales de desarrollo horizontal. A la edad de 10 años se considera que ha completado su desarrollo, con una raíz pivotante cuya longitud es de 1 a 2 metros (Malespin, 1982).



Figura N° 01. Planta de cacao CCN-51 (Elaboración propia)

2.1.2.1 Partes de la planta de cacao

Según Navarro (2006) la planta de cacao es de tamaño mediano, aunque cuando crece libremente bajo sombra intensa, puede alcanzar hasta 20 metros. Tiene un tronco recto que puede desarrollarse de formas muy variadas, según las condiciones ambientales. Por lo general, el cacao tiene su primera horqueta cuando alcanza un metro y medio de altura; en este punto, se desarrollan de 3 a 6 ramas principales a un mismo nivel, estas ramas forman el piso principal del árbol y se distinguen de los demás por ser la parte más productiva de la planta

Cuando la planta crece libremente forma otra horqueta más arriba, llegando a formar varios pisos que provocan una baja producción y dificulta la recolección de los frutos. (Figura N° 02).

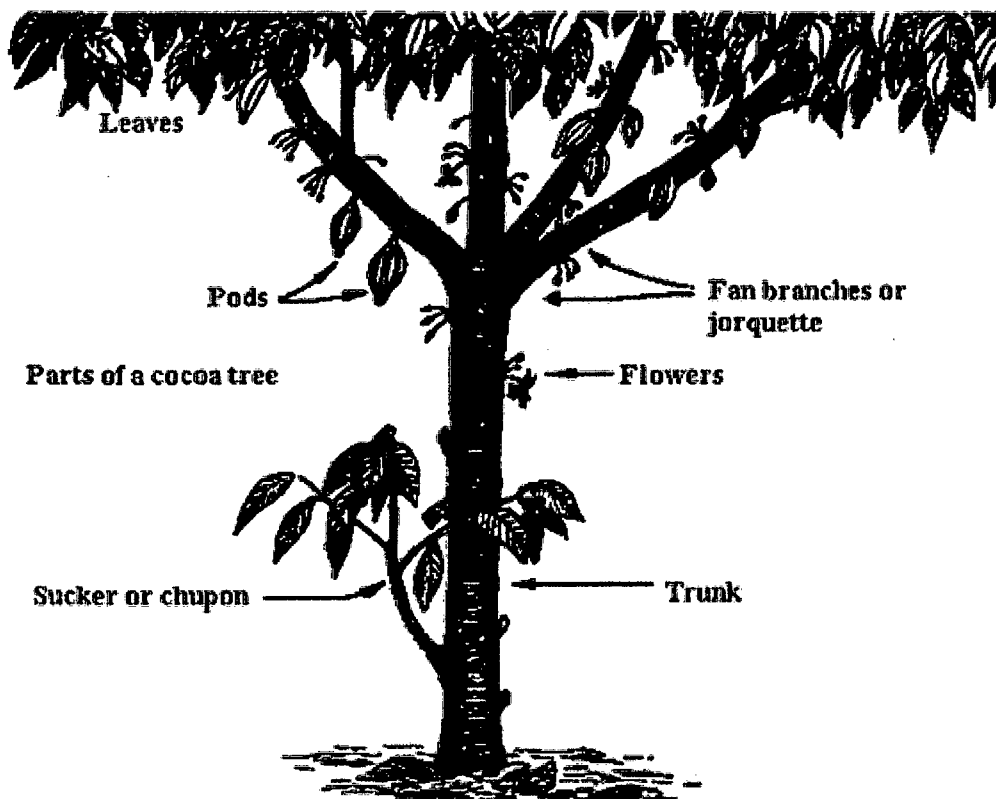


Figura N° 02. Planta adulta de cacao y sus partes (Sutherland, 2009) citado por (Egas, 2010)

La planta de cacao tiene una raíz principal, que crece a más de un metro de profundidad y sirve para sostener a la planta. También tiene muchas raíces secundarias que se encuentran distribuidas alrededor del árbol y a poca profundidad. Estas raíces son las que se encargan de agarrar los nutrientes del suelo. (Figura N° 03).

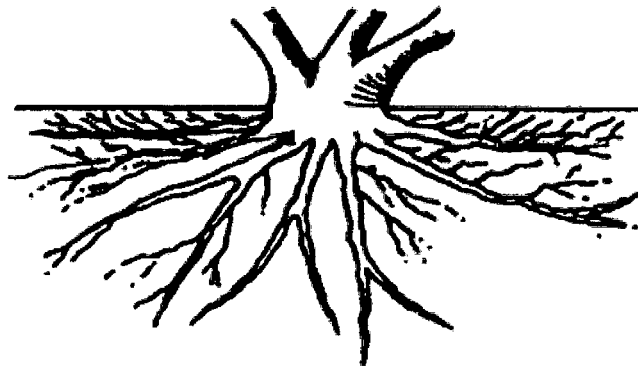


Figura N° 03. Raíz de planta clonal de cacao (Vera et al. 1993)

Las hojas de la planta son de forma alargada, medianas y de color verde, algunas plantas tienen las hojas tiernas y de diferentes colores que pueden ser: café claro, verde pálido, morados o rojizos, según la variedad del cultivo. La hoja está unida a la rama por un tallito conocido como pecíolo o pinzote donde se encuentra un abultamiento llamado yema que origina ramas que se usan para realizar injertos. (Figura N° 04)



Figura N° 04. Hojas de una planta de cacao CCN-51 (Elaboración propia)

Las flores nacen en grupos pequeños llamados cojines florales y se desarrollan en el tronco y ramas principales. Las flores salen donde antes hubieron hojas y siempre nacen en el mismo lugar; por eso, es importante no dañar la base del cojín floral para mantener una buena producción. De las flores se desarrollan los frutos o mazorcas con ayuda de algunos insectos pequeños (Figura N° 05).



Figura N° 05. Flores de una planta de cacao CCN-51 (Elaboración propia)

Los frutos tienen diferentes tamaños, colores y formas según las variedades. Generalmente tienen un tamaño de 12 pulgadas de largo y 4 pulgadas de ancho y contienen entre 20 o 40 semillas. La pulpa puede ser blanca, rosada o café, olorosa y con sabor variado entre ácido y dulce (Figura N° 06).



Figura N° 06. Frutos de cacao CCN-51 (Elaboración propia)

Las semillas están dentro de las mazorcas y son planas o redondeadas, de color blanco, café o morado. Están ubicadas en cinco hileras dentro del fruto (Figura N° 07).



Figura N° 07. Semillas de cacao CCN-51 (Elaboración propia)

2.1.3 Variedades de cacao

Johnson et al. (2008) clasifica el cacao en 3 variedades:

- **Criollos:** Los cacaos criollos tienen las siguientes características o tipificaciones: mazorcas cilíndricas, con diez surcos profundos simple o bien en cinco pares, cáscara verrugosa, que puede ser delgada o gruesa, con una ligera capa lignificada en el centro del pericarpio con o sin depresión en el cuello, puntas agudas en cinco ángulos, rectas o recurvadas. El color de la mazorca puede variar de un color verde hasta rojo, con semillas blancas o ligeramente pigmentadas, que pueden tener una forma cilíndrica u ovalada.

Los árboles usualmente son más bajos y menos robustos que el de las otras variedades, con copa redonda, hojas pequeñas y ovaladas de un color verde

claro, gruesas y con mayor susceptibilidad a la mayoría de las enfermedades. Las flores son de pedicelos cortos y las estaminoides y líneas guías de los pétalos son rosado claro, las espátulas de los pétalos son de forma y color muy variables.

Entre los criollos reconocidos está el Criollo de Nicaragua o Cacao Real, cuya característica más sobresaliente en esta variedad es la frecuencia de los colores rojos intensos en las mazorcas y un cuello de botella, aunque también se encuentran también formas angoletas pero siempre está presente la punta recurvada o recta, siendo las demás características similares a los otros criollos, ya en Nicaragua solo en Chinandega (Occidente), Valle Menier y otras pocas localidades se encuentran plantaciones o árboles aislados de esta variedad

- **Forasteros:** Característicamente esta variedad tienen mazorcas ovoides, amelonadas con diez surcos superficiales o profundos, cáscaras lisas o ligeramente verrugosas, delgadas o gruesas con una capa lignificada en el centro del pericarpio, con los dos extremos redondos y a veces con un pequeño cuello de botella en la base. Las mazorcas son generalmente verdes con tonos blanquecinos o rosado tenue en algunas poblaciones, semillas moradas, triangulares en corte transversal, aplanadas y pequeñas.

Los árboles son más vigorosos y de mayor fuste, con un follaje más grande y de color intenso y más tolerante a las enfermedades que las variedades criollas. Las flores tienen estaminoides y las líneas guías de los pétalos son de color morado.

- **Trinitario:** Poblaciones híbridas de cruzamientos espontáneos de criollos y amelonados, tienen características de mazorcas y semillas muy similar o en forma intermedia entre los dos grupos de cacaos de los cuales se originan.



Figura N° 08. Variedades de cacao (Navarro, 2006).

2.1.3.1 Identificación de clones

Según Malespín (1982) para identificar y describir clones de cacao utilizando los caracteres de la mazorca se utilizan los siguientes criterios:

- **Color:** Antes de la madurez el color de la mazorca puede ser verde, rojo-violeta y verde parcialmente pigmentado de rojo-violeta. Los Forasteros Amazónicos presentan siempre mazorcas verdes; los Criollos y Trinitarios poseen color rojo o verde. Al alcanzar la mazorca su madurez, de color verde pasa a amarillo y el rojo-violeta a anaranjado.
- **Tamaño:** es determinado por su longitud y su diámetro. Este varía entre 10 a 30 cm y de 7 a 12 cm respectivamente.
- **Forma:** Está determinado por su longitud y su diámetro y por la forma de los extremos. En base a la forma del fruto se distinguen los tipos: Angoleta, Cundeamor, Amelonado y Calabacillo.
- **Angoleta:** Presenta mazorca alargada, puntiaguda en el extremo, base angosta con cuello de botella, surcos muy profundos y superficie muy verrugosa. (Figura N° 09)



Figura N° 09.Cacao Angoleta (Lérido, 2009).

- **Cundeamor:** Presenta mazorcas ovalada, puntiaguda en el extremo, base angosta con cuello de botella, surcos profundos y superficie muy verrugosa (Figura N° 10).



Figura N° 10. Cacao Cundeamor (Lérido, 2009).

- **Amelonado:** Presenta mazorca regularmente ovalada, redondeada en el extremo, con o sin constricción en la base, diámetro inferior a la mitad de la longitud, surcos poco marcados, superficie lisa o suavemente verrugosa. (Figura N° 11)



Figura N° 11.Cacao Amelonado (Lérido, 2009)

- **Calabacillo:** Presenta mazorcas de forma redondeada, de diámetro superior a la mitad de la longitud, de superficie lisa y de surcos poco profundos. (Figura N° 12)



Figura N° 12. Cacao Calabacillo (Lérido, 2009)

2.1.4 CACAO CCN-51

Según Quiroz (2010) citado por Bustamante (2010), afirma que el CCN-51 es el resultado de la combinación de tres clones, de los cuales dos son amazónicos (ICM-67 y Canelo), y del ICS-95 (Trinitario) y en donde el ICS-95, proviene de un amazónico criollo. Esto nos muestra que el CCN-51 no es un trinitario ya que las cualidades intrínsecas del ICS no fueron heredadas por el CCN-51.

Sánchez (2012) destaca las siguientes características principales:

- ✓ En primer lugar se destaca su altísima productividad que llega en muchas haciendas a superar los 2,300 kg (50 quintales de 45 kg) por hectárea.
- ✓ Excelente índice de mazorca (17.6 mazorcas /kilo) 8 mazorcas/libra de cacao seco, en comparación con el índice promedio de 24.6 mazorca/kilo) 12 mazorcas/libra.
- ✓ Excelente índice de semilla: 1.45 gramos/semilla seca y fermentada comparado con el índice promedio de 1.2 gramos/semilla seca
- ✓ Alto índice de semilla por mazorca: que es de 45 semillas, mucho más alto que el promedio normal de 36 semillas por mazorca.
- ✓ El CCN-51 se caracteriza por ser un cultivar precoz pues inicia su producción a los 24 meses de edad.
- ✓ Es una planta de crecimiento erecto pero de baja altura lo que facilita y abarata las labores agronómicas tales como poda y cosecha entre otras.
- ✓ Es tolerante a la “Escoba de Bruja” enfermedad que ataca a la mayoría de variedades de cacao destruyendo gran parte de su producción.
- ✓ Es un clon auto compatible, es decir no necesita de polinización cruzada para su adecuado fructificación tal como la mayoría de clones.
- ✓ Adaptabilidad: es un clon cosmopolita que se adapta a casi todas las zonas tropicales desde el nivel del mar hasta los 1000 sobre el nivel del mar
- ✓ Alto porcentaje de manteca (54%) lo que lo hace muy cotizado por las industrias
- ✓ Calidad del cacao: con un buen manejo post cosecha el CCN-51 es de primera calidad para exportación
- ✓ Excelente precio: debido a la calidad del grano y a su alto contenido de manteca el CCN-51 se cotiza en el mercado internacional con premios de hasta \$100 sobre la Bolsa de New York (González et al. 2009).

El clon CCN-51 es una planta de 5 a 6 m de altura, de arquitectura buena. El sistema radicular es fasciculado con 3 a 4 raíces principales, posee un tallo, de donde emergen las ramas (de tres a cinco), a la altura de un metro, con crecimiento lateral que forma la horqueta; tienen tantos gametos masculinos como femeninos. El fruto es

una baya, que se conoce como mazorca. Las mazorcas se encuentran distribuidas desde la parte basal hasta la parte superior del árbol, la mazorca es de color rojo con contenido medio alto de mucilago. Generalmente contiene en su interior de 35 a 45 granos de forma aplanada, de 2.4 cm de longitud, recubiertos por pulpa dulce y ligeramente ácida. La producción de cacao seco por hectárea es de 23 quintales (Agama, 2005) citado por (Campoverde, 2010).

2.1.4.1 Factores para el desarrollo del cultivo del cacao clon CCN-51.

a) Factores climáticos

Temperatura

Crespo y Crespo (1997) citado por Bustamante y Ramírez (2010) comenta que se necesita un clima caliente y húmedo con temperatura promedio anual de 23 °C a 26 °C La temperatura determina la formación de flores. Cuando ésta es menor de 21 °C la floración es menor que a 25 °C, donde la floración es normal y abundante (Enríquez, 2004) referido por (Bustamante, 2010).

Agua

Crespo y Crespo (1997) y Enríquez (2004) citado por Bustamante y Ramírez (2012) coinciden en que los requerimientos de agua oscilan entre 1,500 y 2,500 mm en las zonas bajas más calientes y entre 1,200 y 1,500 mm en las zonas más frescas o los valles altos.

Viento

Enríquez (2004) citado por Bustamante (2012) señala que los vientos continuos pueden provocar un desecamiento, muerte y caída de las hojas. Por ello en las zonas costeras es preciso el empleo de cortavientos para que el cacao no sufra daños. Una velocidad de viento mayor de los 4 m/s, es perjudicial para el cacao,

puesto que la evapotranspiración es muy rápida y por lo general las hojas se secan y mueren.

Sombreamiento

Ormaña (2009) citado por Bustamante (2010) indica que el cacao es un cultivo umbrófilo. El objetivo del sombreamiento al inicio de la plantación es reducir la cantidad de radiación que llega al cultivo para reducir la actividad de la planta y proteger el cultivo de los vientos que la puedan perjudicar. Cuando el cultivo se halla establecido se podrá reducir el porcentaje de sombreo hasta un 25 o 30%. La luminosidad deberá estar comprendida más o menos al 50% durante los primeros 4 años de vida de las plantas, para que alcancen un buen desarrollo y limiten el crecimiento de las malas hierbas.

Luminosidad

Pastorelly, et al. (2006) citado por Bustamante (2010), señala que la radiación solar influye en el crecimiento y fructificación del cacao, en las zonas productivas del país es necesario el brillo solar en cantidad de 800 a 1000 horas/año.

Altura

Pastorelly, et al. (2006) citado por Bustamante (2010), indica que las condiciones anteriores para el desarrollo del cultivo han concentrado las plantaciones a un área bastante específica (...), que va desde el nivel del mar hasta su "límite frío" a unos 1,300 m.s.n.m., pero su desarrollo se ve muy limitado. Por lo general se observa una adaptación hasta unos 500 m.s.n.m.

Humedad relativa

Pastorelly, et al. (2006) citado por Bustamante (2010), señala que el promedio porcentual óptimo de humedad es de 75%.

b) Factores edáficos

Ormaña (2009) citado por Bustamante (2010), manifiesta que el cacao CCN-51 requiere suelos muy ricos en materia orgánica, profundos, franco arcillosos, con buen drenaje y topografía regular. El factor limitante del suelo en el desarrollo del cacao es la delgada capa húmica. Esta capa se degrada muy rápidamente cuando la superficie del suelo queda expuesta al sol, al viento y a la lluvia directa. Las plantaciones están localizadas en suelos que varían desde arcillas pesadas muy erosionadas hasta arenas volcánicas recién formadas y limos, con pH que oscilan entre 4.0 y 7.0. Se puede decir que el cacao es una planta que prospera en una amplia diversidad de tipos de suelos.

Crespo y Crespo (1997) citado por Bustamante (2010), afirma que la ramilla del CCN-51 se desempeña bien en suelos fértiles bien drenados con una profundidad efectiva mínima de 60 cm, y con un nivel freático por debajo de 1.00 m de la superficie.

2.1.4.2 Propagación

Anecacao y Corpei (2007) y Pastorelly et al. (2006) citado por Bustamante (2010), coinciden en afirmar que los materiales de siembra y propagación son los siguientes:

- ✓ El cacao se propaga sexual (por semilla) y asexualmente (injertos y ramillas). Los viveros se emplean para multiplicar y manejar grandes cantidades de plantas.

- ✓ Las fundas para sembrar el cacao deben ser de polietileno negro con perforaciones en el fondo para el excedente del agua. Deberán llenarse con un sustrato de abono orgánico, fertilizante completo y arena. El arreglo de las fundas dentro del vivero se lo hará en camas bien alineadas.

- ✓ Antes de la siembra de semillas o la colocación de ramillas, las fundas deben ser regadas completamente, para posibilitar la germinación o enraizamiento del material colocado. El cuidado fitosanitario del vivero debe ser constante y proteger las plántulas con aspersiones de una solución fungicida a base de cobre.

- ✓ **Multiplicación sexual**

Anecacao y Corpei (2007) y Pastorelly et al (2006) citado por Bustamante (2010) coinciden en afirmar que consiste en sembrar directamente en el campo las semillas seleccionadas, sin embargo este proceso acarrea mayores cuidados a las plántulas por la alta mortalidad que se presente en campo, lo cual aumenta costos. Para obviar esto, se recomienda hacer viveros y trasplantarlas cuando estas tengan vigor suficiente. Es importante trasplantar antes de que las raíces salgan de la funda. Cuando se siembra directamente, se debe colocar una sola semilla por sitio.

- ✓ **Multiplicación asexual**

Anecacao y Corpei (2007) y Pastorelly et al (2006) citado por Bustamante (2010) coinciden en afirmar que existen tres métodos de propagación asexual: por injertos, por ramillas y propagación in vitro.

El cacao CCN - 51, se propaga comúnmente por ramillas. El procedimiento consiste en seleccionar las ramillas de plantas que presentan buenas características. Las ramas a escoger para obtener ramillas deben presentar un color pardo (verde oscuro o café). Con una tijera de podar se cortan las ramillas las primeras horas del día, y se las lleva hasta el sitio de propagación y se las sumerge en agua. Luego con las tijeras se cortan las hojas en sus dos terceras partes. Con una navaja afilada se hace un corte bisel en la base de la ramilla 4 cm debajo de la hoja inferior, se debe dejar entre 3 y 4 hojas por ramilla.

Inmediatamente, se aplica la hormona enraizante en polvo (auxinas). Todas las ramillas deben ser sembradas en posición inclinada, y en el mismo sentido.

2.2 EL FRUTO DEL CACAO CCN-51

El fruto de cacao, *Theobroma cacao* L., denominado comúnmente mazorca, consiste en una cáscara relativamente gruesa que encierra un número muy diverso de semillas, entre 20 y 50, dispuestas normalmente en cinco hileras y sumergidas en una pulpa mucilaginosa de color blanco y sabor azucarado (Braudeau, 1970) citado por (Graziani, 2002). En la Figura N° 13 se indica el cacao en corte longitudinal.

El número de semillas (NS) dependen de la fecundación individual de los ovarios, estando el máximo controlado por el número de óvulos por ovario, que es un carácter muy constante (Enríquez y Soria, 1966) citado por (Graziani, 2002).

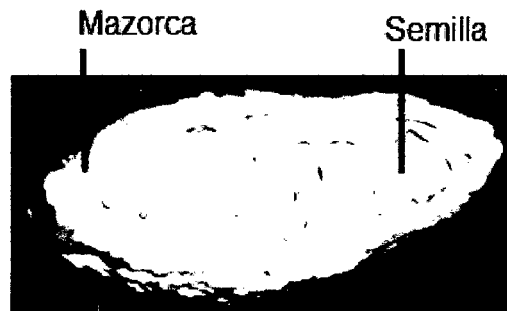


Figura N° 13: Corte longitudinal del cacao CCN-51 (Elaboración propia)

La forma, el tamaño y color del fruto (CF), atributos de interés de identificación y descripción de los clones y cultivares, varían según el tipo de cacao. La forma está determinada por la relación entre el largo (LF) y el ancho (AF) y por la configuración de los extremos; el apical puede terminar o no en un estrangulamiento en forma de cuello de botella y el basal puede ser más o menos acuminado, siendo casi esférico en los calabacillos, alargado y puntiagudo en los cundeamor y angoleta y oval en los amelonados

El tamaño de la mazorca del largo, que oscila de 10 a 30 cm y del ancho que puede ser de 7 a 9 cm. El CF es también muy diverso, presentado los frutos inmaduros color verde, rojo violeta o parcialmente pigmentados de rojo violeta y al madurar el color verde pasa a amarillo y el rojo violeta a anaranjado, persistiendo la fermentación en algunos casos (Braudeau, 1970) citado por (Graziani, 2002).

La mazorca está unida al tronco del árbol por un pedúnculo grueso. El tiempo desde la fecundación hasta la madurez fisiológica de una mazorca es alrededor de 180 días (ANECACAO, 2006) citado por (Ayala, 2008).

El fruto está sostenido por un pedúnculo leñoso, que el resultado de la maduración del pedicelo de la flor. Cuando ha madurado el fruto es difícil encontrar la zona de abscisión, que es tan clara en el pedicelo de la flora (Enríquez, 1985).

El fruto, posee un mesocarpio liso o arrugado con 5 carpelos y de diversos colores al madurar (rojo, amarillo, morado y café) (Mata, 2006).

Vera (1993) comenta que al hacer un corte transversal del fruto (Figura N° 14) aparecen las siguientes partes: el epicarpio (exocarpio) de color verde, amarillo, rojizo o morado, formado por tejido epidérmico que contiene compuestos antiocianicos. El mesocarpio, de consistencia carnosa y de color amarillento, está compuesto por tejido parenquimático y finalmente, una capa interna llamada endocarpio, constituida por un tejido de consistencia más leñosa que las anteriores.

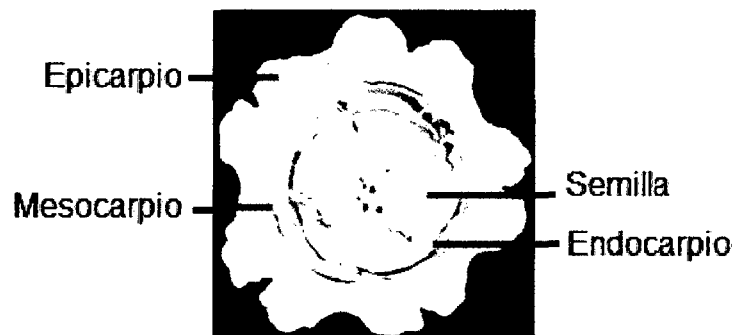


Figura N° 14. Corte transversal del fruto de cacao CCN-51 (Elaboración propia)

2.2.1 Formación del fruto

Jhonson et al. (2008) describe que en general el cacao se poliniza por medio de insectos, se han identificado algunas mosquitas del género *Forcipomyia* y algunos otros insectos en menos cuantías que actúan como polinizadores. La polinización no es un factor limitante en la producción, si no que al revés, usualmente hay un número en exceso de mazorcas fecundadas, esto es controlado por un fenómeno que hace que algunas mazorcas se marchiten formando el “cherelle wilt” o frutos marchitos, esto regula el número de frutos en el árbol. En casos en que existe una buena cantidad de mazorcas desarrollándose en el árbol, la floración tiende a disminuir y en algunos casos la floración se suspende por completo.

El fruto del cacao es como en otras especies el resultado de la maduración del ovario una vez fecundado, este fruto esta sostenido por un pedúnculo leñoso que es el resultado de la maduración de los pedicelos de la flor. Cada fruto puede tener un número muy variable de semillas pues esto está en dependencia de la fecundación de cada ovario, aunque cada árbol sólo puede tener un máximo debido al número de óvulos que es constante en cada uno. El mínimo de semillas puede ser de una, pero en general se estima que una mazorca normal crece cuando se han fecundado por lo menos el 25 % de los óvulos.

2.2.2 Maduración del fruto

Cepeda (1987) comenta que el término de maduración se utiliza independientemente para designar el estado de un fruto para ser recolectado y para que el fruto cumpla con las características exigidas por el consumidor. Es condición fundamental, para poder llevar a cabo una buena conservación y transformación de productos de calidad, recolectar en un estado de madurez óptimo.

El tiempo de maduración del fruto varía entre los genotipos y también es afectado por el estado del medio ambiente. Para genotipos pueden existir variaciones

de 5 a 7 meses o sea 150 a 210 días, mientras que la regla ambiental es, entre más cálido y húmedo más rápido maduran los frutos (Jhonson et al., 2008).

El proceso de maduración es la etapa más importante y compleja del desarrollo de la fruta. Esta etapa puede dividirse en dos fases: la fase de maduración fisiológica y la de maduración organoléptica. Además otro término empleado en el mercado es la madurez comercial siendo aquel estado fisiológico que los compradores exigen de la fruta (Rodes, 1971) citado por (Angón, 2006).

Maduración fisiológica. La madurez fisiológica suele iniciarse antes que termine el crecimiento celular y finaliza, más o menos, cuando el fruto tiene las semillas en disposición de producir nuevas plantas. La evolución de la madurez fisiológica solo se complementa adecuadamente cuando el fruto se encuentra en la planta.

Maduración organoléptica. La maduración organoléptica hace referencia al proceso por el cual las frutas adquieren las características sensoriales que las define como comestibles. Por lo tanto, se trata de un proceso que transforma un tejido fisiológicamente maduro pero no comestible en otro visual, olfatorio y gustativamente atractivo (Leopold y Friedemann, 1975) citado por (Angón, 2006). Aunque el resultado difiere significativamente, la maduración organoléptica se puede completar tanto en la planta como una vez que la fruta ya se ha recolectado. En general, esta etapa es un proceso que comienza durante los últimos días de la maduración fisiológica y que irreversiblemente conduce a la senescencia de la fruta.

Madurez comercial. La madurez comercial hace referencia al momento adecuado de proceder a la recolección de un producto destinado a un fin concreto, al objeto de que cumpla las exigencias de mercado. En el grado de madurez comercial óptima, el producto debe tener los índices de madurez adecuada para el consumidor (por ejemplo debe encontrarse organolépticamente maduro, en el caso de los frutos no climatéricos, como las naranjas) o ser capaz de alcanzarla.

Generalmente la madurez comercial guarda escasa relación con la madurez fisiológica y puede coincidir con cualquier etapa del proceso de desarrollo (maduración fisiológica, maduración organoléptica o senescencia).

2.2.3 Color

La coloración del cotiledón es un carácter típico genético que está asociado al tipo de cacao. Puede variar del tipo blanco (criollo), hasta el bien pigmentado (forastero), con diferentes tonalidades y distribución de colores. El cacao presenta el fenómeno de la Xenia en la coloración del cotiledón (Enríquez, 1985).

López (2003) indica que el cambio de color es el síntoma externo más evidente de la maduración y se debe, en primera instancia, a la degradación de la clorofila (desaparición del color verde) y a la síntesis de los pigmentos pigmentos específicos de la especie.

En estado de madurez, los colores básicos del fruto son amarillo claro a rojo anaranjado, que corresponden a los colores verde y morado en estado inmaduro respectivamente (Suarez et al. 1993) citado por (Osorio, 2010).

2.2.4 Respiración

Kader (1992) describe que la respiración es el proceso mediante el cual reservas orgánicas (carbohidratos, proteínas, grasas) son degradados a productos finales simples con una liberación de energía. El oxígeno (O_2) es usado y el bióxido de carbono (CO_2) es producido en este proceso. La pérdida de las reservas de material orgánico en el producto durante la respiración significa: 1) una aceleración de la senescencia conforme las reservas que mantienen vivo al producto se agotan, 2) una reducción en el valor nutritivo (valor energético) para el consumidor, 3) pérdida en la calidad de sabor, especialmente la dulzura, y 4) pérdida de peso seco vendible (especialmente importante para productos destinados a la deshidratación). La energía liberada como calor, conocida como calor vital, afecta las consideraciones en el uso de tecnología postcosecha, así como los requerimientos de enfriamiento y ventilación.

Civello (2010) comenta que la respiración es un proceso por el cual ciertos materiales orgánicos (Cuadro N° 02) de reserva son oxidados generando energía y calor. La pérdida de reservas implica:

- ✓ Pérdida de peso vendible
- ✓ Reducción del valor energético
- ✓ Disminución de la calidad organoléptica
- ✓ Producción de calor y aceleración de la senescencia.

La tasa de deterioro de los productos es en general, proporcional a la tasa respiratoria.

2.2.5 Climaterio

Castello (1991) citado por Chirinos (1996), define climaterio al periodo durante el cual ciertos frutos inician una serie de cambios bioquímicos a causa de la producción autocatalítica del etileno. Esto determina el paso de la fase de crecimiento a la fase de senectud del fruto, con el consecuente aumento de la respiración y sucesiva maduración.

- ✓ Frutos climatéricos

Para Castello (1991) citado por Chirinos (1996), los frutos climatéricos (manzana, pera, duraznos, etc.) son aquellos que permiten un control en la velocidad de disminución de la actividad respiratoria, lo que hace a este tipo de frutos aptos para su conservación artificial.

Según Westwood (1982) citado por Chirinos (1996), los frutos climatéricos (manzana, pera, durazno, etc.) presentan un periodo estable de cierta maduración entre la madurez fisiológica y el máximo de intensidad respiratoria (el climaterio) que marca el comienzo de la maduración.

✓ Frutos no climatéricos

Según Castello (1991) citado por Chirinos (1996), los frutos no climatéricos (cerezas, uva y ciertos agrios, etc.) presentan un modelo de respiración sustancialmente diferente. Estos frutos después de la recolección su actividad respiratoria disminuye rápidamente siendo difícil de aminorar dicha velocidad decreciente por medios artificiales con objeto de conservarlos.

Por otra parte Westwood (1982) citado por Chirinos (1996), define fruto no climatérico (pequeños frutos y cerezos), aquellos que no presentan un desfase claramente apreciable entre los procesos de maduración fisiológica y de consumo. En estos tienen lugar una secuencia de ambos procesos sin distinción clara entre ellos.

En el Cuadro N° 02 se muestra la clasificación de frutos climatéricos y no climatéricos.

Cuadro N° 02: Clasificación de frutos en función del comportamiento respiratorio durante la maduración.

Clasificación de frutos en función del comportamiento respiratorio durante la maduración			
FRUTOS CLIMATÉRICOS		FRUTOS NO CLIMATÉRICOS	
Manzana	Pera	Zarzamora	Cereza
Damasco	Caqui	Pepino	Berenjena
Palta	Tomate	Frutilla	Frambuesa
Banana	Sandía	Naranja	Pomelo
Arándano	Higo	Lima	Limón
Chirimoya	Mango	Aceituna	Ananá
Kiwi	Papaya	Pimiento	Litchi
Nectarinas	Durazno	Mandarina	Zapallito
Passion fruit		Cacao	Jojoba

Fuente: Civello (2010).

2.3 COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL CACAO

2.3.1 Composición química de la pulpa de cacao

MINIFIE (1989) citado por Navia y Pazmiño (2012) reporta que la pulpa está compuesta por 80 a 90 % de agua y 10 a 13 % de azúcares, además de pequeñas cantidades de ácido cítrico, proteínas y otros componentes con porcentajes menores

La composición de la pulpa es importante porque es a partir de los azúcares contenidos en ella, se inicia el proceso fermentativo (López, 1979) citado por (Navia y Pazmiño, 2012).

El Cuadro N°03 se muestra la composición química y la concentración de carbohidratos, proteínas y compuestos nitrogenados de la pulpa mucilaginosa.

Cuadro N° 03. Composición química de la pulpa de cacao.

Componentes	g/100 g pulpa fresca
Sacarosa	4.35
Glucosa	3.00
Fructuosa	3.80
Nitrógeno total	0.11
Aminoácidos libres	0.15
Proteínas/péptidos	0.57
Amonio	0.02

Fuente: Pettipher (1986) citado por Navia y Pazmiño (2012).

Alvarado et al. (1983) citado por Graziani et al. (2003) señalan una composición en variedades de cacao forastero de Ecuador, valores que variaron en función de la época de cosecha (Cuadro N° 04).

Cuadro N° 04. Composición química de semilla de cacao

Componentes	Rango (%)
Humedad	27.03 a 32.05
Extracto etéreo	49.79 a 52.58
Proteínas	12.04 a 15.91
Cenizas	3.56 a 3.97
Fibra cruda	4.81 a 9.22

Fuente: Graziani et al. (2003)

2.3.2 Composición química de los nibs y cáscara de cacao

Wakao (2002) citado por Navia y Pazmiño (2012) comenta que la composición química de los granos de cacao depende de varios factores entre los que se pueden citar: tipo de cacao, origen geográfico, grado de madurez, calidad de la fermentación y el secado. El beneficio postcosecha también influye sobre su composición química. Los principales constituyentes químicos del cacao son: agua, grasa, compuestos fenólicos, materia nitrogenada (proteínas y purinas), almidón y otros carbohidratos (Ver Cuadro N° 05).

Cuadro N° 05. Composición química de almendras de cacao fermentadas y secas

Componentes	Fermentado y seco (%)	Cáscara (%)	Germen o Radícula (%)
Agua	5.00	4.50	8.50
Grasa	54.00	1.50	3.50
Cafeína	0.20		
Teobromina	1.20	1.40	
Polihidroxifenoles	6.00		
Proteínas bruta	11.50	1.90	25.10
Mono-oligosacáridos	1.00	0.10	2.30
Almidón	6.00		
Pentosanos	1.50	7.00	
Celulosa	9.00	26.50	4.30
Ácidos carboxílicos	1.50		
Otras sustancias	0.50		
Cenizas	2.60	8.00	6.30

Fuente: Calderón (2002) citado por Navia y Pazmiño (2012).

2.4 BENEFICIO DEL CACAO

Reyes, Vivas y Romero (2000) citado por Sánchez (2007) comentan que el beneficio del cacao como el conjunto de prácticas interrelacionadas que tienen que ver con la transformación biológica que deben sufrir las almendras una vez cosechadas y que permiten la expresión de su potencial organoléptico. Solo así serán aceptadas y valoradas por los procesadores de la industria chocolatera. El beneficio comprende: cosecha, fermentación, secado y almacenado.

Por otro lado Riera (2009), haciendo referencia a Chávez y Masilla (2004), comenta que el beneficio del cacao es un proceso que obedece a los principios básicos de conservación de alimentos y se hace con la finalidad de mejorar la calidad del grano, está determinado por las siguientes etapas, cosecha, quiebra, fermentación, secado y selección.

2.4.1 Cosecha

Enríquez, (1995) citado por Sánchez (2007) afirma que para la cosecha se debe hacer la identificación de las mazorcas maduras de cacao. Estas se identifican por los cambios de coloración externa, que varía dependiendo del tipo o variedad. La cosecha consiste en la recolección de mazorcas maduras y sanas. Usualmente se realiza con intervalos de 15 días para obtener un producto uniforme, aunque en periodos con poca producción, la recolección puede ser mensual.

Chávez y Masilla (2004) citado por Riera (2009) comenta que la cosecha se inicia cuando el fruto o mazorca está maduro. La madurez de la mazorca se aprecia por su cambio de pigmentación: de verde pasa al amarillo o del rojo y otros similares al amarillo anaranjado fuerte o pálido. No obstante, en frutos de coloración roja - violácea muy acentuada el cambio de color puede no ser muy aparente y se corre el riesgo de no cosechar a tiempo las mazorcas que han alcanzado madurez plena. Debido a esta dificultad las mazorcas pueden madurar y germinar.

Recomendaciones para una cosecha exitosa

Riera (2009) precisa que basados en los estudios realizados por Reyes, H., Vivas, J., Romero, A. (2000).

- Hay que evitar la cosecha de frutos verdes. Almendras provenientes de frutos que no han alcanzado la maduración lo cual no permite que los granos se separen y por lo tanto, se apelotonan al picar los frutos.
- Eliminar los frutos enfermos. Granos de frutos enfermos toman una coloración negra, debido a la reacción que se produce con los hongos y a la pérdida, por descomposición del mucílago.
- Debe evitarse cosechar mazorcas sobremaduras. Estos frutos generan almendras sobremaduras, debido a los cambios producto de la germinación de las mismas, que originan compuestos indeseables.

APROCAFA (2007) citado por Bustamante (2010) señala que la cosecha empieza con la recolección de las mazorcas que ya se encuentran maduras (color rojizo o rojo a naranja amarilleado), coloración particular solo del clon CCN-51 una vez tumbadas las mazorcas.

Madurez del fruto.

Quiroz (2010) reporta que para la cosecha, la calidad de la mazorca está dada por varios aspectos, como la adecuada madurez, libre de insectos, enfermedades, de daños, mecánicos, etc. En cambio Enríquez (1985) y López (1987) citado por Quiroz (2010) precisa que las mazorcas deben estar en un estado de madurez tal que permita un óptimo de fermentación, esto quiere decir que no deben estar ni tierna o inmadura, ni muy madura o sobre madura.

Enríquez (1998) comenta haciendo referencia a Chalseri y Dimick (1987); Enríquez, (1985; 1989; 1994; 1996) que si la mazorca es inmadura, ésta aún no ha desarrollado completamente los jugos del hilo o lo que se conoce como baba (mucilago). Al no tener la composición adecuada, se resiste a la fermentación y, digamos que más bien, interfieren con la buena y oportuna fermentación de los otros granos, puesto que los organismos que inicia las fermentaciones, no pueden sobrevivir en ese medio y como no encuentran el estrato adecuado, tienden a desaparecer, provocando un proceso negativo a la fermentación de la mayor parte de la masa.

Sustancias, como los estearatos de las grasas, aumentan durante la maduración de las mazorcas, mientras que otras como los linoleatos van disminuyendo. Si el proceso de fermentación no se cumple en la forma adecuada estas sustancias, que no pueden entrar correctamente en los procesos de transformaciones del desarrollo del sabor a chocolate, interfieren en el sabor final, perjudicando su calidad (Leherian, et al, 1980; Wright, et al, 1982) citados por (Enríquez, 1998).

Si la mazorca es sobremadura, las almendras no tienen la suficiente cantidad de jugos para iniciar la fermentación o algunas semillas están germinando o se encuentran germinadas y por lo tanto perdido todo el potencial de obtener ningún sabor de calidad, aunque pase todo el proceso de fermentación, puesto que uno de los requisitos indispensables para para el desarrollo del sabor a chocolate, es que el embrión muera sin que la semilla haya germinado o sufrido cambios importantes, para dar paso a los proceso que a la larga dañan el sabor y el aroma propia de cada variedad (Enríquez, 1989) citado por (Enríquez, 1998). Bajo estas condiciones esas semilla no sirven para la fermentación, ni para dar sabor al chocolate.

2.4.1.1 Índice de cosecha o de madurez

Westwood (1982) citado por Chirinos (1996) comenta que el índice madurez es el inicio o señal para ver el grado de madurez que ha alcanzado un fruto durante el proceso de maduración. De igual manera el mismo Chirinos (1996) haciendo

referencia a Gay (1991) complementa argumentando que los índices de madurez comprenden medios de identificar el momento más preciso para efectuar la recolección.

Morales (1984) citado por Chirinos (1996) define el índice de madurez como la expresión de varios factores físicos y químicos que cambian en forma apreciable a medida que la fruta va madurando, y que indica aproximadamente las condiciones en que esta debe cosecharse.

López (2003) opina que la madurez o momento de cosecha son usados en muchos casos como sinónimos y en cierta manera lo son. Sin embargo, para ser más en términos idiomáticos, es más correcto hablar de "madurez" en aquellos frutos como el tomate, durazno, pimiento, etc. En donde el punto adecuado de consumo se alcanza luego de ciertos cambios en el color, textura y sabor. En cambio, en especies que no sufren esta transformación como el espárrago, lechugas, remolachas, etc. es más correcto hablar de "momento de cosecha".

✓ **Índices prácticos que determinan el grado de madurez o índice de cosecha.**

Según Meyer (1980) citado por Chirinos (1996) respecto a las características deseadas existen los siguientes índices para determinar el momento más adecuado para la recolección: coloración externa, consistencia de la pulpa, estado de degradación del almidón, relación entre azúcar y acidez, aroma y sabor.

Según Calderón (1986) citado por Chirinos (1996) comenta que existen procedimientos científicos para determinar la madurez y dictaminar sobre la conveniencia de realizar la cosecha. Los procedimientos para detectar la madurez pueden ser realizados por pruebas tales como: el penetrómetro, refractómetro, acidez titulable, pH, materia seca, carbohidratos, contenido de almidón, etc.

Cepeda (1987) comenta que la madurez puede determinarse por medio de los siguientes índices entre otros:

1. Por medios visuales

- a) Color de la piel (tablas o colorímetros)
- b) Presencia de hojas externas secas
- c) Secamiento del cuerpo de la planta
- d) Llenado del fruto
- e) Color de la pulpa

2. Por medios físicos

- a) Facilidad de abscisión o separación (uvas)
- b) Consistencia (dureza). Penetrometría
- c) Peso específico

3. Por análisis químicos

- a) Determinación de sólidos solubles totales (SST)
- b) Determinación de ácidos
- c) Proporción entre SST y ácidos (razón de madurez)
- d) Contenido de almidón (manzana, plátano)

En el caso del cacao, la madurez de la mazorca se denota por su cambio de color, de verde pasa a amarillo, de rojo a anaranjado, en algunos casos especialmente con pigmentación rojo – violeta muy marcada, este cambio puede ser no ser tan aparente y se puede correr el riesgo de no cosechar a tiempo las mazorcas que han llegado a su madurez (Johnson, 2008).

2.4.1.2 Tiempo entre la cosecha y la apertura de mazorcas.

Wood y Lass (1985) citado por Quiroz (2010) comenta que algunos técnicos recomiendan guardar en pilos (montón), las mazorcas maduras, para iniciar la fermentación en dos o tres días, de esta manera las mazorcas han perdido algo de agua y tienen menos jugos, los que favorece la iniciación de la fermentación y la elevación de la temperatura.

De esta manera las almendras pierden hasta un 40 % de los azúcares del hilo, un 50 % del volumen y un 4 % de la humedad de la pulpa. Con esta práctica se ha conseguido una buena fermentación y disminuir la acidez de las almendras (Said y Musa, 1988) citado por (Quiroz, 2010). Se ha realizado este proceso con el clon CCN-51 con resultados buenos sobre la disminución de la acidez y el incremento de la suavidad de las almendras en este material.

2.4.2 Quiebra

Chávez y Mansillas (2004) citados por Riera (2009) denomina quiebra a la operación que consiste en partir la mazorca y extraer las almendras las cuales una vez separadas de las hebras, serán sometidas a la fermentación.

- El tiempo entre el desgrane y la puesta en fermentación no debe exceder las 24 horas.
- Para realizar la quiebra se pueden utilizar machetes cortos acondicionados especialmente para esta labor. Para ello, se efectúa un corte longitudinal a las mazorcas con sumo cuidado a fin de no cortar las almendras que permanecen adheridas a la Hebras lo más recomendable es utilizar mazos para la quiebra.
- Debe evitarse causar heridas en las almendras. Cuando las mazorcas se parten con objetos cortantes como machetes, se pueden dañar granos que al tener la superficie expuesta (al romperse la cascarilla), se predisponen a sufrir ataques de hongos e insectos. Para evitar herir las almendras se recomienda utilizar mazos de madera para partir los frutos sin dañar los granos.
- Manejo de los restos de cosecha. Luego que se cosechan los granos, las cascaras de los frutos se transforman en restos que pueden ser focos de contaminación de hongos patógenos y de insectos. Para evitar esta situación, la cosecha se realiza dentro de la plantación, los restos deben amontonarse y tratarse con una solución fungicida.

Riera (2009) citando a Chávez y Manzanillas (2004) comenta que en el tiempo de quiebra existen contradicciones entre autores, que exponen que deben guardarse 5 días, mientras que Humberto y Reyes (2000) citado por Riera (2009) afirma que se deben reunir las suficientes mazorcas, abrirlas en ese momento para colocarlas en el fermentador.

Lo que si los autores coinciden es que no se debe dejar pasar más de 24 horas entre la quiebra y la fermentación.

2.4.3 Fermentación

Denominado también beneficio, cura o preparación del cacao, en tal sentido Sánchez (2007), indica que en la fermentación ocurren cambios bioquímicos que permite en las almendras el desarrollo de precursores del sabor y aroma. Los factores de calidad determinados por la fermentación son los más importantes, ya que generalmente el chocolate preparado de cacao sin fermentar no posee el sabor y aroma del verdadero chocolate (Moreno y Sánchez, 1989). Con una buena fermentación las almendras desarrollan el aroma y sabor a chocolate.

Reyes, H., Vivas, J. y Romero, A. (2000) citados por Riera (2009) indican que la fermentación es un proceso bioquímico interno y externo de la semilla en la que ocurren cambios notables en su estructura.

La fermentación consiste en lo siguiente:

- ✓ Descomposición y remoción del mucílago azucarado que cubre el grano fresco, para facilitar el secado, la conservación y almacenamiento.
- ✓ La elevación de la temperatura que mata al embrión, para facilitar el desarrollo del sabor a chocolate.
- ✓ Destrucción de las células pigmentadas o cambios en la pigmentación interna.
- ✓ La transformación del sabor astringente de los cotiledones.
- ✓ El desarrollo de sabor y aroma del chocolate.

- ✓ Durante la fermentación los azúcares que contienen las almendras son transformados a alcoholes por las levaduras. Estos a su vez son convertidos en ácido acético por las bacterias acéticas.

Una cantidad considerable de calor se desprende durante la fermentación mientras la pulpa se desintegra. Este incremento de temperatura es el causante de muerte del embrión y es precisamente en este momento cuando se inicia los cambios bioquímicos internos de la semilla: el cambio de color violeta a marrón claro, disminución del sabor amargo y el desarrollo de los sabores precursores del chocolate.

Riera (209) comenta que según el artículo científico publicado en agricultura orgánica de la "Sociedad Alemana de Cooperación Técnica" (2008) la fermentación tiene como objetivo eliminar los restos de pulpa que están pegados a la almendra, matar el germen dentro de la almendra e iniciar el desarrollo del aroma, sabor y color de la almendra.

Las semillas frescas del cacao se encuentran en una pulpa blanca de sabor dulce aromático que representa 15 - 20% del peso fresco. La pulpa contiene 80% de agua, 10 - 15% de glucosa y fructosa así como de 0.5% de ácidos no volátiles (principalmente ácido cítrico) y de pectina; tiene un pH de 3.5.

El mucílago de las semillas ofrece excelentes condiciones de vida a los microorganismos, que juegan un papel importante durante toda la fermentación. Al principio domina la fermentación por alcohol mediante las levaduras. La pulpa empieza a descomponerse y su mucilago se derrama. Los métodos de fermentación deben ser contruidos y colocados de tal forma que el mucilago de fermentación pueda drenar.

Riera (2009) indica citando a Ávila, M., Gamboa, L y Naranjo, I (1990) que en la ciudad de Ambato, Provincia de Tungurahua, Ecuador se realizó un estudio de

Identificación de bacterias que interviene en la fermentación de la almendras de cacao.

Con el propósito de aislar, purificar e identificar bacterias que interviene en la fermentación de la almendras de cacao se tomaron muestras de la capa superior e intermedia de la masa de cacao la misma que se encontraba a una temperatura de 40 °C correspondiente al tercer día de fermentación en Buffer estrato-estéril. Para el tratamiento y análisis de las muestras se procedió a incubar en agar-extracto de levadura, por espacio de una semana a 30 °C, procediendo luego a realizar diluciones hasta 10 °C con la finalidad de obtener el menor número de microorganismos. Se logró aislar cepas de acuerdo a sus características microscópicas que correspondieron a cocos y bacilos. Mediante pruebas bioquímicas se obtuvieron cepas puras de *Micrococcus varians*, *Micrococcus lutens*, *Micrococcus cerens*, *Staphylococcus epidermis*, *Staphiloccocus xilasus* y *Bacillus*.

Después de permanecer 48 horas en el recipiente de fermentación el cacao es ventilado para iniciar la siguiente fermentación aerobia de vinagre y ácido láctico que desintegra el alcohol y el resto de azúcar. Este paso se efectúa mayormente a mano vaciando el cacao en otros recipientes. El ácido acético penetra en las semillas y al tercer día de fermentación el pH de los cotiledones se reduce de 6.6 a 4.8.

El fuerte desarrollo de calor, junto con la penetración del ácido acético en las semillas causa la muerte de los embriones y el inicio de los procesos enzimáticos, es decir del desarrollo del aroma. Según el tipo de cacao, el tipo de recipientes y la temperatura ambiental éste proceso dura entre 96 y 120 horas y requiere ventilación de la masa fermentante cada 48 horas

Reyes, H., Vivas, J. y Romero, A. (2000) citados por Riera (2009) afirma que la fermentación puede caracterizarse como un proceso con dos etapas:

- a) Una etapa de hidrólisis o alcohólica, en condiciones anaeróbicas, donde intervienen microorganismos como levaduras, que transforman el azúcar de la

pulpa en alcohol y anhídrido carbónico, a la vez que comienza a elevarse la temperatura. Conforme se produce el colapso de las células de la pulpa, hay penetración de aire y se favorece la oxidación del alcohol a ácido acético, con la intervención de bacterias acéticas.

El ácido acético provoca la muerte del embrión y de las almendras al penetrar en el tejido cotiledonar y a su vez la permeabilidad de las paredes celulares, permitiendo la interdifusión de los componentes del jugo celular. Así, las enzimas se ponen en contacto con los polifenoles y proteínas y se inician las reacciones hidrolíticas que dan lugar a cambios en los pigmentos cianidinglucósidos, provocando el inicio de la formación de los precursores del sabor a chocolate. Toda esta fase hidrolítica ocurre a temperaturas cercanas a 45 °C y con pH de 4.0 a 5.0.

b) Una segunda etapa de oxidación (etapa aeróbica) y consiste esencialmente en la oxidación y condensación química de los compuestos polifenólicos en productos complejos, aminoácidos volátiles solubles e insolubles que tienen poco o ningún sabor. Paralelamente con la condensación oxidativa, disminuye el contenido de humedad, hasta el punto en que la falta de agua detiene la actividad enzimática. Cuando el oxígeno tiene acceso a las células de los cotiledones durante la fase de condensación oxidativa, el color de la superficie de las almendras se vuelve pardo y esto se realiza en toda la almendra, conforme se inicia el secado y se facilita la penetración del oxígeno al interior del cotiledón.

Un indicador de fermentación satisfactoria es la presencia de un anillo periférico de color pardo bien marcado, indicativo de que debe iniciarse el tendido del cacao para su secado. En los cacaos criollos se presenta al tercer día y en los trinitarios entre el quinto y sexto día de fermentación.

2.4.3.1 Sinopsis del proceso de fermentación

Riera (2009) precisa que según el artículo científico publicado en Agricultura Orgánica de la "Sociedad Alemana de Cooperación Técnica" (2008) la sinopsis del proceso de fermentación como se indica en el Cuadro N° 06.

Cuadro N° 06. Sinopsis del proceso de fermentación

1er día	3er-4º día	5º -V día
<ul style="list-style-type: none"> • Pulpa muy acida (pH 3,5) • masa fermentante de color blanco • pH 6,5 del interior de la semilla • interior de la semilla de color violeta • no hay desarrollo de calor • olor agridulce, aromático 	<ul style="list-style-type: none"> • masa fermentante está acida (pH 4,5) • masa fermentante de color café clara • pH 4,5 del interior de la semilla • interior de la semilla de color violeta, sus bordes de color café • aumento de temperatura de la masa fermentante a 45-50°C • fuerte olor a ácido acético 	<ul style="list-style-type: none"> • masa fermentante está acidulada (pH 5,5) • masa fermentante de color café • pH 5,5 del interior de la semilla • interior de la semilla color café • temperatura de la masa fermentada se reduce a 4°C • el olor a ácido acético es menos fuerte

Fuente: Riera (2009)

2.4.3.2 Indicadores de fermentación

Riera (2009) comenta que basados en el estudio de Cabrera, S. y Carlos, L. (2006) se tiene los siguientes indicadores de fermentación:

- Temperatura, la cual debe aumentar por encima de 40 °C en los fermentadores trinitarios, al cabo de 48 horas, y por encima de 36 °C a las 24 horas.
- El mucílago que cubre el grano empieza a perderse y cambia su color blanco por uno rojo claro o rosado.
- Al partir un grano con un objeto afilado, escurre un líquido abundante de color vino tinto.

Para saber si el cacao ya está bien fermentado, además del tiempo transcurrido, se debe constatar que:

- a) La temperatura en el sistema comience a descender
- b) El grano se hinche
- c) Se ha producido la muerte del embrión
- d) Al partir las almendras en sentido longitudinal, se observa un color pálido en el centro, rodeado por una circunferencia de color café oscuro.

2.4.3.3 Métodos de fermentación

Riera (2009) describe haciendo referencia a la Identificación de Mercados y Tecnología Para Productos Agrícolas Tradicionales De Exportación (2001) los métodos de fermentación como sigue:

- ✓ Sacos
- ✓ Montón
- ✓ Cajas

a) Fermentación en lona o saco

Consiste en dejar las almendras en dichos sacos para que ocurra el proceso de fermentación. Estos deben ser cubiertos con plástico u hojas de plátano, o bijao para evitar la pérdida de temperatura.

Reyes, H., Vivas, J. y Romero, A. (2000) citados por Riera (2009), afirma según sus investigaciones que para la fermentación del cacao en sacos de polietileno o yute se colocan las almendras dentro de estos, se cierran, se cuelga y se los deja fermentando. Para que tengan mejor aireación durante dos o tres días y facilitar el drenaje del mucílago, al cabo de los cuales son extraídas para someterlas al proceso de secado.

Este método de fermentación no es muy aconsejable ya que se dificulta las necesarias remociones, resultando un proceso fermentativo muy heterogéneo con un bajo porcentaje de granos fermentado y con un elevado porcentaje de granos en mal estado, en este tipo de tecnología existe gran dificultad con la retención del calor debido a los poros que permite la entrada de aire y la salida del calor.

b) Fermentación a montón

Según Chávez, A. y Manzanillas J. (2004) citados por Riera (2009) la fermentación a montones consiste en amontonar el cacao en baba sobre un tendal de caña, piso de madera de tal suerte que los jugos puedan escurrir. Esos montones de cacao deben removerse de un lugar a otro, para así obtener una mejor fermentación. En los montones las almendras pueden pasar de cinco a seis días luego se las extienden para que se sequen. El número de días de la fermentación, depende del material genético al que se le aplique.

A dichos montones transcurridos 48 horas se realiza el volteo, cubriéndolas con hojas nuevas nuevamente. Este método tiene un costo mínimo y el tamaño del montón varía de acuerdo al cacao cosechado siendo la cantidad mínima para generar el calor necesario 36.36 Kg (80 libras) de cacao en baba

c) Fermentación en cajones

Según las investigaciones realizadas por Gaitán (2005) citado por Riera (2009) en este sistema se dispone de cajas en el piso, las cajas debe tener ranuras de 5 mm para dejar que el aire circule libremente. El espacio entre orificio no debe ser menor de 5 cm, ni mayor de 10 cm. Estas cajas se ponen unas sobre otras formando una escalera.

Posiblemente este método es el que puede usar más ventajosamente un pequeño productor, pues las cajas son fáciles de manejar y, si se cuenta con una cantidad suficiente de ellas se puede fermentar cualquier cantidad de almendras.

Durante la fermentación la temperatura en la masa de almendras puede subir hasta 50 °C aproximadamente. Cuando la temperatura llega a 45 °C, los embriones de la semilla mueren, y ese momento marca el inicio de los cambios bioquímicos que luego darán el sabor y el aroma a chocolate.

En general el tipo Criollo necesita de 3 a 4 días; los tipos Forasteros necesitan de 6 a 8 días, es importante también establecer (a relación con los otros factores del ambiente).

2.4.4 Secado

Según las investigaciones de Vidal (1996) citado por Riera (2009) el secado del cacao es el proceso durante el cual las almendras terminan de perder el exceso de humedad que contiene, y en el caso del secado natural el cacao completa su índice de fermentación. En esta etapa se requiere que el producto alcance una humedad de 7 u 8 %.

Sin embargo, se ha determinado que al llegar a una humedad menor al 7 %, los problemas de condensación y por ende de presencia de moho, se reducen casi totalmente. Dependiendo de las condiciones del sitio de proceso, es necesaria la utilización de secadores a gas. Estos solo deben ser usados en caso de que no se logre obtener un cacao secado naturalmente al sol, puesto que una sobre exposición al secador de gas, puede deteriorar el sabor y aroma del producto.

El secado puede realizarse al sol y secadores artificiales. En el secado natural según López, R. y Flores, F. (2008) citado por Riera (2009), se produce también una transformación enzimática durante el cual se oxidan algunas sustancias, los cotiledones de las cáscaras de las semillas se vuelven más cafés, el aroma achocolatado empieza a desarrollarse. Además se volatiliza su ácido acético excesivo. Para garantizar que el grado de estabilidad y conservabilidad de las almendras de

cacao sea suficiente, es necesario que el secado se efectúe con mucho cuidado. Los rayos solares favorecen una buena coloración y el buen desarrollo de las diferentes etapas de la aromatización. Un secado lento y cuidadoso al sol, suele demandar hasta 7 días. De especial importancia es el secado uniforme y cuidadoso removiendo constantemente las almendras con un rastrillo.

Se sabrá que se ha completado el secado del cacao cuando a la presión de los dedos índice y pulgar, se rompan los granos fácilmente (Graziani, L; Ortiz, L; Alvarez, N y Trujillo, A. 2003) citados por (Riera, 2009).

2.4.5 Almacenamiento

Concluido el secado es necesario almacenar el cacao en lugares ventilados y libres de humedad para evitar la contaminación con olores extraños, los granos se envasan en sacos de yute y si todavía están calientes producto del secado se secan al aire libre, y se deja enfriar antes de ensacarlos. Se debe evitar del todo la contaminación por humo (Identificación de Mercados y Tecnología Para Productos Agrícolas Tradicionales de Exportación, 2001) citado por (Riera, 2009).

Atribúyase a Flores, F. y López, R (2008) citado por Riera (2009) que en las regiones de clima moderado el cacao se puede almacenar sin mayores problemas durante años. En las regiones tropicales húmedas, al contrario, se producen rápidamente afección de parásitos y mohos debido a las altas temperaturas y la gran humedad.

Como el cacao es un elemento fuertemente higroscópico puede ser que un producto que se exponga en regiones con 80 a 90 % de humedad ambiente después de unas cuantas semanas vuelva a acusar un contenido hídrico de más de 10 % perdiendo de esta manera su almacenabilidad. El factor crítico de almacenabilidad es de 8 %.

El cacao se embalará en sacos que permitan su ventilación, estos sacos se almacenarán uno sobre otro sobre tarimas o tablones de madera durante poco tiempo

en la región de producción. Los espacios de almacenaje estarán bien ventilados. La temperatura del almacén en ningún caso sobrepasará la temperatura exterior.

El almacenaje de las almendras de cacao se efectúa en lugares oscuros, secos, bien ventilados y a bajas temperaturas:

- ✓ A corto plazo: a temperaturas medias de 16 °C y humedad relativa de 55 %
- ✓ A largo plazo: a temperaturas medias de 11 °C y humedad relativa de 55 %

2.4.6 Prueba del corte

Según Jane (2007) citado por Riera (2009) la clasificación del cacao en los países productores, se basa en la estimación visual de la calidad por medio de un procedimiento conocido como "prueba del corte". La prueba del corte consiste en cortar a lo largo unos 100 granos como mínimo, para desnudar la sección con la mayor cantidad de la parte media de los cotiledones. Se examinan individualmente y se determina el porcentaje de grano de distintas categorías. Si se necesita medir el grado de fermentación, se establecen tres categorías adicionales:

- ✓ La primera es de granos totalmente fermentados, de color pardo, con las espiras de los cotiledones que tienden a separarse cuando el grano está convenientemente seca.
- ✓ Si se puede apreciar algo de color azul o púrpura, entonces estos granos, que están parcialmente fermentadas, se clasifican como parcialmente parda o parcialmente púrpura. Si toda la superficie de corte es azul o púrpura, sin manchas pardas y los cotiledones están juntos comprimidos fuertemente, se clasifica el grano como completamente púrpura.
- ✓ Los granos menos fermentados, que se definen en esa clasificación, son de color gris; esto es debido a que las células pigmentadas no han liberado sus contenidos y no se ha producido ninguna de las transformaciones químicas de la fermentación.

En la práctica, ninguna fermentación es uniforme, y como la fermentación excesiva acarrea pérdida, tanto en intensidad como de calidad de sabor, el grado ideal de fermentación debe ser del orden del 70 – 80% de granos completamente fermentados y un 20 – 30% parcialmente pardas y parcialmente purpuras.

2.5 CALIDAD DEL CACAO

Sánchez (2007) comenta que la calidad física se basa principalmente en la presentación exterior del grano, que no necesariamente coincide con un buen sabor y aroma a chocolate (Moreira, 1994). Por su parte (Enríquez, 1995) y (Pastorelly, 1992) citado por (Sánchez, 2007) relacionan la calidad del grano con la calidad que dan los países compradores y fabricantes de chocolate a las almendras de cacao por su apariencia, grado de fermentación, humedad, materiales extraños, mohos, insectos, entre otros.

Enríquez (1966) y Moreira (1994) citados por Sánchez (2007) indican que para el mercado del cacao es requisito indispensable que las almendras pesen mínimo 1,2 g de cada una de ellas al igual lo que comenta Quiroz (1990) al referirse al peso de la almendra o índice de semilla, menciona que este es más alto en la época de verano, ya que dicho índice está influenciado por el ambiente y la conformación genética de los progenitores.

2.5.1 Grados de calidad en los granos de cacao

Todo lote de cacao comercial, debe ser evaluado sobre la base de un conteo de daños y defectos en la prueba de corte. El resultado del conteo se expresará como porcentaje del total de granos (Cortes, 1994) citado por (Sánchez, 2007).

a) Calidad extra

Peso promedio mínimo de 1.2 gramos, con un mínimo de 80% de grano fermentado. Los límites máximos de tolerancia son 15% de grano violeta, 5% de grano pizarroso y 1 % de grano múltiple o plano. No se admite grano mohoso o germinado, materia extraña, ni grano infectado y humedad máxima 7.5 %.

b) Primera

Peso promedio mínimo de 1,2 gramos con un mínimo de 60 % de grano fermentado. Los límites máximos de tolerancia son 15 % de grano violeta, 5 % de grano pizarroso y 1 % de grano múltiple o plano. No se admite grano mohoso o germinado, materia extraña, ni grano infectado y humedad máxima 7.5 %.

En el Cuadro N° 07 se indican los tipos de granos defectuosos establecidos.

Cuadro N° 07. Tipos de granos defectuosos

Grano defectuoso	Descripción
Grano mohoso	Granos con partes internas o externas donde se aprecia mohos a simple vista
Grano pizarroso	Grano que muestra un color pizarroso (grisáceo) en la mitad o más de su superficie cuando se hace un corte longitudinal a través del centro del grano
Granos violeta	Grano insuficientemente fermentado que presenta un color violáceo, por lo menos en la mitad de su superficie, cuando se hace un corte longitudinal a través del centro del grano.
Grano infestado	Grano en cuyas paredes internas se encuentran insectos en cualquier fase de su desarrollo o que presentan señales de daño causado por los mismos, detectables a simple vista
Grano germinado	Grano cuya cáscara ha sido perforada, rajada o rota por el crecimiento del germen de semilla.
Grano múltiple	Granos unidos íntimamente por una de sus caras con restos de mucilagos.
Grano atrofiado	Granos cuyos cotiledones han quedado demasiado delgados o para cortarse y lograr así una superficie de cotiledón.
Grano partido	Es grano roto o fragmentado

Fuente: Sánchez (2007)



2.5.2 Calidad organoléptica del grano

Armijos, (2002) y (Calderón, (2002) citado por Sánchez (2007) comenta que un punto dominante en la calificación del cacao de exportación se basa en la características organoléptica (sabor y aroma), tales como el amargor y la astringencia, que están intrínsecas en las almendras de cacao, requisito fundamental para la elaboración de chocolates finos según

Igual Graziani (2003) citado por Sánchez (2007) expresa que el cacao debe desarrollar el aroma y el característico sabor "arriba", para que sea calificado como de primera calidad. Estas cualidades se desarrollan solamente cuando las almendras debidamente fermentadas y secadas son tostadas (Moreira, 1994) citado por (Sánchez, 2007).

Jiménez (2003) citado por Sánchez (2007) comenta que para el fabricante, la evaluación sensorial es la única prueba confiable para determinar si puede utilizar determinado cacao para sus productos. Esta prueba permite medir, analizar e interpretar reacciones de las características de los alimentos, los cuales son percibidos por los sentidos de la vista, olfato y gusto es decir sabor y aroma (Jiménez 2003).

a) Sabor y aroma

Voltz (1990), Ramos, Ramos y Azócar (2000) y Jiménez (2003) citados por Sánchez (2007) coinciden que el sabor es una sensación que se percibe en las papilas gustativas de la lengua y en la pared de la boca que son estimuladas por ciertas sustancias solubles y permiten encontrar en cada producto los sabores básicos como son: dulce, salado, astringente, ácido y amargo. Estos mismos autores, manifiestan que los sabores más frecuentes que se pueden encontrar en una degustación en licores de cacao, son los siguientes:

1. Sabores básicos

- ✓ **Acidez**, se la describe como un sabor ácido, debido a la presencia de ácidos volátiles y no volátiles y se la percibe a los lados y al centro de la lengua se lo puede relacionar con las frutas cítricas y vinagre.
- ✓ **Amargor**, sabor fuerte, generalmente debido a la falta de fermentación. Se percibe en la parte posterior del paladar o en la garganta, se lo relaciona con el café, cerveza caliente y la toronja.
- ✓ **Astringencia**, más que un sabor es una sensación que causa una contracción de la superficie de las mucosas de la boca, dejando una sensación seca y áspera en la lengua, además produce salivación generalmente debido a la falta de fermentación y se percibe en toda la boca, lengua, garganta y hasta en los dientes. La referencia es cacao no fermentado, inicialmente se percibe un sabor floral pero después es amargo, parecido a al sabor de las hojas de plátano.
- ✓ **Dulce**, este sabor es percibido en la punta de la lengua.
- ✓ **Salado**, se percibe a los lados de la lengua y produce salivación.

2. Sabores específicos

- ✓ **Cacao**, describe el sabor típico a granos de cacao bien fermentados, tostados y libre de defectos. Referencia barras de chocolate de cacao fermentado.
- ✓ **Floral**, son aquellos licores con sabor y aroma a flores, casi perfumado. Referencia flores de cítricos.
- ✓ **Frutal**, caracterizan licores con sabor a fruta madura. Esto describe una nota de aroma a dulce agradable. Referencia cualquier fruta seca o cacao fresco almacenado.

- ✓ **Nuez**, se describe como un sabor similar a la nuez, característico de los cacaos tipo Criollos y Trinitarios

3. Sabores adquiridos

- ✓ **Moho**, describe licores con sabor mohoso, generalmente debido a una sobre fermentación de las almendras o a un incorrecto secado. Referencia sabor a pan viejo o musgo.
- ✓ **Crudo/verde**, se presenta con aroma desagradable, generalmente debido a la falta de fermentación o falta de tostado.

Cros (2004) citado por Sánchez (2007) describe que la calidad aromática de un chocolate está relacionada con el origen de las almendras, con la fermentación y secado y con el tostado. Igual Cros (1997) citado por Sánchez (2007) comenta que el aroma del cacao incluye varias fracciones determinadas en los granos frescos: una fracción constitutiva (presente en la almendra fresca), de una fracción desarrollada durante la fermentación y secado y por ultimo por una fracción formada durante el tostado

2.5.3 Principales factores que afectan la calidad

1. Genética

Braudeau (1970) y Moreno y Sánchez (1989) citado por Sánchez (2007) agrega que la variabilidad genética en cacao tiene gran influencia en las características de las almendras de cacao, el sabor, color, tamaño de la almendra, contenido de manteca y sobretodo, aroma que pueda desprender después de la torrefacción.

Moreira (1994) citado por Sánchez (2007) menciona que un cacao de determinado origen genético presenta propiedades organolépticas muy características. Calderón (2002) citado por Sánchez (2007) agrega que se pueden identificar dos tipos de granos de cacao: cacao común, proveniente

de árboles Amazónicos, ubicados bajo la denominación de Forasteros, y el cacao fino que proviene de árboles Criollos.

El sabor potencial del cacao fino es debido básicamente a la variabilidad genética de los árboles que lo producen; sin embargo, el desarrollo del sabor y aroma a chocolate depende del correcto proceso de fermentación y secado (Graziani 2003 citado por Sánchez 2007).

2. Ambiente

Según Sánchez (2007) haciendo referencia a Moreira (1994) agrega que ciertas características de las almendras de cacao se ven afectadas por el ambiente durante el desarrollo de la mazorca. La deficiencia de agua y nutrientes en el suelo reduce el tamaño de las mazorcas y las almendras.

3. Manejo post-cosecha

El manejo post-cosecha o beneficio constituye parte fundamental y decisiva para obtener una buena calidad del grano y permitir su correcta comercialización. El precio del producto y la rentabilidad del cultivo se incrementan con un buen beneficio (siempre y cuando haya incentivos para producir calidad), labor que representa entre el 15 y el 20 % de los costos directos de producción. El beneficio adecuado desarrolla en las almendras los principios fundamentales del sabor y aroma inconfundibles del cacao, lo que determina en gran medida su condición de finos y aromáticos, es decir la calidad del producto final (FUNDACITE 2000 citado por Sánchez 2007).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Lugar de ejecución

El proceso de beneficio del cacao, análisis físico, obtención de licor y evaluación sensorial se llevó a cabo en las instalaciones de la Cooperativa Agraria Cacaotera-ACOPAGRO, ubicada en el Jr. Arica N° 284, ciudad de Juanjuí, Provincia de Mariscal Cáceres, Región San Martín a 283 m.s.n.m.

Los análisis fisicoquímicos se realizaron en los laboratorios de Control de Calidad de la empresa "ACOPAGRO", Laboratorio de Análisis de Alimentos y Composición de los alimentos (ANACOMPA) perteneciente a la Universidad Nacional de San Martín-T ubicado en la Av. Universitaria 3ra. Cdra., Distrito de Morales, Provincia de San Martín y en el Laboratorio del Instituto de Cultivos Tropicales –Tarapoto (ICT) ubicado en la Av. Cerro Escalera MZ. "C" Lote 1 Urb. Las Praderas, La Banda de Shilcayo, Provincia de San Martín, Región San Martín.

3.2 Materia prima

Mazorcas de cacao del clon CCN-51 recolectadas en el caserío de Aucararca, parcela de cacao del señor Clemente Burga Tamay socio de ACOPAGRO, distrito de Huallaga - Ledoy, Provincia de Bellavista, Región San Martín.

3.3 Materiales, equipos y reactivos

3.3.1 Materiales

a) De campo

- ✓ Tijera podadoras o cosechadoras
- ✓ Machete sin filo
- ✓ Bandeja de plástico
- ✓ Costal de polipropileno
- ✓ Costal de yute

- ✓ Rafia
- ✓ Bolsa de plástico
- ✓ Plumón marcador
- ✓ Cámara fotográfica
- ✓ Libreta de apuntes.

b) De laboratorio

- ✓ Termómetro digital
- ✓ Vasos de precipitación
- ✓ Matraz Erlenmeyer
- ✓ Placas Petri
- ✓ Probetas
- ✓ Buretas
- ✓ Pipetas
- ✓ Homogenizador automático
- ✓ Papel filtro de paso rápido y sin ceniza
- ✓ Crisoles de porcelana
- ✓ Navaja
- ✓ Pinza de metal
- ✓ Papel toalla.

3.3.2 Equipos

- ✓ Molinillo de café de 85 g de capacidad, modelo MKM6000, marca BOSCH, potencia 180 W
- ✓ pH metro digital -1.0 – 15, marca WATERPROOF pH Testr 20
- ✓ Refractómetro, modelo RHB-10, marca LUMEN
- ✓ Tostadora rotatorio modelo SWISSMAR, marca ALPENROST
- ✓ Trituradora de cacao
- ✓ Descascarilladora
- ✓ Conchadora marca ULTRA GRIND+, potencia 110V AC 60 Hz;
- ✓ Selladora modelo SF-300 A, marca IMPULSE SEALER, potencia 400 W;
- ✓ Refrigeradora, modelo RI-425, marca INRESA

- ✓ Sensor de temperature marca Extech 3-Channel Temperature Data logger with SD Card SD200
- ✓ Balanza analítica de 210 g de capacidad, modelo BL210S, marca SARTORIUS
- ✓ Balanza de precisión de 1200 g de capacidad, modelo 10203S, marca SARTORIUS.
- ✓ Estufa modelo ODGH-9076, marca TOMOS
- ✓ Homogenizador, modelo: 3040-01, marca BODUM.
- ✓ Colorímetro Konica Minolta (Meter CR400).
- ✓ Hidrómetro KPM, marca aqua-boy de 0 – 20
- ✓ Guillotina, marca Teserba B. Matthaci. Magra 1.2
- ✓ Cajón de madera tornillo, 40 kg de capacidad, dimensiones: 40 cm ancho x 40 cm largo x 60 cm de altura
- ✓ Secador solar

3.3.3 Reactivos

- ✓ Hidróxido de sodio al 0.1 N , fenolftaleína al 1 %

3.4 Métodos de análisis

3.4.1 Experimental

- ✓ **Identificación de árboles.** En la identificación de los árboles de cacao se aplicó una selección al azar cuidando de que sea el clon y que contengan frutos cuajados próximos a madurar.
- ✓ **Muestras de estudio.** Se utilizó el criterio del índice de cosecha para determinar el grado de madurez del cacao (pintón, maduro y sobre maduro) mediante los siguientes índices de medición: 1) medios visuales de observación del color de la mazorca (color violeta pintón, color rojizo amarilleado maduro y color naranja amarilleado sobremaduro), 2) análisis químico; determinación de sólidos solubles totales, pH, acidez, como también 3) peso, tamaño y humedad.

- ✓ **Tamaño de la muestra de estudio.** Se beneficiaron 40 kg de cacao en baba por cada estado de madurez; pintón, maduro y sobremaduro con tiempos de retención en mazorca de cero, tres y seis días bajo sombra, midiendo sólidos solubles, acidez y pH respectivamente.
- ✓ **Fermentación de muestras por cada estado de madurez.** La fermentación para cada estado de madurez y tiempos de retención se realizó en cajones de madera tornillo de sección cuadrada de 40 cm x 40 cm x 60 cm de alto. En el proceso de fermentación se aplicaron remociones de la masa fermentante a las 48 horas de inicio y posteriormente cada 24 horas hasta completar las 168 horas de fermentación.
- ✓ El registro de temperatura se realizó en el centro de la masa de cacao cada 10 minutos utilizando un sensor de temperatura durante el tiempo de fermentación.
- ✓ Durante la fermentación se midió los sólidos solubles, acidez y el pH de la testa y el cotiledón, por cada doce horas de fermentación.
- ✓ Finalizado el proceso de fermentación se procedió al secado solar de los granos de cacao, depositados sobre una superficie de poliestireno trenzado ubicado 80 cm sobre el piso, hasta obtener una humedad menor o igual al 7%.
- ✓ Se realizó la prueba de corte para determinar las características físicas de los granos secos del clon y luego se procede a la elaboración del licor de cacao para determinar las características organolépticas de las muestras.

3.5 Beneficio del clon de cacao CCN-51

Para la obtención del grano de cacao seco se siguieron las operaciones basadas en la NTP 208.040:2008 (Buenas prácticas para la cosecha y beneficio del cacao INDECOPI 2014), tal como se observa en la Figura N°15.

✓ **Cosecha**

La cosecha de las mazorcas de cacao lo realizo la interesada y el propio socio del comité, utilizando la tijera cosechadora o pico de loro; las cuales posteriormente fueron agrupadas de acuerdo al índice de madurez del cacao CCN-51 (pintones, maduros y sobremaduro) y color.

✓ **Color superficial**

Para la determinación de la madurez se utilizó la determinación del color, usando la escala CIEL*a*b* (Torres et al., 2013). Se midió los parámetros L*, a* y b* con un colorímetro Konica Minolta (Chroma Meter CR 400).

Dónde:

L* = medida de la luminosidad del producto en una escala de 0 = negros y 100 = blanco.

a*± = representa variación entre verde (-a*) a rojo (+a*).

b*± = representa variaciones entre azul (-b*) a amarillo (+b*)

En el Anexo N° 01 se muestra la escala de colores CIELAB (X-RITE 2002)

✓ **Selección**

Las mazorcas de cacao con daños físicos (golpes, quiebras) y putrefacción, enfermedades, se retiraron del flujo. También se midió el color, tamaño y peso de las mazorcas de cacao en los tres estados de madurez a diferentes días de retención.

✓ **Quiebra**

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

✓ **Desgrane**

Es la extracción de los granos con mucilago de la mazorca ya quebrada, se realizó de forma manual; los mismos que fueron acondicionados en bandejas de plástico para ser trasladados hacia las instalaciones del micro fermentador cuyas características técnicas son: ambiente acondicionado de enfriamiento y calentamiento hasta 49 °C con cajones fermentadores de madera de 40 kg de capacidad y dimensiones de 40 cm de ancho x 40 cm de largo x 60 cm de altura y luego medir en el jugo y granos del cacao el pH (N° 070.21), Acidez (N° 942.15) e Índice de refracción, a través de un refractómetro °Brix, siguiendo el método (N° 921.08) contenido de humedad (N° 931.04) métodos AOAC (Ocaña, 2013).

✓ **Fermentación**

La fermentación de los granos de cacao se realizó en cajones de madera, cuyas dimensiones fueron (40 cm x 40 cm x 60cm). La masa de cacao fue de 40 kg la cual fue cubierta con sacos de yute y polietileno limpios; realizándose medidas de temperatura de la masa y el ambiente cada 10 min, mediante sensores de temperaturas externa de reacción rápido a los cambios de temperaturas, con memoria para grabar el proceso de fermentado. La remoción de la masa de cacao fue a las 48, 72, 96, 120, 144 y 168 horas.

Durante el proceso de fermentación, se extrajo muestras de 0.5 kilogramos al inicio y cada 12 horas durante todo el proceso de fermentación, con la finalidad de determinar el pH, acidez titulable total y sólidos solubles de la testa y el cotiledón del grano de cacao.

Para encontrar o medir el valor del pH, acidez y sólidos solubles de la testa y cotiledón, primero se separó la testa del cotiledón de las semillas;

posteriormente el cotiledón como la testa , individualmente fueron molidos usando un molino de café para la preparación de una solución de 10 g de testa o cotiledón con 90 ml de agua destilada tibia homogenizando por un lapso de 2 a 3 minutos (por separados) para luego ser filtrada y con la ayuda del potenciómetro se procedió a la lectura del pH y la misma solución también se midió los sólidos solubles, luego fue tomada 10 ml de la solución y fue diluida con 90 ml de agua destilada agregando el indicador de fenolftaleína al 1 % y midiendo el gasto del hidróxido de sodio al 0.1 N que nos ayudó a medir la acidez total titulable con relación al ácido cítrico.

Además para la evaluación física y sensorial de los granos de cacao, se extrajeron las muestras de cacao fermentado por 168 horas de fermentación y seco de todas las variables en estudio.

✓ **Secado**

En este proceso los kilogramos de muestra extraídos anteriormente del fermentador se llevaron al secador solar, extendiéndolos sobre la tarima de poliestireno trenzado, donde el primer día se colocó una capa de 2 cm aproximadamente, que fueron removidas cada 1/2, 1 y 2 horas, luego se esparcieron en su totalidad durante los 5 días restantes, hasta obtener una humedad menor o igual a 7 %, medido por el hidrómetro KPM marca aqua-boy y rango de humedad de 0 – 20 %.

En la Figura N° 15 se muestra el esquema para la obtención de grano seco de cacao y en el Cuadro N° 08 los resultados del balance de materiales para la obtención de grano de cacao seco (Anexo N° 02).

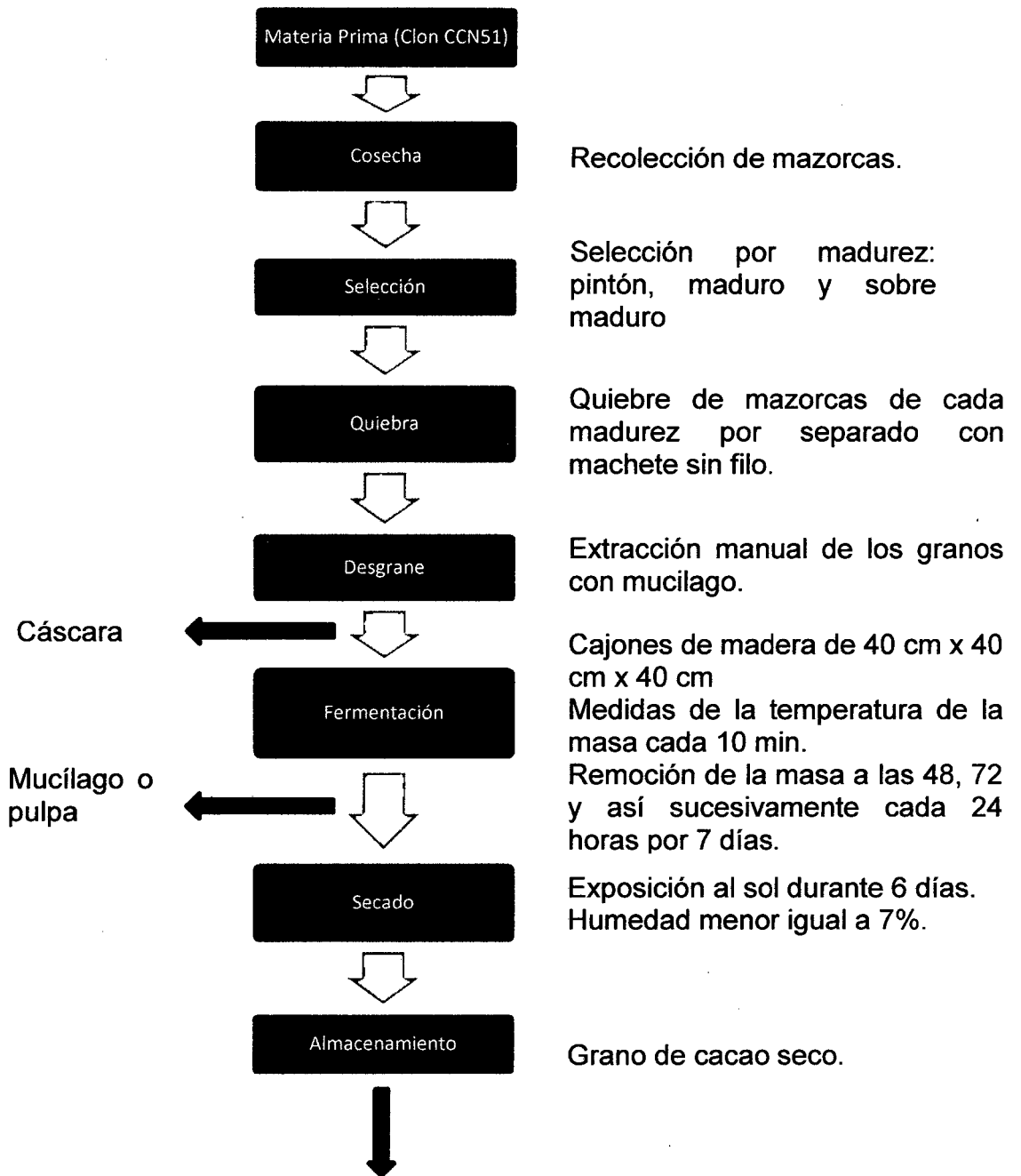


Figura N° 15: Esquema para la obtención de grano seco fermentado.

Cuadro N° 08: Balance de materia para la obtención de grano de cacao seco (kg)

	Pinton	Maduro	Sobre maduro
	Desgrane		
Mazorca de cacao	154.321	140.282	141.98
Grano	40	40	40
Cáscara	109.506	96.472	99.329
Raquis	4.459	3.403	2.252
Pérdidas	0.56	0.407	0.399
	Fermentación		
Grano	40	40	40
Pérdidas	25.2	25.2	25.2
Grano seco	14.8	79.44	14.8

Fuente: Elaboración propia

3.5.1 Evaluación física de los granos fermentados secos

Para la evaluación física se siguió la secuencia mostrada en la Figura N°16, y comprende la selección de la muestra y clasificación del corte de granos fermentados; granos bien fermentados, granos parcialmente fermentados, granos no fermentados y granos defectuosos, para el cual se utilizó el programa de Cropster del Proyecto de Desarrollo de Cooperativas (TCHO) cuyo formato se presenta en el Anexo N° 03.

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

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

En la Figura N° 16 se muestra el procedimiento de análisis físico del cacao fermentado seco.

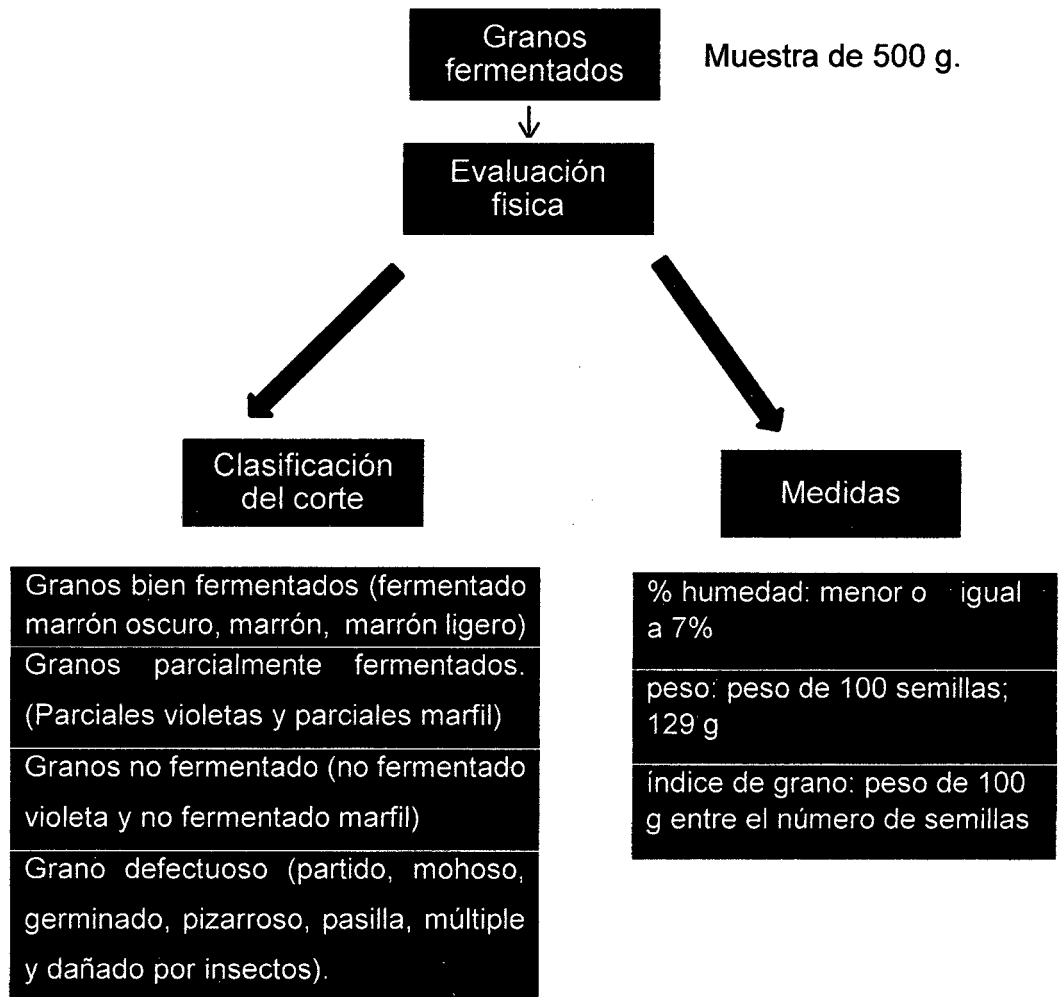


Figura N° 16: Procedimiento de análisis físico del cacao fermentado seco.

3.5.2 Obtención del licor de cacao

Para la obtención del licor o pasta de cacao se utilizó la siguiente metodología que se describe a continuación (Figura N° 17):

✓ Selección.

Se seleccionó granos que tengan tamaños uniformes, retirando aquellos granos pequeños, planos, partidos e impurezas a través de una zaranda.

✓ **Pesado**

Se pesó 750 g de grano de cacao fermentado seco seleccionado en balanza de precisión de 1,200 g de capacidad.

✓ **Tostado (1)**

En horno rotatorio a 120°C durante 20 minutos

✓ **Triturado**

En molino manual se trituraron los granos, hasta obtener nibs sueltos de la cascarilla.

✓ **Descascarillado**

En la descascarilladora los granos de cacao se descascarillaron hasta obtener nibs libres de cascarilla.

✓ **Tostado (2)**

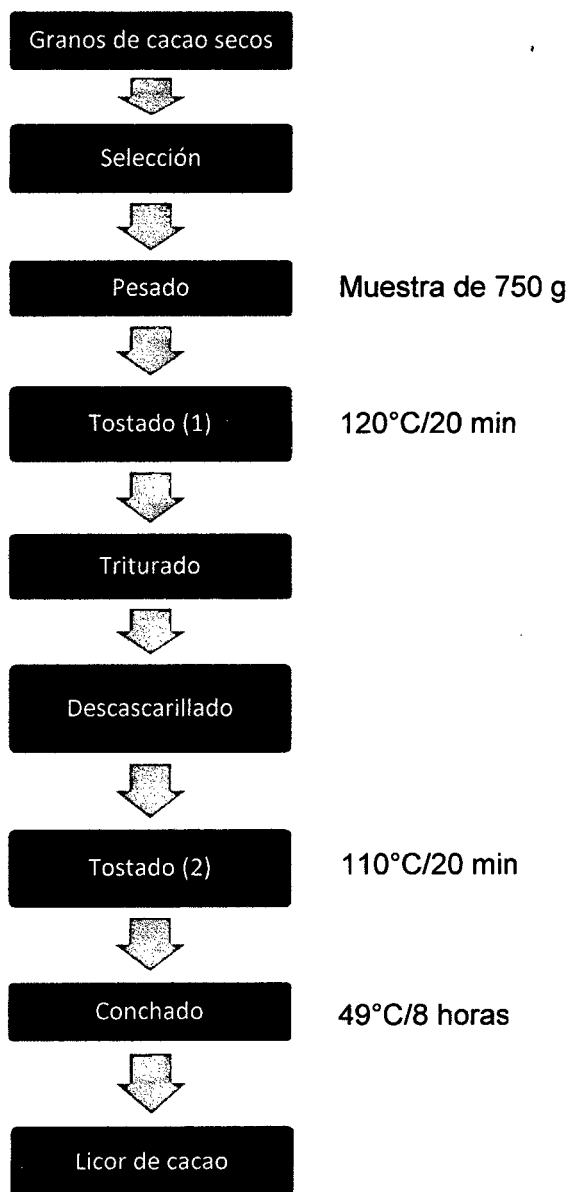
En horno rotatorio a 110 °C durante 20 minutos

✓ **Molienda o conchado**

Se realizó en un molino de rodillos, durante 8 horas hasta obtener una masa fluida de cacao, denominada licor de cacao.

Posteriormente el licor de cacao se moldeó y se refrigeró durante 12 horas. Se colocaron en bolsas de polietileno de alta densidad para su congelación hasta el momento de las evaluaciones sensoriales.

En la Figura N° 17 se muestra el procedimiento para la obtención de licor.

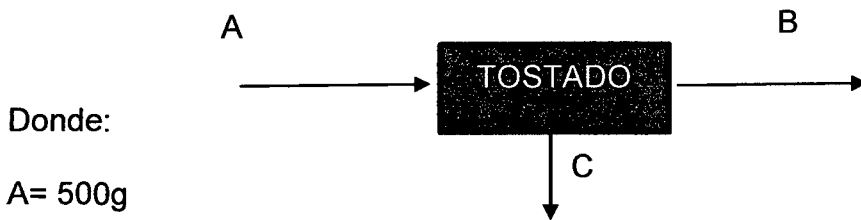


Fuente: Elaboración propia

Figura N° 17: Flujograma de obtención de licor de cacao.

Balance de masa para la obtención de licor de cacao

Balance en el Tostador (1):



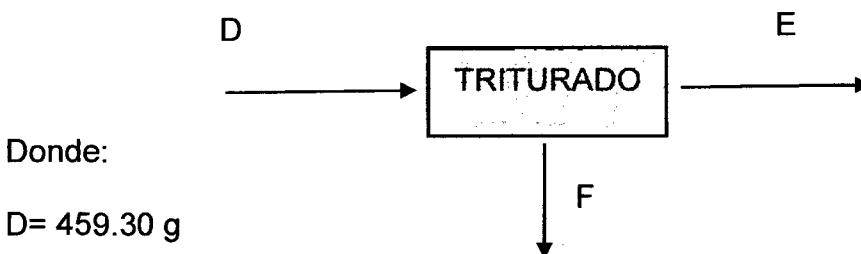
Donde:

$$A = 500\text{g}$$

$$B = 459.30$$

$$\text{Balance de masas: } A = B + C = 500 = 459.30 + C, \text{ luego } C = 40.70 \text{ g}$$

Balance en el Triturador:



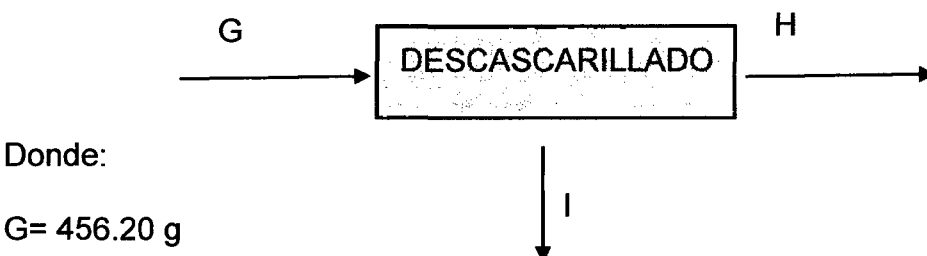
Donde:

$$D = 459.30 \text{ g}$$

$$E = 456.20 \text{ g}$$

$$\text{Balance de masas: } D = E + F = 459.30 = 456.20 + F, \text{ luego } F = 3.10 \text{ g}$$

Balance en el descascarillado:

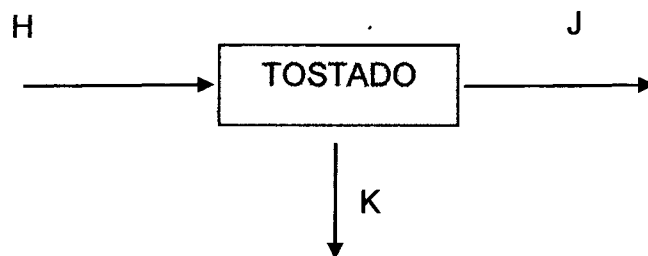


Donde:

$$G = 456.20 \text{ g}$$

$$H = 346.40 \text{ g}$$

$$\text{Balance de masas: } G = H + I = 456.20 = 346.40 + I, \text{ luego } I = 109.80 \text{ g}$$

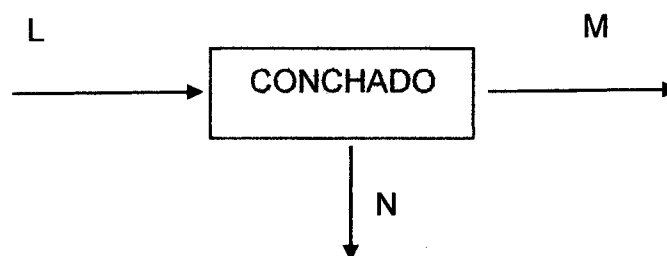
Balance en el tostador (2):

Donde:

$$H = 346.40 \text{ g}$$

$$J = 344.60 \text{ g}$$

Balance de masas: $H = J + K = 346.40 = 344.60 + K$, luego $K = 1.80 \text{ g}$

Balance en la conchadora:

Donde:

$$L = 344.60 \text{ g}$$

$$M = 259.50 \text{ g}$$

Balance de masas: $L = M + N = 344.60 = 259.50 + N$, luego $N = 85.10 \text{ g}$

3.6 Caracterización del licor de cacao**3.6.1 Evaluación sensorial.**

En la evaluación sensorial del licor de cacao se utilizó la metodología que indica en la Figura N° 18, utilizando el programa de Cropster del Proyecto de Desarrollo de Cooperativas (TCHO) cuyo formato se presenta en el Anexo N° 04.

Para la realización de la evaluación sensorial se contó con panelistas semi entrenados de la Cooperativa Agraria Cacaotera – ACOPAGRO y catadores entrenados de la Red Nacional de Catadores del Perú (APPCACAO) como se muestra en el Anexo N° 05, quienes evaluaron los atributos como astringencia, acidez, amargor, Chocolatoso, frutal, nuez, floral, cítrico, tierra y otros, utilizando una escala hedónica de 0 – 10

puntos (0 es ausente, 1 a 2 bajo, 3 a 5 medio, 6 a 8 alto, 9 a 10 muy alto fuerte), siguiendo la metodología recomendada (Braudeau, 1970) citado por (Sánchez, 2007).

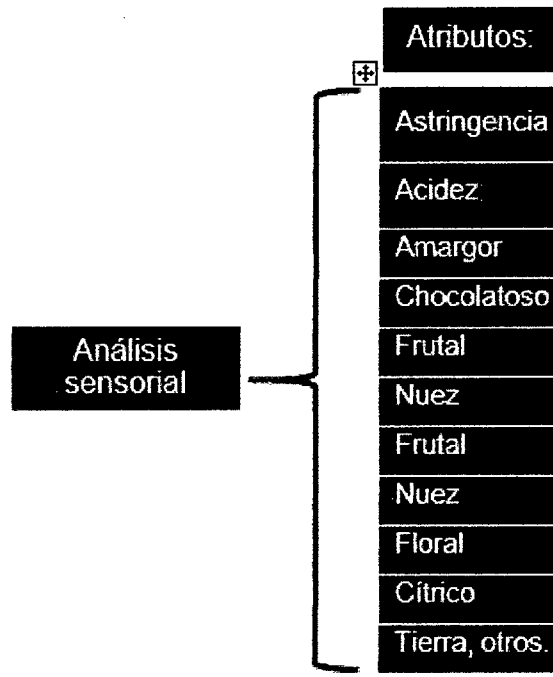


Figura N° 18. Atributos de evaluación sensorial del licor de cacao.

Se utilizó un análisis afectivo “medida del grado de satisfacción”, con dicha prueba se determinó la aceptabilidad del licor de cacao por parte del juez, con la participación de panelistas entrenados a nivel de la región, usando una escala de 0 a 10 puntos (Braudeau, 1970) citado por (Sánchez, 2007).

3.7 Diseño experimental y análisis estadístico.

Para las variables físico químicas de las mazorcas y granos fresco de cacao, para características físicas y organolépticas, se utilizó el diseño de bloques completamente al azar (DBCA), con 9 tratamientos y 3 repeticiones, las comparaciones entre medias de tratamientos fueron realizados mediante la prueba de Tukey al 5 % de probabilidad. El esquema del ANOVA utilizado para estas variables es indica en el Cuadro N° 09.

Cuadro N° 09: Esquema del diseño experimental

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados Corregidos (SCC)	Cuadrados medios	Fcalculado	Hipótesis
Bloques	b-1	$\sum_{i=1}^t t * (\bar{Y}_{.i} - \bar{Y}_{..})^2$	$\frac{SCCB}{b - 1}$	$\frac{CMB}{CME}$	<p>Ho: No existen diferencias significativas entre medias de bloques.</p> <p>Ha: al menos un par de medias es diferente</p>
Tratamientos	t-1	$\sum_{i=1}^t b * (\bar{Y}_i - \bar{Y})^2$	$\frac{SCCTr}{t - 1}$	$\frac{CMTr}{CME}$	<p>Ho: No existen diferencias significativas entre medias de tratamientos.</p> <p>Ha: al menos un par de medias es diferente</p>
Error	(b-1)*(t-1)	$\sum_{t=1}^t \sum_{j=1}^j (Y_{tj} - \bar{Y}_t)^2$	$\frac{SCCError}{(b - 1) * (t - 1)}$		
Total	b*t -1	$\sum_{t=1}^t \sum_{j=1}^j (Y_{tj} - \bar{Y}_{..})^2$			

Fuente: Padilla (2008)

Todos los datos fueron medidos o corridos estadísticamente utilizando el programa software (SAS 9.1) versión 2009.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1. Características de la materia prima.

En el Cuadro N° 10 se muestran los resultados obtenidos de la caracterización de color de la mazorca de cacao CCN-51 en tres estados de madurez y diferentes días de retención, al inicio del ensayo.

Las mazorcas de cacao pintonas, maduras y sobremaduras a los seis días de retención presentaron menores valores de a^* y b^* que aquellas retenidas a los cero y tres días. Esto se debe al mismo proceso natural de maduración del clon de cacao CCN-51, la desaparición del color de fondo rojo violeta hacia un color de cubrimiento amarillo naranja (Figura N° 19).

Cuadro N° 10: Caracterización de color de mazorca del clon CCN-51

Color	Día 0		
	Pintón	Maduro	Sobremaduro
L^*	27.6 ± 6.4 b	35.2 ± 1.1 ab	37.8 ± 1.0 a
a^*	15.5 ± 4.5 b	14.5 ± 6.8 b	36.3 ± 1.6 a
b^*	3.5 ± 4.2 a	19.8 ± 6.9 a	16.3 ± 15.8 a
Día 3			
L^*	28.3 ± 0.2 c	37.3 ± 0.8 b	39.7 ± 0.8 a
a^*	11.7 ± 4.5 a	7.5 ± 2.6 a	12.9 ± 2.1 a
b^*	4.1 ± 0.7 b	20.8 ± 6.6 a	29.1 ± 7.7 a
Día 6			
L^*	34.3 ± 2.1 a	42.2 ± 1.4 a	45.5 ± 0.9 b
a^*	9.9 ± 4.1 a	10.0 ± 5.2 a	16.6 ± 6.4 a
b^*	1.9 ± 3.5 a	9.9 ± 4.1 a	11.9 ± 8.2 a

Fuente: Elaboración propia.

Letras diferentes indican diferencias significativas con probabilidad de error de 5% (las letras minúsculas comparan horizontalmente). Se adjunta registro de mediciones de color en el Anexo N° 06.

Por otro lado, el parámetro de color L^* no mostraron diferencias significativas, sin embargo los parámetros de color a^* y b^* si mostraron diferencias significativas entre los diferentes estados de madurez a los cero tres y seis días de almacenamiento, lo

que demuestra la condición de fruta no climatérica, es decir algunos cambios de color después de la cosecha.

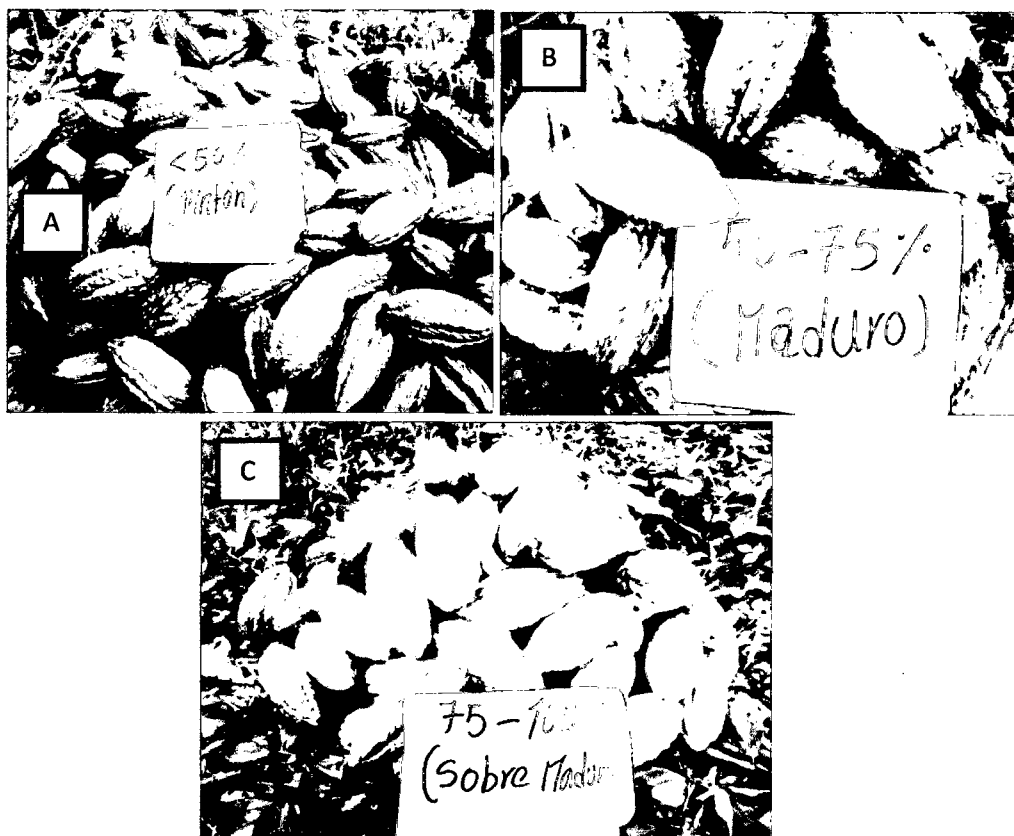


Figura N° 19: Mazorcas de cacao CCN-51 en tres estados de madurez: (A) pintón, (B) maduro y (C) sobre maduro

La caracterización instrumental inicial de las mazorcas de cacao pintón, maduro y sobre maduro a diferentes días de retención se observa en el Cuadro N° 11.

Los valores de diámetro en mazorcas de cacao pintón, maduro y sobremaduro no expresaron diferencias significativas a cero, tres y seis días de retención, por el contrario si se observaron diferencias significativas de pérdida de peso a partir de tres y seis días de almacenamiento.

Además, se observaron que los valores de sólidos solubles, pH y acidez en granos de clon de cacao CCN-51 no mostraron diferencias significativa entre los diferentes días de retención, esto significa que el color de la mazorca de cacao CCN-51 no

diferencia los estados de madurez, sin embargo nos indica que a partir de la mazorca en estado pintón con retención esta apta para la fermentación.

Finalmente si se observaron diferencias significativas en el contenido de humedad con un menor porcentaje para los granos sobremaduro con relación a los granos pintón y maduro, debido a la pérdida de agua que sufre el producto durante los seis días de retención .

Cuadro N° 11: Caracterización físico-química del clon de cacao CCN-51 en tres estados de madurez y diferentes días de retención.

Caracterización	Día 0		
	Pintón	Maduro	Sobremaduro
Diámetro(mm)	92.8 ± 2.5 a	100 ± 0.6 a	96 ± 3.2 ab
Peso (g)	777.0 ± 1.3 a	747.3 ± 2.3 a	726.6 ± 3.5 a
Sólidos solubles (°Brix)	15.7 ± 1.3 a	15.5 ± 0.5 a	16.3 ± 0.5 a
pH	3.6 ± 0.3 a	3.7 ± 0.4 a	3.7 ± 0.4 a
Acidez (% Ácido cítrico)	0.81 ± 0.1 a	0.79 ± 0.2 a	0.87 ± 0.1 a
Humedad (%)	72.1 ± 0.5 a	61.7 ± 2.3 b	58.1 ± 1.6 b
Caracterización	Día 3		
	Pintón	Maduro	Sobremaduro
Diámetro(mm)	92.2 ± 1.1 a	94.1 ± 0.1 a	93.9 ± 1.6 a
Peso (g)	772.5 ± 3.5 a	744.7 ± 0.6 b	721.4 ± 0.8 c
Sólidos solubles (°Brix)	15.5 ± 0.2 a	15.8 ± 0.3 a	15.9 ± 0.6 a
pH	3.7 ± 0.1 a	3.7 ± 0.1 a	3.7 ± 0.1 a
Acidez (% Ácido cítrico)	0.82 ± 0.1 a	0.69 ± 0.1 a	0.65 ± 0.1 a
Humedad (%)	63.1 ± 1.3 a	60.3 ± 0.9 ab	56.8 ± 2.1 b
Caracterización	Día 6		
	Pintón	Maduro	Sobremaduro
Diámetro(mm)	85.3 ± 2.7 a	93.9 ± 0.9 a	86.3 ± 12.7 a
Peso (g)	650.3 ± 1.6 a	569.6 ± 0.7 b	534.5 ± 2.0 c
Sólidos solubles (°Brix)	16.1 ± 3.5 a	17.7 ± 3.3 a	19.6 ± 2.9 a
pH	3.9 ± 0.1 a	3.9 ± 0.1 a	3.8 ± 0.1 a
Acidez (% Ácido cítrico)	0.82 ± 0.2 a	0.89 ± 0.3 a	0.96 ± 0.2 a
Humedad (%)	60.6 ± 1.8 a	59.5 ± 1.4 a	54.4 ± 1.2 b

Fuente: Elaboración propia

Letras diferentes indican diferencias significativas con probabilidad de error de 5% (las letras minúsculas comparan horizontalmente).

4.2. Características físico químicas de la testa y cotiledón del grano de clon de cacao fermentado CCN-51 en tres estados de madurez y diferentes días de retención.

En la Figura N° 20 se observa la variación de los sólidos solubles de la testa y cotiledón de los granos del clon de cacao CCN-51 pintón luego de 168 horas de fermentación a diferentes días de retención en función de la temperatura. Se adjunta registro de datos en Anexo N° 07.

El efecto de los días de retención no fue muy relevante en el contenido de sólidos solubles de la testa de los granos de cacao porque hasta las 48 horas de fermentación solamente había descendido hasta el 1%, sin embargo, el efecto fue más notorio en el incremento de la temperatura de la masa de granos. Siendo el tratamiento con tres días de retención que expresó una temperatura de fermentación de 44°C, superior a los otros tratamientos Figura N° 20 (B). Del mismo modo, se observa el efecto de la retención de desgrane a las 72 horas de fermentación con un mayor aumento de la temperatura próximo a los 49°C en comparación al tratamiento testigo que solamente alcanzo una temperatura de 43 °C. Estos resultados fueron similares a los reportados por Barel (1987) en cacao Forastero, los incrementos de temperatura son más rápidos en la masa de granos cuando se retarda el desgrane. Estas temperaturas favorecen la muerte del embrión para facilitar el desarrollo del sabor a chocolate (Reyes, Vivas y Romero, 2000) citado por (Riera, 2009).

Es preciso indicar, el efecto de los tres días de retención de las mazorcas pintonas durante del proceso de fermentación entre las 48 y 168 horas, expresando la testa valores ligeramente mayores en el contenido de sólidos solubles en relación al cotiledón. Asimismo, se observó un efecto importante en temperatura de la masa de los granos hasta finalizar la fermentación.

Por el contrario, el contenido de sólidos solubles a los cero y seis de retención en la testa y cotiledón se estabilizan alrededor de 1% hasta el final del proceso.

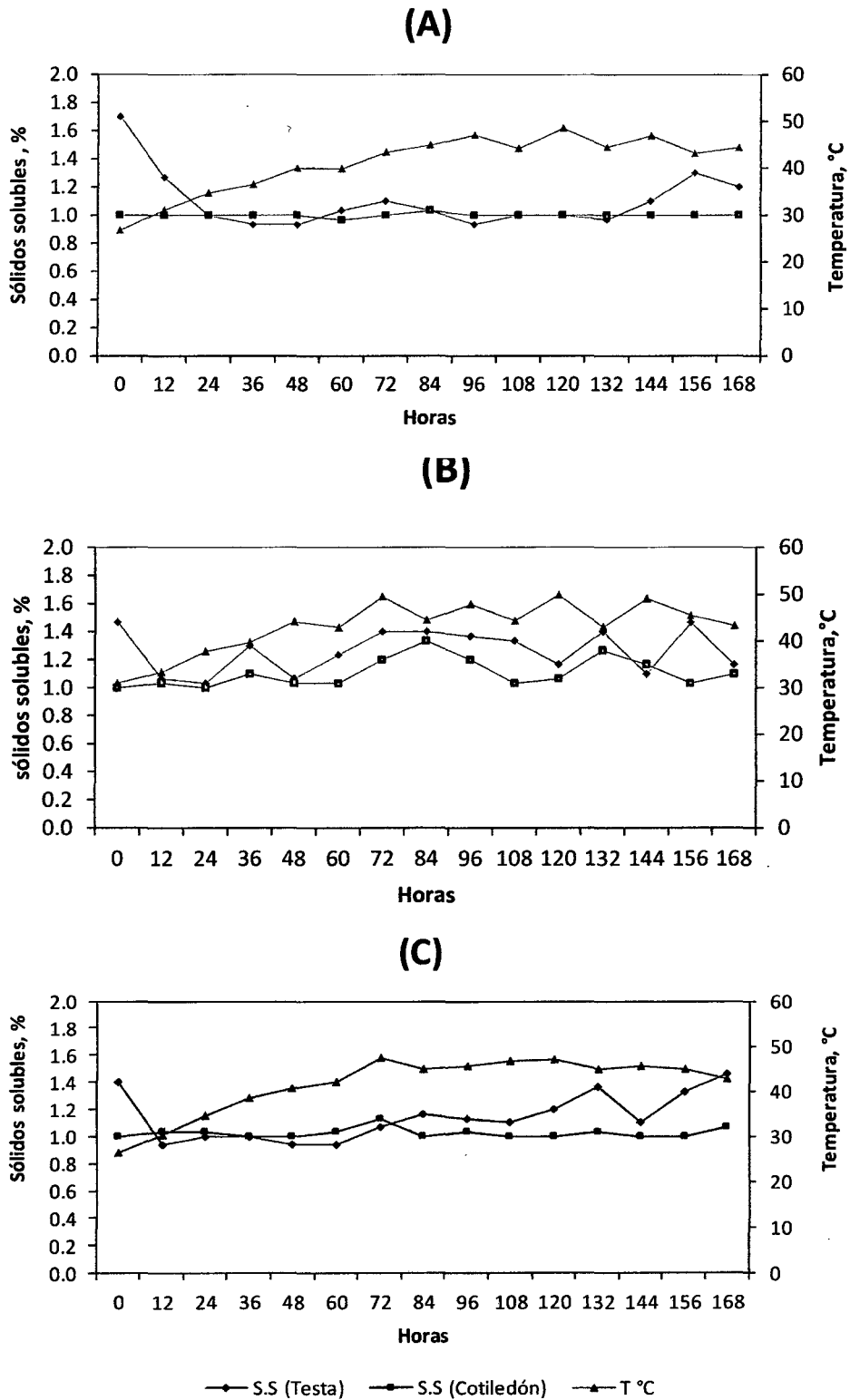


Figura N° 20: Variación del % de sólidos solubles de clon de cacao CCN-51 pintón luego de 168 horas de fermentación: (A) 0 días, (B) 3 días y (C) 6 días de retención.

En la Figura N°21: se muestran los resultados obtenidos de la caracterización de sólidos solubles de la testa y cotiledón de los granos de cacao del clon CCN-51 maduro luego de 168 horas de fermentación sin y con retención en función de la temperatura. Se adjunta registro de datos en Anexo N° 08.

Los niveles de la caracterización física a diferentes días de retención de granos de cacao CCN-51 maduro luego de 48 horas de fermentación se presentó con un descenso en los niveles de sólidos solubles en la testa y el cotiledón alcanzando valores cercanos al 1%, hasta concentraciones próximas al 1.4% en la testa y 1% en el cotiledón al final de la fermentación de los tratamientos con retención. Esto es debido, a la presencia de ácido acético en la fase de oxidación. El índice de cosecha de las mazorcas maduras con tres días de retención confirmo la influencia con un mayor contenido de sólidos solubles en la testa y cotiledón y en la temperatura de la masa de los granos de cacao con mayores temperaturas con relación a los otros tratamientos. Estos resultados son similares a los reportados por Wood y Lass (1985) citado por Quiroz (2010) en mazorcas maduras que son guardadas en rumas con el objeto de iniciar la fermentación en dos o tres días, de esta manera las mazorcas han perdido algo de agua y tienen menos jugo, lo que favorece la iniciación de la fermentación y la elevación de temperatura.

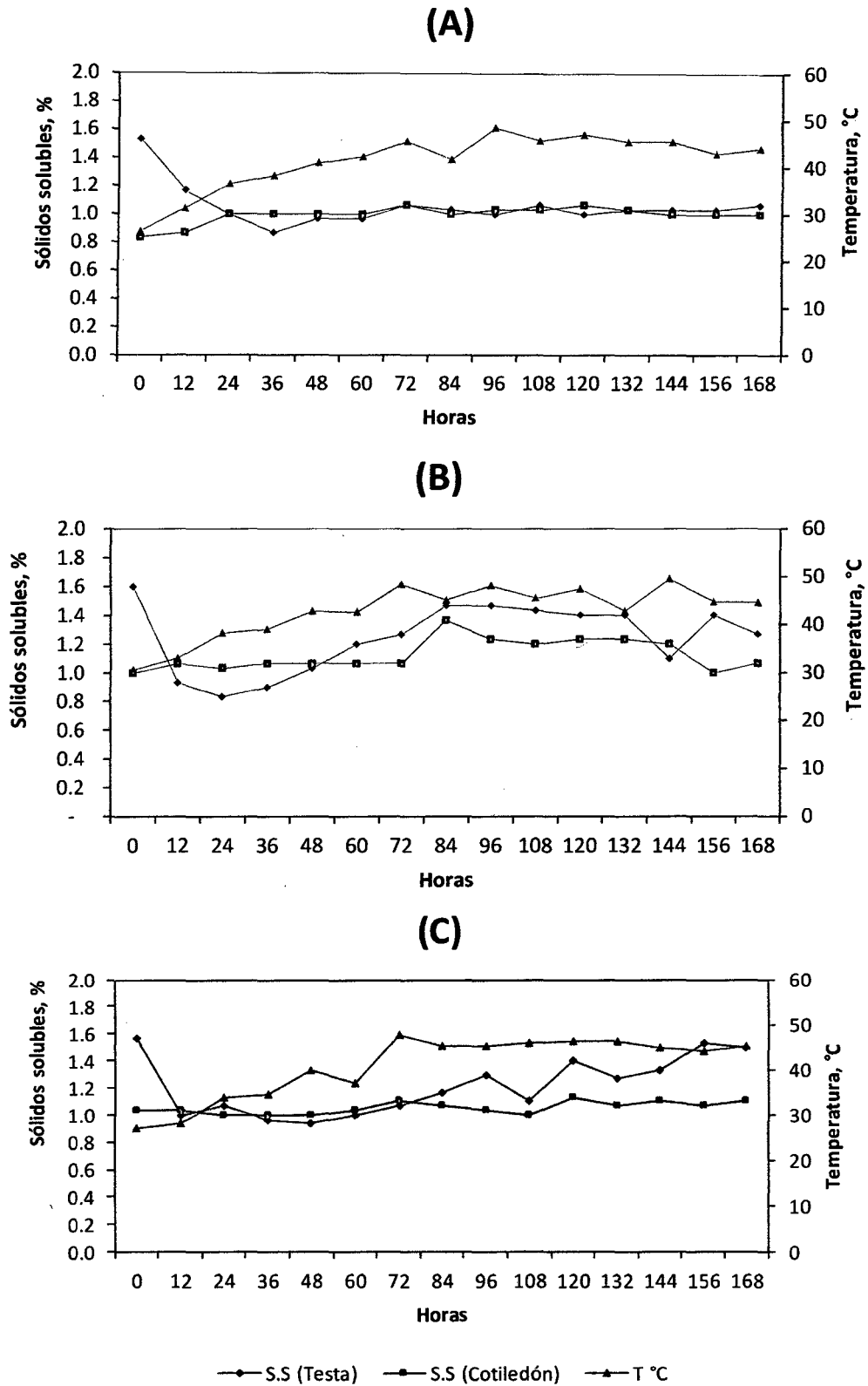


Figura N°21: Variación del % de sólidos solubles del clon de cacao CCN-51 maduro luego de 168 horas de fermentación: (A) 0 días, (B) 3 días y (C) 6 días de retención

En la Figura N° 22 se observa la variación de los sólidos solubles de la testa y cotiledón de los granos del clon de cacao CCN-51 sobremaduro luego de 168 horas de fermentación a diferentes días de retención en función de la temperatura. Se adjunta registro de datos en Anexo N° 09.

A medida que se produce el descenso de la pulpa el contenido de sólidos solubles disminuye hasta el 1% a las 48 horas de fermentación en la testa de los granos de cacao sobre maduro sin y con retención por la acción de las levaduras que transforman el azúcar de la pulpa en alcohol (Figura N° 22).

Los valores de sólidos solubles en la evaluación de las 132 horas de fermentación con tres días de retención en la testa y cotiledón mostraron estabilidad hasta el final del proceso de fermentación. Por el contrario, los tratamientos de cero y seis días de retención los valores del contenido de sólidos solubles de la testa, son más dispersos en relación a los valores del cotiledón. Esto probablemente sea debido a la germinación de semillas por la sobremaduración de las mazorcas como se observa a las 132 horas a cero días de retención y a las 72 horas a seis días de retención (Enrique, 1985 y López, 1987) citado por (Quiroz, 2010). Las temperaturas de la masa de granos a los tres días de retención fueron mayor en relación a los otros tratamientos.

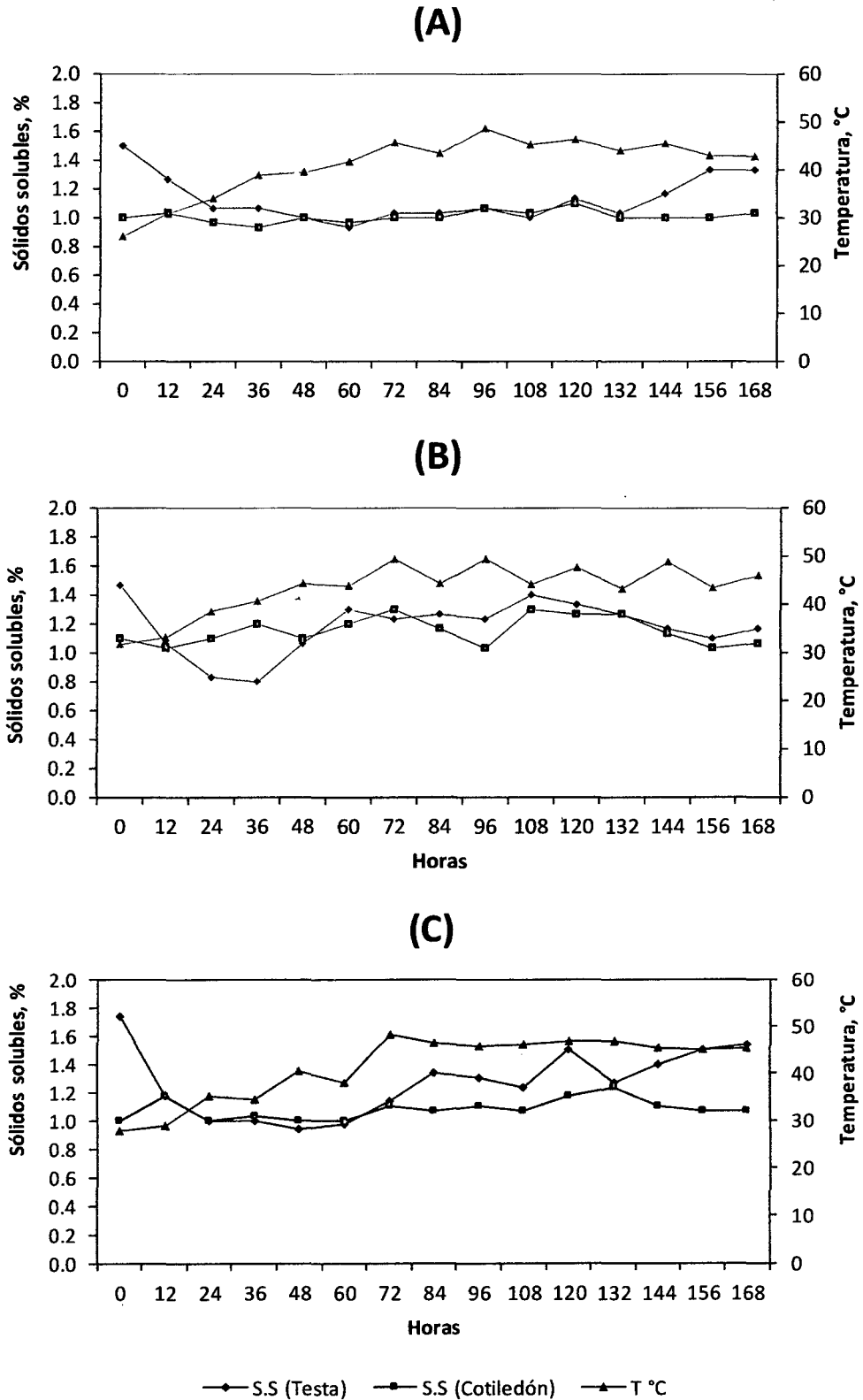


Figura N° 22: Variación de sólidos solubles del clon de cacao CCN-51 sobremaduro luego de 168 horas de fermentación: (A) 0 días, (B) 3 días y (C) 6 días de retención.

En la Figura N° 23 se observa la variación de pH de la testa y cotiledón de los granos del clon de cacao CCN-51 pintón luego de 168 horas de fermentación a diferentes días de retención en función de la temperatura. Se adjunta registro de datos en el Anexo N° 10.

Los cotiledones de los granos de cacao pintón sin y con retención experimentaron un descenso de pH, principalmente en el tratamiento de tres días retención a las 72 horas de evaluación que se intersectaron con el pH de la testa y cotiledón a 4.63 (Figura N° 23). Esto significaba el inicio de la fermentación satisfactoria, las enzimas se ponen en contacto con los polifenoles y proteínas y se inician las reacciones hidrolíticas que dan lugar a cambios en los pigmentos cianidinglucosidos, provocando el inicio de la formación de los precursores del sabor a chocolate toda esta fase hidrolíticas ocurre a temperaturas cercanas a 45°C y con un pH de 4.0 a 5.0 (Reyes, Vivas y Romero, 2000) citado por (Sánchez, 2007). Sin embargo, el efecto del índice de cosecha a cero días de retención no influyo en la fermentación porque no hubo intersección en el pH de la testa y el cotiledón. Esto se refleja en un bajo porcentaje de fermentación. A los seis días de retención el inicio de la fermentación fue a las 84 horas a un pH 4.92

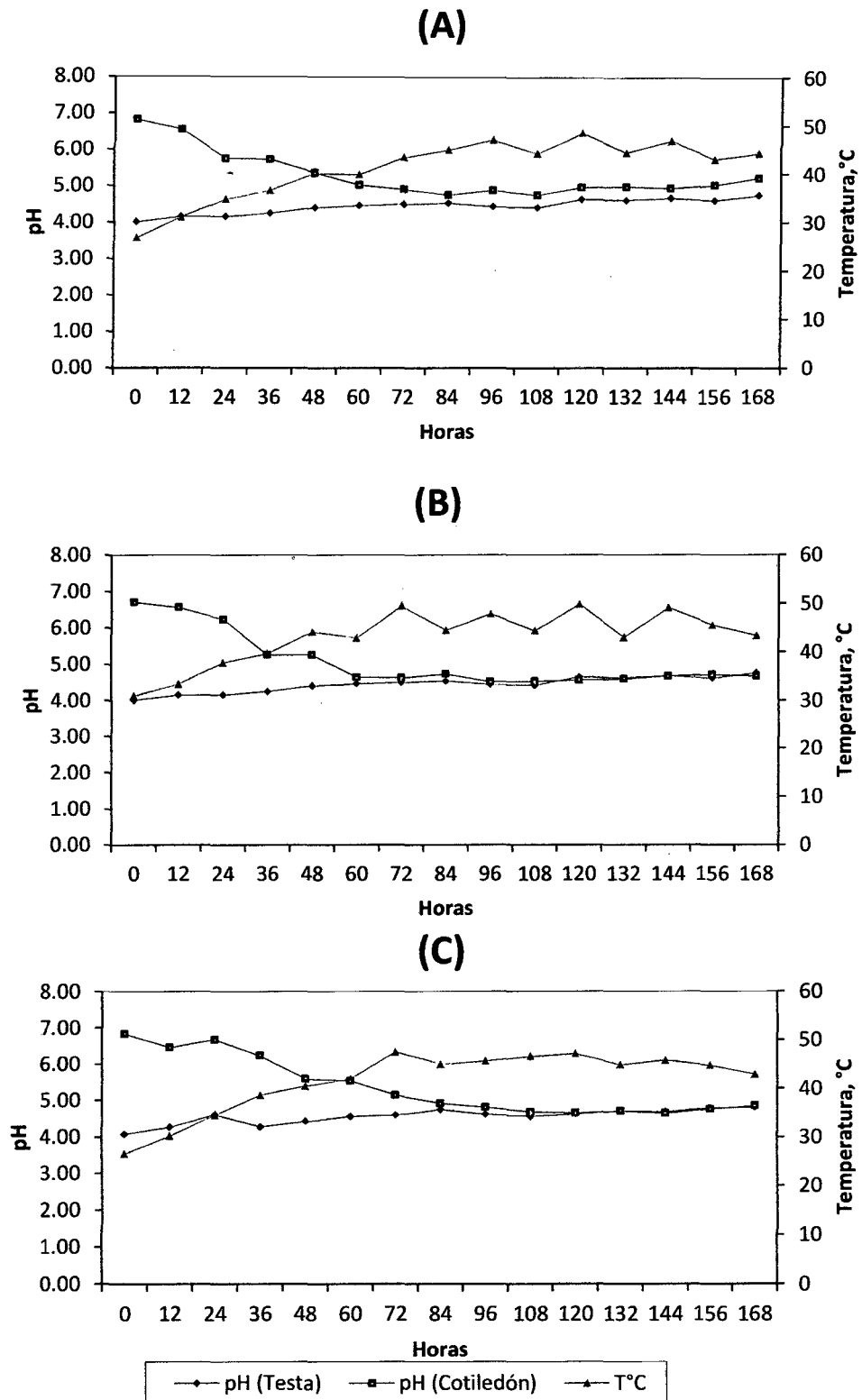


Figura N°23: Variación del pH del clon de cacao CCN-51 pintón luego de 168 horas de fermentación: (A) 0 días (B) 3 días y (C) 6 días de retención

En la Figura N° 24 se observa la variación del pH de la testa y cotiledón de los granos del clon de cacao CCN-51 maduro luego de 168 horas de fermentación a diferentes días de retención en función de la temperatura. Se adjunta registro de datos en Anexo N° 11.

La evaluación inicial de pH de la pulpa fresca de los granos de cacao maduro en la testa y el cotiledón fueron 4.1 y 6.7 respectivamente.

Se observó la intersección de los valores de pH de la testa y cotiledón de granos de cacao maduro a las 96 horas de fermentación tomando un valor promedio de 4.73 indistintamente de los tres tratamientos, dando inicio a la fase acética de la fermentación.

Los valores de pH en testa y cotiledón encontrados en la pulpa fresca de granos cacao maduro fueron similares a los encontrados por otros investigadores (Hernández, 1991) citado por (Sánchez, 2007).

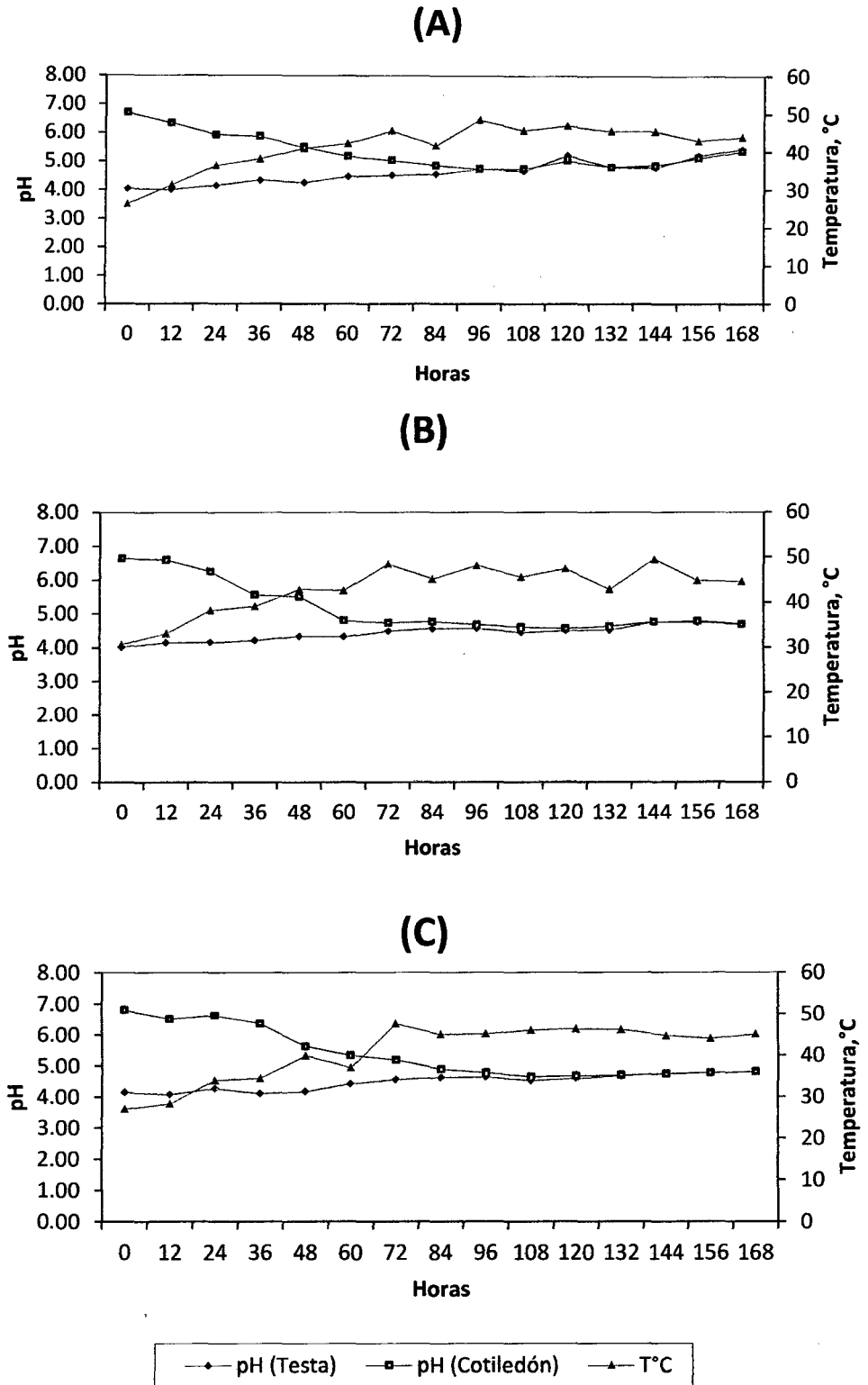


Figura N°24: Variación del pH del clon de cacao CCN-51 maduro luego de 168 horas de fermentación: (A) 0 días (B) 3 días y (C) 6 días de retención

En la Figura N° 25 se observa la variación del pH de la testa y cotiledón de los granos del clon de cacao CCN-51 sobremaduro luego de 168 horas de fermentación a diferentes días de retención en función de la temperatura. Se adjunta registro de datos en Anexo N° 12.

Para los tratamientos con retención de cero y tres días en los granos de cacao sobremaduro, los valores del pH de la testa y cotiledón se intersectan a 4.8 y a las 96 horas de fermentación. Sin embargo, para el tratamiento con retención de seis días la intersección del pH para ambas estructuras fue de 4.7 a las 120 horas. Además, es necesario señalar que durante el proceso de fermentación las temperaturas de la masa de los granos fueron menores a comparación de los otros tratamientos. Estos parámetros indican un retraso en el inicio de la fermentación por un lapso de 24 horas con relación a los tratamientos de cero y tres días de retención. Este evento, también fue reportado por Ortiz de Bertorelli et al. (2009) un incremento en el tiempo de almacenamiento de las mazorcas, genera altos valores de temperatura a medida que aumenta el tiempo entre cosecha y desgrane del cacao. Por otro lado, observo un ascenso lento de la temperatura, muy importante para obtener un mejor potencial del sabor, formando menos cantidades de ácido acético, por tanto, concentraciones moderadas puede difundir lentamente dentro de los granos sin causar una sobre acidificación. En consecuencia, no es conveniente almacenar las mazorcas por mucho tiempo.

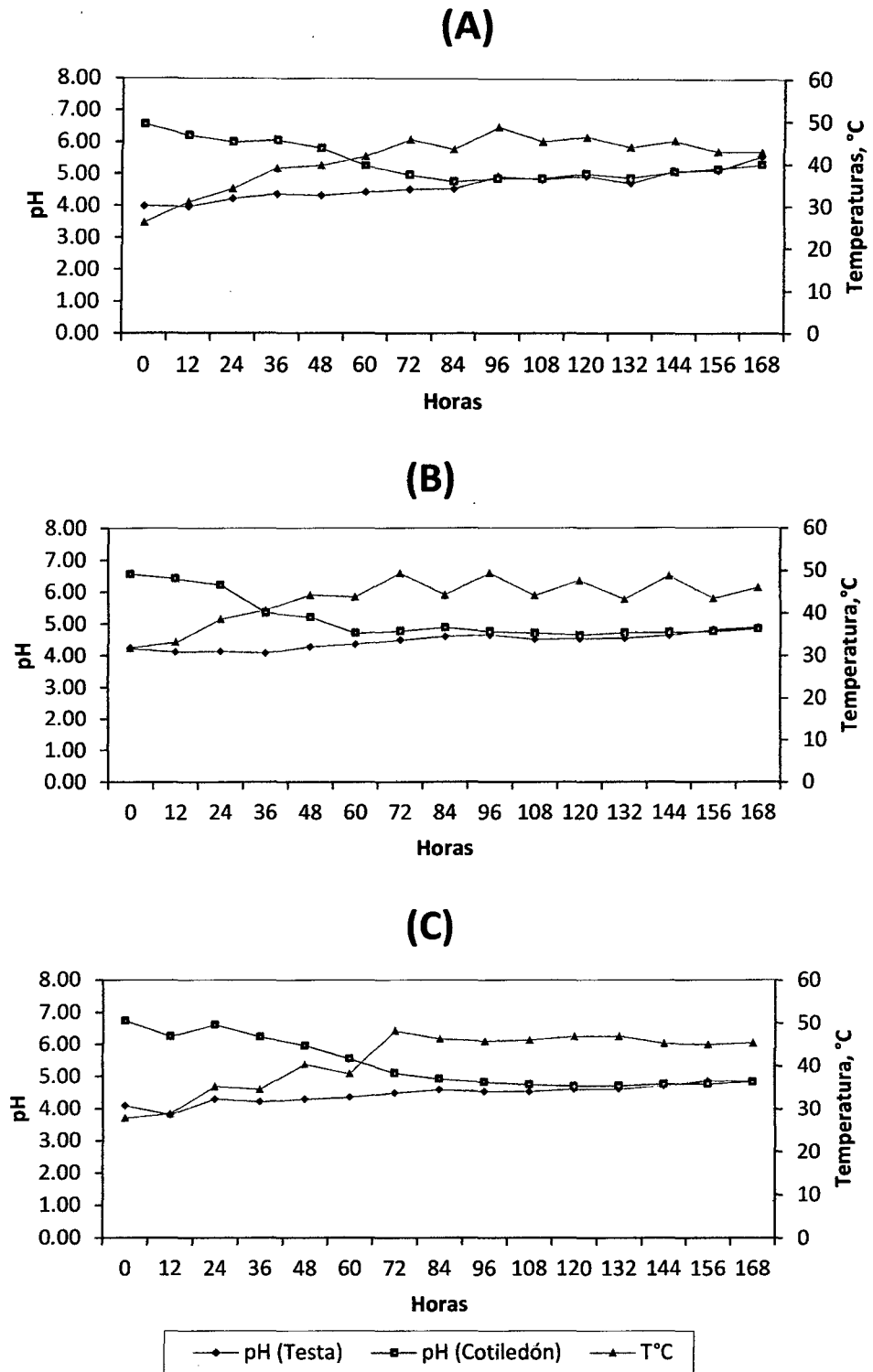


Figura N°25: Variación del pH del clon de cacao CCN-51 sobremaduro luego de 168 horas de fermentación: (A) 0 días (B) 3 días y (C) 6 días de retención.

En la Figura N° 26 se observa la variación de la acidez de la testa y cotiledón de los granos del clon de cacao CCN-51 pintón luego de 168 horas de fermentación a diferentes días de retención en función de la temperatura y porcentaje de ácido cítrico. Se adjunta registro de datos en Anexo N° 13.

Se observó notoriamente el efecto de la retención de los granos de cacao pintón en la acidez inicial, a medida que aumenta el tiempo de retardo entre la cosecha y el desgrane, la acidez de la testa es mayor que del cotiledón.

A las 108 horas de fermentación la testa de los granos de cacao pintones sin y con retención expresan el mayor contenido de acidez promedio de 0.226 %, superior a los valores de acidez del cotiledón. Además, la temperatura de la masa de granos fue cercana a 45°C. Los parámetros encontrados de acidez y temperatura en el estado inicial de fermentación son corroborados por los valores encontrados por Calderón (2002) citado por Bustamante et al. (2010), donde señala que en la primera fase de la fermentación, el etanol y el ácido acético que se producen en la pulpa, entran a la semilla y junto con la alta temperatura de 45 a 50°C matan al embrión. Este es un requisito previo para el inicio de las reacciones bioquímicas dentro del grano que son las responsables para la formación de los precursores del sabor.

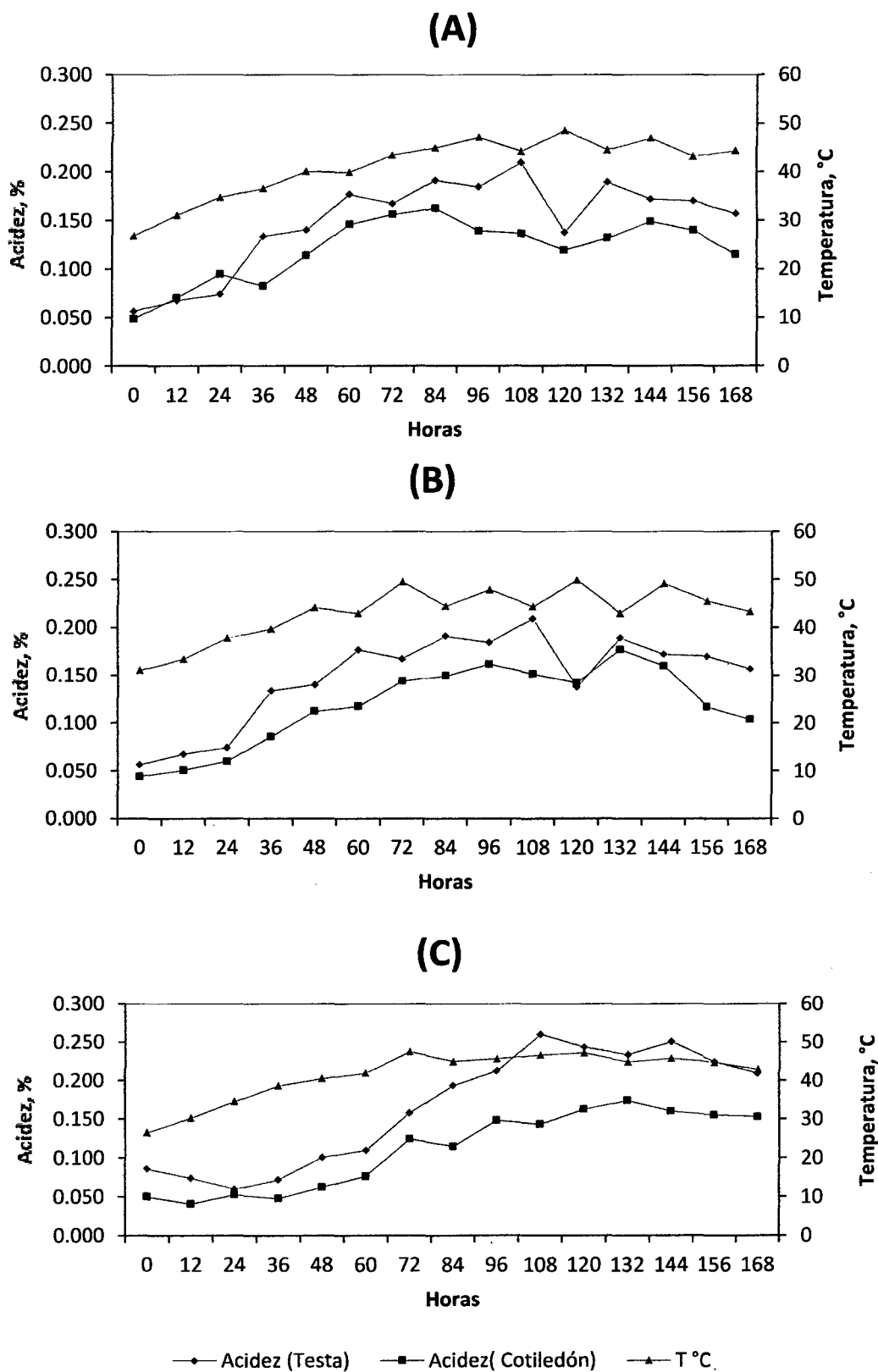


Figura N°26: Variación de la acidez del clon de cacao CCN-51 pintón luego de 168 horas de fermentación: (A) 0 días (B) 3 días y (C) 6 días de retención.

En la Figura N° 27 se observa la variación de la acidez de la testa y cotiledón de los granos del clon de cacao CCN-51 maduro luego de 168 horas de fermentación a diferentes días de retención en función de la temperatura. Se adjunta registro de datos en Anexo N° 14.

El mayor efecto del índice de cosecha de los granos de cacao maduro se observaron al sexto día de retención en relación a los otros tratamientos, expresando un mayor contenido de acidez en la testa en comparación con el cotiledón durante todo el proceso de fermentación. Es importante señalar que el contenido de acidez y el pH de la testa y el cotiledón de los granos de cacao maduro al tercer día de retención coinciden con el mismo número de horas del inicio de la fermentación acética. Además, a las 144 horas de fermentación, se observó un aumento ligero de la acidez en la testa con relación al cotiledón, para 0 y 6 días de retención.

Esta intersección de acidez y pH de las dos estructuras del grano y el aumento de la acidez repentinamente al finalizar el proceso de fermentación, se debe en primer lugar al inicio de una fermentación adecuada porque se desarrollan principalmente alcoholes y ácidos y en menor cantidad aldehídos, pirazinas, furanos y fenoles. Finalmente, estas últimas familias de compuestos aumentan en cantidad y concentración al final del proceso de fermentación (Portillo et al., 2009) citado por (Rodríguez, 2011).

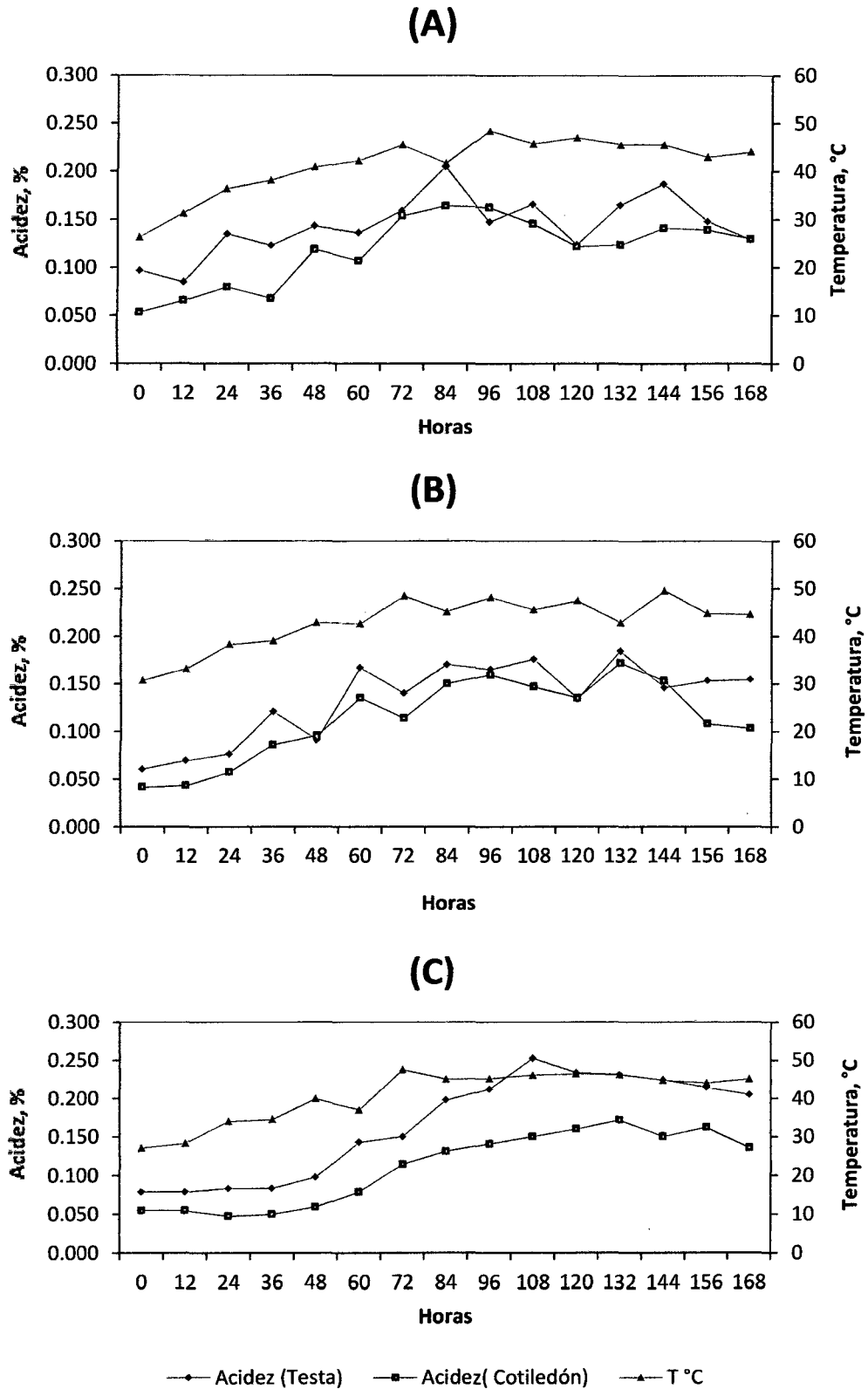


Figura N°27: Variación de la acidez del clon de cacao CCN-51 maduro luego de 168 horas de fermentación: (A) 0 días (B) 3 días y (C) 6 días de retención

En la Figura N° 28 se observa la variación de la acidez de la testa y cotiledón de los granos del clon de cacao CCN-51 sobremaduro luego de 168 horas de fermentación a diferentes días de retención en función de la temperatura. Se adjunta registro de datos en Anexo N° 15.

Se observó el efecto del índice de cosecha y los tres días de retención al desgrane, expresando las mayores temperaturas en la masa de granos de cacao sobremaduro durante el proceso de fermentación en comparación con los otros tratamientos. Este evento, se expresó en un desarrollo temprano de la acidez de la testa y el cotiledón hasta las 60 horas de fermentación, en relación a las 84 y 108 horas de cero y seis días de retención respectivamente de los granos de cacao sobremaduro.

Estos resultados son corroborados por Moreno y Sánchez (1989), Reyes, Vivas y Romero (2000), Ramos (2004) y Portillo, Graziani y Cros (2006) citados por Sánchez (2007). Estos autores señalan que temperaturas elevadas producidas en la masa de cacao durante la fermentación inducen reacciones hidrolíticas y la migración de ácido acético de la pulpa hacia la almendra. Estos dos fenómenos de la misma manera suprimen el poder germinativo del embrión y dan un paso a la fermentación.

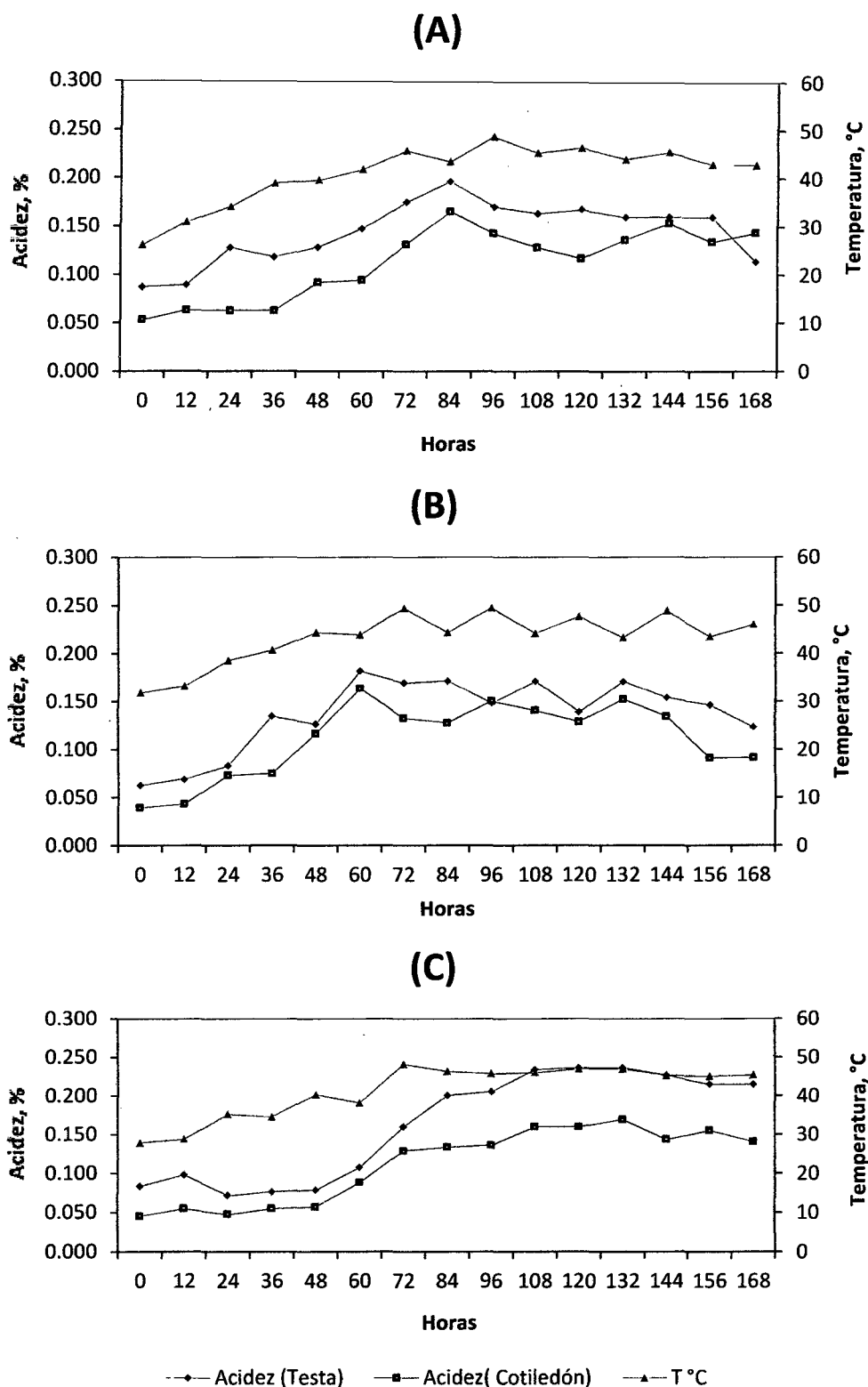


Figura N° 28: Variación de la acidez del clon de cacao CCN-51 sobremaduro luego de 168 horas de fermentación: (A) 0 días (B) 3 días y (C) 6 días de retención

En el Cuadro N°12 se muestran los resultados obtenidos del análisis físico de los granos de cacao bien fermentados (%), parcialmente fermentados (%), no fermentados (%) y granos defectuosos (%) en tres estados de madurez a diferentes días de retención.

Se observó el efecto del índice de cosecha en el porcentaje de granos fermentados, para aquellas mazorcas recolectadas en estado maduro y sobremaduro sin y con retención, que mostraron diferencias significativas con relación a los tratamientos de granos de cacao pintón.

Los valores más altos de porcentaje de granos bien fermentados fueron para los tratamientos en estado maduro y sobre maduro al tercer día de retención en relación a los otros ensayos. Estos resultados estuvieron comprendidos dentro de la clasificación de los granos de cacao de primera (Cortes, 1994) citado por (Sánchez, 2007).

El mayor porcentaje de fermentación para los tratamientos señalados, se debió al efecto del índice de cosecha y el tiempo de retención que alcanzaron las temperaturas más elevadas en la masa de granos de cacao durante el proceso de fermentación. El incremento de la temperatura durante la fermentación aumenta la velocidad de muerte del embrión de los cotiledones, necesario para que se produzca las reacciones enzimáticas capaces de producir las transformaciones que conducen a los precursores del sabor.

Las almendras de color marrón o café, poseen una fermentación muy completa, los ácidos han matado el embrión y a las vacuolas de pigmentación, estas almendras son muy hinchadas y se separan fácilmente del cotiledón. La calidad del sabor y aroma del grano es óptimo para elaborar chocolates gourmet (Ramos, Ramos y Azocar, 2000) y (Jiménez, 2003) citados por (Sánchez, 2007).

Cuadro N°12: Caracterización física del grano seco del clon de cacao CCN-51 en tres estados de madurez a diferentes días de retención.

Análisis físico	Día 0		
	Pintón	Maduro	Sobremaduro
Bien fermentado (%)	61.4 ± 1.8 a	66.3 ± 1.9 b	67.2 ± 0.9 b
Parcialmente fermentado (%)	23.5 ± 0.9 a	21.1 ± 0.6 a	23.0 ± 0.7 a
No fermentado (%)	14.4 ± 0.8 a	11.1 ± 1.2 b	8.9 ± 0.4 c
Granos defectuosos (%)	0.8 ± 0.4 a	0.9 ± 0.4 a	0.8 ± 0.5 a
	Día 3		
Bien fermentado (%)	65.1 ± 0.7 b	75.1 ± 2.4 a	74.6 ± 1.5 a
Parcialmente fermentado (%)	22.8 ± 0.5 a	15.0 ± 1.5 b	13.7 ± 1.4 b
No fermentado (%)	12.3 ± 0.7 a	9.5 ± 0.7 b	10.9 ± 1.5 ab
Granos defectuosos (%)	0.9 ± 0.5 a	0.4 ± 0.2 a	0.7 ± 0.3 a
	Día 6		
Bien fermentado (%)	70.1 ± 2.3 a	65.2 ± 1.8 b	63.5 ± 1.1 b
Parcialmente fermentado (%)	20.1 ± 1.5 b	22.4 ± 0.8 ab	23.5 ± 0.8 a
No fermentado (%)	8.7 ± 0.4 a	11.5 ± 2.4 a	11.9 ± 1.5 a
Granos defectuosos (%)	1.1 ± 0.5 a	0.9 ± 0.1 a	1.1 ± 0.2 a

Fuente: Elaboración propia

Letras diferentes indican diferencias significativas con probabilidad de error de 5 % (las letras minúsculas comparan horizontalmente)

Además, se observó que el porcentaje de granos de cacao parcialmente fermentados, se presentó para todos los tratamientos ensayados. Los mayores valores fueron encontrados para los granos sin y con retención de seis días a diferentes estados de madurez en relación a los otros tratamientos del estudio. Las almendras de color marrón o violeta indican una fermentación parcial, los ácidos no han penetrado y una proporción de vacuolas se encuentran intactas, los cotiledones están poco compactos y la testa algo suelta, sin embargo la calidad del sabor es regular pero aprovechable para producir chocolate (Ramos, Ramos y Azocar, 2000) y (Jiménez, 2003) citados por (Sánchez, 2007).

El porcentaje de grano no fermentado para grano de cacao pintón sin y con retención de tres días fue significativamente mayor que los granos maduros y sobremaduros del

ensayo, no existiendo diferencias significativas para los granos de cacao con retención de seis días a diferentes estados de madurez.

Las almendras pizarrosas o de color gris, presentan un aspecto compacto de color gris negruzco, lo cual indica ningún efecto de fermentación, por lo que desarrollan sabores amargo y astringente (Ramos, Ramos y Azocar, 2000) citados por (Sánchez, 2007).

En el porcentaje de granos defectuosos no existe diferencia significativa entre los tratamientos sin y con retención a diferentes estados de madurez. Entre estos granos se encuentran los granos rotos, planos, múltiples, mohosos y dañados por insectos y germinados (INDECOPI, 2014).

En el **Cuadro N°13** se presentan los resultados obtenidos de la variación de la calidad sensorial de licor de cacao al utilizar tres estados de madurez a diferentes días de retención.

Astringencia

El puntaje obtenido de la astringencia en los ensayos con licor de cacao maduro y sobre maduro a diferentes días de retención fue significativamente diferente con relación a los tratamientos de licor de cacao pintón. Es decir, el puntaje del licor de grano maduro y sobre maduro fue menos astringente que el licor del grano pintón. Esto fue debido al efecto del índice de cosecha, frutos inmaduros presentan mayor grado de compuestos polifenólicos, responsables del grado de astringencia en los granos de cacao (Jeanjean, 1995) citado por (Sánchez, 2007).

Acidez

La calificación de la acidez del licor de cacao maduro y sobre maduro fue menor con relación al licor de cacao pintón a diferentes días de retención. Esto se debe a que los frutos pintones o semi maduros tienen el mucílago demasiado ácido para lograr una óptima fermentación. Por otro lado, los frutos sobremaduros, tendrán el mucílago seco

e insípido y posiblemente el embrión haya iniciado el proceso de germinación en el interior de la mazorca, lo cual constituye una condición indeseable en el proceso de lograr granos de calidad (CNCH 1983, Velloso 1985, ICT 2003, Enríquez 1985).

Amargor

En la evaluación de los cero y tres días de retención, el puntaje del amargor en el licor maduro y sobre maduro fue menor que el puntaje alcanzado en el licor de cacao pintón. Esto se debe al efecto del índice de cosecha y los días de retención, permitiendo la elevación de la temperatura durante el proceso de fermentación, que mata al embrión, favoreciendo la pérdida de theobromina por difusión en los tejidos y migración a los tegumentos de los granos de cacao. Esta pérdida es en gran parte la responsable de la disminución del amargor de los granos bien fermentados Jeanjean (1995) citado por Sánchez (2007). Sin embargo, en la evaluación de los seis días de retención, los valores de amargor del licor de cacao maduro y sobre maduro se invierten en relación al licor de cacao pintón. Esto probablemente, se debió por los procesos fisiológicos y bioquímicos que ocurrieron durante el periodo prolongado de retención de las mazorcas al desgrane.

Achocolatado o sabor a cacao

El achocolatado del licor de cacao sin y con retención a diferentes estados de madurez presentó un mismo puntaje descriptivo de intensidad media. Sin embargo, los mayores puntajes alcanzados fueron para los licores de cacao sin retención en estado maduro y sobre maduro, en comparación a los licores de cacao de tres y seis días a diferentes estados de madurez. Este sabor a chocolate se desarrolla esencialmente en dos etapas de fundamental importancia como son la fermentación y el tostado (Chichester, 1986) citado por (Díaz, 2012). Además, las combinaciones de los aldehídos con Acilazufre durante la fermentación fueron responsables importantes en las notas de sabor a chocolate (Nazaruddin et al., 2005) citado por (Díaz, 2012).

Frutal

El mayor puntaje de sabor frutal provino del licor de cacao maduro y con tres días de retención en comparación con los otros tratamientos ensayados. Es importante señalar que los valores elevados de sabor a frutas y floral son índices de suavidad y finura en el sabor. La intensidad del sabor frutal obtenido en los ensayos fue propios de la naturaleza del clon de cacao CCN-51. Por otro lado, los compuestos volátiles como las pirazinas y los aldehídos representan un sabor básico y los esterres que originan un sabor a fruta (Jeanjean, 1995) citado por (Sánchez, 2007).

Nuez

Los puntajes obtenidos por los catadores en licor de cacao en los tres estados de madurez a diferentes días de retención no presentaron diferencias significativas. Es decir no hubo un efecto de las variables en estudio.

Jiménez (2007) citado por Bustamante (2010) señala que las almendras de cacao tiene que tostarse para facilitar la eliminación de la cascarilla y para que los precursores del sabor (azúcar, aminoácidos y otros que se forman durante la fermentación) se combinen y transformen para formar los olores y sensaciones típicas del sabor a chocolate y otros como el floral, frutal y nuez según el tipo de cacao.

Floral

El valor descriptivo inicial del atributo de nuez floral fue intensidad baja y se mantuvo en el licor de cacao hasta la evaluación de seis días de retención a diferentes estados de madurez. El puntaje bajo alcanzado es propio de la naturaleza genética del clon de cacao CCN-51. Esta característica presenta sabores y aromas a flores, casi perfumadas y posiblemente se percibe un olor químico, con referencia a flores de cítricos (Jiménez et al., 2011) citado por (Quintana, 2013).

Saltos (2005) citado por Sánchez (2007), menciona que el cítrico es muy particular y diferente , se lo describe como sabor floral, fuerte en matices de astringencia , sabor

a leguminosas verdes, flores de cítricos , una sensación de frescura que invade la boca y desaparece rápidamente.

Cítrico

Se observó que los puntajes del licor de cacao maduro y sobre maduro descendieron, mas, aumentaron para el licor de cacao pintón a medida que transcurrieron los días de retención. Sin embargo, desde la calificación inicial hasta los seis días de retención a diferentes estados de madurez fue de intensidad media. El sabor cítrico de un licor de cacao tiene como referencia a los frutos maduros de cítricos

Terroso o crudo/verde

En la calificación de este atributo no hay diferencia significativa para los puntajes obtenidos en el licor de cacao en los tres estados de madurez y a los diferentes días de retención. Es considerado como un defecto, se presenta con un aroma desagradable, generalmente debido a la falta de fermentación o carencia de tostado (Voltz, 1990), (Ramos y Azocar, 2000) y (Jiménez, 2003) citado por (Sánchez, 2007).

Otros

El puntaje descriptivo alcanzado para todos los tratamientos del ensayo fue ausente. Además, los valores obtenidos por los catadores no encontraron diferencias significativas entre ellos.

Romero (2004) citado por Sánchez (2007) menciona que los fabricantes de chocolate realizan pruebas complejas para determinar las cualidades organolépticas del grano. En los cacaos finos tratan de encontrar delicadas matices del sabor en los básicos se preocupan más de que no tenga sabores extraños, además describe que los peores defectos que se pueden encontrar son el sabor a humo ocasionado por el secado artificial, olor a jamón ahumado por una sobre fermentación.

En el Cuadro N° 12 se muestra los resultados de la prueba sensorial del licor de cacao CCN-51 para 3 estados de madurez y diferentes días de retención.

Cuadro N°13: Prueba sensorial de licor (pasta) de cacao CCN-51 aplicado a 3 estados de madurez y a diferentes días de retención en mazorca.

Atributos	Día 0		
	Pintón	Maduro	Sobremaduro
Astringencia	4.91 ± 0.14 a	4.32 ± 0.11 b	4.13 ± 0.08 b
Acidez	4.71 ± 0.06 a	4.47 ± 0.04 b	4.24 ± 0.08 c
Amargor	5.04 ± 0.02 a	4.75 ± 0.08 b	4.53 ± 0.07 c
Achocolatado	4.83 ± 0.17 b	5.00 ± 0.11 ab	5.18 ± 0.11 a
Frutal	3.99 ± 0.13 b	4.28 ± 0.17 ab	4.44 ± 0.22 a
Nuez	3.19 ± 0.51 a	3.54 ± 0.10 a	3.46 ± 0.12 a
Floral	1.72 ± 0.35 a	1.73 ± 0.39 a	1.75 ± 0.21 a
Citrico	3.26 ± 0.07 b	3.73 ± 0.05 a	3.93 ± 0.29 a
Terroso	0.89 ± 0.21 a	0.71 ± 0.33 a	0.84 ± 0.14 a
Otros	0.34 ± 0.10 a	0.55 ± 0.32 a	0.16 ± 0.27 a
Día 3			
Astringencia	4.76 ± 0.12 a	4.29 ± 0.07 b	4.14 ± 0.12 b
Acidez	4.67 ± 0.05 a	4.39 ± 0.06 a	4.64 ± 0.29 a
Amargor	5.00 ± 0.11 a	4.65 ± 0.04 a	4.72 ± 0.30 a
Achocolatado	5.17 ± 0.07 a	4.93 ± 0.22 a	4.80 ± 0.17 a
Frutal	4.15 ± 0.17 b	4.89 ± 0.03 a	4.00 ± 0.12 b
Nuez	3.87 ± 0.15 a	3.90 ± 0.07 a	3.62 ± 0.29 a
Floral	1.88 ± 0.39 a	1.90 ± 0.11 a	1.80 ± 0.14 a
Citrico	3.47 ± 0.06 ab	3.59 ± 0.06 a	3.33 ± 0.10 b
Terroso	0.82 ± 0.43 a	0.73 ± 0.34 a	0.82 ± 0.13 a
Otros	0.27 ± 0.08 a	0.11 ± 0.13 a	0.22 ± 0.22 a
Día 6			
Astringencia	4.19 ± 0.07 b	4.14 ± 0.06 a	4.35 ± 0.04 a
Acidez	4.54 ± 0.54 a	4.40 ± 0.16 a	4.61 ± 0.20 a
Amargor	4.46 ± 0.06 b	4.76 ± 0.09 a	4.98 ± 0.15 a
Achocolatado	4.56 ± 0.21 a	4.62 ± 0.09 a	4.73 ± 0.07 a
Frutal	4.59 ± 0.12 a	4.05 ± 0.26 b	4.11 ± 0.15 b
Nuez	3.39 ± 0.27 a	3.27 ± 0.08 a	3.16 ± 0.34 a
Floral	1.95 ± 0.37 a	1.62 ± 0.50 a	1.88 ± 0.17 a
Citrico	3.83 ± 0.19 a	3.39 ± 0.16 b	3.17 ± 0.06 b
Terroso	0.45 ± 0.12 a	0.78 ± 0.27 a	0.81 ± 0.23 a
Otros	0.10 ± 0.04 a	0.50 ± 0.43 a	0.42 ± 0.31 a

Fuente: Elaboración propia

Letras diferentes indican diferencias significativas con probabilidad de error de 5% (las letras minúsculas se comparan horizontalmente).

En Anexo N° 16 se muestra el perfil de la prueba sensorial del licor de cacao.

V. CONCLUSIONES

- El efecto del índice de cosecha y el retardo de desgrane influyó sobre el proceso de fermentación, presentándose la muerte del embrión a las 96 horas al tercer día de retención a una temperatura promedio de 47°C en los diferentes estados de madurez.
- De igual modo se observó el efecto del índice de cosecha y la retención sobre el porcentaje de fermentación, expresando el mayor porcentaje de fermentación la masa de grano de cacao maduro (75.10 %) y sobre maduro (74.60 %) al tercer día de retención.
- El efecto de la retención al desgrane fue mayor en relación al índice de cosecha sobre el porcentaje de sólidos solubles, mostrando el mayor contenido de sólidos solubles del orden del 16.1 % en los granos retenidos por seis días.
- El efecto de la retención y los estados de madurez influyó sobre el contenido de humedad de los granos de cacao, presentando el menor contenido de humedad (54.4 %) de los granos almacenados por seis días en estado sobremaduro.
- El efecto del índice de cosecha y de retención influyó sobre el inicio de la fermentación temprana para los granos de cacao pintón, expresado por la intersección del pH de la testa y el cotiledón a las 72 horas y a los tres días de retención, con pH de la testa de 4.63 y pH del cotiledón de 4.60
- El efecto de madurez influyó sobre el contenido de acidez de los granos en 0.03%, siendo mayor el porcentaje de acidez en la testa de los granos pintones a diferentes días de retención; a 0 días 0.087 a 0.189, a 3 días 0.056 a 0.209 y a 6 días 0.060 a 0.260

- El mejor perfil sensorial obtenido tiene como sabores específicos al frutal, floral, cítrico y nuez que corresponde al licor de cacao maduro con tres días de retención.
- El índice de cosecha por color del cacao resulta determinante para la mejor la cosecha del cacao CCN-51, para el estado maduro con 3 días de retención, alcanzando un porcentaje de sólidos solubles de 15.8%, en comparación con el pintón (15.5 %) y el sobremaduro (17.7 %) respectivamente, con una calidad sensorial aceptable.

VI. RECOMENDACIONES

- Realizar estudios sobre métodos que permitan intensificar los sabores específicos de frutal, floral, cítrico y nuez del cacao y reducir la acidez, astringencia y el amargor del cacao CCN-51.
- El estado maduro de cacao con tres días de retención se recomienda para formulación de chocolates con cualquier porcentaje de cacao, incluso para la elaboración de chocolates bitters.
- Se recomienda realizar estudios sobre métodos de secado para aumentar el pH y bajar la acidez en los granos secos de cacao CCN-51.

VII. BIBLIOGRAFÍA

1. AYALA M., 2008. Manejo Integrado de Moniliasis (*Moniliophthora roreri*) en el cultivo de Cacao (*Theobroma de cacao L.*) mediante el uso de fungicidas, combinado con labores culturales. (On line). Fecha de consulta 06/02/2014. Dirección URL: http://www.cib.espol.edu.ec/Digipath/D_Tesis_PDF/D-42610.pdf
2. ANGON P. et al., 2006. Índices para la determinación de las condiciones óptimas de maduración de un fruto. (On line). Fecha de consulta 07/02/2014. Dirección URL: <http://www.utm.mx/temas/temas-docs/ensayo1t30.pdf>
3. BUSTAMANTE M., RAMIREZ A. 2010. Efectos de varios métodos de pre fermentación y fermentación del cacao ccn-51 (*Theobroma de cacao L.*) en las propiedades físicas y organolépticas de las almendras. (On line). Fecha de consulta 05/02/2014. Dirección URL: <http://www.google.com.pe/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=31&ved=0CBgQFjAAOB4&url=http%3A%2F%2Frepositorio.ucsg.edu.ec%2Fbitstream%2F123456789%2F977%2F1%2FT-UCSG-PRE-TEC-AGRO-16.pdf&ei=bRiZU561Fc-byASB3YKABQ&usq=AFQjCNFbi7Yu-KO9vaVifdt7ObUZuGJFlg>
4. CAMPOVERDE M. 2010. Días de fermentación y frecuencia de remoción de semillas de cacao (*Theobroma de cacao L.*) en el genotipo nacional y el clon CCN-51. (On line). Fecha de consulta 25/01/2014. Dirección URL: <http://repo.uta.edu.ec/bitstream/handle/123456789/4316/Tesis-42agr.pdf?sequence=1>
5. CEPEDA R. 1987. Tecnología del manejo poscosecha de frutas y hortalizas. (On line). Fecha de consulta 25/01/2014. Dirección URL: <http://books.google.es/books?id=IYDGhOLOgPoC&pg=PA62&dq=MADUREZ+FISIOLOGICA+DE+LAS+FRUTAS&hl=es&sa=X&ei=H2bvU-DhF-LMsQSitIG4CA&ved=0CCQQ6AEwAQ#v=onepage&q=MADUREZ%20FISIOLOGICA%20DE%20LAS%20FRUTAS&f=false>
6. CHIRINOS L. 1996. TESIS "Determinación del Índice de madurez y capacidad de conservación de 6 variedades de durazno". Bolivia. <http://books.google.es/books?id=-88Wak4CwNMC&pg=PA1&dq=MADUREZ+FISIOLOGICA+DE+LAS+FRUTAS&hl=es&sa=X&ei=L3bvU9KqBZTIsASp4IH4Dw&ved=0CEYQ6AEwCDgU#v=onepage&q=MADUREZ%20FISIOLOGICA%20DE%20LAS%20FRUTAS&f=false>
7. CIVELLO, 2010. Maduración de frutos. (En Línea). Fecha de consulta 21/01/2014. Dirección URL: <http://www.ecofisiohort.com.ar/wp->

content/uploads/2010/04/Maduracion_textura_sabor_pigmentos-Clase-1-Dr.-Civello.pdf

8. DIAZ S., PINOARGOTE M. 2012. Análisis de las características organolépticas del chocolate a partir de cacao ccn51 tratado enzimáticamente y tostado a diferentes temperaturas. (On line). Fecha de consulta 21/01/2014. Dirección URL:
http://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/21432/1/Tesis_terminada_chocolate%20FINAL%20totalmente%20corregida-2.pdf
9. EGAS J. 2010. Efecto de la inoculación con Azotobacter sp. En el crecimiento de las plantas injertadas de cacao (Theobroma cacao), genotipo nacional, en la Provincia de Esmeraldas. (On line). Fecha de consulta 20/01/2014. Dirección URL: <http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/2307/1/CD-3051.pdf>
10. ENRÍQUEZ G. 1985. Curso sobre el cultivo del cacao. (On line). Fecha de consulta 20/01/2014. Dirección URL:
http://books.google.com.pe/books?id=eZgOAQAIAAJ&pg=PA22&lpg=PA22&dq=maduracion+del+fruto+de+cacao&source=bl&ots=loxL2_Nn1H&sig=rFlr46Xg5HFVabBysmzaLci6otl&hl=es&sa=X&ei=3qrzUoTPE6iMyAGmj4FY&ved=0CC8Q6AEwAjgK#v=onepage&q=maduracion%20del%20fruto%20de%20cacao&f=false
11. ENRÍQUEZ G. 2004. INIAP. CACAO ORGANICO. (On line). Fecha de consulta 25/01/2014. Dirección URL:
<http://books.google.com.pe/books?id=cl0zAQAAMAAJ&pg=PA12&dq=cosecha+y+beneficio+del+cacao&hl=es&sa=X&ei=lvtoU6vMJl6gsQTUxoCwCQ&ved=0CEUQ6AEwBjgK#v=onepage&q=cosecha%20y%20beneficio%20del%20cacao&f=false>
12. ENRÍQUEZ G. 1998. Como mantener la calidad y el aroma en el mercado del cacao. (On line). Fecha de consulta 26/01/2014. Dirección URL:
<http://books.google.com.pe/books?id=ZNRP5c1TPpoC&pg=PA13&lpg=PA13>

&dq=tiempo+entre+la+cosecha+y+apertura+de+mazorcas+de+cacao&source=bl&ots=JdmlVixBot&sig=dIjfmJZxi9xKK1EO2vsD4URbjco&hl=es&sa=X&ei=VcD3U_DIKuHLsATXkIKgBA&ved=0CE0Q6AEwBg#v=onepage&q=tiempo%20entre%20la%20cosecha%20y%20apertura%20de%20mazorcas%20de%20cacao&f=false

13. GAIBOR D. 2010. Efecto del diseño de la caja y tipo de madera utilizada, en el proceso fermentativo del grano de cacao (*Theobroma cacao* L.) Canton Las Naves, Provincia de Bolivar. (On line). Fecha de consulta 23/01/2014. Dirección URL: <http://www.biblioteca.ueb.edu.ec/bitstream/15001/1569/1/0.56%20Al.pdf>

14. GONZALES F. et al. 2007. Eco fisiología del cacao. (On line). Fecha de consulta 23/01/2014. Dirección URL: <http://diplomado2007unas.blogspot.com/2008/01/ecofisiologia-del-cacao.html>

15. GONZALES F. et al. 1999. Influencia del índice de cosecha de la mazorca sobre algunas características de la grasa de dos cultivares de cacao (*Theobroma cacao* L.). (On line). Fecha de consulta 21/01/2014. Dirección URL: http://revistaagronomiacv.org.ve/revista/articulos/1999_25_2_8.pdf

16. GRAZIANI DE FARIÑAS L. et al., 2002. Características físicas del fruto de cacaos tipo criollo, forastero y trinitario de la localidad de Chumboto, Venezuela. (On line). Fecha de consulta 05/02/2014. Dirección URL: http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0002-192X2002000300006

17. GRAZIANI DE FARIÑAS L. et al., 2003. Características químicas de la semilla de diferentes tipos de cacao de la localidad de Cumboto, Aragua. (On line). Fecha de consulta 10/02/2014. Dirección de URL: http://www.scielo.org.ve/scielo.php?pid=S0002-192X2003000200002&script=sci_arttext

18. HENRÍQUEZ G. (1998). 1998. Beneficio del Cacao. (On line). Fecha de consulta 07/02/2014. Dirección URL:

<http://books.google.com.pe/books?id=T7EzAQAAMAAJ&pg=PA2&dq=cosecha+y+beneficio+del+cacao&hl=es&sa=X&ei=K-BoU9LcH7O-sQSrilGYDg&ved=0CDkQ6AEwAg#v=onepage&q=cosecha%20y%20beneficio%20del%20cacao&f=false>

19. INDECOPI. 2014. NTP 280.040:2008. CACAO: Buenas Prácticas de Cosecha y Beneficio
20. JOHNSON J. et al. (2008). Manual de manejo y producción del cacaoero [On line]. Fecha de consulta 21/01/2014. Dirección URL: <http://cenida.una.edu.ni/relectronicos/RENF01J71.pdf>
21. KADER, A. 1992. Biología y Tecnología de postcosecha: una revisión general. (On line). Fecha de consulta 14/02/2014. Dirección URL: <http://www.funprover.org/formatos/manualTomate/Biologia%20y%20Tecnologia%20de%20Postcosecha.pdf>
22. LEPIDO B. 2009. El Cultivo del Cacao. (On line). Fecha de consulta 03/03/2014. Dirección URL: <http://www.rediaf.net.do/publicaciones/guias/download/cacao.pdf>
23. LOPEZ A. 2003. Manual para la preparación y venta de frutas y hortalizas. FAO. (On line). Fecha de consulta 03/03/2014. Dirección URL: http://books.google.es/books?id=xf1zTXxRGMgC&pg=PA4&dq=EL+CACAO+ES+UN+FRUTO+NO+CLIMATERICO+PORQUE&hl=es&sa=X&ei=UXvvU5ynNKe_sQTP-4Ag&ved=0CB8Q6AEwAA#v=onepage&q=EL%20CACAO%20ES%20UN%20FRUTO%20NO%20CLIMATERICO%20PORQUE&f=false
24. MALESPIN M., et al., 1982. El cacao. (On line). Fecha de consulta 21/01/2014. Dirección URL: http://books.google.com.pe/books?id=MeIOAQAIAAJ&pg=PA23&lpg=PA23&dq=maduracion+del+fruto+de+cacao&source=bl&ots=8MIm2LbkQO&sig=I3juL1jwBp89rip5eLp5YPRjl_w&hl=es&sa=X&ei=3qrzUoTPE6iMyAGmj4FY&ved=

OCEAQ6AEwBjgK#v=onpage&q=maduracion%20del%20fruto%20de%20cacao&f=false

25. MATA, A. 2006. Establecimiento de un sistema de propagación vegetativa de genotipos superiores de cacao (*Theobroma de cacao L.*) por medio de ramillas en el CATIE. (On line). Fecha de consulta 06/02/2014. Dirección URL: <http://bibliodigital.itcr.ac.cr/xmlui/bitstream/handle/2238/441/Propagacion%20vegetativa%20de%20cacao.pdf?sequence=1>

26. MINAG. 2014. V Edición del Salón del Cacao y Chocolate. (On line). Fecha de consulta 03/02/2014. Dirección URL: <http://www.minagri.gob.pe>

27. NAVIA A., PAZMIÑO N. 2012. Mejoramiento de las características Sensoriales del cacao CCN51 a través de la Adición de Enzimas durante el Proceso de Fermentación. (On line). Fecha de consulta 15/02/2014. Dirección URL: <http://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/21147/1/MEJORAMIEN TO%20DE%20CARACTERISTICAS%20SENSORIALES%20CACAO%20CC N51.pdf>

28. NAVARRO M., MENDOZA I. 2006. Guía Técnica del Cultivo del Cacao en Sistemas Agroforestales. (On line). Fecha de consulta 03/03/2014. Dirección URL: http://www.iica.int.ni/IICA_NICARAGUA/Publicaciones/Estudios_PDF/Guia_C acao_Para_Promotores.pdf

29. OCAÑA E. 2013. OBTENCION DE UVA LIOFILIZADA. (On line). Fecha de consulta 03/03/2014. Dirección URL: <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/1401/1/T-UCE-0008-%2006.pdf>

30. ORTIZ DE BERTORELLI L., et. al., 2009. Influencia de varios factores sobre índices físicos del grano de cacao en fermentación. (On line). Fecha de consulta 21/01/2014. Dirección URL:

http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0002-192X2009000100008&lng=en&nrm=iso&ignore=.html

31. OSORIO R. 2010. Estudio del efecto de *Trichoderma harzianum* en el control de *Moniliophthora* en las plantas de *Theobroma* de cacao en la Provincia de Esmeraldas. (On line). Fecha de consulta 07/02/2014. Dirección URL: <http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/2339/1/CD-3088.pdf>

32. PADILLA D. 2008. Aplicación del Diseño Estadístico de Experimentos a los ensayos realizados en la Unidad de Negocios Propagación, El Quinche. (On line). Fecha de consulta 07/04/2014. Dirección URL: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/1304/1/226T0007.pdf>

33. QUIROZ J. 1990. Influencia de la agronomía y cosecha sobre la calidad del cacao. 2010. (On line). Fecha de consulta 12/02/2014. Dirección URL: <http://books.google.com.pe/books?id=UnozAQAAMAAJ&pg=PP4&lpg=PP4&dq=cosecha+del+cacao/indice+de+cosecha&source=bl&ots=l5O3Wsbmml&sig=1isllrqXI7qWGzq4-FtPcMjOxpM&hl=es&sa=X&ei=ueHzUuDpMNSPkAeO0IEY&ved=0CDwQ6AEwAzgK#v=onepage&q=cosecha%20del%20cacao%2Findice%20de%20cosecha&f=false>

34. QUIROZ J. 2010. Influencia de la agronomía y cosecha sobre la calidad del cacao. (On line), consultado el 16/02/2014. Dirección URL: http://books.google.com.pe/books?id=UnozAQAAMAAJ&pg=PP4&dq=COSECHA+DEL+CACAO&hl=es&sa=X&ei=nbteU4O7LKzLsQTNtoG4Dw&redir_esc=y#v=onepage&q=COSECHA%20DEL%20CACAO&f=false

35. QUIROZ J. 2012. Influencia de la agronomía y cosecha sobre la calidad del cacao. (On line). Fecha de consulta 21/01/2014. Dirección URL: <http://www.iniap.gob.ec/nsite/images/documentos/influencia-de-la-agronomia-y-cosecha-sobre-la-calidad-del-cacao.pdf>

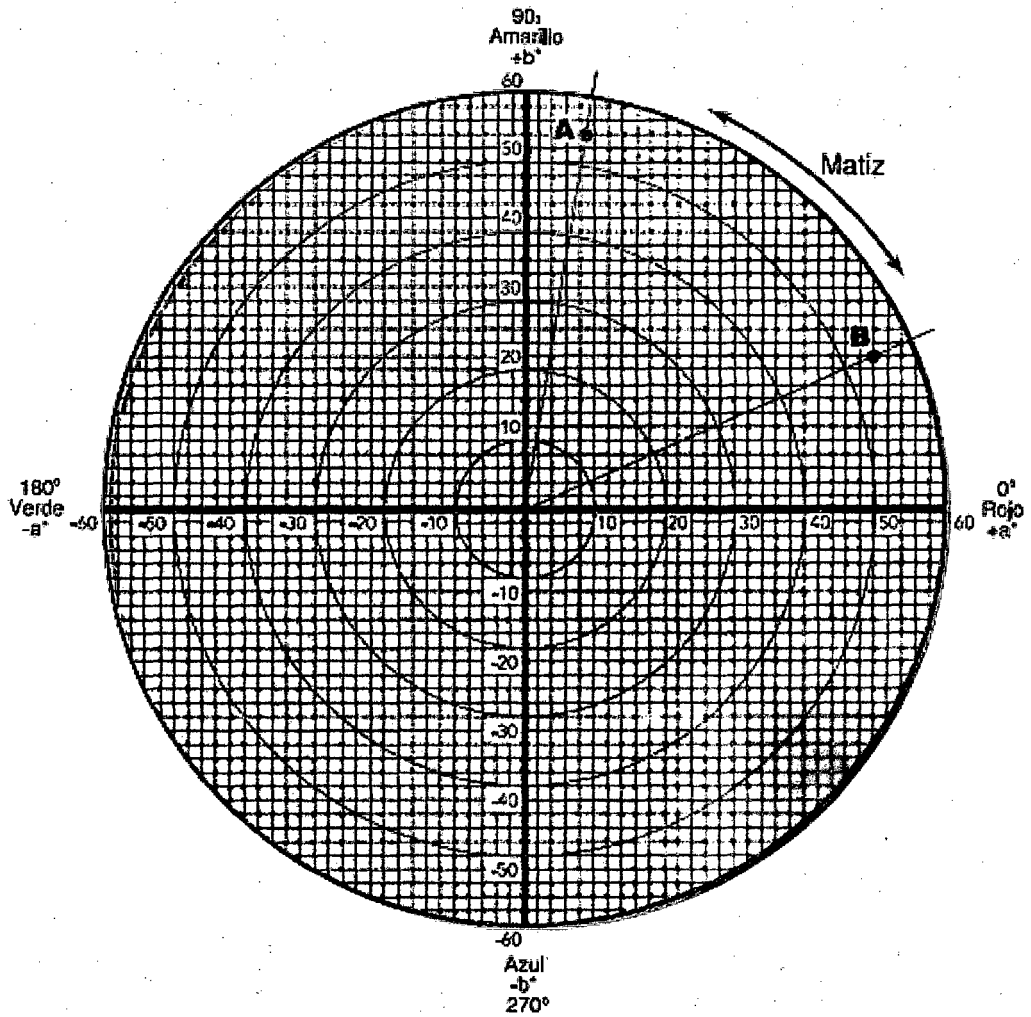
36. QUINTANA L., ET. AL., 2013. Las tics y su aporte para la determinación de la calidad sensorial del cacao (*Theobroma cacao* L.) producido en San Vicente de Chucuri, Santander. (On line). Fecha de consulta 21/01/2014. Dirección URL: <http://www.alimentoshoy.acta.org.co/index.php/hoy/article/viewFile/257/241>
37. RODRIGUEZ J. 2011. Estudio de los compuestos volátiles de *Theobroma de cacao* L., durante el proceso tradicional de fermentación, secado y tostado. (On line). Fecha de consulta 20/01/2014. Dirección URL: <http://www.repositoriodigital.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/8918/Tesiss%20Jacob%C3%ADguez-Vol%C3%A1tiles%20cacao.pdf?sequence=1>
38. REYES H. 2000. La calidad del cacao II. Cosecha y fermentación. (On line). Fecha de consulta 07/02/2014. Dirección URL: http://sian.inia.gob.ve/repositorio/revistas_tec/FonaiapDivulga/fd66/texto/calidadcacao.htm
39. RIERA M. 2009. Evaluación de tecnologías para fermentación del cacao beneficiado CCN-51 (*Theobroma Cacao* L) [On line]. Fecha de consulta 25/02/2014. Dirección URL: <http://www.sharepdf.com/7e4e8b04eef84e3fbc2c2e4813f4c6b1/TESIS%20DE%20MIRIAN%20NOEM%C3%8D%20RIERA%20TRELLES.pdf>
40. SÁNCHEZ V. 2007. Caracterización organoléptica del cacao (*Theobroma cacao* L.), para la selección de árboles con perfiles de sabor de interés comercial, [On line]. Fecha de consulta 21/01/2014. Dirección URL: http://www.iniap.gob.ec/nsite/images/documentos/Caracterizacion_organoleptica_cacao%20_Theobroma%20cacao%20L._seleccion_arboles_%20perfiles_sabor_interes_comercial.pdf
41. SÁNCHEZ V. 2007. Caracterización Organoléptica del cacao (*Theobroma cacao* L.), para la selección de árboles con perfiles de sabor de interés comercial. (On line). Fecha de consulta 20/2014. Dirección URL: <http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:7u1fgJlkaYUJ:www.i>

niap.gob.ec/nsite/images/documentos/Caracterizacion_organoleptica_cacao%2520_Theobroma%2520cacao%2520L._seleccion_arboles_%2520perfiles_sabor_interes_comercial.pdf+&cd=2&hl=es&ct=clnk&gl=fr&client=firefox-a

42. TORRES R. et al., 2013. Relación del color y del estado de madurez con las propiedades fisicoquímicas de las frutas tropicales. (On line). Fecha de consulta 22/02/2014. Dirección URL: http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718-07642013000300007&script=sci_arttext
43. VERA J. et al., 1993. Manual del cultivo de cacao. (On line). Fecha de consulta 05/04/2014. Dirección URL: <http://books.google.es/books?id=UoYzAQAAMAAJ&pg=PA53&dq=CULTIVO+Y+BENEFICIO+DEL+CACAO&hl=es&sa=X&ei=AmDvU9j1JMLMsQTxxoGQBQ&ved=0CEAQ6AEwBzgU#v=onepage&q=CULTIVO%20Y%20BENEFICIO%20DEL%20CACAO&f=false>
44. X-RITE. 2002. Guía para entender la comunicación del color. (On line). Fecha de consulta 22/02/2014. Dirección URL: http://www.mcolorcontrol.com/archivos/L10-001_Understand_Color_es.pdf

VIII. ANEXOS

ANEXO N° 01: Gráfica de color CIELAB

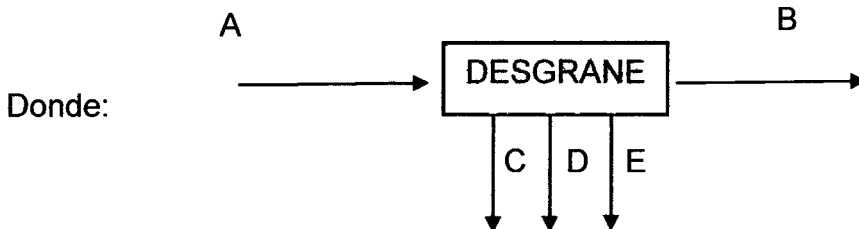


Fuente: X-RIETE, (2002)

ANEXO N° 02: Balance de materia para la obtención de grano de cacao seco

1. Pintón

Balance de masa en el desgrane:



A= Mazorca de cacao= 154.321kg

B= granos= 40.00 kg

C= cascara= 109. 506 kg

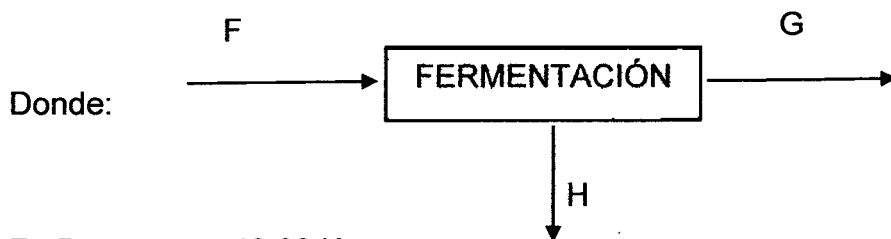
D= raquis= 4.459 kg

E= pérdidas

$$A = B + C + D + E = 154.321 = 40 + 4.459 + 109.506 + E$$

Luego $E = 0.56 \text{ kg}$

Balance de masa en la fermentación:



F= B= granos= 40.00 Kg

H= pérdidas

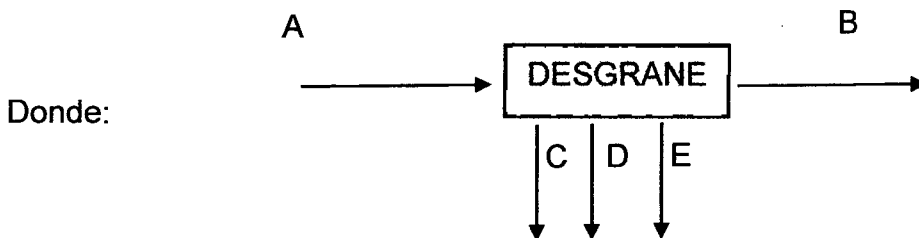
G= grano seco= 14.8 Kg

$$F = G + H = 40 = 14.8 + H$$

$H = 25.20 \text{ kg}$

2. Maduro

Balance de masa en el desgrane:



A= Mazorca de cacao= 140.282 kg

B= granos= 40.00 kg

C= cascara= 96.472 kg

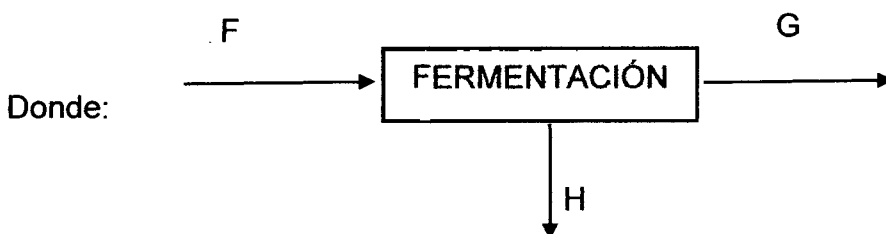
D= raquis= 3.403 kg

E= pérdidas

$$A = B + C + D = 140.282 = 40 + 96.472 + 3.403 + E$$

Luego $E = 0.407 \text{ Kg}$

Balance de masa en la fermentación:



F=B= granos= 40.00 Kg

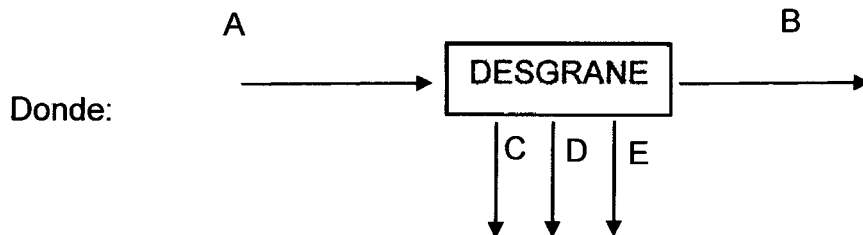
H= pérdidas

G= grano seco= 79.44g

$$F = G + H = 40 = 14.8 + H, \text{ luego } H = 25.2 \text{ kg}$$

3. Sobre maduro

Balance de masa en el desgrane:



A= Mazorca de cacao= 141.98 kg

B= granos= 40.00 kg

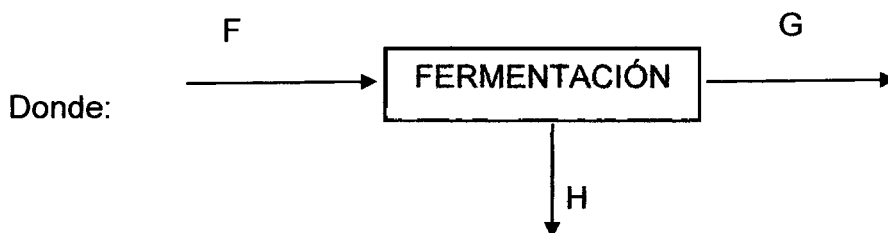
C= cascara= 99.329 kg

D= raquis= 2.252 kg

E= pérdidas

$$A = B + C + D + E = 141.98 = 40 + 2.252 + 99.329 + E, \text{ luego } E = 0.399 \text{ kg}$$

Balance de masa en la fermentación:



F=B= granos= 40.00 kg

H= perdidas

G= grano seco= 14.8 kg

E= pérdidas

$$F = G + H = 40 = 14.8 + H, \text{ luego } H = 25.20 \text{ kg}$$

ANEXO N° 03: Modelo de formato de prueba de corte

Lote [PD-0172] MD (3 días) 1er

Proyecto UNSM / ACOPAGRO
Peso 15 kg
Peso muestra 15 kg
Estado No evaluado

Análisis físico / Prueba de corte - Ju-13-03-27-26 - 2013-03-27 14:54 (Juanjui)

Peso - Corte 1 (100 Granos)	113 g	Peso - Corte 2 (100 Granos)	113 g
Peso - Corte 3 (100 Granos)	110 g	Promedio	112 g
Humedad de granos	5,5%	Notas	cacao CCN - 51 (despulpado a TRES días de retención en mazorca) Estado de madurez "MADURO"

Fermentación	50 Granos	50 Granos	50 Granos	50 Granos	50 Granos	50 Granos	50 Granos	Total %	Agrupado%
Bien Fermentado - Marrón Oscuro	2	1	1	2	1	0	0	2,33	85
Bien Fermentado - Marrón	37	38	38	37	38	38	38	75,33	
Bien Fermentado - Marrón Ligero	3	4	4	4	3	4	4	7,33	
Parcialmente Fermentado - Parcialmente Violeto	2	2	1	2	1	2	2	3,33	4,67
Parcialmente Fermentado - Marfil	0	0	1	1	1	1	1	1,33	
No Fermentado, Violeto	3	3	3	2	2	2	2	5	9,33
No Fermentado - Marfil	3	1	1	2	3	3	3	4,33	
No Fermentado - Pizarroso	0	0	0	0	0	0	0	0	
Ivory / Criollo	6	5	6	7	7	7	8		
Defectos									
Roto - Plano - Múltiple	0	1	1	0	1	0	1	1	1
Mohoso	0	0	0	0	0	0	0	0	
Daño por Insecto	0	0	0	0	0	0	0	0	
Germinado	0	0	0	0	0	0	0	0	
Total/Control	50	50	50	50	50	50	50	99,98	100

Fuente: Elaboración propia

ANEXO 04: Modelo de formato de análisis sensorial

Análisis sensorial - Ju-13-03-27-10 - 2013-03-27 10:51 (Juanjui)

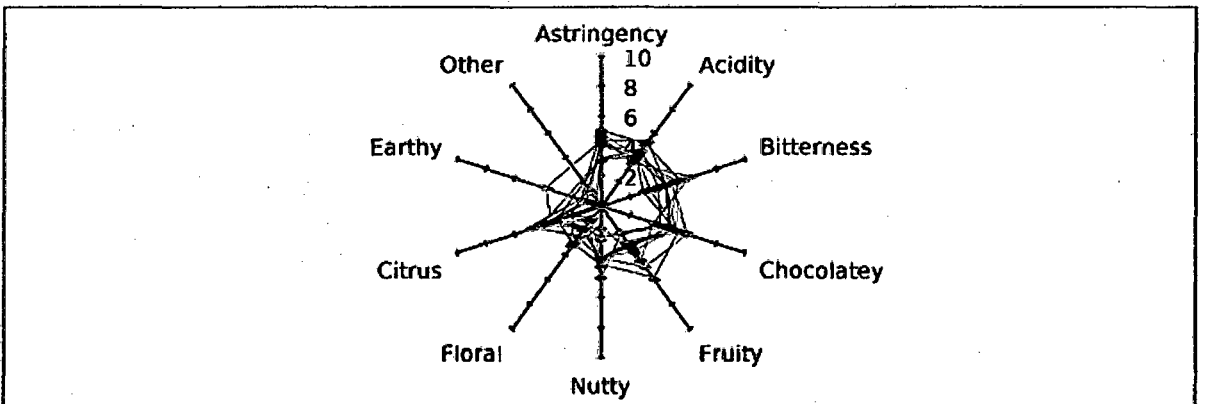
Promedio	5,67	Mín (Valor entre el promedio y el puntaje menor)	0,67
Máx (Valor entre el promedio y el puntaje mayor)	0,33	Número de cataciones tenidas en cuenta para los resultados finales	9

Evaluador	As	Ac	Bl	Ch	Fr	Nu	Fl	Ci	Ea	Ot	P
Miguel Trujillo	4,50	3,50	6,25	3,75	4,50	1,50	3,25	1,75	0,25	0,00	6,00
lizett kokalli	3,00	4,50	4,00	4,25	2,25	2,25	1,75	3,00	0,00		5,50
David Contreras	3,00	4,00	5,00	6,00	5,00	3,50	1,75	4,00			6,00
Darwin	5,00	5,00	5,50	4,75	3,50	3,50	2,50	4,75	1,25		5,00
Zaara	4,25	5,25	4,50	5,25	3,25	3,50	1,00	2,00		1,25	5,00
Mey Choy	4,75	4,00	5,25	5,25	3,00	3,50	1,00	3,75	1,00	1,00	6,00
Aldo Reyes	4,25	3,75	4,50	4,75	2,25	4,75	1,25	3,50	3,75		6,00
Hannah Chavez	4,00	4,00	3,50	5,50	3,25	4,00	1,75	3,25	1,00		6,00
Roxana Trujillo	3,00	4,00	3,00	5,50	6,00	4,00	3,00	3,00			5,50
Promedio	4,00	4,25	4,50	5,00	3,75	3,50	2,00	3,25	0,75	0,25	5,67

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

Evaluador	Notas positivas	Notas negativas
Miguel Trujillo	Amargura regular con baja acidez.	
lizett kokalli	astringencia baja, acidez moderada, se percibe los sabores de frutal y floral, toques pequeños de nueces secas.	
David Contreras	chocolatoso como a crema de leche, se percibe a mani tostado.	al final en el pos gusto queda como a cascara de toronja.
Darwin	amargor dominante, acidez picante pero desaparece muy rapido. sensacion a frutas resinosa y secas. mrgor regular	
Zaara	cremosa factica queso maduro, acida, frutas maduras ranceadas, como nuez almendras.	
Mey Choy	cremos achocolatado , sabor residual amargo , acidez un poco a acetico	
Aldo Reyes	Sabor nuez achocolatado con toques de hojas secas y acidez moderda.	
Hannah Chavez	chocolatoso con notas de floral y nuez frescas hay un balance entre acidez, amargor y astringencia	
Roxana Trujillo	sabor acaramelado, uva gurdada, sabor a pan (levadura)	

* No se tienen en cuenta



- Miguel Trujillo ● lizett kokalli ● David Contreras ● Darwin ● Zaara ● Mey Choy
- Aldo Reyes ● Hannah Chavez ● Roxana Trujillo ● Promedio

Fuente: Elaboración propia

ANEXO 05: Catadores de la Red Nacional de Catadores de cacao del Perú (APPCACAO)



CONSTANCIA

La Cooperativa Agraria Cacaotera - ACOPAGRO, representada por su Gerente General Econ. Segundo Gonzalo Ríos Núñez y asesorado por el Ing° José David Contreras Monjarás, en el área de control de calidad cuenta con un Laboratorio, donde se realiza análisis físicos, químicos, preparación de muestras de fícor de cacao y análisis sensorial del mismo, dichos ambientes son utilizados para analizar en promedio unas 590 muestras al año, para la exportación de 5,200.00TM de cacao ORGANICO, FLO y UTZ; para los mercados de Suiza, Holanda, EE.UU., Italia, entre otros países de EUROPA.

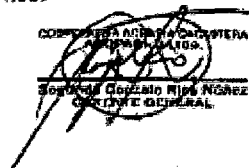
Por tal motivo cuenta con un panel de catadores entrenados, integrados por doce profesionales de las carreras de Industrias Alimentarias y Agroindustrias, bajo la supervisión del Ing° José David Contreras Monjarás, miembro del panel nacional de catadores de cacao de la APPCACAO, y a la vez contamos con el apoyo profesional de la Ing° Mey Choy Paz y Ing° Zaira Saavedra Gomez, integrantes del panel nacional de la APPCACAO con reconocimientos internacionales.

Dichos integrantes del panel son entrenados periódicamente y se realizan ejercicios de calibración cada dos meses.

Con la intención de mejorar la calidad física y sensorial del cacao que procesamos, se patrocina tesis de investigación a egresados de la UNAS y UNSM, los cuales hacen uso de nuestras instalaciones.

En ese sentido la Bach. Enilda Burga Geronal, se le ha patrocinado la ejecución de su tesis "INFLUENCIA DEL INDICE DE COSECHA SOBRE LA CALIDAD SENSORIAL DEL GRANO DE CACAO (Theobroma cacao L.) DEL CLON CCN-51 EN LA PROVINCIA DE MARISCAL CACERES - SAN MARTIN".

Se expide la presente constancia, a solicitud de la interesada para los fines técnicos correspondientes.

COOPERATIVA AGRARIA CACAOTERA
 REPRESENTADA POR

 Segundo Gonzalo Ríos Núñez
 GERENTE GENERAL

Jr. Arica 284, Juanjui - San Martín - Perú
 Telf: +51 42 545190
 acopagro@acopagro.com.pe

www.acopagro.com.pe

ANEXO N° 06: Registro de parámetros de color en escala Cielab, en estado pintón, maduro y sobremaduro a diferentes días de retención.

CERO DIAS			
L*			
PINTON	22.84	34.91	24.99
MADURO	35.19	34.12	36.21
S- MADURO	37.75	38.77	36.87
	1er	2da	3era

CERO DIAS			
a*			
PINTON	20.05	15.53	10.94
MADURO	15.6	7.24	20.74
S- MADURO	37.94	34.67	36.34
	1er	2da	3era

CERO DIAS			
b*			
PINTON	5.12	6.76	-1.23
MADURO	24.81	22.71	11.98
S- MADURO	18.05	31.11	-0.34
	1er	2da	3era

TRES DIAS			
L*			
PINTON	28.5	28.4	28.1
MADURO	37.15	36.54	38.12
S- MADURO	38.94	39.56	40.59
	1er	2da	3era

TRES DIAS			
a*			
PINTON	12.62	6.91	15.74
MADURO	5.72	6.36	10.55
S- MADURO	14.52	10.5	13.84
	1er	2da	3era

TRES DIAS			
b*			
PINTON	5.00	3.85	3.59
MADURO	28.48	16.4	17.65
S- MADURO	37.88	25.58	23.71
	1er	2da	3era

SEIS DIAS			
L*			
PINTON	35.74	35.23	31.87
MADURO	43.48	42.28	40.72
S- MADURO	44.64	45.38	46.51
	1er	2da	3era

SEIS DIAS			
a*			
PINTON	12.21	5.16	12.33
MADURO	15.51	5.18	9.32
S- MADURO	22.33	9.69	17.88
	1er	2da	3era

SEIS DIAS			
b*			
PINTON	6.04	-0.1	-0.04
MADURO	14.4	6.4	8.84
S- MADURO	19.08	2.96	13.75
	1er	2da	3era

Fuente: Elaboración propia

ANEXO N° 07: Base de datos de los sólidos solubles de la testa, cotiledón y temperatura de los granos del clon de cacao CCN-51 en estado pintón.

Horas de fermentación	Pintón 0		Pintón 3		Pintón 6		Temperaturas de caja (°C)		
	SS.SS TESTA,%	SS.SS COTILEDON,%	SS.SS TESTA,%	SS.SS COTILEDON,%	SS.SS TESTA,%	SS.SS COTILEDON,%	Pintón 0	Pintón 3	Pintón 6
0	1.7	1.0	1.5	1.0	1.4	1.0	26.77	31.00	26.53
12	1.3	1.0	1.1	1.0	0.9	1.0	31.10	33.40	30.17
24	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	34.73	37.80	34.50
36	0.9	1.0	1.3	1.1	1.0	1.0	36.57	39.70	38.57
48	0.9	1.0	1.1	1.0	0.9	1.0	40.03	44.13	40.47
60	1.0	1.0	1.2	1.0	0.9	1.0	39.87	42.93	41.93
72	1.1	1.0	1.4	1.2	1.1	1.1	43.40	49.50	47.47
84	1.0	1.0	1.4	1.3	1.2	1.0	44.93	44.47	44.93
96	0.9	1.0	1.4	1.2	1.1	1.0	47.10	47.90	45.63
108	1.0	1.0	1.3	1.0	1.1	1.0	44.20	44.37	46.60
120	1.0	1.0	1.2	1.1	1.2	1.0	48.53	49.87	47.17
132	1.0	1.0	1.4	1.3	1.4	1.0	44.47	43.00	44.83
144	1.1	1.0	1.1	1.2	1.1	1.0	46.93	49.13	45.77
156	1.3	1.0	1.5	1.0	1.3	1.0	43.13	45.53	44.73
168	1.2	1.0	1.2	1.1	1.5	1.1	44.33	43.33	42.90

Fuente: Elaboración propia

ANEXO N° 08: Base de datos de los sólidos solubles de la testa, cotiledón y temperatura de los granos del clon de cacao CCN-51 en estado maduro

Horas de fermentación	Maduro 0		Maduro 3		Maduro 6		Temperaturas de caja (°C)		
	SS.SS TESTA,%	SS.SS COTILEDON,	SS.SS TESTA,%	SS.SS COTILEDON,	SS.SS TESTA,%	SS.SS COTILEDON,	Maduro 0	Maduro 3	Maduro 6
0	1.53	0.8	1.6	1.0	1.6	1.0	26.30	30.73	27.07
12	1.17	0.9	0.9	1.1	1.0	1.0	31.27	33.17	28.33
24	1.00	1.0	0.8	1.0	1.1	1.0	36.37	38.33	34.03
36	0.87	1.0	0.9	1.1	1.0	1.0	38.10	39.13	34.47
48	0.97	1.0	1.0	1.1	0.9	1.0	40.87	42.90	39.97
60	0.97	1.0	1.2	1.1	1.0	1.0	42.20	42.67	37.03
72	1.07	1.1	1.3	1.1	1.1	1.1	45.50	48.50	47.63
84	1.03	1.0	1.5	1.4	1.2	1.1	41.67	45.20	45.10
96	1.00	1.0	1.5	1.2	1.3	1.0	48.47	48.20	45.23
108	1.07	1.0	1.4	1.2	1.1	1.0	45.70	45.60	46.13
120	1.00	1.1	1.4	1.2	1.4	1.1	47.00	47.47	46.43
132	1.03	1.0	1.4	1.2	1.3	1.1	45.53	42.87	46.23
144	1.03	1.0	1.1	1.2	1.3	1.1	45.53	49.57	44.80
156	1.03	1.0	1.4	1.0	1.5	1.1	42.97	44.83	44.07
168	1.07	1.0	1.3	1.1	1.5	1.1	44.03	44.63	45.17

Fuente: Elaboración propia

ANEXO N° 09: Base de datos de los sólidos solubles de la testa, cotiledón y temperatura de los granos del clon de cacao CCN-51 en estado sobremaduro.

Horas de fermentación	Sobremaduro 0		Sobremaduro 3		Sobremaduro 6		Temperaturas de caja (°C)		
	SS.SS	SS.SS	SS.SS	SS.SS	SS.SS	SS.SS	Sobremaduro 0	Sobremaduro 3	Sobremaduro 6
	TESTA,%	COTILEDON,	TESTA,%	COTILEDON,	TESTA,%	COTILEDON,			
0	1.5	1.0	1.5	1.1	1.7	1.0	26.10	31.80	27.83
12	1.3	1.0	1.1	1.0	1.2	1.2	30.87	33.20	28.80
24	1.1	1.0	0.8	1.1	1.0	1.0	34.03	38.60	35.20
36	1.1	0.9	0.8	1.2	1.0	1.0	38.87	40.73	34.53
48	1.0	1.0	1.1	1.1	0.9	1.0	39.53	44.33	40.30
60	0.9	1.0	1.3	1.2	1.0	1.0	41.73	43.87	38.13
72	1.0	1.0	1.2	1.3	1.1	1.1	45.67	49.43	48.17
84	1.0	1.0	1.3	1.2	1.3	1.1	43.40	44.33	46.30
96	1.1	1.1	1.2	1.0	1.3	1.1	48.67	49.47	45.77
108	1.0	1.0	1.4	1.3	1.2	1.1	45.27	44.17	46.03
120	1.1	1.1	1.3	1.3	1.5	1.2	46.37	47.67	46.90
132	1.0	1.0	1.3	1.3	1.3	1.2	44.00	43.27	46.93
144	1.2	1.0	1.2	1.1	1.4	1.1	45.50	48.83	45.23
156	1.3	1.0	1.1	1.0	1.5	1.1	42.97	43.47	45.03
168	1.3	1.0	1.2	1.1	1.5	1.1	42.83	46.00	45.40

Fuente: Elaboración propia

ANEXO N° 10: Base de datos de pH de la testa, cotiledón y temperatura de los granos del clon de cacao CCN-51 en estado pintón

Horas de fermentación	Pintón 0		Pintón 3		Pintón 6		Temperaturas de caja (°C)		
	pH TESTA	pH COTILEDON	pH TESTA	pH COTILEDON	pH TESTA	pH COTILEDON	Pintón 0	Pintón 3	Pintón 6
0	4.01	6.82	4.01	6.71	4.08	6.83	26.77	31.00	26.53
12	4.16	6.55	4.16	6.56	4.27	6.46	31.10	33.40	30.17
24	4.16	5.75	4.16	6.23	4.61	6.67	34.73	37.80	34.50
36	4.25	5.72	4.25	5.25	4.28	6.23	36.57	39.70	38.57
48	4.40	5.36	4.40	5.25	4.42	5.59	40.03	44.13	40.47
60	4.46	5.03	4.46	4.64	4.56	5.54	39.87	42.93	41.93
72	4.50	4.91	4.50	4.63	4.60	5.14	43.40	49.50	47.47
84	4.54	4.75	4.54	4.73	4.75	4.92	44.93	44.47	44.93
96	4.44	4.88	4.44	4.52	4.62	4.81	47.10	47.90	45.63
108	4.42	4.75	4.42	4.53	4.56	4.68	44.20	44.37	46.60
120	4.64	4.96	4.64	4.56	4.62	4.65	48.53	49.87	47.17
132	4.62	4.99	4.62	4.59	4.70	4.71	44.47	43.00	44.83
144	4.68	4.95	4.68	4.67	4.68	4.64	46.93	49.13	45.77
156	4.62	5.04	4.62	4.71	4.79	4.76	43.13	45.53	44.73
168	4.76	5.24	4.76	4.67	4.81	4.85	44.33	43.33	42.90

Fuente: Elaboración propia

ANEXO N° 11: Base de datos de pH de la testa, cotiledón y temperatura de los granos del clon de cacao CCN-51 en estado maduro

Horas de fermentación	Maduro 0		Maduro 3		Maduro 6		Temperaturas de caja (°C)		
	pH TESTA	pH COTILEDON	pH TESTA	pH COTILEDON	pH TESTA	pH COTILEDON	Maduro 0	Maduro 3	Maduro 6
0	4.04	6.69	4.02	6.64	4.15	6.81	26.30	30.73	27.07
12	4.00	6.33	4.15	6.59	4.08	6.51	31.27	33.17	28.33
24	4.15	5.93	4.16	6.24	4.27	6.62	36.37	38.33	34.03
36	4.33	5.87	4.21	5.55	4.11	6.36	38.10	39.13	34.47
48	4.25	5.49	4.34	5.50	4.17	5.63	40.87	42.90	39.97
60	4.47	5.17	4.32	4.80	4.42	5.33	42.20	42.67	37.03
72	4.51	5.03	4.49	4.73	4.56	5.19	45.50	48.50	47.63
84	4.56	4.86	4.56	4.77	4.62	4.89	41.67	45.20	45.10
96	4.73	4.73	4.56	4.68	4.64	4.77	48.47	48.20	45.23
108	4.66	4.74	4.45	4.60	4.52	4.64	45.70	45.60	46.13
120	5.21	5.02	4.50	4.56	4.59	4.67	47.00	47.47	46.43
132	4.79	4.80	4.52	4.63	4.67	4.69	45.53	42.87	46.23
144	4.79	4.86	4.75	4.75	4.74	4.74	45.53	49.57	44.80
156	5.20	5.13	4.74	4.78	4.76	4.77	42.97	44.83	44.07
168	5.44	5.36	4.68	4.69	4.80	4.80	44.03	44.63	45.17

Fuente: Elaboración propia

ANEXO N° 12: Base de datos de pH de la testa, cotiledón y temperatura de los granos del clon de cacao CCN-51 en estado sobremaduro

Horas de fermentación	Sobremaduro 0		Sobremaduro 3		Sobremaduro 6		Temperaturas de caja (°C)		
	pH TESTA	pH COTILEDON	pH TESTA	pH COTILEDON	pH TESTA	pH COTILEDON	Sobremaduro 0	Sobremaduro 3	Sobremaduro 6
0	3.99	6.56	4.23	6.56	4.10	6.74	26.10	31.80	27.83
12	3.97	6.20	4.12	6.42	3.81	6.25	30.87	33.20	28.80
24	4.22	6.00	4.14	6.23	4.30	6.61	34.03	38.60	35.20
36	4.37	6.06	4.08	5.35	4.21	6.23	38.87	40.73	34.53
48	4.33	5.81	4.28	5.21	4.29	5.96	39.53	44.33	40.30
60	4.43	5.27	4.36	4.70	4.35	5.55	41.73	43.87	38.13
72	4.52	4.98	4.49	4.77	4.49	5.10	45.67	49.43	48.17
84	4.54	4.76	4.60	4.88	4.59	4.92	43.40	44.33	46.30
96	4.93	4.87	4.64	4.75	4.54	4.82	48.67	49.47	45.77
108	4.83	4.87	4.51	4.71	4.53	4.75	45.27	44.17	46.03
120	4.94	5.02	4.53	4.64	4.60	4.70	46.37	47.67	46.90
132	4.73	4.89	4.55	4.72	4.61	4.71	44.00	43.27	46.93
144	5.11	5.09	4.63	4.73	4.71	4.77	45.50	48.83	45.23
156	5.13	5.18	4.81	4.76	4.86	4.77	42.97	43.47	45.03
168	5.58	5.31	4.88	4.84	4.85	4.85	42.83	46.00	45.40

Fuente: Elaboración propia

ANEXO N° 13: Base de datos de acidez de la testa, cotiledón y temperatura de los granos del clon de cacao CCN-51 en estado pintón

Horas de fermentación	Pintón 0		Pintón 3		Pintón 6		Temperaturas de caja (°C)		
	Ácido de la testa	Ácido del cotiledón	Ácido de la testa	Ácido del cotiledón	Ácido de la testa	Ácido del cotiledón	Pintón 0	Pintón 3	Pintón 6
0	0.087	0.049	0.056	0.044	0.086	0.050	26.77	31.00	26.53
12	0.094	0.070	0.067	0.051	0.074	0.041	31.10	33.40	30.17
24	0.145	0.095	0.074	0.060	0.060	0.052	34.73	37.80	34.50
36	0.128	0.083	0.134	0.086	0.072	0.048	36.57	39.70	38.57
48	0.168	0.114	0.140	0.112	0.100	0.062	40.03	44.13	40.47
60	0.174	0.146	0.177	0.118	0.110	0.076	39.87	42.93	41.93
72	0.189	0.156	0.167	0.144	0.157	0.124	43.40	49.50	47.47
84	0.195	0.162	0.191	0.149	0.193	0.115	44.93	44.47	44.93
96	0.159	0.139	0.184	0.162	0.212	0.148	47.10	47.90	45.63
108	0.161	0.136	0.209	0.151	0.260	0.143	44.20	44.37	46.60
120	0.147	0.119	0.138	0.142	0.243	0.162	48.53	49.87	47.17
132	0.137	0.131	0.189	0.177	0.234	0.174	44.47	43.00	44.83
144	0.158	0.149	0.172	0.160	0.251	0.160	46.93	49.13	45.77
156	0.136	0.139	0.170	0.117	0.224	0.155	43.13	45.53	44.73
168	0.100	0.115	0.157	0.104	0.210	0.153	44.33	43.33	42.90

Fuente: Elaboración propia

ANEXO N° 14: Base de datos de acidez de la testa, cotiledón y temperatura de los granos del clon de cacao CCN-51 en estado maduro

Horas de fermentación	Maduro 0		Maduro 3		Maduro 6		Temperaturas de caja (°C)		
	Ácido de la testa	Ácido del cotiledón	Ácido de la testa	Ácido del cotiledón	Ácido de la testa	Ácido del cotiledón	Maduro 0	Maduro 3	Maduro 6
0	0.097	0.053	0.061	0.042	0.079	0.055	26.30	30.73	27.07
12	0.085	0.065	0.070	0.043	0.079	0.055	31.27	33.17	28.33
24	0.135	0.080	0.076	0.057	0.084	0.048	36.37	38.33	34.03
36	0.123	0.068	0.121	0.086	0.084	0.050	38.10	39.13	34.47
48	0.143	0.119	0.091	0.096	0.098	0.060	40.87	42.90	39.97
60	0.136	0.107	0.167	0.135	0.143	0.079	42.20	42.67	37.03
72	0.159	0.154	0.140	0.114	0.150	0.115	45.50	48.50	47.63
84	0.205	0.164	0.171	0.150	0.198	0.131	41.67	45.20	45.10
96	0.147	0.162	0.166	0.159	0.212	0.141	48.47	48.20	45.23
108	0.166	0.145	0.176	0.147	0.253	0.150	45.70	45.60	46.13
120	0.124	0.122	0.134	0.135	0.234	0.160	47.00	47.47	46.43
132	0.165	0.123	0.185	0.172	0.231	0.172	45.53	42.87	46.23
144	0.187	0.141	0.146	0.153	0.224	0.150	45.53	49.57	44.80
156	0.148	0.139	0.153	0.108	0.215	0.162	42.97	44.83	44.07
168	0.129	0.130	0.154	0.103	0.205	0.136	44.03	44.63	45.17

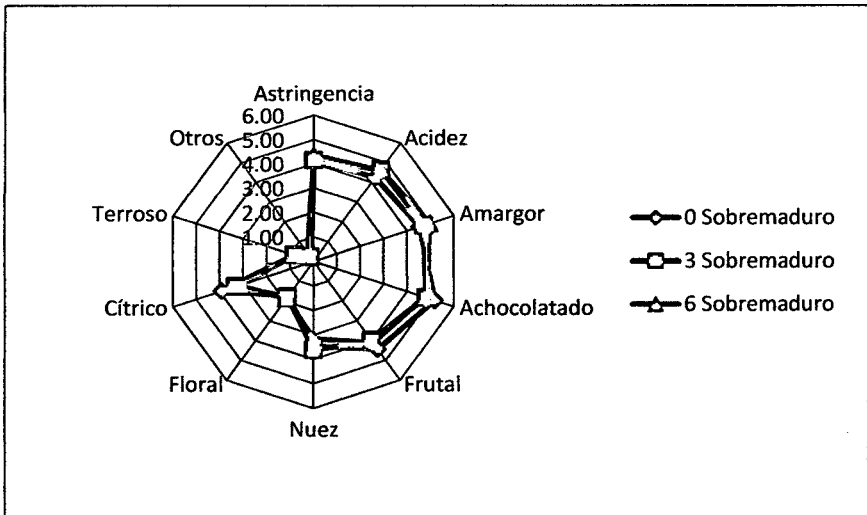
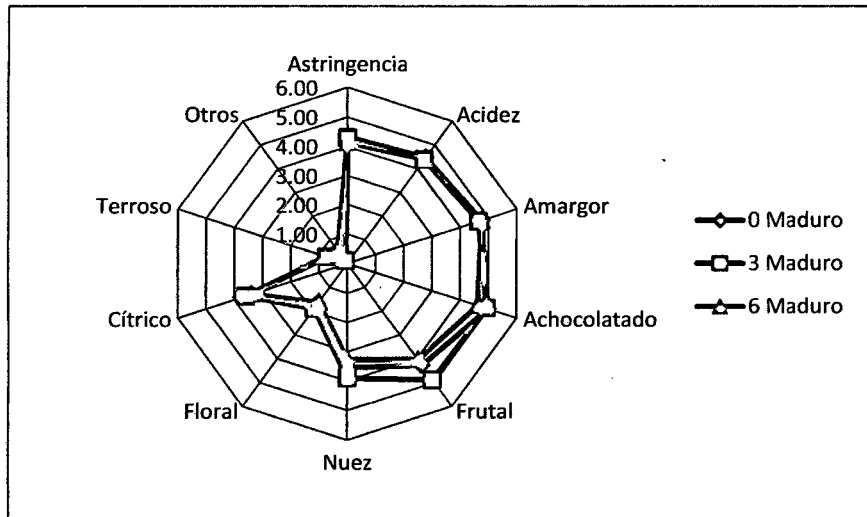
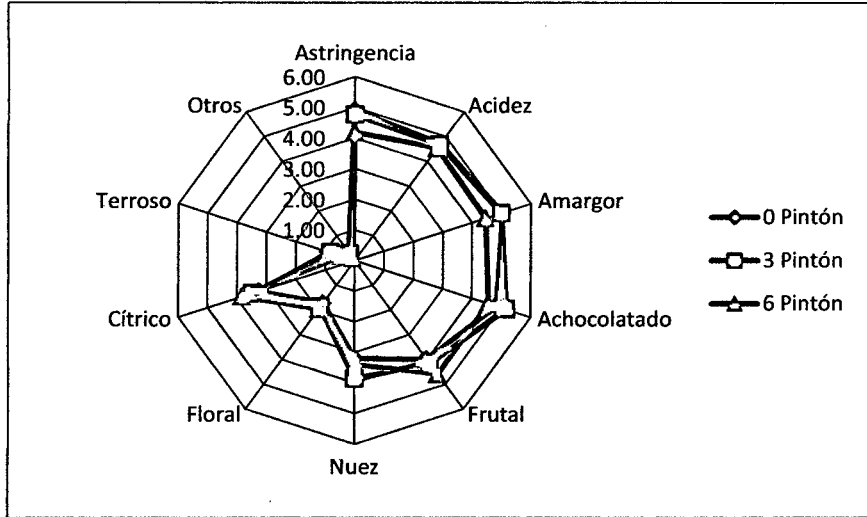
Fuente: Elaboración propia

ANEXO N° 15: Base de datos de acidez de la testa, cotiledón y temperatura de los granos del clon de cacao CCN-51 en estado sobremaduro

Horas de fermentación	Sobremaduro 0		Sobremaduro 3		Sobremaduro 6		Temperaturas de caja (°C)		
	Ácidez de la testa	Ácidez del cotiledón	Ácidez de la testa	Ácidez del cotiledón	Ácidez de la testa	Ácidez del cotiledón	Sobremaduro 0	Sobremaduro 3	Sobremaduro 6
0	0.087	0.053	0.063	0.039	0.084	0.045	26.10	31.80	27.83
12	0.089	0.063	0.069	0.043	0.098	0.055	30.87	33.20	28.80
24	0.128	0.063	0.083	0.073	0.072	0.048	34.03	38.60	35.20
36	0.118	0.063	0.134	0.075	0.076	0.055	38.87	40.73	34.53
48	0.128	0.092	0.126	0.116	0.079	0.057	39.53	44.33	40.30
60	0.147	0.094	0.182	0.164	0.107	0.088	41.73	43.87	38.13
72	0.175	0.131	0.169	0.132	0.160	0.129	45.67	49.43	48.17
84	0.197	0.165	0.172	0.128	0.200	0.134	43.40	44.33	46.30
96	0.171	0.143	0.148	0.150	0.205	0.136	48.67	49.47	45.77
108	0.164	0.129	0.171	0.140	0.234	0.160	45.27	44.17	46.03
120	0.168	0.117	0.139	0.129	0.236	0.160	46.37	47.67	46.90
132	0.160	0.137	0.171	0.152	0.236	0.169	44.00	43.27	46.93
144	0.160	0.154	0.154	0.134	0.227	0.143	45.50	48.83	45.23
156	0.160	0.135	0.146	0.091	0.215	0.155	42.97	43.47	45.03
168	0.114	0.144	0.123	0.092	0.215	0.141	42.83	46.00	45.40

Fuente: Elaboración propia

ANEXO N° 16: Intensidad del perfil sensorial del clon CCN-51



Fuente: Elaboración propia

