

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN
FACULTAD DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL
DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL



TESIS

**"OBTENCIÓN DE AROMAS EN GRANOS DE CACAO
(*Theobroma cacao* L.) EN EL CLON CCN51 A PARTIR DE PULPA
DE FRUTAS EN LA PROVINCIA DE MARISCAL CÁCERES"**

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AGROINDUSTRIAL

PRESENTADO POR LA BACHILLER:

KATHERINE DECIRÉ FASABI VÁSQUEZ

JUANJUI - PERÚ

2015

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN

FACULTAD DE INGENIERIA AGROINDUSTRIAL
DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL



“OBTENCIÓN DE AROMAS EN GRANOS DE CACAO (*Theobroma cacao* L.) EN EL CLON CCN51 A PARTIR DE PULPAS DE FRUTAS EN LA PROVINCIA DE MARISCAL CÁCERES”

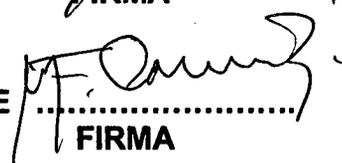
TESIS PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE
INGENIERO AGROINDUSTRIAL

Presentado por:

Bachiller : KATHERINE DECIRÉ FASABI VÁSQUEZ


.....
FIRMA

Asesor : DR. MANUEL FERNANDO CORONADO JORGE


.....
FIRMA

SUSTENTADO Y APROBADO ANTE EL HONORABLE JURADO:

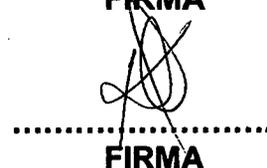
Presidente : Ing. M. Sc. WILSON E. SANTANDER RUÍZ


.....
FIRMA

Secretario : Ing. CICERÓN TUANAMA REÁTEGUI


.....
FIRMA

Miembro : Ing. KAREN G. DOCUMET PETRLIK


.....
FIRMA

DEDICATORIA

A mis padres Raúl Fasabi Panduro, Luciola Vásquez Pizango; por el esfuerzo esmerado que hacen, para hacer de mí y de mis hermanos personas de bien, y por estar siempre conmigo para enseñarme que una caída implica la oportunidad de soportarla con esperanza, con el consecuente de aprender de los errores propios.

A mis hermanos Raúl Iván, Luz Ánika, Lucy Stheicy por estar ahí conmigo brindándome siempre su apoyo incondicional y dándome las fuerzas necesarias de motivación para lograr mis objetivos.

A mis sobrinos Pierce Justin y Dylan Anthony por ser mi motivo de inspiración, superación y calma en los momentos de desesperación.

La autora

AGRADECIMIENTO :

A Dios por acompañarme en cada paso que doy, por ser mi fortaleza en los momentos de debilidad y por brindarme una vida llena de aprendizajes, experiencias y sobre todo felicidad.

A la Universidad Nacional de San Martín-T por el apoyo brindado a través de la Oficina de Investigación y Desarrollo (OID).

Al Ing. Dr. Manuel Fernando Coronado Jorge, docente de la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto, por su apoyo, paciencia y asesoramiento en la realización de mi trabajo de Tesis.

A la Cooperativa Agraria Cacaotera – ACOPAGRO por haberme brindado la oportunidad de desarrollar mi trabajo de Tesis en sus instalaciones.

RESUMEN

El objetivo de esta investigación fue mejorar y evaluar la calidad sensorial de granos de cacao (*Theobroma Cacao* L) en el clon CCN51 en licor de cacao, mediante la incorporación de pulpa de frutas durante el proceso de fermentación.

Se fermentaron los granos de cacao del clon CCN51 con tres distintos tipos de pulpas: plátano moquicho (*Musa sp.*), mandarina (*Citrus nobilis*), piña (*Ananas sativus*) se realizó la aplicación con tres distintas relaciones: 10:1, 10:2, 10:3; es decir 10 kg de cacao y (1, 2 y 3 kg) de pulpa de fruta. El proceso de fermentación se realizó durante 168 horas, con la primera remoción a las 48 horas y luego cada 24 horas. Durante todo este proceso se efectuó el análisis fisicoquímico cada 12 horas determinando sólidos solubles, pH y porcentaje de acidez tanto en la testa y cotiledón; así mismo se realizó la prueba de corte o análisis físico del grano seco y la evaluación sensorial del licor de cacao que estuvo conformado de 10 panelistas. El diseño experimental del ensayo, fue completamente al azar, con arreglo factorial 3x3, con tres repeticiones por tratamiento.

Los resultados obtenidos, en el análisis sensorial la relación 10:2 plátano moquicho obtuvo el mayor puntaje de 57.8 puntos, teniendo así en la mayoría de sus atributos evaluados la mayor aceptabilidad a excepción del olor que fue de 7.12 puntos con la relación 10:1 piña en el mismo atributo que obtuvo 7.15 puntos; así mismo la proporción 10:2 plátano moquicho obtuvo un porcentaje de fermentación de 81%, teniendo así de esta manera un grano de calidad extra según Cortes (1994), citado por Sánchez (2007), quien considera que el porcentaje mínimo es de 80%.

SUMMARY

The objective of this research was to improve and evaluate the sensory quality of cocoa beans (*Theobroma cacao* L) in the CCN51 clone in cocoa liquor, through the incorporation of fruit pulp during the fermentation process.

Hourst after is the cocoa beans of the clone CCN51 with three different types of pulps: banana moquicho (*Musa sp.*), tangerine (*Citrus nobilis*), pineapple (*Ananas sativus*) The application made with three different relationships: 10:1, 10:2, 10:3; i.e. 10 kg of cocoa and (1, 2 and 3 kg) of fruit pulp. The process of fermentation was carried out for 168 hours, with the first mine to 48 hours and then every 24 hours. During this entire process is carried out by the physicochemical analysis every 12 hours determining soluble solids, pH, and porcentaje of acidity both on the testa and cotyledon; likewise are performed the testa of court or physical analysis of dry grain and the sensory evaluation of cocoa liquor that was composed of 10 panelists. The experimental design of the testa, was completely randomized, factorial arrangement in 3x3, with three replications per treatment.

The results obtained, in the sensory analysis the relationship 10:2 banana moquicho obtained the highest score of 57.8 points, having this way in the majority of their attributes evaluated, the greater acceptability with the exception of the Smell which was 7.12 points with the proportion 10:1Pineapple in the same attribute that obtained 7.15 points; at the same time the relationship 10:2 banana moquicho obtained a percentage of fermentation of 81 %, thus taking in this way an extra grain of quality according to Cortes (1994) cited by Sánchez (2007), who considered that the minimum percentage it is 80 %.

ÍNDICE GENERAL

I.	INTRODUCCIÓN	14
1.1	Objetivos	15
1.1.1	Objetivo general	15
1.1.2	Objetivos específicos	15
II.	REVISIÓN BIBLIOGRAFICA	16
2.1.	Cacao	16
2.1.1	Identificación taxonómica	17
2.1.2	Variedades de cacao	17
2.1.2.1	Criollo	17
2.1.2.2	Forastero	18
2.1.2.3	Trinitario	19
2.1.3	Clon CCN51	19
2.2.	Características del cacao	21
2.2.1	Composición química de la pulpa de cacao	22
2.2.2	Contenido de grasa	23
2.2.3	Acidez	24
2.3	Pre – procesamiento del cacao	24
2.3.1	Colecta de mazorcas	24
2.3.2	Desgrane de mazorcas	25
2.3.3	Fermentación	26
2.3.3.1	Etapas de la fermentación	27
2.3.3.2	Formas de fermentación	28
2.3.3.3	Trasformaciones específicas durante la fermentación	31
2.3.3.4	Reacciones bioquímicas durante la fermentación de cacao	32
2.3.4	Secado	33
2.3.5	Tostado	34
2.4	Calidad del cacao	34
2.4.1	Análisis sensorial del licor de cacao	35
2.4.2	Grados de calidad en los granos de cacao	36
2.4.2.1	Calidad extra	36

2.4.2.2	Primera	36
2.4.3	Calidad organoléptica del grano	37
2.4.3.1	Sabor y aroma	38
2.4.3.2	Sabores básicos	38
2.4.3.3	Sabores específicos	39
2.4.3.4	Sabores adquiridos	40
2.4.4	Principales factores que afectan la calidad	40
2.4.4.1	Genética	40
2.4.4.2	Ambiente	41
2.4.4.3	Manejo postcosecha	41
2.5	Frutas Aromáticas	41
2.5.1	Piña (variedad cayena lisa)	41
2.5.2	Mandarina Criolla	42
2.5.3	Plátano moquicho	43
III.	MATERIALES Y MÉTODOS	44
3.1	Lugar y ejecución	44
3.2.	Materia Prima	44
3.3	Materiales, equipos y reactivos	44
3.3.1	Materiales	44
3.3.1.1	Campo	44
3.3.1.2	Laboratorio	45
3.3.2	Equipos	45
3.3.3	Reactivos	46
3.4	Métodos de análisis	46
3.4.1	Experimental	46
3.4.2	Obtención de granos del clon de cacao CCN51 seco fermentado	49
3.4.2.1	Descripción del proceso	49
3.4.3	Evaluación física de los granos fermentados secos	51
3.4.4	Obtención del licor de cacao	52
3.4.4.1	Selección	54
3.4.4.2	Pesado	54
3.4.4.3	Tostado	54
3.4.4.4	Triturado	54

3.4.4.5	Descascarillado	54
3.4.4.6	Molienda y conchado	54
3.4.5	Evaluación sensorial	55
3.5	Diseño experimental y análisis estadístico	56
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIONES	57
4.1	Características iniciales de la materia prima	57
4.2	Características físico – químicas de la testa y cotiledón del grano de clon de cacao fermentado CCN51 con las tres pulpas de frutas y diferentes proporciones cacao – pulpa	58
4.2.1	Sólidos solubles	58
4.2.2	pH	64
4.2.4	Acidez	70
4.3	Caracterización física del grano seco del clon de cacao CCN51 y diferentes proporciones cacao: pulpa	76
4.4	Características sensoriales	79
4.4.1	Olor	79
4.4.2	Acidez	79
4.4.3	Amargor	80
4.4.4	Astringencia	80
4.4.5	Sabor/ Aroma	81
4.4.6	Limpieza	81
4.4.7	Posgusto	82
V	CONCLUSIONES	84
VI	RECOMENDACIONES	86
	BIBLIOGRAFIA	87
	ANEXOS	94

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 01:	Composición química de pulpa de cacao (g/100g de pulpa fresca.	22
Cuadro 02:	Composición química de almendras de cacao fermentados y secas	23
Cuadro 03:	Características fisicoquímicas del grano y licor de cacao	35
Cuadro 04:	Tipos de granos defectuosos	37
Cuadro 05:	Esquema del diseño experimental	56
Cuadro 06:	Caracterización físico – química del clon de cacao CCN51, plátano moquicho, mandarina y piña	57

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 01:	Cacao clon CCN51 cosechado	16
Figura 02:	Criollo	18
Figura 03:	Forastero	18
Figura 04:	Trinitario	19
Figura 05:	Clon de cacao CCN51	21
Figura 06:	Cacao en proceso de quiebra	21
Figura 07:	Fermentación en montón	29
Figura 08:	Fermentación en saco	30
Figura 09:	Fermentación en cajones	32
Figura 10:	Secado de cacao	34
Figura 11:	Frutas de piña	42
Figura 12:	Fruta mandarina	42
Figura 13:	Fruta de plátano moquicho	43
Figura 14:	Diseño experimental propuesto	46
Figura 15:	Flujograma general para la obtención de licor de cacao	48
Figura 16:	Esquema para la obtención de grano de cacao seco fermentado	49
Figura 17:	Esquema de análisis físico del cacao fermentado seco	52
Figura 18:	Flujograma de obtención de licor de cacao	53
Figura 19:	Esquema de atributos en la evaluación sensorial del licor de cacao	55
Figura 20:	Variación de % de sólidos solubles del clon de cacao CCN51 con pulpa de plátano moquicho luego de 168 horas de fermentación: (A) 10:1;B) 10:2 ;(C) 10:3 de proporción cacao: plátano moquicho y (D) testigo sin pulpa de fruta.	59
Figura 21:	Variación de % de sólidos solubles del clon de cacao CCN51 con pulpa de mandarina luego de 168 horas de fermentación: (A) 10:1 ;B) 10:2 ;(C) 10:3 de proporción cacao: mandarina y (D) testigo sin pulpa de fruta.	61
Figura 22:	Variación de % de sólidos solubles del clon de cacao CCN51 con pulpa de piña luego de 168 horas de	63

fermentación: (A) 10:1;B) 10:2 ;(C) 10:3 de proporción cacao: piña y (D) testigo sin pulpa de fruta.

- Figura 23: Variación de pH del clon de cacao CCN51 con pulpa de plátano moquicho luego de 168 horas de fermentación: (A) 10:1;B) 10:2 ;(C) 10:3 de proporción cacao: plátano moquicho y (D) testigo sin pulpa de fruta 65
- Figura 24: Variación de pH del clon de cacao CCN51 con pulpa de mandarina luego de 168 horas de fermentación: (A) 10:1;B) 10:2 ;(C) 10:3 de proporción cacao: mandarina y (D) testigo sin pulpa de fruta 67
- Figura 25: Variación de pH del clon de cacao CCN51 con pulpa de piña luego de 168 horas de fermentación: (A) 10:1;B) 10:2 ;(C) 10:3 de proporción cacao: piña y (D) testigo sin pulpa de fruta 69
- Figura 26: Variación de acidez del clon de cacao CCN51 con pulpa de plátano moquicho luego de 168 horas de fermentación: (A) 10:1;B) 10:2 ;(C) 10:3 de proporción cacao: plátano moquicho y (D) testigo sin pulpa de fruta 71
- Figura 27: Variación de acidez del clon de cacao CCN51 con pulpa de mandarina luego de 168 horas de fermentación: (A) 10:1;B) 10:2 ;(C) 10:3 de proporción cacao: mandarina y (D) testigo sin pulpa de fruta 73
- Figura 8: Variación de acidez del clon de cacao CCN51 con pulpa de piña luego de 168 horas de fermentación: (A) 10:1;B) 10:2 ;(C) 10:3 de proporción cacao: piña y (D) testigo sin pulpa de fruta 75
- Figura 29: Variación en el porcentaje de fermentación del grano del cacao de clon CCN51 con las distintas pulpas de frutas después del proceso de secado: (A) 10:1 ;(B) 10:2; (C) 10:3 de proporción. 78
- Figura 30: Variación de la prueba sensorial de licor (pasta) de cacao CCN51 con las distintas pulpas de frutas: (A) 10:1 ;(B) 10:2; (C) 10:3 de proporción. 83

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 01:	Variación de sólidos solubles (°Brix), de la testa de la masa de granos de cacao CCN51 con pulpa de frutas durante la fermentación y distintas proporciones de cacao – fruta.	94
Anexo 02:	Variación de sólidos solubles (°Brix), del cotiledón de la masa de granos de cacao CCN51 con pulpa de frutas durante la fermentación y distintas proporciones de cacao – fruta.	95
Anexo 03:	Variación pH, de la testa de la masa de granos de cacao CCN51 con pulpa de frutas durante la fermentación y distintas proporciones de cacao – fruta.	96
Anexo 04:	Variación pH del cotiledón de la masa de granos de cacao CCN51 con pulpa de frutas durante la fermentación y distintas proporciones de cacao – fruta.	97
Anexo 05:	Variación acidez, de la testa de la masa de granos de cacao CCN51 con pulpa de frutas durante la fermentación y distintas proporciones de cacao – fruta.	98
Anexo 06:	Variación acidez del cotiledón de la masa de granos de cacao CCN51 con pulpa de frutas durante la fermentación y distintas proporciones de cacao – fruta.	99
Anexo 07:	Porcentaje de fermentación del grano del clon CCN51 con pulpa de frutas después del proceso de secado en las distintas proporciones.	100
Anexo 08:	Calidad sensorial y aceptabilidad del licor de cacao con granos de clon CCN51 con pulpa de frutas después del proceso de secado en las distintas proporciones.	101
Anexo 09:	Perfil de análisis sensorial del tratamiento licor de cacao y pulpa de plátano moquiho 10:2	103
Anexo 10:	Granos de cacao CCN51 con pulpa de Mandarina para iniciar el proceso de fermentación.	104
Anexo 11:	Granos de cacao CCN51 después de la fermentación con pulpa de frutas en el proceso de secado.	104

Anexo 12	Prueba de corte de los granos de cacao CCN51 con pulpa de frutas secos después del proceso de secado	105
Anexo 13	Análisis sensorial del licor de cacao CCN51 con pulpa de frutas	105

I. INTRODUCCION.

La calidad de los granos de cacao, *Theobroma cacao* L., depende, entre otros factores, de la variedad y del proceso de fermentación (PF), etapa necesaria para inducir los cambios bioquímicos que se producen y que son los precursores del aroma y sabor al chocolate al beneficiar el cacao (Puziah *et al.*, 1998).

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

En la región San Martín de las 36 000 ha. sembradas (DRASAM, 2012), la mayor cantidad de cacao existente es de CCN51, es un clon de cacao de alta productividad, pero, posee bajas características sensoriales, es por ello que el presente proyecto de investigación, se desarrollara dentro de la etapa de fermentación (operación realmente indispensable para el desarrollo apropiado de los precursores del aroma del chocolate), para reducir las cualidades negativas del cacao CCN51, como lo son la acidez, amargor y astringencia, mediante, la adición de pulpas de frutas aromáticas, si bien es cierto que se realizaron estudios en el país de Ecuador con la adhesión de enzimas polifenoloxidasas y una enzima proteolítica en la forma comercial, denominada "Protezyne Flavour" con la finalidad de mejoramiento de las características sensoriales del cacao CCN51.

El presente estudio se desarrolló en la etapa de fermentación (operación realmente indispensable para el desenvolvimiento apropiado de los precursores del aroma del chocolate), de tal manera de reducir ciertas cualidades negativas,

del cacao CCN51, proporcionándole mejores características de calidad sensorial (baja acidez, frutales y florales) con la incorporación de pulpas de frutas durante la fermentación del cacao CCN51. Finalmente, ayudaría a resolver los problemas comerciales que presenta el precio del cacao CCN51, con mejores precios que redundarían en mayores ingresos para el agricultor cacaotero.

1.1 OBJETIVOS.

1.1.1 Objetivo general.

- Mejorar y evaluar la calidad sensorial de granos de cacao CCN51 en licor de cacao, mediante la incorporación de pulpas de frutas durante el proceso de fermentación.

1.1.2 Objetivos específicos.

- Reducir la acidez del CCN51, mediante la adición de pulpa de frutas.
- Determinar la proporción adecuada de pulpa de frutas en la muestra de granos de cacao CCN51.
- Determinar la calidad sensorial con la incorporación de los tres tipos de pulpa de frutas: piña (*Ananas sativus*), mandarina (*Citrus nobilis*) y plátano moquicho (*Musa sp.*)
- Mejorar cualidades organolépticas del grano de cacao, así como potenciar el sabor a chocolate y aromas, utilizando pulpa de frutas.
- Evaluar el comportamiento de tiempo de fermentado con la adición de pulpa de frutas.

II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.

2.1 Cacao.

El árbol del cacao pertenece al género *Theobroma cacao*, orden Filiales y familia Sterculáceas. Es un árbol tropical que crece sólo en climas calientes y húmedos. Es por eso que se sitúan a 20 grados de latitud norte y 20 grados de latitud Sur. Es decir, que necesita una temperatura constante de cerca de 24-26°C, lluvias abundantes y regulares, y un suelo rico en potasio, nitrógeno y oligo-elementos.

El fruto es una baya o mazorca ovoidea, grande, y aguda hacia el ápice, de unos veinticinco a treinta centímetros de largo y de diez a quince centímetros de grosor, con un pedúnculo recio y recto, epicarpio grueso, subleñoso, consistente, con diez surcos longitudinales; las semillas son ovoides, blancas y pardas cuando están secas; la almendra es de unos dos centímetros, de sabor muy amargo. (De la Mota, 2008) (Figura 01).

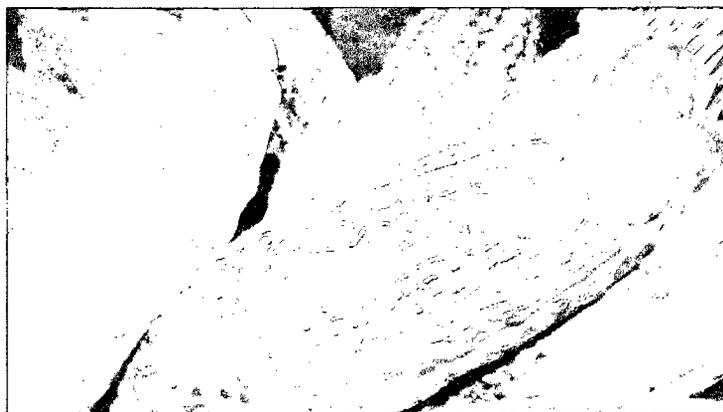


Figura 01. Cacao clon CCN51 cosechado.

2.1.1 Identificación taxonómica.

El cacao como especie ha sido ubicado según la siguiente clasificación taxonómica (Dostert *et al.*, 2011).

División : Fanerógamas.
Clase : Angiospermas.
Subclase : Dicotiledónea.
Orden : Malvales.
Familia : Sterculioideae.
Género : *Theobroma*.
Especie : *Theobroma cacao* L.

2.1.2 Variedades de cacao.

En forma general se conoce que el cacao se divide genéticamente en tres grandes grupos: criollos, forasteros amazónicos y trinitarios, producto de una mezcla de los dos grupos anteriores. Considerándose como un grupo independiente el tipo Nacional. Esta clasificación ha sido muy difícil debido principalmente a la heterogeneidad de los cultivares, basándose principalmente en características de la mazorca, la flor y la semilla (Hardy, 1960).

2.1.2.1 Criollo.

Es un grupo genético cuyo cultivo se dispersó desde México hacia otras partes del mundo. Este cacao se ha domesticado y adaptado en diferentes regiones del planeta, pero es el más delicado, de poca productividad y susceptible a las enfermedades (Enríquez, 2004).

También se caracteriza por poseer estaminodes rosados, mazorcas verdes o rojas, usualmente del tipo cundeamor; posee entre veinte y treinta semillas de

color blanco y beige, alto contenido de grasa, sin astringencia y bastante aroma. Los principales tipos de Criollos incluyen cacao pentágono, cacao real y cacao porcelana (Jiménez, 2008) (Figura 02).



Figura 02: Cacao criollo.

2.1.2.2 Forastero.

El Forastero es el cacao más cultivado (alrededor del 80% del total mundial). Se caracteriza por su resistencia a las enfermedades y permitir una producción muy superior a la del criollo. No se clasifica como "cacao fino" y se emplea mezclándolo como base junto a otros tipos superiores. Existe, no obstante, una excepción en Ecuador, el cacao Nacional o Arriba. Excelente y con características organolépticas únicas se considera como "cacao fino", al igual que los criollos y a diferencia del resto de forasteros (Pérez, 2006).



Figura 03. Cacao forastero.

2.1.2.3 Trinitario.

Este genotipo, producto del cruzamiento natural entre tipos Criollos y Forasteros. Originalmente el término Trinitario se aplicó a la población de cacao existente en Trinidad, en la actualidad abarca algunos de los cacaos de países tales como Indonesia y Papúa- Nueva Guinea, en donde las introducciones de Criollo se han cruzado con introducciones posteriores de Forastero. Se estima que entre un 10 y un 15% de la producción mundial es de trinitario, variedad que reúne lo mejor de las otras dos.



Figura 04. Cacao trinitario.

2.1.3 Clon CCN51.

Según James Quiroz, citado por Bustamante, Ramírez, 2010, afirma que el CCN51 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 CCN51 no es un trinitario ya que las cualidades intrínsecas del ICS no fueron heredadas por el CCN51.

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 hectáreas.
- Es un clon auto compatible, es decir no necesita de polinización cruzada para su adecuada fructificación tal como la mayoría de clones.
- El CCN51 se caracteriza por ser un cultivar precoz pues inicia su producción a los 24 meses de edad, sus mazorcas son rojizas-moradas cuando tiernas y de color rojizo anaranjadas cuando maduras. Este cacao es tolerante a las enfermedades, de alta productividad y calidad.
- Es tolerante a la "Escoba de Bruja" enfermedad que ataca a la mayoría de variedades de cacao destruyendo gran parte de su producción.
- 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.
- 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.
- Adaptabilidad: es un clon cosmopolita que se adapta a casi todas las zonas tropicales desde el nivel del mar hasta los 1000 metros sobre el nivel del mar.
- Alto porcentaje de manteca (54%) lo que lo hace muy cotizado por las industrias.
- Calidad de cacao: con un buen manejo post cosecha el CCN51 es de primera calidad para exportación.

- Excelente precio: debido a la calidad del grano y a su alto contenido de manteca el CCN51 se cotiza en el mercado internacional con premios de hasta \$100 sobre la Bolsa de New York (González et al., 2009).



Figura 05. Clon de cacao CCN51.

2.2 Características del cacao.

El fruto es una mazorca que tiene forma alargada, se vuelve roja o amarillo purpúrea al madurar y pesa aproximadamente 450 g cuando está madura, de 15 a 30 cm de largo por 7 a 12 cm de ancho.

Posee un recubrimiento cuya función es proteger a los cotiledones y en la parte exterior el mucílago que es la parte dulce y mucilaginosa que permite la fermentación de las semillas (Beckett, 2011) (Figura 06).



Figura 06. Cacao en proceso de quiebra.

2.2.1 Composición química de la pulpa de cacao.

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 (Minifie, 1989).

La composición de la pulpa es importante porque es a partir de los azúcares contenidos en ella, que se inicia el proceso fermentativo (López, 1979) (Cuadro 01).

Cuadro 01. Composición química de pulpa de cacao (g/100g de pulpa fresca).

Componentes	Cantidad
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).

2.2.1.1 Composición química de los nibs y cáscara de cacao.

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 poscosecha 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. (Cuadro 02).

Cuadro 02: Composición química de almendras de cacao fermentadas y secas.

Componentes	Almendras fermentadas y secas (%)	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).

2.2.2 Contenido de grasa.

El contenido de grasa usualmente varía del 50 al 55% en cacao fresco y luego de ser tostado dicho contenido oscila entre 48 y 52% en el licor de cacao. La grasa está constituida principalmente por glicéridos como el ácido oleico, láurico, palmítico y esteárico (Wakao, 2002).

2.2.3 Acidez.

El contenido de ácidos orgánicos, compuestos que aportan a la acidez del perfil sensorial del cacao, varía entre el 1.2% y 1.6%. Algunos, entre ellos el acético, cítrico y oxálico, se forman durante la fermentación (Armijos, 2002). En los cotiledones el pH desciende desde aproximadamente 6.5 en almendras frescas, al momento de colocarse la masa en los cajones de fermentación, y hasta valores dentro del rango de 5.0 a 5.5 en almendras ya fermentadas (INIAP, 2007).

2.3 Pre – procesamiento de cacao.

2.3.1 Colecta de mazorcas.

Consiste en recolectar y abrir las mazorcas maduras, sacar las almendras y colocarlas a fermentar en fermentadores especiales.

En los meses de mayor producción (diciembre - junio) se debe cosechar cada 15 días y, en los meses de menor producción, cada mes. Generalmente la madurez de la mazorca se aprecia por el cambio de color, son rojizas-moradas estando tiernas y de color rojizo anaranjadas cuando maduras.

La cosecha se realiza con cuchillos, machetes y el instrumento conocido como “desgarretadera”. Es muy importante que los implementos de recolección estén bien afilados para evitar el desgarramiento de los cojinetes florales y ramas que favorece la entrada de insectos patógenos. El pedúnculo se debe cortar lo más cerca de la mazorca, así queda un pedazo de él adherida al árbol, el cual se desprende más adelante, dejando una cicatriz sana que impide la entrada a patógenos.

Precauciones a tomar en cuenta durante la cosecha y el desgrane.

- Tomar solo frutos maduros, dejando los próximos a madurar para la siguiente recolección, ya que las mazorcas inmaduras dan origen a granos deficientemente fermentados, y, se obtiene un exceso de granos color violeta, aplastados, arrugados y pizarrosos cuando las mazorcas están inmaduras: también hay reducción del rendimiento en cacao seco (Rohan, 1964) y el producto final será mayor astringencia y acidez.
- No mezclar almendras de mazorcas que contengan más de dos días de cosechadas para así evitar una fermentación desigual.
- Evitar la presencia de cáscaras, ramas, yuyos (placenta), hojas y piedras en el cacao a fermentar, ya que además de darle muy mala presentación, perjudica el proceso de la fermentación y aumenta los costos de producción, ya que se hace necesario eliminar esas materias extrañas posteriormente, si se dejan, ocasionan una disminución en los precios y desprestigio a nivel internacional.
- No cosechar mazorcas sobremaduras porque originan una fermentación deficiente y se corre el riesgo de podredumbre y germinación de las semillas, éste último permite la penetración de hongos e insectos al interior del grano, resultando un cacao con características de inferior calidad.

2.3.2 Desgrane de mazorcas.

El desgrane consiste en partir las mazorcas, lo que por regla general se hace a mano, extraer los granos separados de la placenta para colocarlos luego a fermentar, generalmente desgranar en el campo dejando las cascarras tiradas en

el suelo, lo cual se debe evitar por constituir un material en descomposición que sirve de fuente de inóculo de patógenos naturales del cacao.

2.3.3 Fermentación.

El pre procesamiento del cacao se inicia con la colecta de los frutos maduros, que es hecha manualmente. Posteriormente, los frutos son partidos evitándose que las semillas sean dañadas. Las semillas envueltas en una pulpa mucilaginosa son sometidas a la fermentación, etapa esencial para la obtención de almendras de buena calidad (Hancock & Fowler, 1994). De acuerdo con (Lagunes & Galvez, 2007), la fermentación es una de las etapas realizadas pos-cosecha que más afecta a la calidad de los productos obtenidos a partir del cacao.

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 mucilago de las semillas ofrece exactamente condiciones de vida a los microorganismos, que juegan un papel importante durante toda la fermentación. Al principio domina la fermentación alcohólica 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.

Según Reyes, H et al (2000), 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 mucilago azucarado que cubre el grano fresco, para facilitar el secado, la conservación y almacenamiento.
- La elevación de la temperatura que mata el 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 a chocolate.

2.3.3.1 Etapas de la fermentación

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 descenso 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) La etapa de oxidación se inicia inmediatamente cuando hay penetración de oxígeno y consiste esencialmente en la oxidación y condensación de los compuestos polifenólicos en productos complejos, aminoácidos volátiles solubles e insolubles que tienen poco a 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 el secado y se facilita la penetración del oxígeno al interior del cotiledón.

Un buen indicador de fermentación satisfactoria es la presencia de un anillo periférico de color pardo, indicativo de que se debe iniciar 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.

2.3.3.2 Formas de fermentación

La fermentación del cacao puede ser realizada de tres maneras: en montones, cestas y cajas.

a) La fermentación en montón.

Es quizás el método más usado por los pequeños productores; Donde se hace un tendido de hojas de plátano sobre tablas de madera o de un piso de caña para amontonar allí las almendras frescas. Luego éstas se cubren con el mismo tipo de hojas para que comience la fermentación. Los montones se tapan adicionalmente con sacos de yute para reducir la

pérdida de calor. La remoción de la masa, en este caso, generalmente es hecho en el segundo y en el cuarto día (Rohan, 1964).

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.



Figura 07. Fermentación en montón.

b) La fermentación en 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 bijau para evitar la pérdida de temperatura.

Reyes, H., et. al (2000). Según sus investigaciones afirma 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 mucilago, al cabo de los cuales son extraídas para someterlas al proceso de secado. Este método de fermentación no es muy recomendable ya que se dificulta las necesarias remociones, resultando un proceso fermentativo muy heterogéneo con un bajo

porcentaje de granos fermentados 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.



Figura 08: Fermentación en saco.

c) Fermentación en Cajones.

Los cajones se construyen con tablones de maderas finas, preferiblemente blancas, resistentes a la humedad tales como el cedro, nogal, laurel etc., que no desprendan sustancias extrañas, taninos por ejemplo, que interfieren con la calidad final del cacao. 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. Gaitán (2005) citado por Riera (2009).

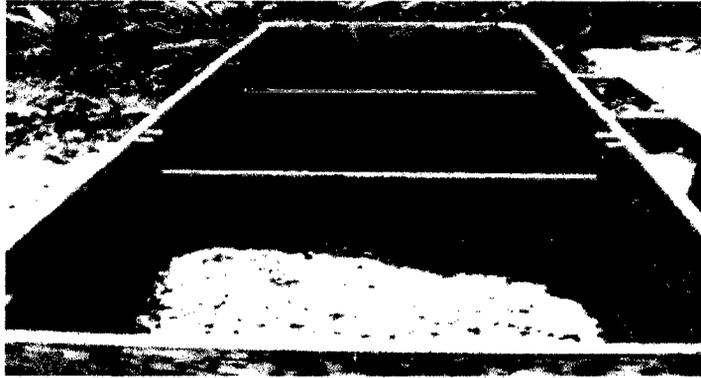


Figura 09: Fermentación en cajones.

2.3.3.3 Transformaciones específicas durante la fermentación.

Cuando las semillas son retiradas del fruto, se exponen al ataque de los microorganismos del medio ambiente. El alto contenido de azúcares de la pulpa fresca que recubre las semillas, el bajo valor de pH (cerca de 3.6) y su bajo contenido de oxígeno favorecen el desenvolvimiento de levaduras (Schwan, 1996).

En el primer día de fermentación, las levaduras en la ausencia de oxígeno, inician la conversión de los azúcares de la pulpa en etanol. Eso caracteriza la primera actividad microbiológica de la fermentación del cacao, la fermentación alcohólica. Hernández (1991) Indica que la pulpa fresca tiene un pH de 3.4 a 4.6. En la misma etapa el pH de los cotiledones es de 6.5. Debido a que la testa es permeable al ácido acético, este pasa al interior del cotiledón.

Como resultado de la acción de los microorganismos, la temperatura de la masa de semillas aumenta alrededor de 30 - 35 °C y las células de la pulpa comienzan a romperse en las primeras 24 a 36 horas, apareciendo una exudación acuosa, que se dirige a los orificios del fondo de la caja de fermentación (López & Quesnel, 1973; Minifie, 1989).

Las levaduras también tienen condiciones para metabolizar el ácido cítrico, principal ácido orgánico de la pulpa provocando un aumento del pH en las 48 horas iniciales de la fermentación. Por otro lado, el desenvolvimiento de bacterias lácticas, que son tolerantes a esas condiciones y a la baja concentración de oxígeno, va a tener su desenvolvimiento favorecido (Roelofsen, 1959 citado en Drummond, 1998). De esa forma, para impedir el desenvolvimiento masivo de bacterias lácticas que afectan de forma negativa el desenvolvimiento de los precursores de sabor, cuando están presentes en gran cantidad, se debe realizar la oxigenación de la masa en fermentación por medio de su remoción.

A partir del tercer día de fermentación ocurre una reducción del número de bacterias formadoras de esporas, que se desenvuelven en temperaturas próximas a 50°C, lo que puede variar con el número y frecuencia de remociones, realizados en el transcurso del proceso fermentativo, provocando la aparición de metabolitos, que se difunden en el interior del cotiledón, pueden influenciar en la calidad del producto final (Schawn et al., 1990).

2.3.3.4 Reacciones bioquímicas durante la fermentación del cacao.

La cáscara de la semilla es permeable a muchas sustancias de bajo peso molecular, por tal motivo, el alcohol, el ácido acético, como también otros metabolitos son absorbidos conjuntamente con el agua. La semilla se hincha y tiene cambios físicos, y químicos. El aumento de la temperatura entre 45-50°C, y la difusión de alcohol y ácido acético al interior de la almendra inhibe la germinación, que es un prerequisite para el inicio de los cambios bioquímicos. Después de la muerte de la semilla se inician las reacciones enzimáticas, controladas principalmente por los cambios de temperatura y pH durante la fermentación de la pulpa. (Minifie, 1989; López & Dimick, 1991).

En las semillas de cacao, los compuestos polifenólicos están almacenados en las células de pigmentos de los cotiledones. Durante la fermentación de las

almendras, esos compuestos se difunden a través del líquido. (Hansen, 1998; Wollgast & Anklam, 1995).

Después de la muerte del germen, ocurren dos importantes reacciones; la que conduce a la formación de los precursores del aroma, en particular aminoácidos libres y monosacáridos, y las que provocan la disminución del amargor y de la astringencia. (Drummond, 1998) observó que la cantidad de proteínas de las almendras de cacao, durante la fermentación, decrece regularmente entre el segundo y quinto día.

Algunos aminoácidos originados en la hidrólisis proteolítica, durante la fermentación, se complementa con sustituyentes fenólicos (quinonas). Esa combinación es la que disminuye el amargor y astringencia (Yoshiyama & Ito, 1996). De acuerdo con (Forsyth & Quesnel, 1957), en el interior del cotiledón hay dos fases definidas y distintas de reacciones durante la fermentación, que son clasificadas en fase I, hidrólisis anaeróbica y fase II, condensación oxidativa.

2.3.4 Secado.

El proceso de secado tiene como finalidad fundamental: bajar el porcentaje de humedad de 55-60% a 6-7%, siempre por debajo del 8% para asegurar buenas condiciones de almacenamiento, evitándose el crecimiento de hongos y el ataque de los insectos. Es muy importante que la humedad disminuya lentamente, es decir, entre el lapso de 5 a 7 días, para favorecer que se completen los cambios químicos (reacciones de oxidación) responsables del sabor y aroma del cacao, de lo contrario, se corre el riesgo de inactivar a las enzimas antes de que se hayan completado los cambios químicos esenciales, lo cual ocurre por las altas temperaturas (>65°C) y la baja humedad, además, un secado rápido induce el aplastamiento de las almendras, dando granos duros y de cutículas arrugadas, determinantes de la calidad del producto.

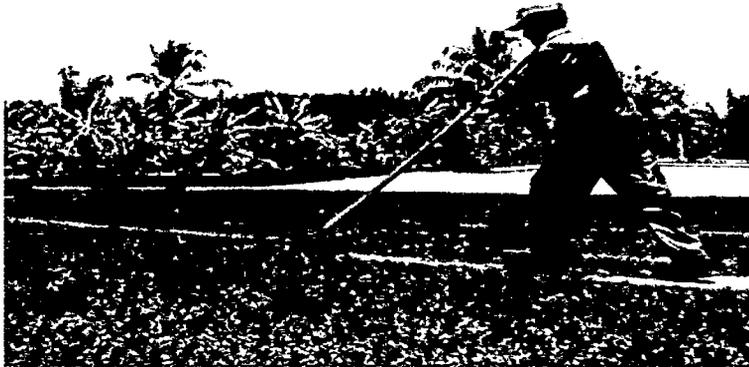


Figura 10: Secado de cacao.

2.3.5 Tostado.

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

Después del tostado, es importante para la obtención del licor de cacao la etapa de molienda, en donde los sólidos de cacao en la pasta se distribuyen en la grasa derretida del licor y su finura afecta las percepciones sensoriales en la lengua y cavidad bucal.

2.4 Calidad de cacao.

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

Enríquez (1966) y Moreira (1994), indican que para el mercado del cacao es requisito indispensable que las almendras pesen mínimo 1.2 g de cada una de ellas, 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.

2.4.1 Análisis sensorial del licor de cacao.

Licor o pasta de cacao, es una pasta de color café que se obtiene de la molienda del grano tostado, sin adicionar o extraer ninguno de sus componentes, al cual previamente se le han eliminado las impurezas y la cascarilla. El licor de cacao mantiene todo el contenido de grasa y las características organolépticas del cacao con que fue preparado (Cuadro 03).

Cuadro 03. Características fisicoquímicas del grano y licor de cacao.

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

Fuente: (Carrillo, 2011)

2.4.2 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 comenta Cortes (1994) citado por Sánchez (2007).

2.4.2.1 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 admire grano mohoso o germinado, materia extraña, ni grano infectado y humedad máxima 7.5%.

2.4.2.2 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, humedad máxima 7.5%.

Cuadro 04: 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.
Grano 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, detestables 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 mucílagos.
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).

2.4.3 Calidad organoléptica del grano.

Un punto dominante en la calificación del cacao de exportación se basa en la característica 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 (Armijos, 2002) y (Calderón, 2002).

Graziani (2003), 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).

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)

2.4.3.1 Sabor y aroma.

Voltz (1990). Ramos et al. (2000) y Jiménez (2003), 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:

2.4.3.2 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 superior del paladar o en la garganta, se lo relaciona con el café, cerveza caliente y la toronja.
- **Astringencia**, más que un sabor es una sensación que causa una contracción de la superficie de las mucosas de la boca, dejando una sensación seca y áspera en la lengua, además produce salivación generalmente debido a la falta de fermentación y se percibe en toda la boca, lengua, garganta y hasta en los dientes. La referencia es cacao no fermentado, inicialmente se percibe un sabor floral pero después es amargo, parecido al sabor de las hojas del plátano.
- **Dulce**, este sabor es percibido en la punta de la lengua.
- **Salado**, se percibe a los lados de la lengua y produce salivación.

2.4.3.3 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 a la nuez, característico de los cacaos tipo criollos y trinitarios.

2.4.3.4 Sabores adquiridos.

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

La calidad aromática de un chocolate está relacionada con el origen de las almendras, con la fermentación y secado y con el tostado (Cros, 2004). El aroma del cacao incluye varias fracciones determinadas en los granos frescos: una fracción constitutiva (presente en la almendra fresca), de una fracción formada durante el tostado (Cros, 1997).

2.4.4 Principales factores que afectan la calidad.

2.4.4.1 Genética.

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

Un cacao de determinado origen genético presenta propiedades organolépticas muy características (Moreira, 1994). Así se pueden identificar dos tipos de granos de cacao: cacao común, proveniente de árboles Amazónicos, ubicados bajo la

denominación de Forasteros, y el cacao fino que proviene de árboles Criollos (Calderón, 2002).

2.4.4.2 Ambiente.

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 (Moreira, 1994).

2.4.4.3 Manejo postcosecha.

El manejo postcosecha o beneficio constituye parte fundamental y decisiva para obtener una buena calidad del grano y permite 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).

2.5 Frutas aromáticas.

2.5.1 Piña (variedad Cayena lisa).

La piña (*Ananas sativus*) es una fruta de la familia de las *Bromeliáceas*, son plantas *herbáceas*, que necesitan de un clima tropical para crecer en su estado óptimo y además debe madurar en el árbol, porque si no se vuelve ácida y no madura fuera de la planta.

Tiene forma cilíndrica, una corteza escamosa de color marrón, una corona de hojas espinosas y una pulpa amarilla, con 15.95 °brix en promedio.

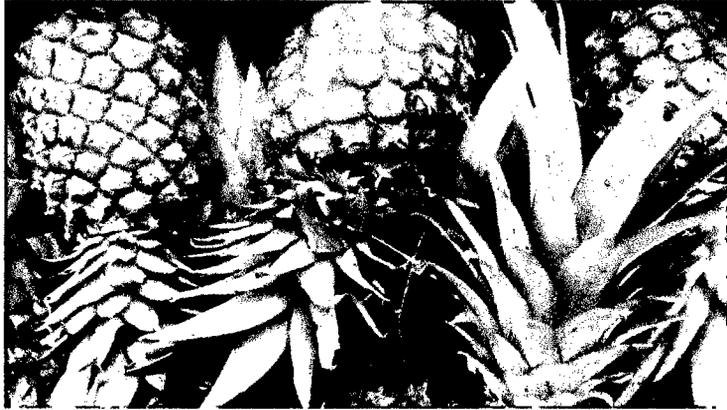


Figura 11. Frutas de piña.

2.5.2 Mandarina (criolla).

La mandarina (*Citrus nobilis*) es el fruto del mandarino. Pertenece al grupo de frutos llamados hesperidios y su pulpa está formada por un considerable número de gajos llenos de jugo; el cual contiene mucha vitamina C, flavonoides y aceites esenciales, además es el cítrico más parecido a la naranja, aunque de menor tamaño, sabor más aromático y con mayor facilidad para quitar su piel. Por eso se considera una de las frutas más apreciadas, cuenta con 14 °Brix en promedio.

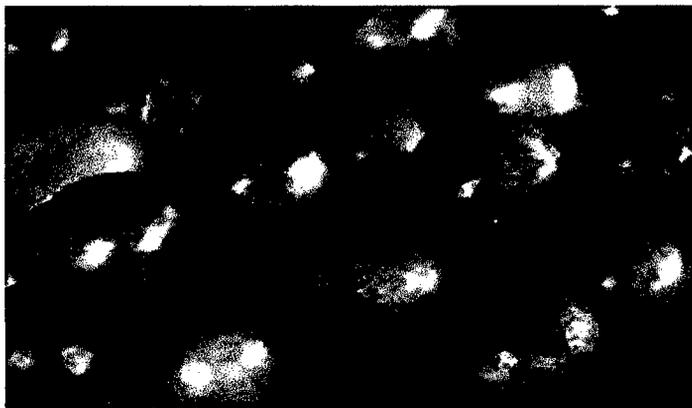


Figura 12. Fruta de mandarina.

2.5.3 Plátano moquicho.

El plátano moquicho (*Musa sp.*) pequeño y sabroso no se queda a la zaga como fruta o también sancochado tanto maduro o verde; para saborearlo se lo debe sancochar con todo y cáscara, con 14 °Brix en promedio.



Figura 13. Fruta de Plátano moquicho

III. MATERIALES Y MÉTODOS.

3.1 Lugar de ejecución.

El proceso fermentación, análisis físico, análisis fisicoquímico, obtención de licor de cacao y evaluación se realizó en las instalaciones de la Cooperativa Agraria Cacaotera – ACOPAGRO, ubicada en la ciudad de Juanjui, provincia de Mariscal Cáceres, región San Martín a 283 m.s.n.m.

3.2 Materia prima.

- Frutos de cacao CCN51 en baba obtenido del sector La Victoria, distrito de Juanjui, provincia de Mariscal Cáceres, región de San Martín.
- Frutas de piña, mandarina y plátano moquicho adquiridas en el mercado de la ciudad de Juanjui procedente del sector la Victoria, distrito de Juanjui, provincia de Mariscal Cáceres, región de San Martín.

3.3 Materiales, equipos y reactivos.

3.3.1 Materiales.

3.3.1.1 Campo.

- Cajón fermentador de madera tornillo 30 x 50 x 60cm.
- Cuaderno de apuntes, lapicero y marcador.
- Baldes de plástico.
- Cámara fotográfica.
- Costal de yute.
- Costal de polipropileno.

3.3.1.2 Laboratorio.

- Pipetas de 10 ml.
- Termómetro de 0 – 300°C.
- Vasos de precipitación de 50 ml y 100 ml.
- Matraz erlenmeyer de 100 ml.
- Probeta de 100 ml.
- Pinza de metal.
- Tijera.
- Papel toalla y tapers de muestreo.

3.3.2 Equipos.

- Molino manual, marca Corona.
- Tostadora rotatoria modelo SWISSMAR, marca ALPENROST (50°C).
- Balanza digital modelo Sf – 400A 5000g.
- pH-metro digital marca WATERPROOF pH testr 20.
- Refractómetro, modelo RHB – 10, marca LUMEN.
- Higrómetro KPM, marca aqua–boy de 0 – 20
- Trituradora de cacao manual.
- Descascarilladora.
- Conchadora de piedras esmeril marca ULTRA GRIND+, potencia 110V AC 60 Hz.
- Selladora modelo SF – 300A, marca IMPULSE SEALER, potencia 400W.
- Refrigeradora, modelo RI – 425, marca INRESA.



3.3.3 Reactivos.

- Hidróxido de sodio 0,1 N
- Fenolftaleína al 1%.

3.4 Métodos de análisis.

3.4.1 Experimental.

Se recolectó 10 kg de cacao CCN51 en baba por cada proporción de pulpa de fruta: plátano moquicho, mandarina y piña; con proporciones de 10:1, 10:2, 10:3 midiendo sólidos solubles, pH, acidez respectivamente. (Figura 14).

Arreglo factorial: 3 X 3.

1^{er} Factor: Frutas: Plátano moquicho, Mandarina, Piña

2^{do} Factor: Proporciones: A₁, A₂, A₃

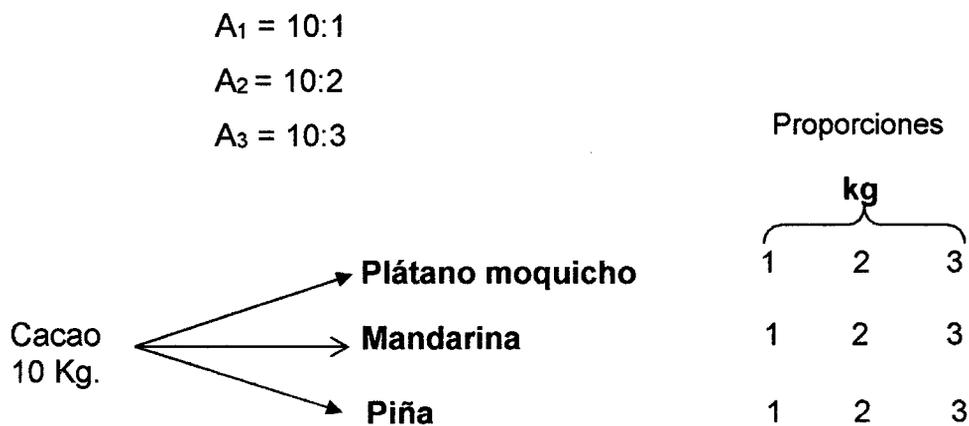


Figura 14: Diseño experimental propuesto.

La fermentación para cada tipo de pulpa de fruta y proporción determinada se realizó en cajones de madera tornillo de sección rectangular 30cm x 50cm x 60 cm de ato. En el proceso de fermentación se aplicaron remociones de la masa de pulpa de frutas a las 48 horas de inicio y posteriormente cada 24 horas hasta completar las 168 horas de fermentación.

Durante el proceso de fermentación se realizó la determinación de sólidos solubles, pH, acidez tanto de la testa y del cotiledón, cada doce horas de fermentación.

Finalizado el proceso de fermentación se procede al secado solar de los granos de cacao, depositados sobre una superficie de poliestireno trenzado ubicado a 80 cm sobre el piso, hasta obtener una humedad menor o igual al 7%.

Se realiza la prueba de corte para determinar las características físicas de los granos secos del clon CCN51, luego se procede a la elaboración del licor de cacao para determinar las características organolépticas de las muestras (Análisis sensorial).

La parte experimental, del presente trabajo de investigación se desarrolló de acuerdo al esquema para la obtención de licor de cacao (Figura 03), que incluye:

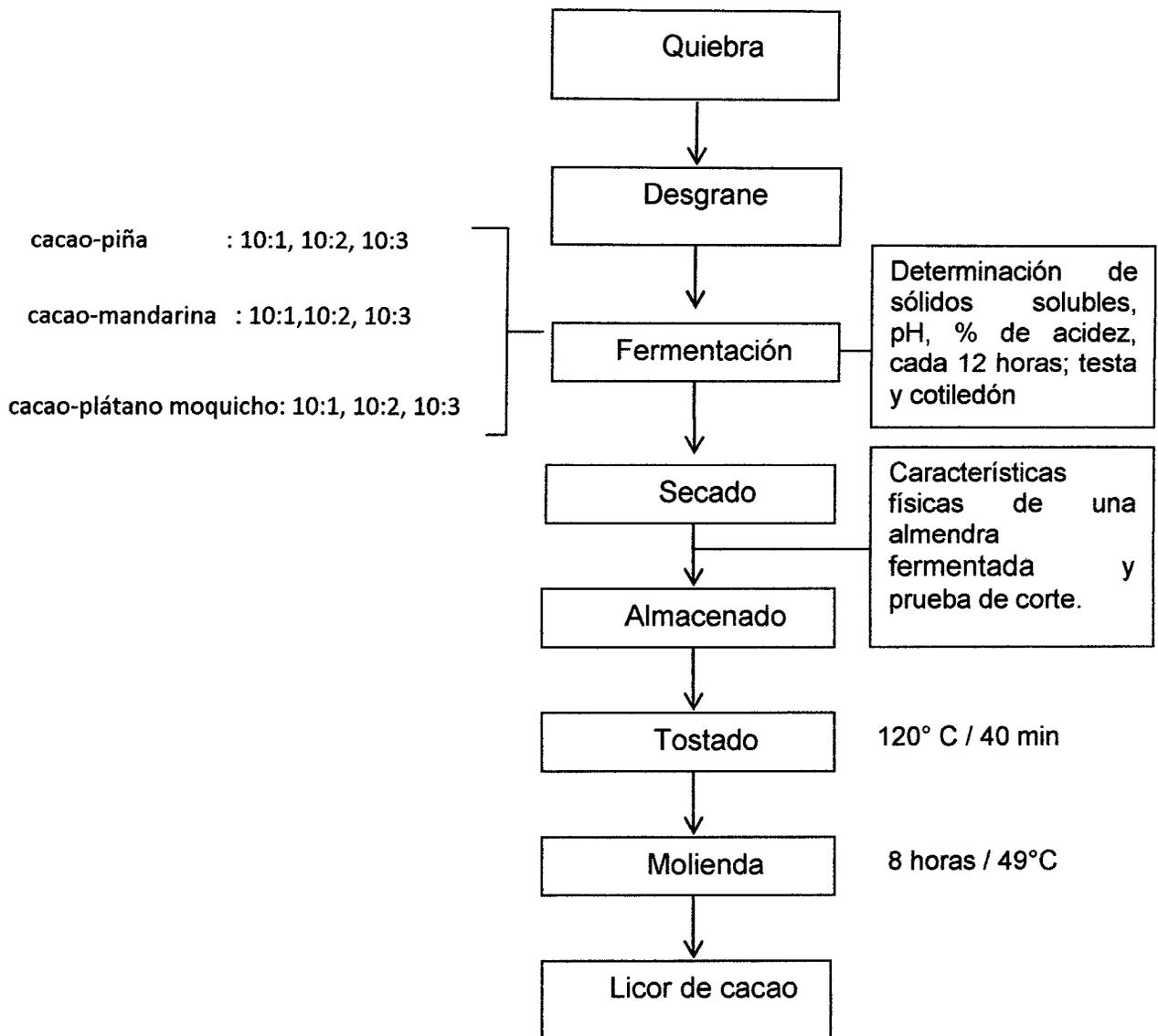


Figura 15: Flujograma general para la obtención del licor de cacao.

3.4.2 Obtención de granos del clon de cacao CCN51 seco fermentado.

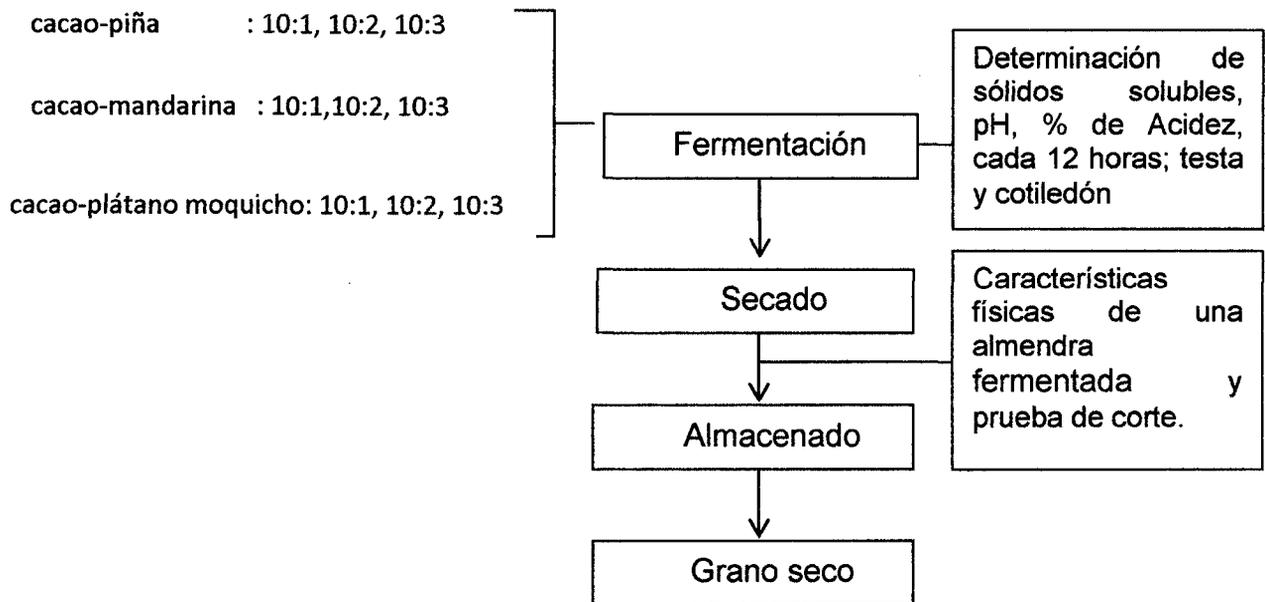


Figura 16: Esquema para la obtención de grano de cacao seco fermentado.

3.4.2.1 Descripción del proceso

a) Fermentación.

Los granos de cacao en baba obtenido del centro de acopio del sector la Victoria perteneciente a la Cooperativa Agraria Cacaotera ACOPAGRO; las cuales fueron acondicionados en baldes de plástico para ser trasladado a las instalaciones del micro fermentador.

Así mismo se realizó el traslado de las pulpas de frutas al micro fermentador debidamente acondicionadas para su incorporación en los cajones fermentadores juntamente con la masa de cacao; luego medir el jugo y granos del cacao CC51 el pH (AOAC 970.21), Acidez (AOAC

942.15), sólidos solubles a través de un refractómetro siguiendo el método (AOAC 921.08), contenido de humedad (AOAC 931.04).

La fermentación de los granos de cacao se realizó en cajones de madera, de dimensiones (30 x 50 x 60cm). La masa de cacao en peso de 30kg y la pulpa de fruta de 3kg, para la primera proporción 10:1 de cada fruta, la segunda proporción de 10:2, 30kg de masa de cacao con 6kg de pulpa de fruta, y la tercera proporción de 10:3, con 30 kg de masa de cacao y 9kg de pulpa de fruta; la cual fue cubierta con sacos de yute y polietileno limpios, realizando medidas de temperatura de la masa y el ambiente, mediante sensores de temperaturas externa de reacción rápido a los cambios de temperaturas.

La remoción de la masa de cacao con las pulpas de frutas fue a las 48, 72, 96, 120, 144 y 168 horas.

Durante el proceso de fermentación se extrajo pequeñas muestras al inicio y cada 12 horas durante todo el proceso de fermentación, con la finalidad de determinar el pH, acidez titulable 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 procedió a separar la testa del cotiledón de las semillas con ayuda de una pinza metálica, posteriormente la testa y el cotiledón individualmente fueron molidos usando un molino eléctrico 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 4 minutos (por separado), 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 de hidróxido de sodio al 0.1N que nos ayudó a medir la acidez total titulable con relación al ácido cítrico.

b) Secado.

Los granos se llevaron a un secador solar, extendiéndolos sobre la tarima de poliestireno prensado, colocando el primer día una capa de 3 cm aproximadamente, que fue movida cada 5 horas, después de esto se esparció en su totalidad durante 5 días, hasta obtener una humedad menor o igual a 7%, medido por el higrómetro KPM marca aqua – boy y rango de humedad de 0 – 20%.

3.4.3 Evaluación física de los granos fermentados secos.

La evaluación física siguió la secuencia mostrada en la Figura 17, utilizando el programa Cropster del Proyecto de Desarrollo de Cooperativas (TCHO).

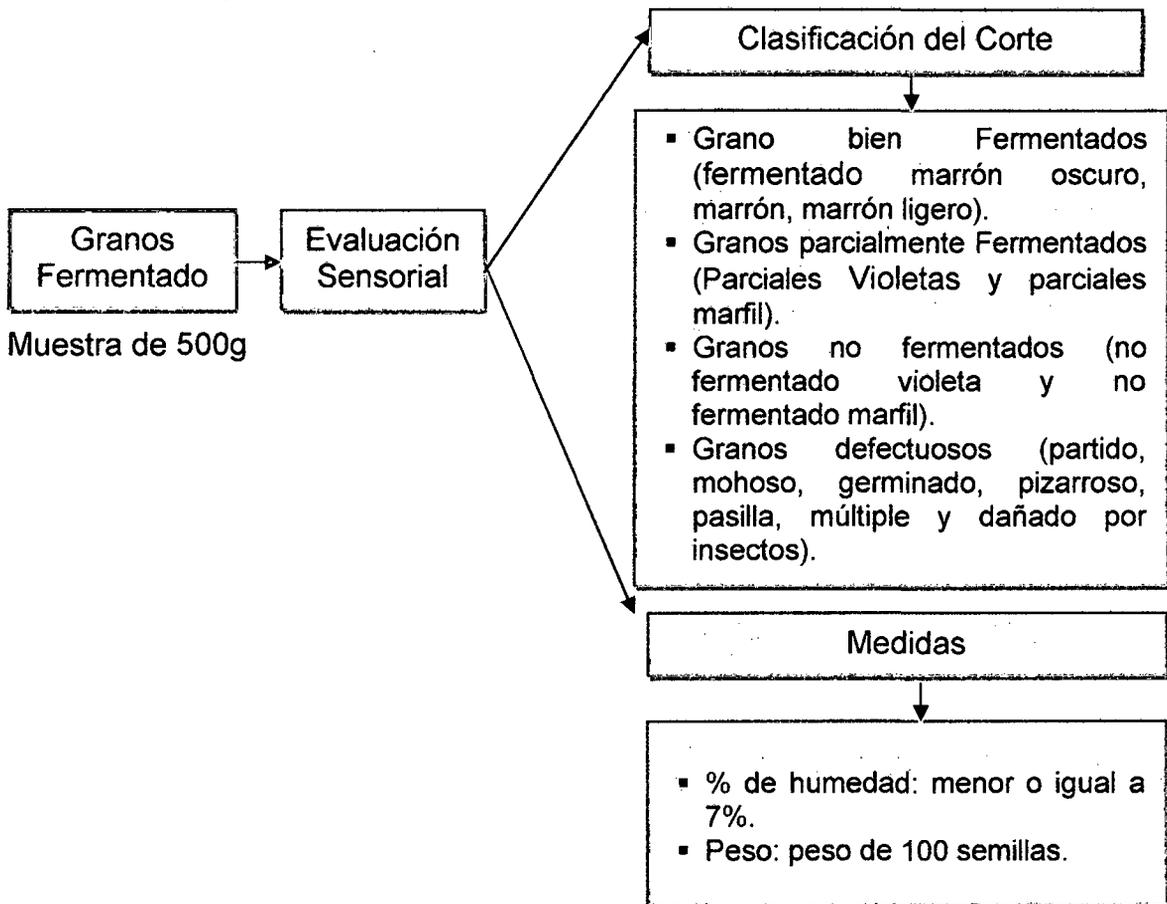


Figura 17. Esquema de análisis físico del cacao fermentado seco.

Para determinar el porcentaje de granos fermentados, se descontaron los granos defectuosos y los granos no fermentados, encontrados en los 100 granos de cacao usados en la prueba de corte, los cuales representan el 100%.

3.4.4 Obtención del licor de cacao.

Para la obtención del licor de cacao de las muestras estudiadas (Figura 18) se realizaron los siguientes procesos:

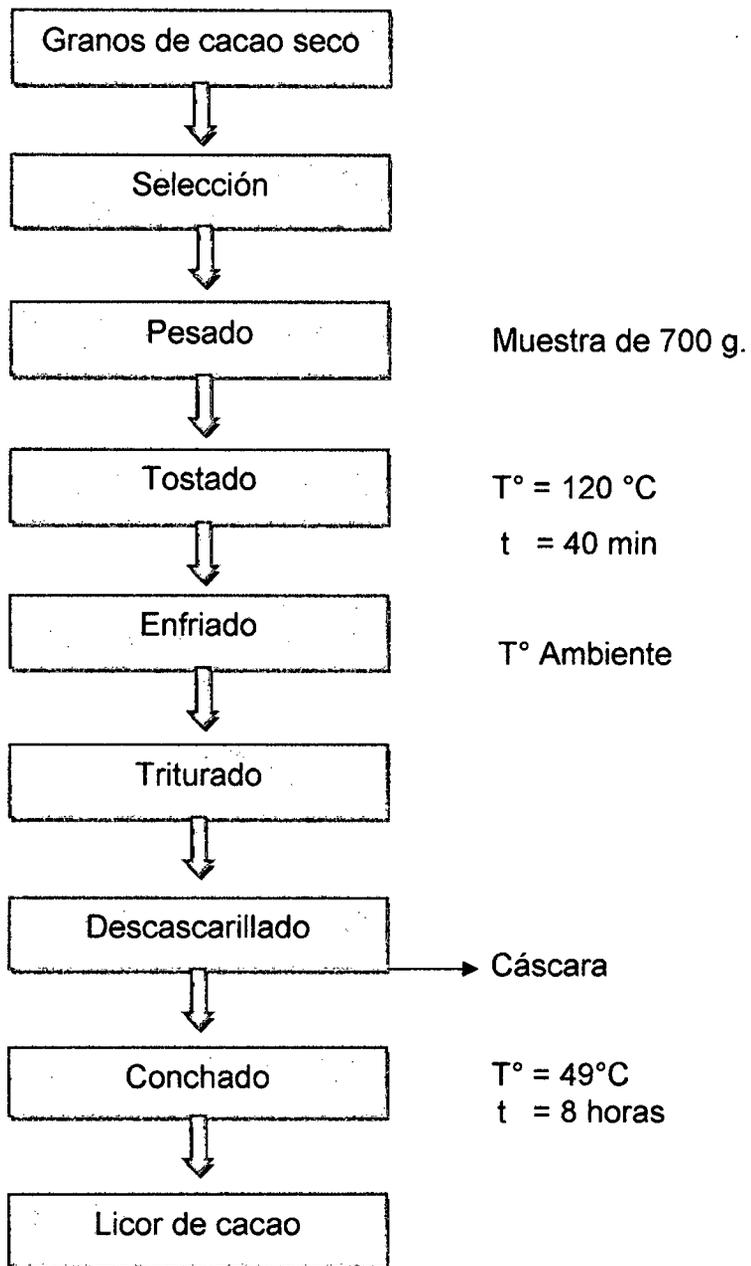


Figura 18. Flujograma de obtención de licor de cacao.

3.4.4.1 Selección.

Se seleccionó los granos de cacao seco fermentado, eliminando aquellos granos pequeños, partidos, planos y todo tipo de restos que se quedó en el proceso de fermentación y secado del grano de cacao CCN51.

3.4.4.2 Pesado.

Se pesó 700g de cacao seco fermentado seleccionado.

3.4.4.3 Tostado.

Previo calentamiento del horno a 150°C por 5min, el tostado de los granos de cacao seco fermentado se llevó acabo a 120°C por 40 min; con el propósito de potenciar el aroma y colores típicos en el licor de cacao.

3.4.4.4 Triturado.

Después del tostado se dejó enfriar, luego se trituraron los granos tostados hasta obtener nibs sueltos de la cascarilla.

3.4.4.5 Descascarillado.

Se separó totalmente los nibs de cacao de la cáscara.

3.4.4.6 Molienda y conchado.

Los nibs de cacao tostados, pasaron a una molienda en un molino de piedras, se añadió los nibs de cacao poco a poco hasta que todo esté incorporado y para que el sistema desmenuce los nibs. Se molió durante 8 horas a una temperatura de

49°C teniendo como resultado final del molido una masa fluida de cacao, denominada licor de cacao.

Terminado el proceso de conchado se moldeó el licor de cacao y se refrigeró durante 12 horas. Luego se colocaron en bolsas de polietileno de alta densidad y se almacenaron en refrigeración a temperatura de -5 hasta el momento de la evaluación sensorial.

3.4.5 Evaluación sensorial.

Para la evaluación sensorial del licor de cacao, se utilizó el programa cropster del Proyecto de Desarrollo de Cooperativas (TCHO), siguiendo los atributos que se muestran en la Figura 19.

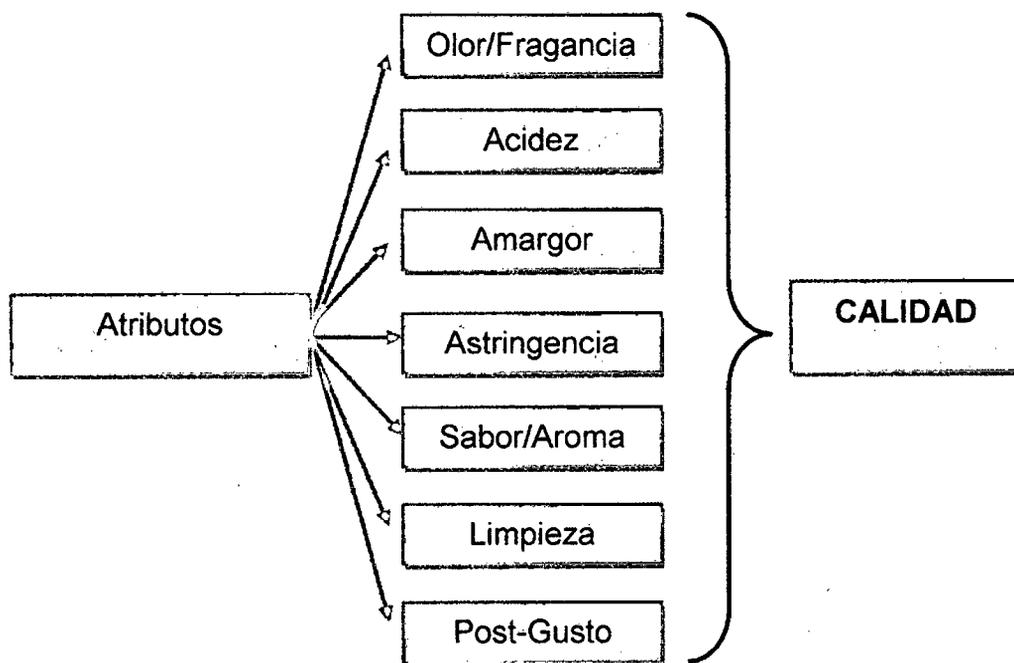


Figura 19: Esquema de atributos en la evaluación sensorial del licor de cacao

La evaluación fue realizada por 10 panelistas entrenados de la Cooperativa Agraria Cacaotera – ACOPAGRO, quienes evaluaron los atributos como olor/fragancia, acidez, amargor, astringencia, sabor/ aroma, limpieza, post – gusto y puntaje de catador, 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).

3.5 Diseño experimental y análisis estadístico.

Para las variables físico químicas de los granos de cacao fresco (baba), para características físicas y organolépticas, se utilizó el Diseño Completamente al Azar (DCA), con 9 tratamientos y 3 repeticiones, las comparaciones entre medias de tratamientos fueron realizados mediante la prueba de Tukey con un nivel de significancia de 0.05 de probabilidad.

El esquema del ANOVA utilizado para estas variables es el siguiente

Cuadro 05. Esquema del diseño experimental.

Fuente de Variación		Grado de Libertad
Tratamientos	$(t - 1)$	8
Repeticiones	$(r - 1)$	2
Error	$(t - 1) (r - 1)$	16
Total	$T \times (r - 1)$	26

Fuente: Elaboración propia (2015).

Todos los datos fueron medidos o corregidos estadísticamente utilizando el software (SAS 9.1) Versión 2009.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

4.1 Características iniciales de la materia prima.

En el cuadro 06 se muestran los resultados obtenidos de la caracterización inicial físico – química del clon de cacao CCN51 y de los tres tipos de frutas (plátano moquicho, mandarina y piña), al inicio del ensayo.

Se observaron que los valores de diámetro y peso de la mazorca de cacao fueron mayores en relación a las otras frutas en estudio. El contenido de sólidos solubles fueron parecidas en las pulpas de cacao CCN51, plátano moquicho, mandarina y piña. Finalmente, el pH y la acidez del grano fresco de cacao CCN51 fue ligeramente menor y mayor respectivamente en comparación con las otras pulpas de frutas.

Cuadro 06: Caracterización físico – química del clon de cacao CCN51, plátano moquicho, mandarina y piña.

Características	Cacao	Plátano moquicho	Mandarina	Piña
Diámetro (mm)	100.0	50.0	60.0	90.0
Peso (g)	745.0	80.0	100.0	1250.0
Sólidos solubles (°Brix)	15.5	15.3	15.4	15.6
Ph	3.5	4.5	4.0	4.2
Acidez (% Ácido cítrico)	0.78	0.45	0.81	0.58
Índice de madurez	19.87	34.0	19.01	26.89

Fuente: Elaboración propia (2015).

4.2 Características físico – químicas de la testa y cotiledón del grano de clon de cacao fermentado CCN51 con las tres pulpas de frutas y diferentes proporciones cacao – pulpa.

4.2.1 Sólidos solubles.

En la Figura 20 se observa la variación de los sólidos solubles de la testa y cotiledón de los granos de cacao CCN51 con la pulpa de plátano moquicho luego de 168 horas de fermentación a diferentes proporciones en función de la temperatura (Anexos 01 y 02).

El efecto de la proporción de la pulpa de plátano moquicho con un contenido de sólidos solubles iniciales de 15.3%, fue muy relevante al inicio y al final de la fermentación. Destacándose, el contenido de sólidos solubles tanto en la testa como en el cotiledón en la proporción 10:3, en comparación con la muestra testigo. Esto se debe a la migración de los sólidos solubles (azúcares, ácidos orgánicos, protopectinas, pectinas y otros) y al mayor contenido de pulpa de la proporción en la masa de granos de cacao con 15.5% de sólidos solubles (en baba).

Asimismo, entre las 24 y 36 horas de fermentación en las tres proporciones, se observó un aumento de la temperatura de la masa de los granos de cacao hasta 35° C. Esto se debió a un mayor contenido de sustrato rico en azúcares que fue proporcionado por la pulpa de las frutas, que se tradujo en una mayor tasa de respiración y por tanto la elevación de la temperatura. Además, esta temperatura es el resultado de la acción de los microorganismos y las células de la pulpa que comienzan a romperse, apareciendo una exudación acuosa, que se dirige a los orificios del fondo de la caja de fermentación (López & Quesnel, 1973; Minifie, 1989).

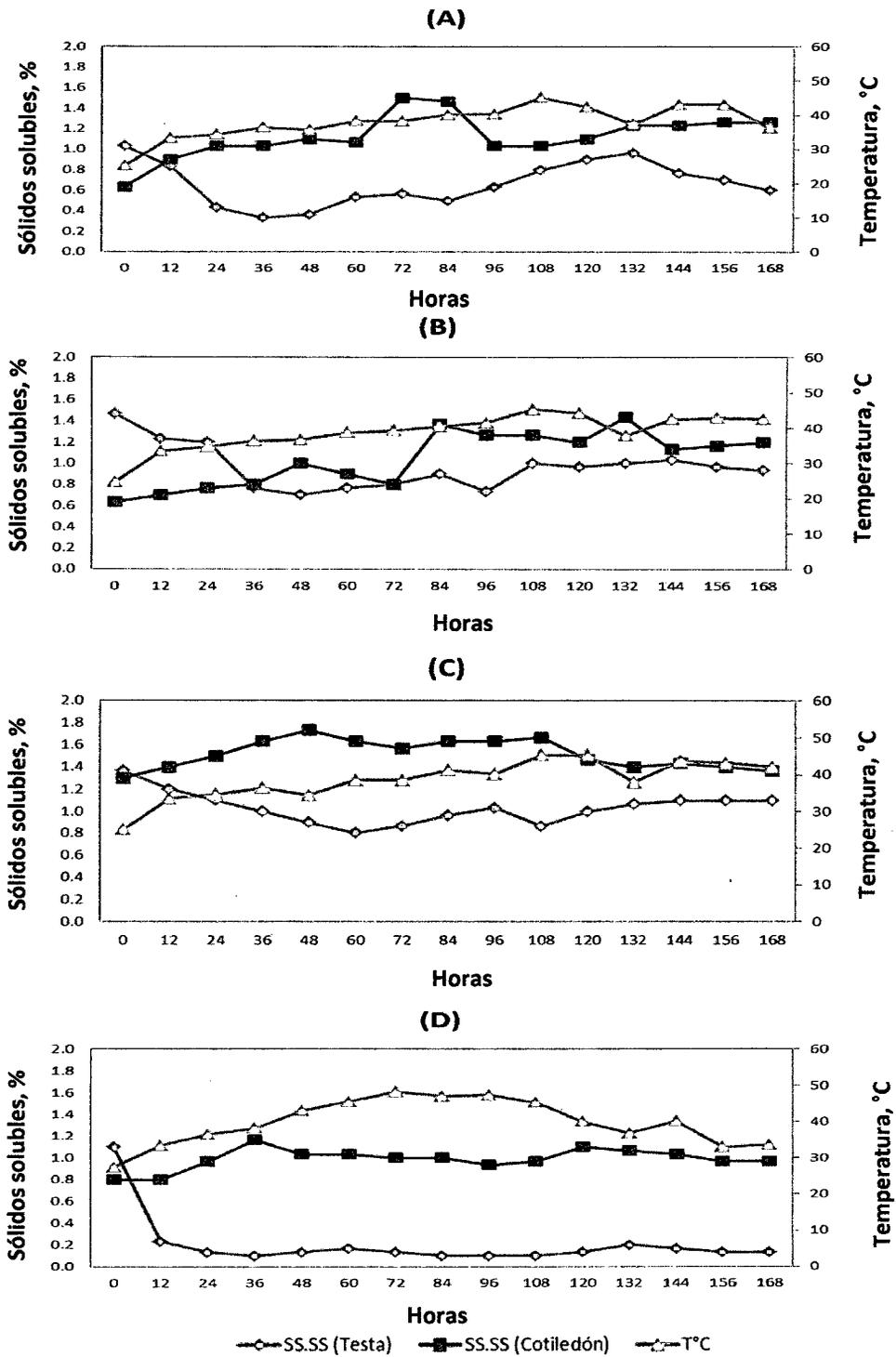


Figura 20. Variación de % de sólidos solubles del clon de cacao CCN51 con pulpa de plátano moquicho luego de 168 horas de fermentación: (A) 10:1, (B) 10:2, (C) 10:3 de proporción cacao: plátano moquicho y (D) testigo sin pulpa de fruta.

En la Figura 21 se observa la variación de los sólidos solubles de la testa y cotiledón de los granos de cacao CCN51 con la pulpa de mandarina luego de 168 horas de fermentación a diferentes proporciones en función de la temperatura (Anexos 01 y 02).

Los niveles de la caracterización física a diferentes proporciones de fruta de mandarina de 15.4% de sólidos solubles con granos de cacao CCN51 de 15.5% de sólidos solubles (en baba), luego de 48 horas de fermentación se presentó con un ascenso en los niveles de sólidos solubles en el cotiledón, alcanzando valores cercanos al 1% hasta concentraciones próximas de 1.2% a 1.8% al final de la fermentación de los tratamientos con las proporciones de pulpa de fruta de mandarina. La fermentación con la fruta de mandarina en la proporción 10:3 se notó la influencia con un mayor contenido de sólidos solubles en la testa con valores de 0.98% y el cotiledón con valores de 1.8%, y en la temperatura de la masa de los granos de cacao con mayores temperaturas con relación a los otros tratamientos.

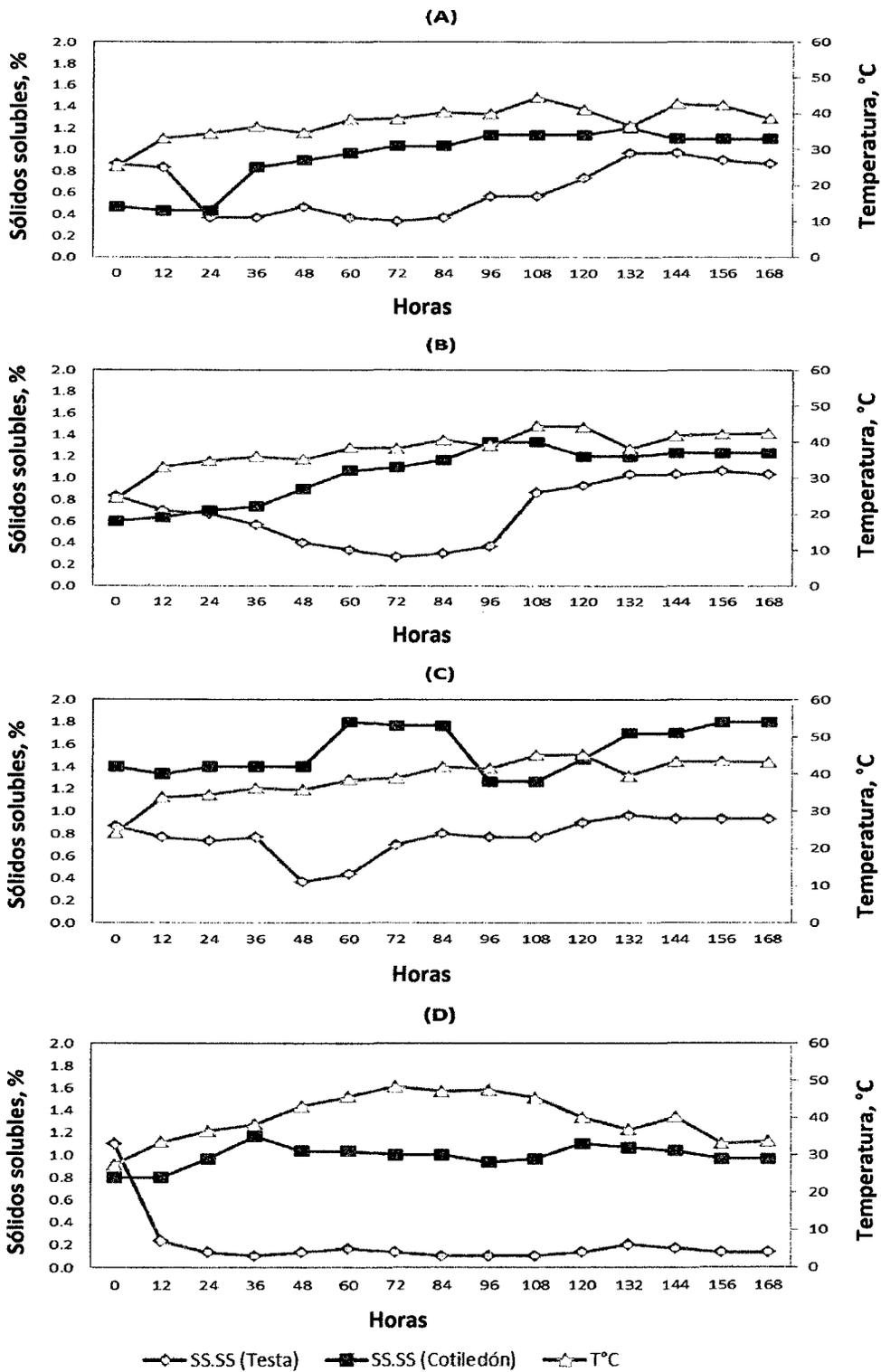


Figura 21. Variación de % de sólidos solubles del clon de cacao CCN51 con pulpa de Mandarina luego de 168 horas de fermentación: (A) 10:1, (B) 10:2, (C) 10:3 de proporción cacao: mandarina y (D) testigo sin pulpa de fruta.

En la Figura 22 se observa la variación de los sólidos solubles de la testa y cotiledón de los granos de cacao CCN51 con la pulpa de piña (15.6% de sólidos solubles) luego de 168 horas de fermentación a diferentes proporciones en función de la temperatura (Anexos 01 y 02).

Se observa el descenso del contenido de sólidos solubles en las tres proporciones de pulpa de piña con la masa de granos de cacao desde 1.6% hasta 0.6% durante un periodo de 48 horas de fermentación en la testa de los granos de cacao. Esto se debe a la acción conjunta de las levaduras de los granos de cacao y de la pulpa que transforman el azúcar de la pulpa en alcohol (Figura 22).

Los valores de sólidos solubles en la evaluación a las 132 horas de fermentación con proporción 10:1 en la testa y cotiledón no mostraron mucha diferencia entre sus valores hasta el final del proceso de fermentación. Por el contrario los tratamientos 10:2 y 10:3 de proporción, 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 presencia de algunos granos sobremaduros de las mazorcas como se observa a las 96 horas en las proporciones 10:2 y 10:3 (López, 1986).

El descenso de los sólidos solubles de la testa es ocasionado por la conversión de los azúcares en alcohol por acción de las levaduras y por su eliminación a través del exudado, en cambio en el cotiledón la sacarosa es hidrolizada a fructosa y glucosa por acción de la invertasa.

La temperatura de la masa de granos en la proporción 10:1 fue parcialmente mayor en relación a los otros tratamientos.

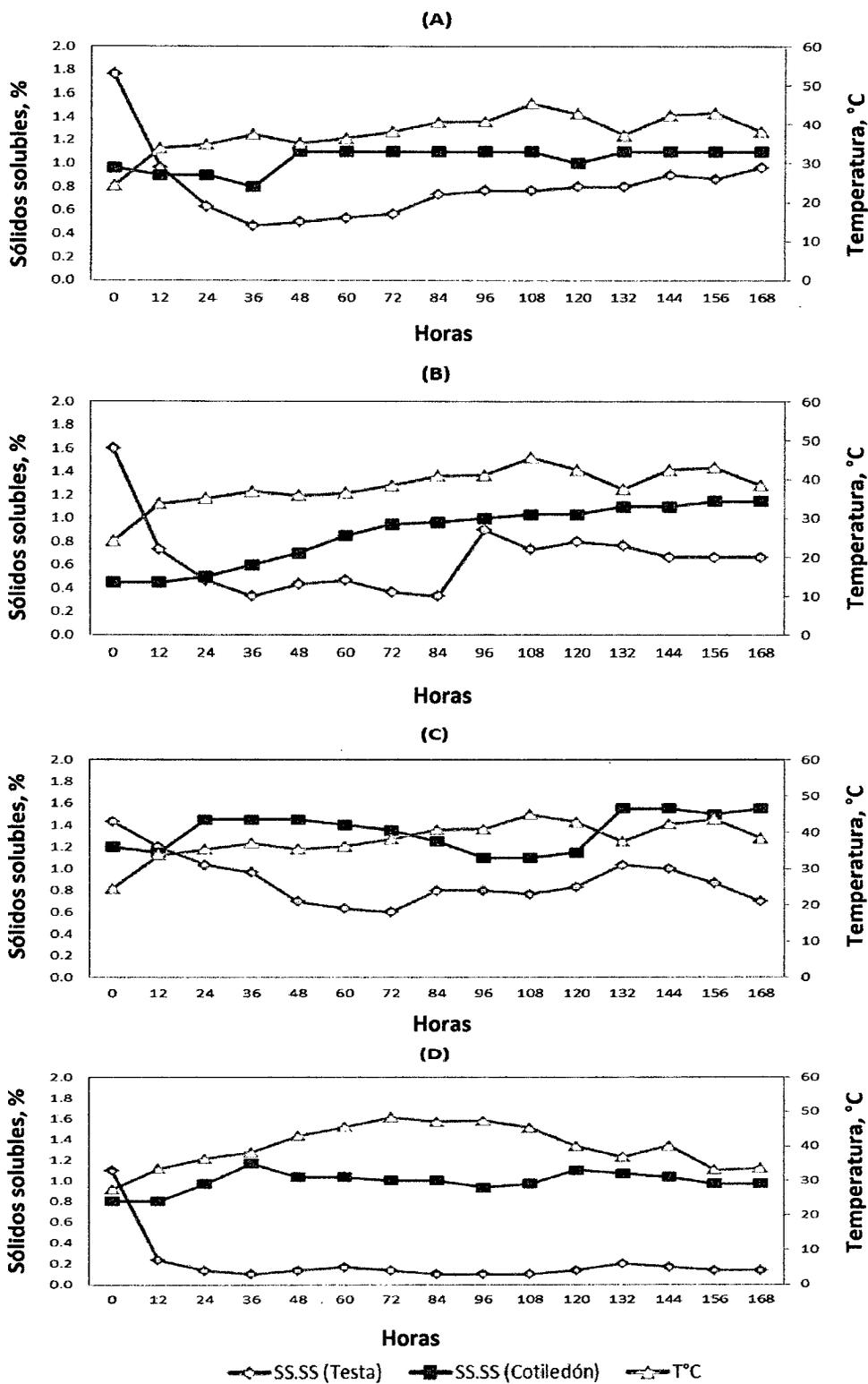


Figura 22: Variación de % de sólidos solubles del clon de cacao CCN51 con pulpa de piña luego de 168 horas de fermentación: (A) 10:1, (B) 10:2, (C) 10:3 de proporción cacao: piña y (D) testigo sin pulpa de fruta.

4.2.2 pH.

En la Figura 23 se observa la variación de pH de la testa y cotiledón de los granos de cacao CCN51 con la pulpa de fruta plátano moquicho con un pH inicial de 4.5 luego de 168 horas de fermentación a diferentes proporciones en función de la temperatura. Se adjunta registro de datos en el (Anexos 03 y 04).

La variación del pH y de la acidez durante la fermentación del cacao se debe a la degradación microbiana de los ácidos y a la pérdida por difusión de éstos compuestos hacia el cotiledón. Además, por la misma naturaleza del metabolismo respiratorio de las frutas que consumen sustratos como ácidos orgánicos (ácido cítrico y el ácido málico) y azúcares (sacarosa, glucosa y fructosa).

Los cotiledones de los granos de cacao con pulpa de fruta de plátano moquicho sin y con proporciones de pulpa experimentaron un descenso de pH, principalmente en el tratamiento de proporción 10:1 a las 84 horas de evaluación que se intersectaron con el pH de la testa y cotiledón a 4.51. (Figura 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 hidrolítica ocurre a temperaturas cercanas a 45°C y con un pH de 4.0 a 5.0 (Reyes et al. 2000). Sin embargo, las proporciones 10:2 y 10:3 no influyeron en la fermentación porque no hubo intersección en el pH de la testa y el cotiledón. Esto se refleja en un porcentaje de fermentación menor que la proporción 10:1.

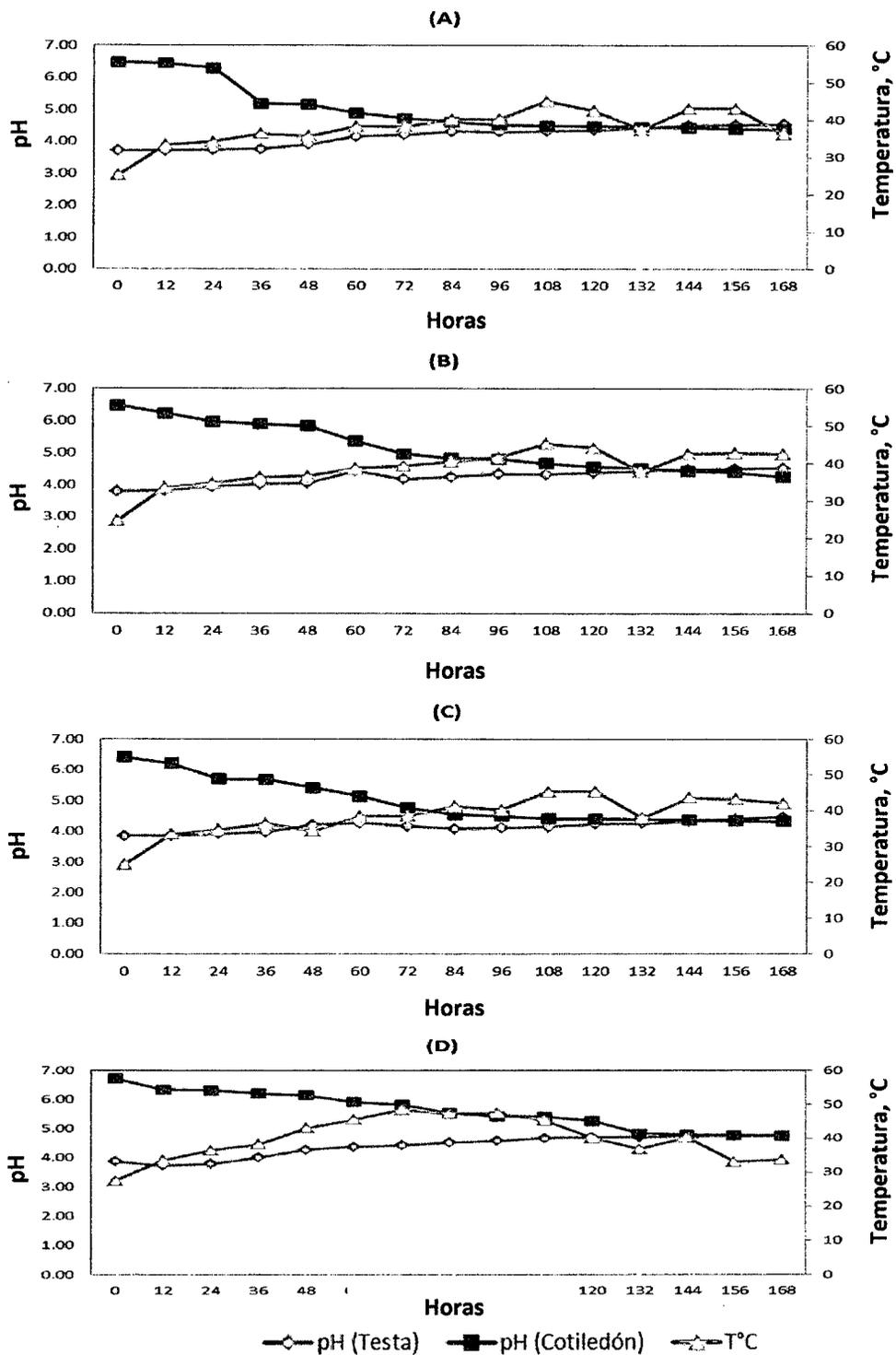


Figura 23: Variación de pH del clon de cacao CCN51 con pulpa de Plátano moquicho luego de 168 horas de fermentación: (A) 10:1, (B) 10:2, (C) 10:3 de proporción cacao: plátano moquicho y (D) testigo sin pulpa de fruta.

En la Figura 24 se observa la variación de pH de la testa y cotiledón de los granos de cacao CCN51 con la pulpa de fruta mandarina con un pH inicial de 4.0 luego de 168 horas de fermentación a diferentes proporciones en función de la temperatura. Se adjunta registro de datos en el (Anexos 03 y 04).

Se mezclaron dos masas de frutas, los granos de cacao con un pH de 4.0 en la testa y en cotiledón con un pH de 6.5, con la pulpa de la fruta de mandarina, con un pH promedio de 4.0. Se observó la intersección de los valores de pH de la testa y cotiledón de granos de cacao con pulpa de fruta mandarina a las 96 horas de fermentación tomando un valor promedio de 4.46 indistintamente de las tres proporciones, retardando por 24 horas la fase acética de la fermentación de los granos de cacao testigo. Se puede decir que los ácidos orgánicos de la mandarina retrasaron el proceso de fermentación de los granos de cacao.

Los valores de pH en testa y cotiledón encontrados en la pulpa fresca de granos cacao mandarina fueron similares a los encontrados por Hernández (1991). La cual indica que la pulpa fresca tiene un pH de 3.4 a 4.6. En la misma etapa el pH de los cotiledones es de 6.5. Debido a que la testa es permeable al ácido acético, este pasa al interior del cotiledón y al tercer día mata el embrión y baja el pH a 4.8 durante el resto de la fermentación y secado el pH sube y por lo general es de 5.5 en los granos secos.

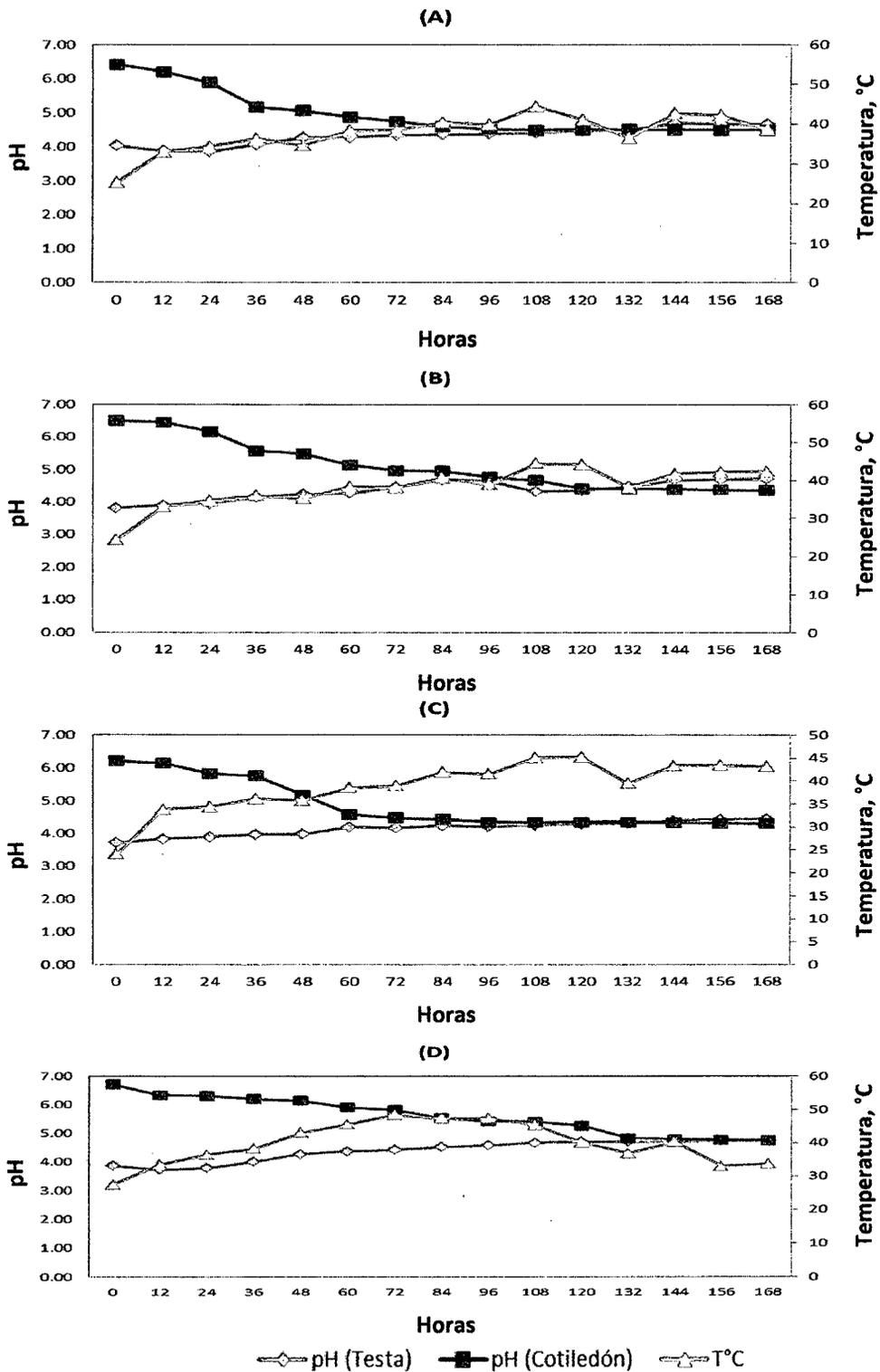


Figura 24: Variación de pH del clon de cacao CCN51 con pulpa de Mandarina luego de 168 horas de fermentación: (A) 10:1, (B) 10:2, (C) 10:3 de proporción cacao: mandarina y (D) testigo sin pulpa de fruta.

En la Figura 25 se observa la variación de pH de la testa y cotiledón de los granos de cacao CCN51 con la pulpa de fruta de piña con un pH inicial de 4.2, luego de 168 horas de fermentación a diferentes proporciones en función de la temperatura. Se adjunta registro de datos en el (Anexos 03 y 04).

Para los tratamientos con proporción de 10:2 y 10:3 en los granos de cacao con pulpa de fruta piña, los valores del pH de la testa y cotiledón se intersectan con un valor promedio a 4.4 y a las 96 horas de fermentación. Sin embargo, para el tratamiento con proporción 10:1 la intersección del pH para ambas estructuras fue de 4.6 a las 156 horas. Además, es necesario señalar que durante el proceso de fermentación las temperaturas de la masa de los granos fueron similares entre los tratamientos. Estos parámetros indican un retraso en el inicio de la fermentación por un lapso de 60 horas de la proporción 10:1 con relación a los tratamientos de proporción 10:2 y 10:3.

Según Ortiz de Bertorelli (2004) 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, se observó 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.

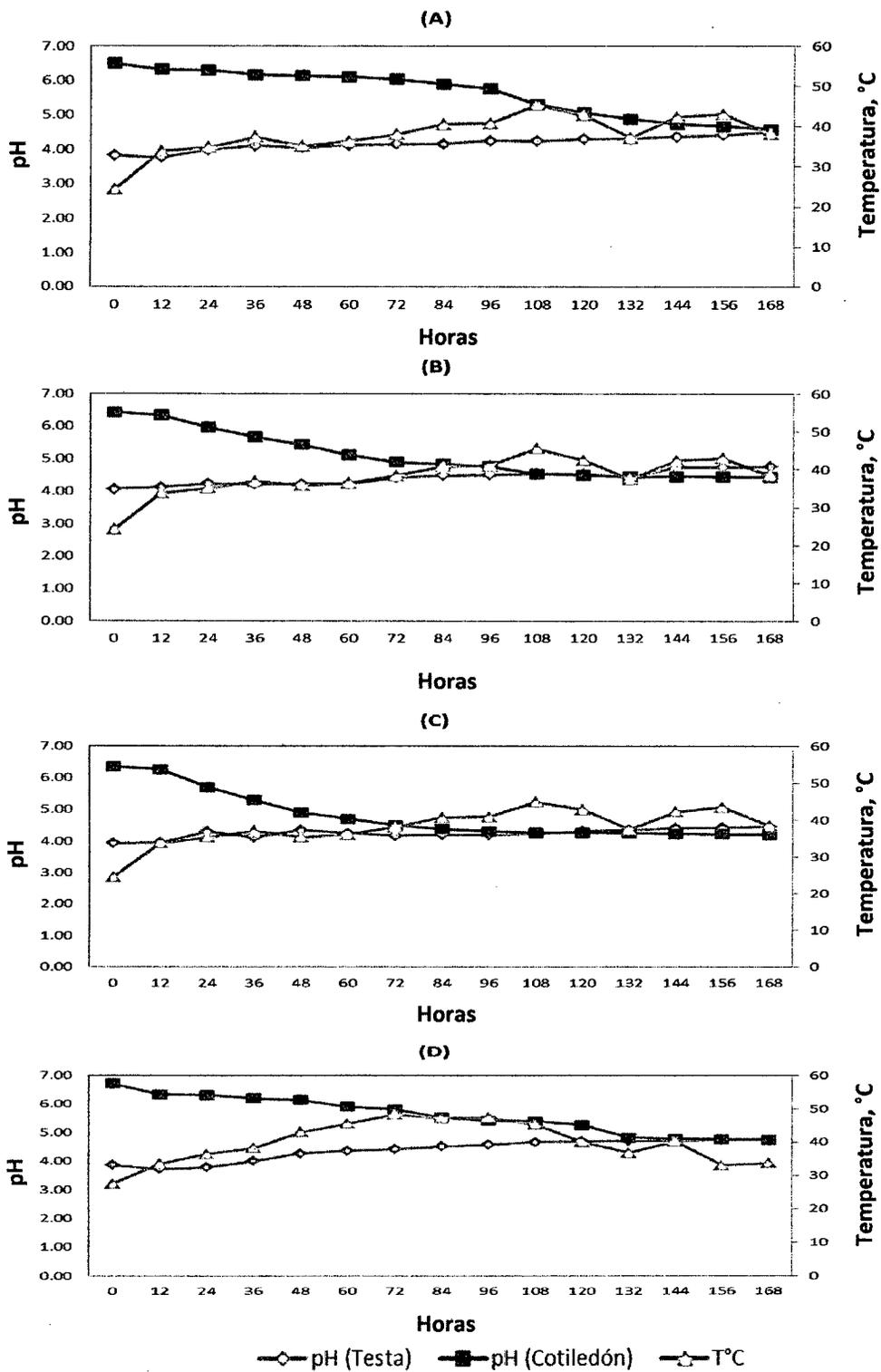


Figura 25: Variación de pH del clon de cacao CCN51 con pulpa de Piña luego de 168 horas de fermentación: (A) 10:1, (B) 10:2, (C) 10:3 de proporción cacao: piña y (D) testigo sin pulpa de fruta.

4.2.3 Acidez.

En la Figura 26, se observa la variación de acidez de la testa y cotiledón de los granos de cacao CCN51 con la pulpa de plátano moquicho con un porcentaje de acidez inicial de 0.45% luego de 168 horas de fermentación a diferentes proporciones en función de la temperatura. Se adjunta registro de datos en el (Anexos 05 y 06).

El mayor efecto de las proporciones de los granos de cacao con pulpa de fruta de plátano moquicho, se observaron al quinto día en relación a los otros tratamientos, expresando un contenido mínimo de acidez en la testa en comparación con el cotiledón durante todo el proceso fermentación. Esto se debe probablemente al ácido málico, proveniente del plátano moquicho que se consumo por el metabolismo respiratorio. Es importante señalar que el contenido de acidez y el pH de la testa y el cotiledón de los granos de cacao con pulpa de fruta plátano moquicho al tercer día de fermentación coinciden con el mismo número del inicio de la fermentación acética.

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)

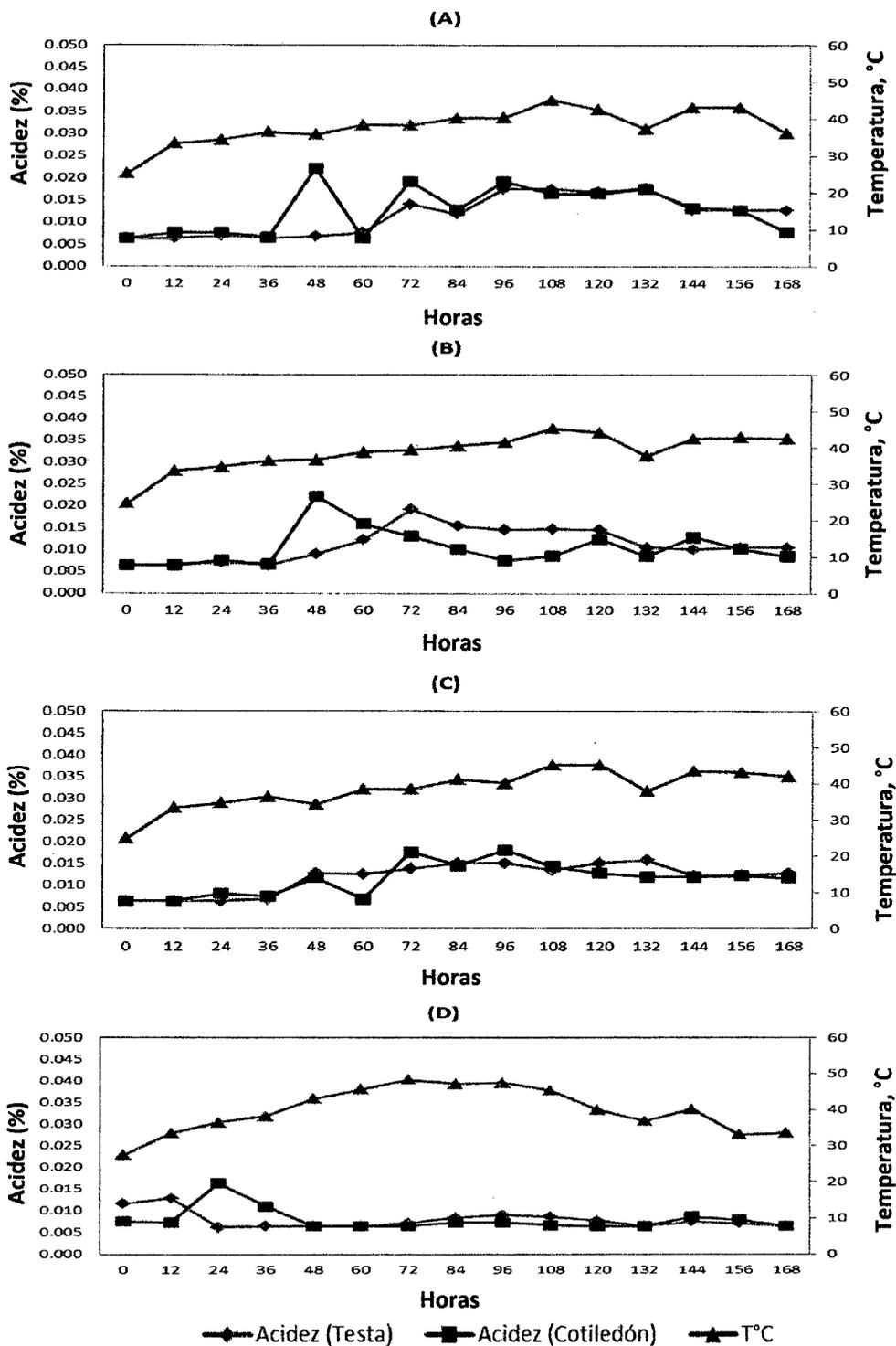


Figura 26: Variación de acidez del clon de cacao CCN51 con pulpa de Plátano moquicho luego de 168 horas de fermentación: (A) 10:1, (B) 10:2, (C) 10:3 de proporción cacao: plátano moquicho y (D) testigo sin pulpa de fruta.

En la Figura 27 se observa la variación de acidez de la testa y cotiledón de los granos de cacao CCN51 con la pulpa de mandarina con un porcentaje de acidez de 0.81% luego de 168 horas de fermentación a diferentes proporciones en función de la temperatura. Se adjunta registro de datos en (Anexos 05 y 06).

Se observó notoriamente el efecto de la proporción de los granos de cacao con pulpa de fruta de mandarina 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 con pulpa de fruta de mandarina sin y con concentraciones expresan una estabilidad en el contenido de acidez de la testa con valores de acidez del cotiledón promedio de 0.011%. 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), 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 los responsables para la formación de los precursores del sabor.

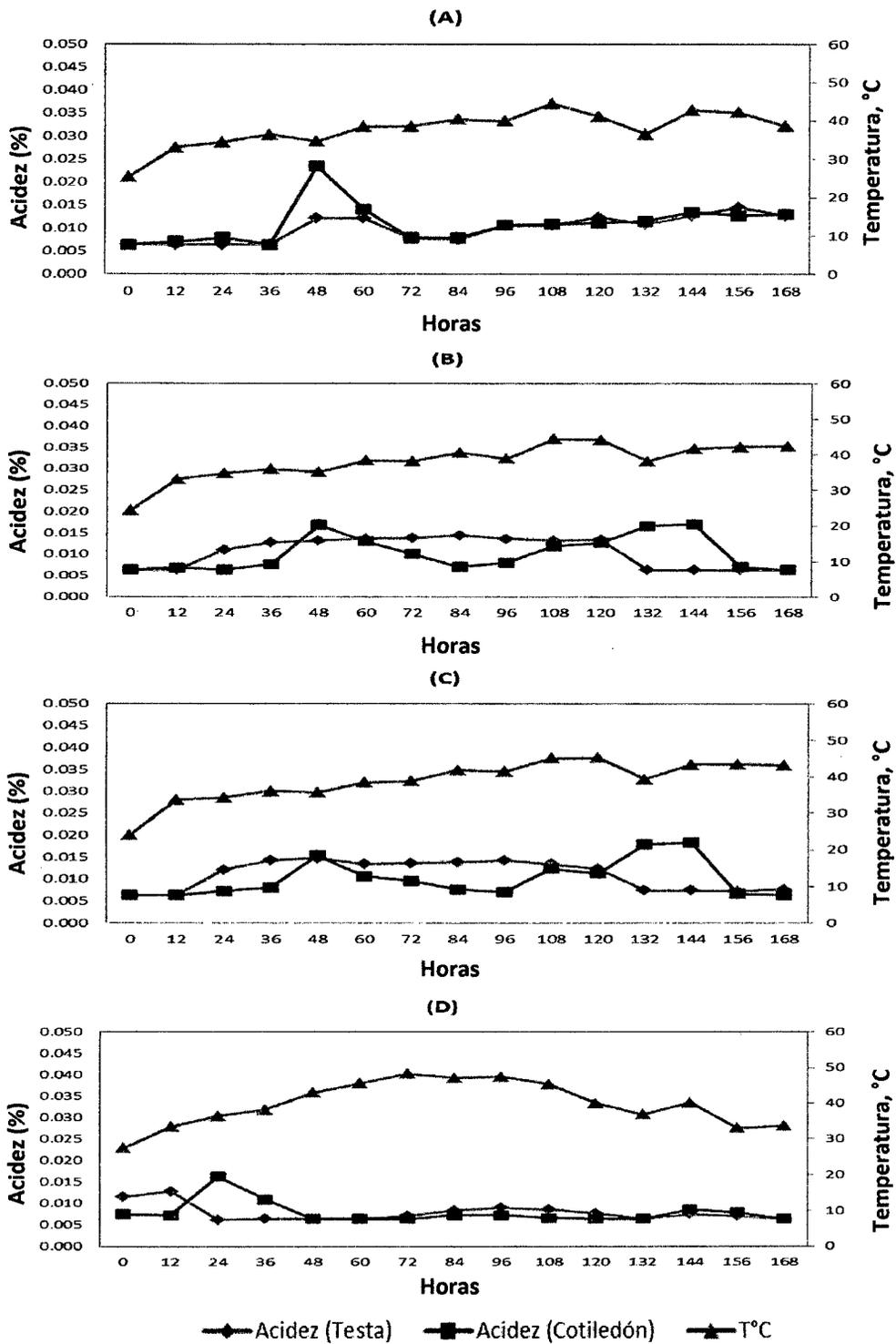


Figura 27. Variación de acidez del clon de cacao CCN51 con pulpa de Mandarina luego de 168 horas de fermentación: (A) 10:1, (B) 10:2, (C) 10:3 de proporción cacao: mandarina y (D) testigo sin pulpa de fruta.

En la Figura 28 se observa la variación de acidez de la testa y cotiledón de los granos de cacao CCN51 con la pulpa de piña con un porcentaje de acidez inicial de 0.58% luego de 168 horas de fermentación a diferentes proporciones en función de la temperatura. Se adjunta registro de datos en (Anexos 05 y 06).

Se observó las mayores temperaturas en la masa de granos de cacao con pulpa de fruta piña la proporción 10:2 durante el proceso de fermentación en comparación con los otros tratamientos. Este evento se expresó en un descenso de la acidez de la testa desde las 48 horas y 84 de fermentación, de las proporciones 10:1 y 10:3 respectivamente de los granos de cacao con pulpa de fruta piña.

El descenso de la acidez de la testa ha sido atribuido al metabolismo del ácido cítrico por acción de las levaduras y el aumento en el cotiledón a la difusión de los ácidos de la pulpa hacia esta fracción (Schwan *et al*, 1990). Durante la fermentación, los ácidos acético y láctico producidos por la degradación microbiana de la pulpa, son difundidos hacia el cotiledón aumentando la acidez (Meyer *et al*, 1989).

Estos resultados son corroborados por Moreno y Sánchez (1989), Reyes *et al* (2000), Ramos (2004) y Portillo *et al*. (2006). 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.

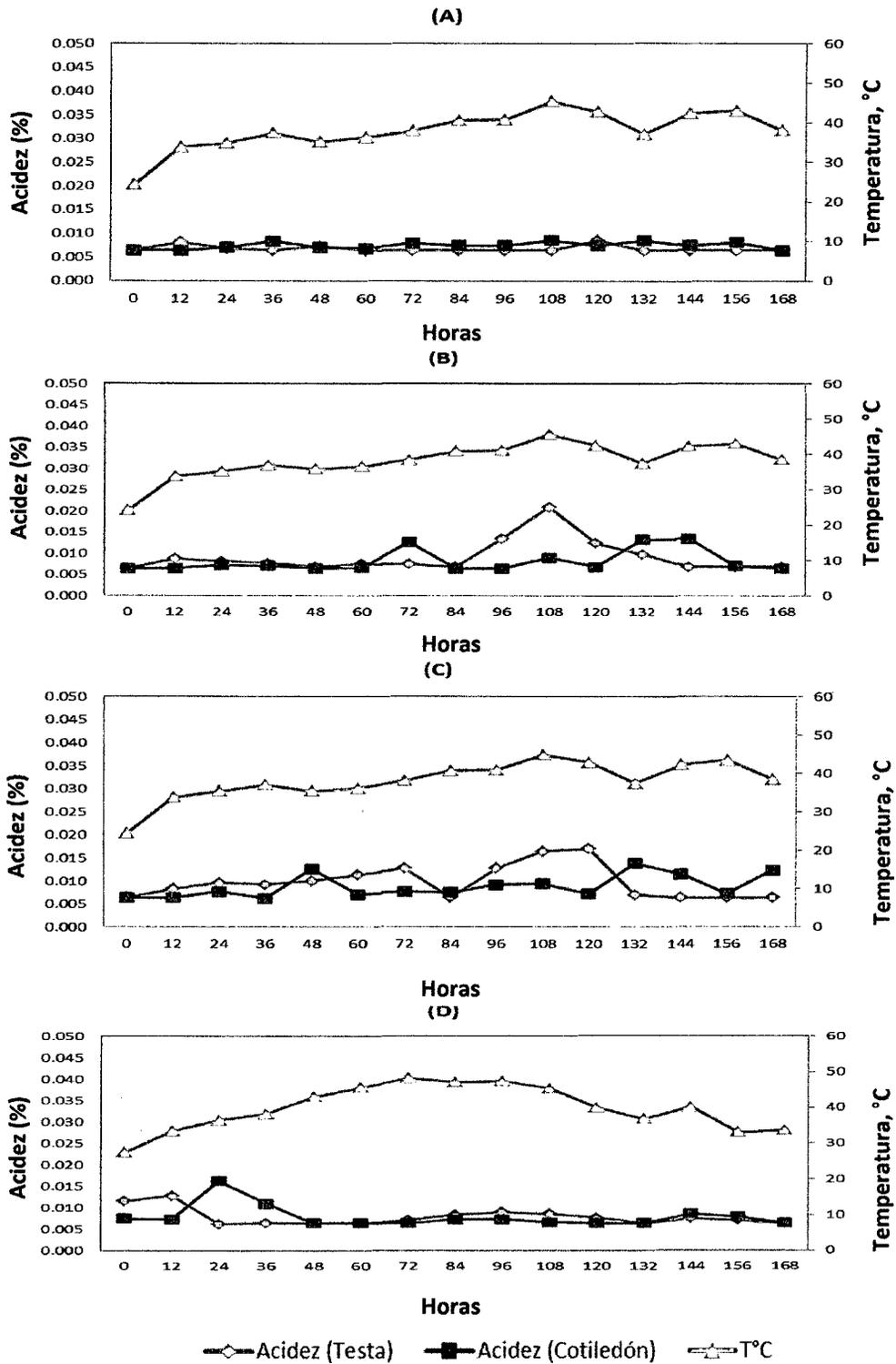


Figura 28. Variación de acidez del clon de cacao CCN51 con pulpa de Piña luego de 168 horas de fermentación: (A) 10:1, (B) 10:2, (C) 10:3 de proporción cacao: piña y (D) testigo sin pulpa de fruta.

4.3 Caracterización física del grano seco del clon de cacao CCN51 y diferentes proporciones cacao: pulpa.

En la figura 27: Se muestran los resultados obtenidos del análisis físico de los granos de cacao bien fermentados (%), parcialmente fermentados (%), no fermentados (%) en los tres tipos de pulpas de frutas en diferentes proporciones. Se adjunta registro de datos en (Anexo 07).

Se observó el efecto de las proporciones de pulpa de frutas en el porcentaje de granos fermentados para aquellas pulpas de fruta de piña y mandarina, que mostraron diferencias mínimas con relación al tratamiento de granos con pulpa de fruta plátano moquicho.

Los valores más altos de porcentaje de granos bien fermentados fue para el tratamiento pulpa de fruta piña proporción 10:1 y el tratamiento pulpa mandarina proporción 10:1. Estos resultados estuvieron comprendidos dentro de la clasificación de los granos de cacao de primera (Cortes, 1994).

El mayor porcentaje de fermentación para los tratamientos señalados, se debió al efecto de la pulpa de fruta y la proporción empleada, 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 et al. (2000) y Jiménez (2003).

Además, se observó que el porcentaje de granos de cacao parcialmente fermentados, se presentó para todos los tratamientos ensayados, más los mayores valores fueron encontrados para los granos con pulpa de fruta plátano moquicho y piña en la proporción 10:3, 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 et al. 2000 y Jiménez, 2003).

El porcentaje de grano no fermentado para grano de cacao con las tres pulpas de frutas en las diferentes proporciones, no muestran diferencias entre ellas.

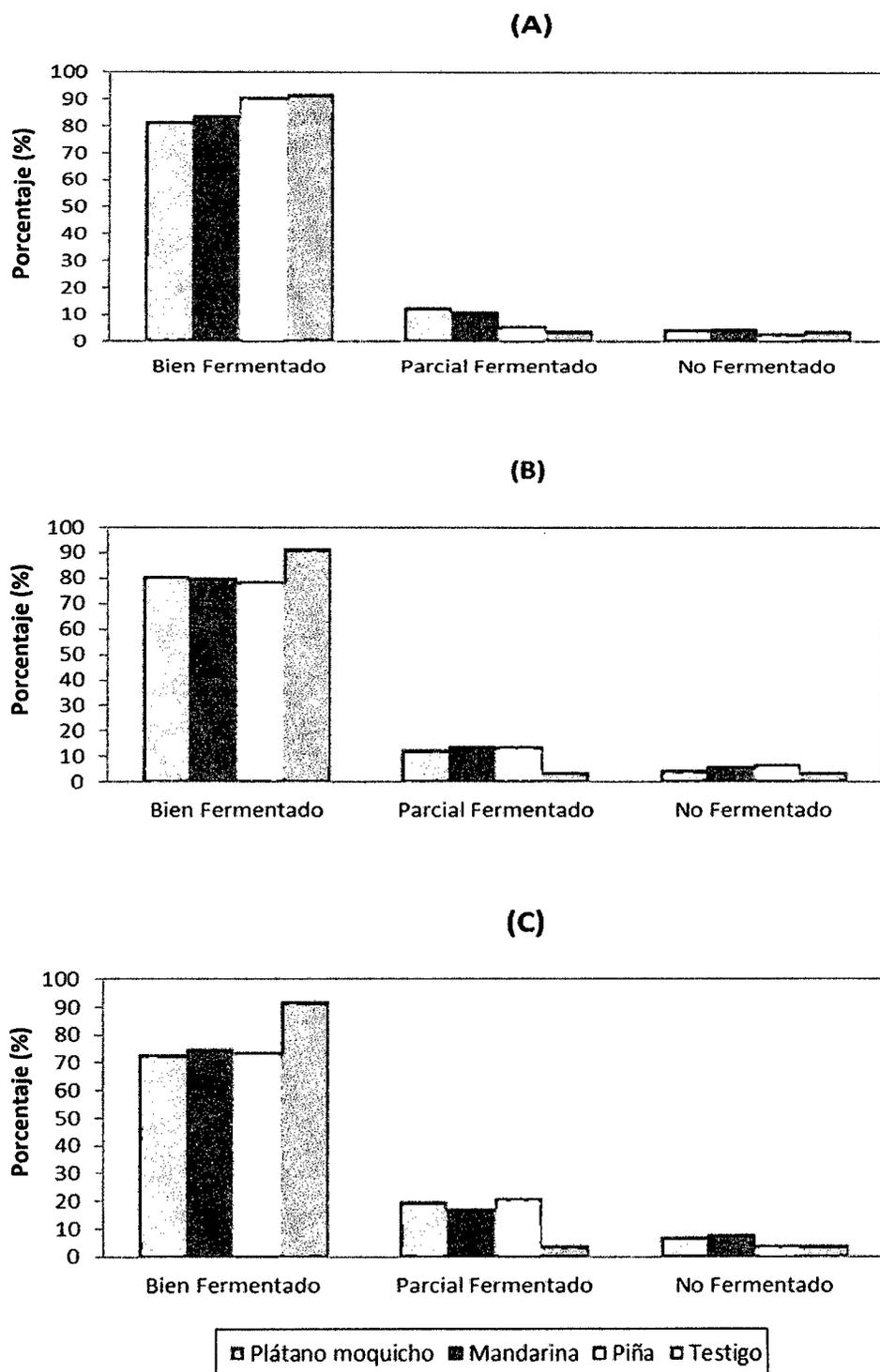


Figura 29. Variación en el porcentaje de fermentación del grano del cacao de clon CCN51 con las distintas pulpas de frutas después del proceso de secado: (A) 10:1, (B) 10:2, (C) 10:3 de proporción.

4.4 Características sensoriales.

En la Figura 30 se presentan los resultados obtenidos de la variación de la calidad sensorial de licor de cacao al utilizar tres tipos de pulpa de frutas a diferentes proporciones. Se adjunta registro de datos en (Anexo 08).

Estadísticamente no hubo diferencias significativas, sin embargo los panelistas si encontraron diferencias en cada uno de los atributos del análisis sensorial.

4.4.1 Olor.

El tratamiento más aceptable en la evaluación de olor del licor de cacao con las diversas pulpas de frutas en las diferentes proporciones, fue el cacao pulpa plátano moquicho con proporción 10:1, en el cual se pudo describir olores a panela caramelizada, frutales, chocolatado, floral, vainilla y chancaca; a comparación del licor de cacao con piña, proporción 10:2, que tuvo menos aceptabilidad teniendo descripciones de olor a tierra húmeda, fruta confitada.

4.4.2 Acidez.

La calificación de la acidez del licor de cacao pulpa plátano moquicho en proporción 10:2, obtuvo la mejor aceptabilidad, ya que se pudo percibir ácidos agradables (ácido cítrico), ácido muy bueno presente en el licor de cacao, muy por el contrario el que obtuvo menos aceptabilidad fue el licor de cacao con pulpa de piña, en proporción 10:1 ya que presentó ácidos indeseables (acidez láctica). Uno de los factores de la intensidad de la acidez es debido a la presencia de granos pintones o semi maduros ya que estos 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 (Velloso, 1985; ICT, 2003; Enríquez, 1985).

4.4.3 Amargor.

En la evaluación de la proporción es 10:1 y 10:2, el puntaje del amargor en el licor de cacao con pulpa de piña y plátano moquicho respectivamente, fue menor con respecto al puntaje alcanzado en el licor de cacao con pulpa de mandarina en la proporción 10:3. La reducción del atributo amargor, se debe a la elevación de la temperatura durante el proceso de fermentación, que mata al embrión, favoreciendo la pérdida de teobromina por difusión en los tejidos y migración a los tegumentos de los granos de cacao. Esta pérdida es en parte la responsable de la disminución del amargor de los granos bien fermentados (Jeanjean, 1995). Sin embargo, en la evaluación licor de cacao con pulpa de mandarina 10:3 fue más amargo. Esto probablemente, se debió por un proceso de caramelización, adquiriendo de esta manera un amargor parecido a quemado por la cantidad de sólidos solubles que adquirió durante el proceso de fermentación.

4.4.4 Astringencia

El puntaje obtenido de la astringencia en los ensayos de licor de cacao con pulpa de plátano moquicho y piña en la proporción 10:2 y 10:1 respectivamente, fue diferente con relación al tratamiento del licor de cacao con pulpa de fruta mandarina con proporción 10:3. Es decir, el puntaje del licor de grano de cacao CCN51 con pulpa plátano moquicho y piña fue menos astringente que el licor del grano con pulpa de mandarina.

Esto se debe 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).

4.4.5 Sabor / Aroma.

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

El mayor puntaje de sabor frutal, nueces, pasas; provino del licor de cacao con pulpa de fruta piña y plátano moquicho, en proporciones 10:1 y 10:2 respectivamente, 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 (Enríquez, 1982). La intensidad del sabor frutal obtenido en los ensayos fueron propios de la naturaleza del clon de cacao CCN51, con la incorporación de las pulpas de frutas que son aromáticas. Por otro lado, los compuestos volátiles como las pirazinas y los aldehídos representan un sabor básico y los ésteres que originan un sabor a fruta (Jeanjean, 1995).

4.4.6 Limpieza.

En la calificación de este atributo, si existió diferencias para los puntajes obtenidos en el licor de cacao con pulpa de plátano moquicho en la proporción 10:2 la cual obtuvo la mejor puntuación en comparación con el licor de cacao plátano moquicho en la proporción 10:3. Esta última, presenta una sensación de quemado y terroso. La sensación a terroso o crudo/ verde es considerado como un defecto, pues se presenta como un aroma desagradable, generalmente debido a la falta de fermentación o carencia de tostado (Voltz, 1990; Ramos y Azocar, 2000 y Jiménez, 2003).

4.4.7 Posgusto.

Los puntajes obtenidos por los catadores en licor de cacao con los tres tipos de pulpa de frutas, presentó leves diferencias en las diferentes proporciones. Es decir, sí hubo efecto de las variables en estudio (pulpa de frutas y proporciones) porque se pudo percibir un posgusto a chocolate, frutas frescas y secas.

Romero (2004) menciona que los fabricantes de chocolate realizan pruebas complejas para determinar las cualidades organolépticas del grano. En los cacaos finos tratan de encontrar delicados 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.

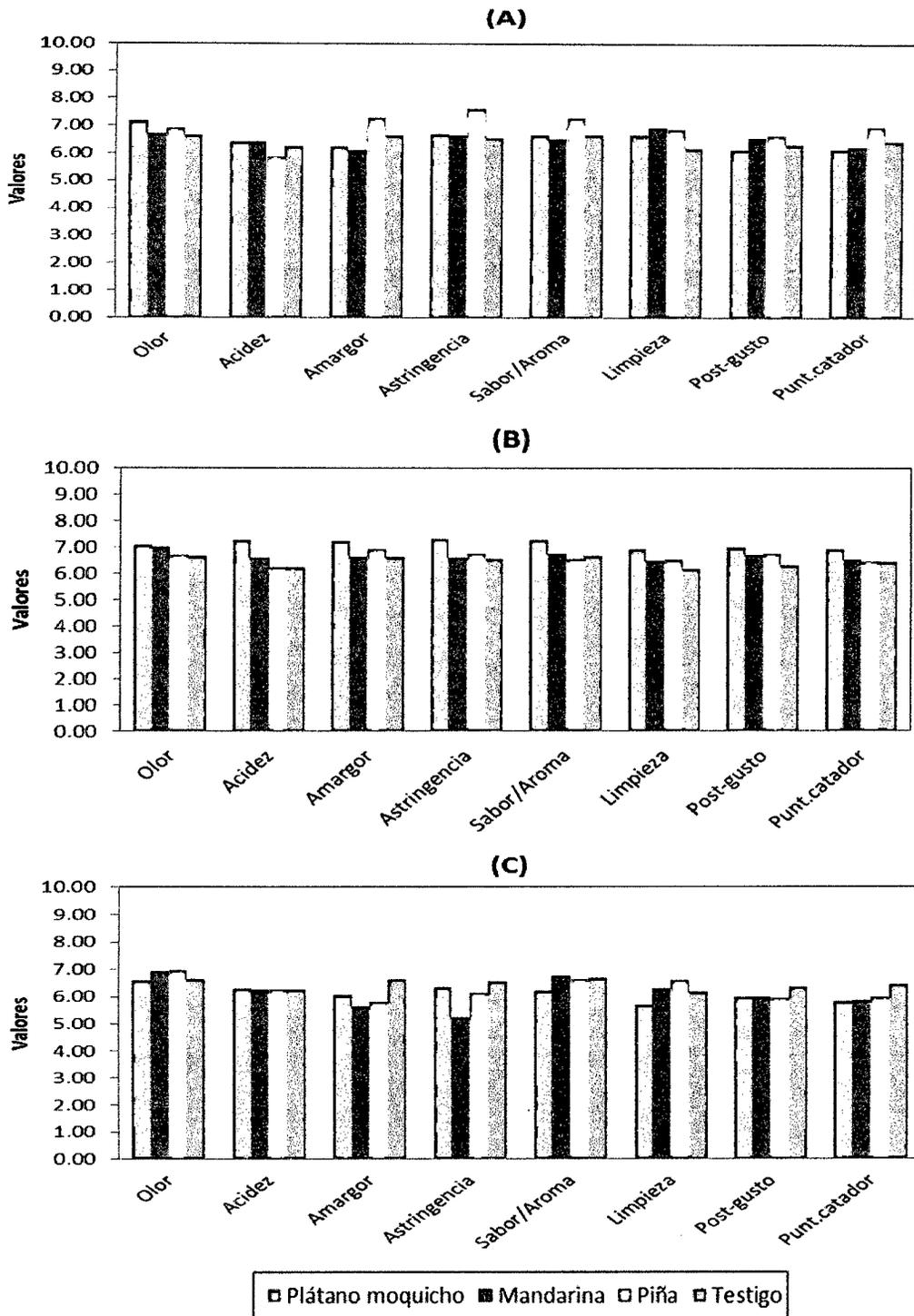


Figura 30: Variación de la prueba sensorial de licor (pasta) de cacao CCN51 con las distintas pulpas de frutas: (A) 10:1 proporción (B) 10:2 proporción (C) 10:3 proporción.

V. CONCLUSIONES

- El mayor efecto de reducción de la acidez, se determinó en licor de cacao CCN51 por efecto de la pulpa de fruta de plátano moquicho, en la proporción 10:2, seguido de la pulpa de mandarina 10:2 y la mandarina 10:1; obteniéndose ácidos deseables (ácido cítrico), como también ácidos desagradables (acético y láctico), que disminuyen la calidad del licor de cacao.
- El mejor efecto de la proporción de pulpa de frutas que se pudo obtener fue la proporción 10:2 plátano moquicho, tanto en el proceso de fermentación (sólidos solubles, pH y porcentaje de acidez), prueba de corte (81 % de fermentación) y análisis sensorial que obtuvo la mejor aceptación, obteniendo de esta manera un grano de calidad.
- La calidad sensorial con la incorporación de los tres tipos de pulpa de frutas: piña (*Ananas sativus*), mandarina (*Citrus nobilis*) y plátano moquicho (*Musa sp.*) en las distintas proporciones fueron los siguientes:

Pulpa de frutas	Proporción	Promedio
Cacao: Plátano moquicho	10:2	64.36
Cacao: Piña	10:1	62.65
Cacao: Mandarina	10:2	60.08
Cacao: Piña	10:2	59.44
Cacao: Plátano moquicho	10:1	58.84
Cacao: Mandarina	10:1	58.69
Testigo	Sin proporción	58.44
Cacao: Piña	10:3	56.84
Cacao: Mandarina	10:3	55.70
Cacao: Plátano moquicho	10:3	55.24

La mejor calidad sensorial del licor de cacao con la incorporación de los tres tipos de pulpas de frutas fue plátano moquicho (*Musa sp.*) en la proporción 10:2, con los siguientes atributos: olor 7.12; acidez, 7.29; amargor 7.26; astringencia, 7.30; sabor y aroma, 7.28; limpieza, 6.93; posgusto, 6.99 y puntaje de catador 6.91.

- El tratamiento que mejoró las cualidades organolépticas de los granos de cacao fue con la pulpa de plátano moquicho en proporción 10:2, pudiéndose percibir aromas frutales, panela, floral a cítrico y nueces.
- El comportamiento de fermentado de los granos de cacao con la adición de pulpas de frutas fue más prolongado ya que la temperatura necesaria para la muerte del embrión en la masa de granos de cacao, se produce recién a los cinco días en todos los tratamientos realizados en el trabajo de investigación.

VI. RECOMENDACIONES

- Prolongar un día más la etapa de fermentación, debido a que la temperatura necesaria para la muerte del embrión en la masa de granos de cacao, se produce recién a los cinco días en todos los tratamientos realizados en el trabajo de investigación.
- Se recomienda realizar un estudio sobre un método de secado de granos de cacao con pulpa de frutas, para liberar la acidez láctica y acética que quedaron como residuos en la masa de granos de cacao, que afectan la calidad del licor de cacao.
- Se recomienda agregar la pulpa de frutas después que la masa de granos de cacao haya escurrido la baba, entre 24-48 horas de iniciado el proceso de fermentación.
- Se recomienda realizar la incorporación de las pulpas de frutas en los granos de cacao CCN51 después de dos días de secado durante 3 horas, luego volver a secar los granos de cacao hasta terminar el proceso de secado.
- La muestra de licor de cacao con pulpa de Plátano moquicho en proporción 10:2 se recomienda para la formulación de chocolate.

BIBLIOGRAFIA

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

Braudeau, J. 1970. El Cacao, Traducido por A. Hernández C., Barcelona, España, Editorial Blumé, 185 234 p.

Beckett, 2009. Industrial Chocolate Manufacture and Use, Cuarta Edición.

Calderón L, 2002. Evaluación de los compuestos fenólicos del cacao (*Theobroma cacao L.*) de tipo fino y ordinario de producción nacional durante la fermentación en relación a la calidad, (Tesis de Lic. En Química), Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Quito-Ecuador, Pág. 114.

CARRILLO, 2011. Influencia del tiempo de fermentado y método de secado solar en la calidad sensorial del licor de cacao (*Theobroma cacao L.*) clon CCN51. Universidad Nacional Agraria de la Selva. pág. 7.

Cros, E.; Mermet G.; Jeanjean N.; y Georges G. 1997. Torréfaction. In: Cacao et Chocolat Production et caractéristiques. Lavoisier (Paris), à paraître.

Cros, E.; Mermet G.; Jeanjean N.; y Georges G. 2004. Factores condicionantes de la calidad del cacao. In Congreso Venezolano del Cacao y su Industria, CIRADCP, Maison de la Technologies, Montpellier Cedex 1, Francia.

De la Mota Ignacio, 2008. El Libro del Chocolate, Segunda Edición, Pág. 271.

Dostert, N.; Roque, J.; Cano, A.; La Torre, M. y Weigend M. 2011. Hoja botánica: Cacao. Primera edición.

Drummond M., 1998. Relação entre o Grão de torração do Cacao (*Theobroma cacao* L.) sua qualidade Nutricional e atributos Sensoriais, (Mestrado, Faculdade de Engenharia de alimentos, Universidade estadual de Campinas, Campinas-Brasil).

Enríquez G. A. 1985. Curso sobre el cultivo del cacao. Turrialba, Costa Rica. Centro Agronómico Tropical de Investigaciones y Enseñanza. CATIE N° 22. 240 p.

Enríquez G. A. 1995. Beneficio del cacao, Quito, Ecuador. INIAP. Boletín Divulgativo N° 254. 11 p.

Enríquez G. A. 1966. Selección y estudios de los caracteres de la flor, la hoja y la mazorca, útiles para identificación y descripción de cultivares de cacao. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, IICACATIE, 97 p

Enríquez G. 2004. Características y comportamiento de 25 cruces interclonales de cacao (*Theobroma cacao* L.). Tesis Ing. Agr. Quito, Ecuador. Universidad Central. 150 p.

Forsyth W.; Quesnel V., 1957. Cacao Glicosidase and color Changes During Fermentation , J.Sci. Food Agric.

FUNDACITE. 2000. Manejo del cacao. Consultado el 15 de Noviembre del 2005.

Gonzales et al., 2009 Gonzales Huiman Fernando S. 2007. Ecofisiología del cacao.

Graziani, L. F. 2003., Calidad del cacao, Memorias del Primer Congreso Venezolano del Cacao y su Industria, Instituto de Química y Tecnología, Facultad de Agronomía.

Hancock B. & Fowler M.1988. Cocoa Bean Production and transport, Primera Edición, Editorial Acribia, Zaragoza-España.

Hansen C., Delolmo M. & Burri C., 1998. Enzyme Activities in Cocoa Beans During Fermentation, J.Sci. Food Agric, Pág. 273-281.

Hardy, F. 1960. Manual del Cacao. IICA.Turrialba, Costa Rica pp. 253-256. Disponible, <http://www.infodesarrollo.ec/content/view/167/0/lang>.

Hernández, T. 1991. Cacao, sistema de producción en la Amazonía peruana: prácticas de Post-cosecha. Programa de Producción Agroindustrial y desarrollo Rural Alternativo UNFDAC-PNUD/OSP, Tingo María, Perú. p 57- 64.

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

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

Jiménez. J. 2008, Efectos de dos métodos de fermentación sobre la calidad de tres grupos de cacao theobroma cacao. Cultivados en la zona de Quevedo, Provincia de los Ríos .tesis de Ing., agr .Guaranda, Ecuador, Universidad Estatal de Bolívar, 57 p

Labarca y M. Marcano., 2009. Formación del aroma del cacao Criollo (*Theobroma cacao* L.) en función del tratamiento poscosecha en Venezuela. *Revista UDO Agrícola* 9 (2): 458-468.

Lagunes & Galvez., 2007. Study on the microflora and biochemistry of cocoa fermentation in the Dominican Republic, *International Journal of Food Microbiology*.

Lopez A. & Quesnel V., 1973. Volatile Fatty Acid Production in Cacao Fermentation and the Effect on Chocolate Flavour, *J.Sci. Food Agric*, Pág. 319 - 324.

Lopez A. 1979, Fermentation and Organoleptic Quality of Cacao as Affected by Partial Removal of Pulps Juices from the Beans Prior to curing, *Theobroma*, Vol 9, Pág. 25-37

Lopez A. & Dimick P., 1991. Enzymes Involved in Cocoa Curing, *Food enzymology*, Ireland: Elsevier Applied Science, Vol 2, Cap. 25, Pág. 211-236.

Meyer, B. Biehl, M. Bin Said and R. Samarakoddy 1989. Post-harvest pod storage: A method for pulp preconditioning to impair strong nib acidification during cocoa fermentation in Malaysia. *J. Sei. Food Agric.* 48:285-304.

Minifie B. 1989, *Chocolate, Cocoa, and Confectionery, Science and Technology*, Third Edition, New York-United States of America, Pág. 104.

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

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

NIAP, 2007. Influencia del pre-secado de las almendras sobre la evolución del pH y porcentajes de fermentación durante la época seca en las variedades de cacao CCN51 y Nacional.

Ortiz de Bertorelli, L. Graziani de Fariñas y E. Monteverde-Penso, 2004. Influencia del índice de cosecha de la mazorca sobre algunas características de la grasa de dos cultivares de cacao (*Theobroma cacao* L.) Rev. Fac. Agron. (UCV) 25(2):159-171.

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

Pérez. L. 2006. Tipos de poda del cacao. Boletín técnico, Ecuador. Disponible en: [www. Copyright infoagro. Com. EC](http://www.Copyrightinfoagro.Com.EC)

Pettipher G., Analisis of Cocoa pulp and Formulation of a Standarsied Artificial Cocoa pulp medium, J.Sci. Food Agr, 1986, Pág. 297-309.

Portillo, E., L. Graziani, E. Cros, F. Davrieux, S. Assemat, R. Boulanger, M. Labarca y M. Marcano. 2009. Formación del aroma del cacao Criollo (*Theobroma cacao* L.) en función del tratamiento poscosecha en Venezuela. Revista UDO Agrícola 9 (2): 458-468.

Puziah, H., S. Jinap, K. S. Sharifah and A. Asbi. 1998. Effect of mass and turning time on free amino acid, peptide-N, sugar and pyrazine concentration during cocoa fermentation. J. Sei. Food Agric. 78:543-550.

Quiroz V. James. 1990. Influencia de la agronomía y cosecha sobre la calidad del cacao 2010.

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

Reyes, H, Vivas, J., Romero, A (2000) Reyes E. Humberto. 2000. La calidad del cacao II. Cosecha y fermentación.

RIERA Trelles Mirian Noemi. (2009) Evaluación de tecnologías para fermentación del cacao beneficiado CCN-51 (*Theobroma Cacao L*) [En Línea].

Roelofsen P., 1958. Fermentation Drying and Storage of Cocoa Beans, Advances in Food Research, Pág. 226-229.

Rohan, 1964. El beneficio del cacao bruto destinado al mercado, FAO: Estudio Agropecuarios, 1964, Pág. 223.

Sanchez Campuzano, Viviana Anabel., 2007. Caracterización Organoléptica del cacao (*Theobroma cacao L.*), para la selección de árboles con perfiles de sabor de interés comercial. (En Línea).

Sánchez, 2012; Sánchez, A. 2007. Características organolépticas del cacao (*Theobroma Cacao L.*), para la selección de árboles con perfiles de sabor de interés comercial.

Schwan., 1957. Microbiology of Cocoa Fermentation: A Study to Improve Quality, En: 12ª Conferencia Internacional de Investigación en Cacao, Salvador-Brasil.

Schawn R.; Rose A.;Silva D. & Vanetti M., 1990. Influência da frequência e Intervalos de Revolvimentos sobre a Fermentação do Cacau e Qualidade do Chocolate, Informe Técnico, Bahia-Brasil, Pág. 22-31.

Wakao H., 2002. Estudio de la variación del contenido de alcaloides en cacao (*Theobroma cacao* L.) de producción nacional durante el proceso de beneficio, (Tesis de Licenciatura en ciencias químicas, especialidad Química analítica, Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Facultad de Ciencias Exactas, Quito-Ecuador, 2002), Pág. 91

Voltz, M. 1990. Glossary of terms for sensory evaluation of cocoa materials, NESTLE Research centre lausaune. 12 p.

Wollgast J. & Anklam E., 1995. Review on Polyphenols in *Theobroma cacao* L.: Changes in composition During the Manufacture of Chocolate and methodology for Identification and Quantification, Food Research International, Vol 33, Pág. 423-447.

Yoshima m. & Ito Y., 1996. Decrease of astrigency of Cocoa beans by na Enzymatic Treatment, Nippon Shokuchin Kagaku Kogaku Kaishi, Vol 43, Pág. 124-129.

ANEXOS

Anexo 01: Variación de sólidos solubles (°Brix), de la testa de la masa de granos de cacao CCN51 con pulpa de frutas durante la fermentación y distintas proporciones de cacao – fruta.

SS.SS (°BRIX)	Proporción Cacao : Pulpa	Frutas			
		Plátano Moquicho	Mandarina	Piña	Testigo
DIA 0	10.1	1.0 Bbc	0.9 bC	1.8 aA	1.1 aB
	10.2	1.5 aA	0.8 bC	1.6 abA	1.1 aB
	10.3	1.4 aA	0.9 bC	1.4 bA	1.1 aB
	S/P	1.1 bA	1.1 Aa	1.1 cA	1.1 aA
DIA 3	10.1	0.6 bA	0.3 bB	0.6 aA	0.1 aC
	10.2	0.8 abA	0.3 bcB	0.4 bB	0.1 aB
	10.3	0.9 aA	0.7 aAB	0.6 aB	0.1 aC
	S/P	0.1 cA	0.1 cA	0.1 cA	0.1 aA
DIA 7	10.1	0.6 bB	0.9 bA	1.0 aA	0.1 aC
	10.2	0.9 aA	1.0 aA	0.7 bB	0.1 aC
	10.3	1.1 aA	0.9 abA	0.7 bB	0.1 aC
	S/P	0.1 cA	0.1 cA	0.1 cA	0.1 aA

Letras diferentes indican diferencias significativas con probabilidad de error de 5% (las letras mayúsculas comparan horizontalmente y las letras minúsculas comparan verticalmente). S/P= sin proporción.

Anexo 02: Variación de sólidos solubles (°Brix), del cotiledón de la masa de granos de cacao CCN51 con pulpa de frutas durante la fermentación y distintas proporciones de cacao – fruta.

SS.SS (°Brix)	Proporción Cacao : Pulpa	Frutas			
		Plátano moquicho	Mandarina	Piña	Testigo
Día 0	10.1	0.6 bBC	0.5 cC	1.0 bA	0.8 aAB
	10.2	0.6 bAB	0.6 bcAB	0.4 cB	0.8 aA
	10.3	1.3 aA	1.4 aA	1.2 aA	0.8 aB
	S/P	0.8 bA	0.8 bA	0.8 bA	0.8 aA
Día 3	10.1	1.5 aA	1.0 bB	1.0 bB	1.0 aB
	10.2	1.1 bA	1.1 bA	0.9 bA	1.0 aA
	10.3	1.6 aAB	1.8 aA	1.4 aB	1.0 aC
	S/P	1.0 bA	1.0 bA	1.0 bA	1.0 aA
Día 7	10.1	1.3 abA	1.1 bA	1.0 bA	1.0 aA
	10.2	1.2 abA	1.2 bA	1.2 bA	1.0 aA
	10.3	1.4 aBC	1.8 aA	1.6 aAB	1.0 aC
	S/P	1.0 bA	1.0 bA	1.0 bA	1.0 aA

Letras diferentes indican diferencias significativas con probabilidad de error de 5% (las letras mayúsculas comparan horizontalmente y las letras minúsculas comparan verticalmente). S/P= sin proporción.

Anexo 03: Variación de pH de la testa de la masa de granos de cacao CCN51 con pulpa de frutas durante la fermentación y distintas proporciones de cacao – fruta.

pH	Proporción Cacao : Pulpa	Frutas			
		Plátano moquicho	Mandarina	Piña	Testigo
Día 0	10.1	3.71 bC	4.04 aA	3.83 bBC	3.86 aB
	10.2	3.79 abB	3.82 bcB	4.07 aA	3.86 aB
	10.3	3.84 aA	3.71 cB	3.94 abA	3.86 aA
	S/P	3.86 aA	3.86 bA	3.86 bA	3.86 aA
Día 3	10.1	4.20 bC	4.35 bB	4.15 bC	4.42 aA
	10.2	4.17 bB	4.46 aA	4.43 aA	4.42 aA
	10.3	4.16 bB	4.17 cB	4.17 bB	4.42 aA
	S/P	4.42 aA	4.42 abA	4.42 aA	4.42 aA
Día 7	10.1	4.54 bC	4.66 bB	4.50 bC	4.74 aA
	10.2	4.53 bC	4.72 abB	4.77 aA	4.74 aAB
	10.3	4.45 cB	4.45 Cb	4.46 cB	4.74 aA
	S/P	4.74 aA	4.74 aA	4.74 aA	4.74 aA

Letras diferentes indican diferencias significativas con probabilidad de error de 5% (las letras mayúsculas comparan horizontalmente y las letras minúsculas comparan verticalmente). S/P= sin proporción.

Anexo 04: Variación de pH del cotiledón de la masa de granos de cacao CCN51 con pulpa de frutas durante la fermentación y distintas proporciones de cacao – fruta.

pH	Proporción Cacao : Pulpa	Frutas			
		Plátano moquicho	Mandarina	Piña	Testigo
Día 0	10.1	6.47 bcBC	4.04 cC	6.43 bB	6.72 aA
	10.2	6.48 bB	3.82 bB	6.50 cC	6.72 aA
	10.3	6.43 cB	3.71 dD	6.21 dC	6.72 aA
	S/P	6.72 aA	6.72 aA	6.72 aA	6.72 aA
Día 3	10.1	4.73 bC	4.75 cC	5.99 aA	5.82 aA
	10.2	4.97 bB	4.96 bB	4.92 cB	5.82 aA
	10.3	4.76 bB	4.49 dC	4.52 dC	5.82 aA
	S/P	5.82 aA	5.82 aA	5.82 bA	5.82 aA
Día 7	10.1	4.38 cC	4.49 bB	4.58 bB	4.91 aA
	10.2	4.26 bB	4.36 cC	4.44 cB	4.91 aA
	10.3	4.32 cB	4.30 cB	4.21 dC	4.91 aA
	S/P	4.91 aA	4.91 aA	4.91 aA	4.91 aA

Letras diferentes indican diferencias significativas con probabilidad de error de 5% (las letras mayúsculas comparan horizontalmente y las letras minúsculas comparan verticalmente). S/P= sin proporción.

Anexo 05: Variación de acidez de la testa de la masa de granos de cacao CCN51 con pulpa de frutas durante la fermentación y distintas proporciones de cacao – fruta.

% Acidez	Proporción Cacao : Pulpa	Frutas			
		Plátano moquicho	Mandarina	Piña	Testigo
Día 0	10.1	0.006 bB	0.006 bB	0.006 bB	0.012 aA
	10.2	0.006 bA	0.006 bA	0.006 bA	0.012 aA
	10.3	0.006 bA	0.006 bA	0.006 bA	0.012 aA
	S/P	0.012 aA	0.012 aA	0.012 aA	0.012 aA
Día 3	10.1	0.014 abA	0.008 bA	0.006 bA	0.007 aA
	10.2	0.019 aA	0.014 aB	0.007 bC	0.007 aC
	10.3	0.014 abA	0.014 aA	0.013 aA	0.007 aB
	S/P	0.007 bA	0.007 bA	0.007 bA	0.007 aA
Día 7	10.1	0.013 aA	0.013 aA	0.006 aB	0.006 aB
	10.2	0.010 bA	0.006 cB	0.007 aB	0.006 aB
	10.3	0.013 aA	0.008 bB	0.006 aC	0.006 aC
	S/P	0.006 cA	0.006 cA	0.006 aA	0.006 aA

Letras diferentes indican diferencias significativas con probabilidad de error de 5% (las letras mayúsculas comparan horizontalmente y las letras minúsculas comparan verticalmente). S/P= sin proporción.

Anexo 06: Variación de acidez del cotiledón de la masa de granos de cacao CCN51 con pulpa de frutas durante la fermentación y distintas proporciones de cacao – fruta.

% Acidez	Proporción Cacao : Pulpa	Frutas			
		Plátano moquicho	Mandarina	Piña	Testigo
Día 0	10.1	0.006 aA	0.006 aA	0.006 aA	0.007 aA
	10.2	0.006 aA	0.006 aA	0.006 aA	0.007 aA
	10.3	0.006 aA	0.006 aA	0.006 aA	0.007 aA
	S/P	0.007 aA	0.007 aA	0.007 aA	0.007 aA
Día 3	10.1	0.019 aA	0.008 aB	0.008 bB	0.006 aB
	10.2	0.013 abA	0.010 aA	0.013 aA	0.006 aA
	10.3	0.018 aA	0.010 aB	0.008 bB	0.006 aB
	S/P	0.006 bA	0.006 aA	0.006 bA	0.006 aA
Día 7	10.1	0.008 abB	0.013 aA	0.006 bB	0.006 aB
	10.2	0.009 abA	0.006 bA	0.006 bA	0.006 aA
	10.3	0.012 aA	0.008 bB	0.012 aA	0.006 aB
	S/P	0.006 bA	0.006 bA	0.006 bA	0.006 aA

Letras diferentes indican diferencias significativas con probabilidad de error de 5% (las letras mayúsculas comparan horizontalmente y las letras minúsculas comparan verticalmente). S/P= sin proporción.

Anexo 07: Porcentaje de fermentación del grano del cacao de clon CCN51 con pulpa de frutas después del proceso de secado en las distintas proporciones.

Propiedades físicas	Proporción Cacao Pulpa	Frutas			
		Plátano Moquicho	Mandarina	Piña	Testigo
Bien	10.1	82 bC	84 abBC	91 aAB	92 aA
Fermentado	10.2	81 bB	80 bcB	79 bB	92 aA
	10.3	73 cB	75 cB	74 bB	92 aA
	S/P	92 aA	92 aA	92 aA	92 aA
Parcial					
Fermentado	10.1	13 bA	11 bA	6 cB	4 aB
	10.2	13 bA	14 bA	14 bA	4 aB
	10.3	20 aAB	17 aB	21 aA	4 aC
	S/P	4 cA	4 cA	4 cA	4 aA
No Fermentado	10.1	5 aA	5 aA	3 aA	4 aA
	10.2	5 aA	6 aA	7 aA	4 aA
	10.3	7 aA	8 aA	4 aA	4 aA
	S/P	4 aA	4 aA	4 aA	4 aA

Letras diferentes indican diferencias significativas con probabilidad de error de 5% (las letras mayúsculas comparan horizontalmente y las letras minúsculas comparan verticalmente). S/P= sin proporción.

Anexo 08: Calidad sensorial y aceptabilidad del licor de cacao con granos de clon CCN51 con pulpa de frutas después del proceso de secado en las distintas proporciones.

calidad sensorial	Proporción Cacao : Pulpa	Frutas			
		Plátano moquicho	Mandarina	Piña	Testigo
Olor	10:1	7.03 aA	6.66 aA	6.85 aA	6.66 aA
	10:2	7.12 aA	7.03 aA	6.68 aA	6.66 aA
	10:3	6.59 aA	6.94 aA	6.97 aA	6.66 aA
	S/P	6.66 aA	6.66 aA	6.66 aA	6.66 aA
Acidez	10:1	6.41 abA	6.43 aA	5.85 aA	6.37 aA
	10:2	7.29 aA	6.59 aAB	6.23 aB	6.37 aB
	10:3	6.28 bA	6.27 aA	6.25 aA	6.37 aA
	S/P	6.37 bA	6.37 aA	6.37 aA	6.37 aA
Amargor	10:1	6.26 bB	6.09 abB	7.26 aA	6.72 aAB
	10:2	7.26 aA	6.64 aA	6.93 aA	6.72 aA
	10:3	6.08 bAB	5.63 bB	5.80 bAB	6.72 aA
	S/P	6.72 abA	6.72 aA	6.72 abA	6.72 aA
Astringencia	10.1	6.72 abAB	6.65 aB	7.63 aA	6.73 aAB
	10.2	7.30 aA	6.58 aA	6.76 abA	6.73 aA
	10.3	6.34 bA	5.24 bB	6.13 bA	6.73 aA
	S/P	6.73 abA	6.73 aA	6.73 bA	6.73 aA
Sabor/Aroma	10.1	6.68 abAB	6.53 aB	7.28 aA	6.68 aAB
	10.2	7.28 aA	6.75 aA	6.55 bA	6.68 aA
	10.3	6.23 bA	6.75 aA	6.61 bA	6.68 aA
	S/P	6.68 abA	6.68 aA	6.68 abA	6.68 aA

Limpieza	10.1	6.66 abA	6.93 aA	6.86 aA	6.18 aA
	10.2	6.93 aA	6.49 aA	6.53 aA	6.18 aA
	10.3	5.70 bA	6.28 aA	6.58 aA	6.18 aA
	S/P	6.18 abA	6.18 aA	6.18 aA	6.18 aA
Post-gusto	10.1	6.13 bA	6.58 aA	6.65 aA	6.33 aA
	10.2	6.99 aA	6.72 aA	6.75 aA	6.33 aA
	10.3	5.98 bA	5.97 aA	5.93 bA	6.33 aA
	S/P	6.33 abA	6.33 aA	6.33 abA	6.33 aA
Puntaje del Catador	10.1	6.15 abB	6.24 aB	6.95 aA	6.44 aAB
	10.2	6.91 aA	6.53 aA	6.45 abA	6.44 aA
	10.3	5.82 bA	5.87 aA	5.98 bA	6.44 aA
	S/P	6.44 abA	6.44 aA	6.44 abA	6.44 aA

Letras diferentes indican diferencias significativas con probabilidad de error de 5% (las letras mayúsculas comparan horizontalmente y las letras minúsculas comparan verticalmente). S/P= sin proporción.

Anexo 09: Perfil de análisis sensorial del tratamiento licor de cacao y pulpa de Plátano moquicho 10:2.

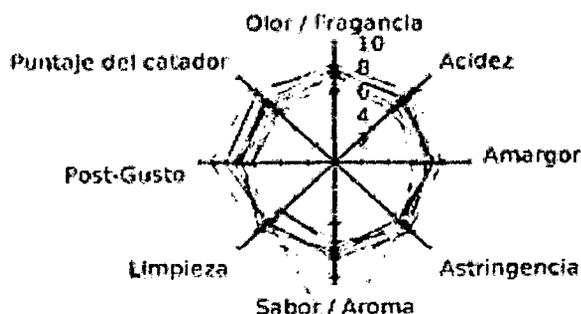
Análisis sensorial - QC-0570 - 2014-09-13 09:50 (Juanjui)

Promedio	53,7	Mín. (Valor entre el promedio y el puntaje menor)	-7,7
Máx (Valor entre el promedio y el puntaje mayor)	12,3	Número de cataciones hechas en cuenta para los resultados finales	10

Evaluador	Oi	Ac	Am	As	Sa	Li	Po	Pu	P
Emerson Solsol	7,25	6,50	6,50	6,75	7,25	6,50	6,75	7,00	61,75
Roxana Trujillo	7,00	6,00	7,50	7,50	7,00	5,50	6,00	6,50	60,00
Gino Peña	7,50	6,50	8,00	7,50	9,00	8,00	9,00	8,50	76,00
Cristian Ríos	6,00	7,00	8,00	8,00	6,50	5,75	6,50	6,75	61,00
Aldo Reyes	8,00	8,00	7,00	8,00	8,00	7,00	8,00	8,00	70,00
Evelyn Guevarra	6,50	6,50	7,00	6,00	5,00	8,00	6,00	6,00	56,00
Jean Hidalgo	7,50	7,50	7,25	7,00	7,75	7,00	7,25	7,00	66,00
Irma Araujo	5,75	6,50	5,75	7,50	7,00	5,50	6,00	5,75	56,75
David Contreras	7,75	7,25	7,50	6,75	7,25	7,75	6,75	7,25	65,50
Izetti kokalli	7,25	7,50	7,00	7,00	7,50	7,25	7,25	5,75	64,00
Promedio	7,00	7,00	7,25	7,25	14,50	6,75	7,00	6,75	63,70

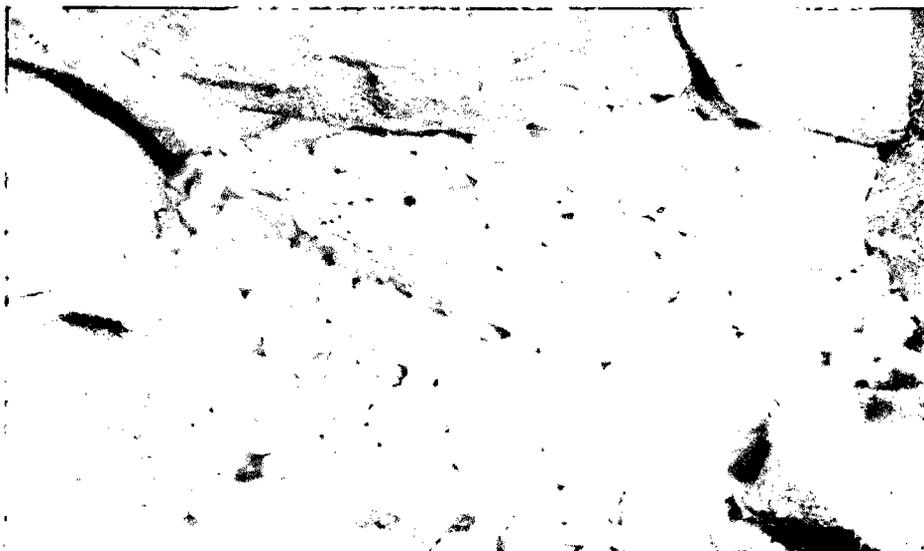
Descripciones: Oi = Olor / Fragancia, Ac = Acidez, Am = Amargor, As = Astringencia, Sa = Sabor / Aroma, Li = Limpieza, Po = Post-Gusto, Pu = Puntaje del catador, P = Puntaje final

Evaluador	Notas positivas	Notas negativas
Emerson Solsol	pareta y toques de café ,miel, presenta acidez cítrica regular, amargo icorija , presenta un sabor característico al limón verde. Deja un sabor como a azúcar caramelizada	deja una astringencia parecida al banano se-mi maduro, presenta un sabor agri dulce, como de la lima.
Roxana Trujillo	cítrica como naranja, amargo como a cascara de limón, pasas, pareta, carambola, ruez	ligeramente lactico, acetico y astringente, amargo como a lima.
Gino Peña	OLOR A PAJA Y NUECES, ACIDES CITRICA, SABOR A FRUTAS CITRICAS Y A NUECES Y MANZANA	
Cristian Ríos	olor a azúcar humeda, acidez cítrica, amargor y astringencia bien leves, sabor anuezado y post gusto a chocolate	acidez levemente acetica, sabor avinagrado con toques picantes
Aldo Reyes	Olor a frutas acidas como piña y taperiba, acidez de frutas como taperiba, piña y durazno	acidez regular, astringencia y amargor
Evelyn Guevarra	olor a madera blanca y toques de maracuya	acidez se asemeja al limón cidra sobre madurado parecida a la lima parecida a la astringencia del manón queso, yogurt pasados leche, leche la boca y picante
Jean Hidalgo	acaramelado cítrica ácida, frutal	ligeramente a guardado amargo suave
Irma Araujo	un poco añejado, pero también trasciende un olor a malogrado acidez cítrica no se astringente sabor a frutas cítricas / con un aroma a cacao fresco	un poco añejado, pero también trasciende un olor a malogrado amargor leve pero al final tiene sensaciones a humedado, fermentado solo queda su amargor leve
David Contreras	Olor a cachina (vino recién envasado no pasteurizado), dulce, aguardiente Cítrica, Plátano comitado, floral,	Guardado, fruta sobre madura
Izetti kokalli	olor cebada, dulces, acidez cítrica mandarina, sabor a maní, cebada, pasas.	acidez leve acetica, deja una picantes al final

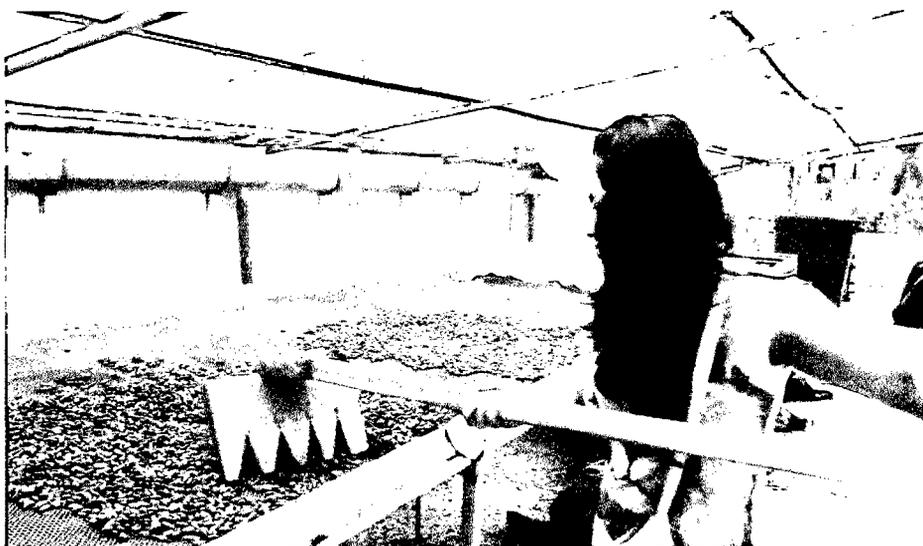


- Emerson Solsol ● Roxana Trujillo ● Gino Peña ● Cristian Ríos ● Aldo Reyes
- Evelyn Guevarra ● Jean Hidalgo ● Irma Araujo ● David Contreras ● Izetti kokalli
- Promedio

Anexo 10: Granos de cacao CCN51 con pulpa de Mandarina para iniciar el proceso de fermentación.



Anexo 11: Granos de cacao CCN51 después de la fermentación con pulpa de frutas en el proceso de secado.



Anexo 12: Prueba de corte de los granos de cacao CCN51 con pulpa de frutas secos después del proceso de secado.



Anexo 13: Análisis sensorial del licor de cacao CCN51 con pulpa de frutas.

