

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

FACULTAD DE INGENIERÍA EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

Departamento Académico de Ciencia, Tecnología e Ingeniería de Alimentos



EFFECTO DEL AROMATIZADO CON HIERBA LUISA (*Cymbopogon citratus* Staph) Y CÁSCARA DE NARANJA (*Citrus sinensis* L) DURANTE EL FERMENTADO Y SECADO DE CACAO (*Theobroma cacao* L) CCN-51 EN INDUSTRIAS MAYO S.A. TARAPOTO.

Tesis

Para optar el título de:

INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

Presentado por:

JORGE LUIS VIDAL ROMERO

PROMOCIÓN 2012 - I

Tingo María – PERÚ

2013



J10

V61

Vidal Romero, Jorge Luis

Efecto del aromatizado con hierba luisa (*Cymbopogon citratus* Staph) y cáscara de naranja (*Citrus sinensis* L.) durante el fermentado y secado de cacao (*Theobroma cacao* L.) CCN-51 en Industrias Mayo S.A. Tarapoto Tingo María 2013

87 páginas; 17 cuadros; 19 figuras; 54 ref.; 30 cm.

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

1. AROMATIZADO

2. HIERBA LUISA

3. CACAO

4. FERMENTADO

5. NARANJA

6. SECADO



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

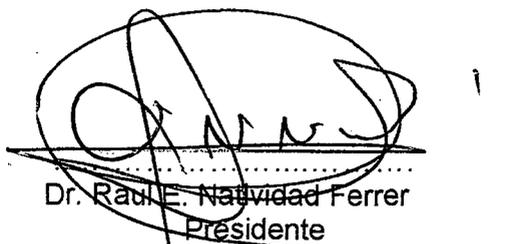
ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Los Miembros del Jurado que suscriben, reunidos en acto público el 22 de mayo de 2013, a horas 9:00 a.m. en la Sala de Grados de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, ubicada en la ciudad de Tingo María, provincia de Leoncio Prado, departamento de Huánuco, para calificar la tesis presentado por el Bach. VIDAL ROMERO, Jorge Luis, titulada:

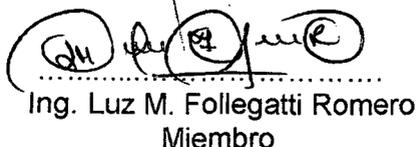
**“EFECTO DEL AROMATIZADO CON HIERBA LUISA
(*Cymbopogon citratus* Staph) Y CASCARA DE NARANJA (*Citrus
sinensis* L) DURANTE EL FERMENTADO Y SECADO DE CACAO
(*Theobroma cacao* L) CCN-51 EN INDUSTRIAS MAYO S.A.
TARAPOTO”**

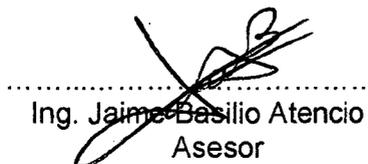
Después de haber escuchado la sustentación, las respuestas a las preguntas formuladas, lo declaran **APROBADO** con el calificativo de **BUENO**; en consecuencia el Bachiller, queda apto para recibir el título de **Ingeniero en Industrias Alimentarias** del Consejo Universitario, de conformidad con el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

Tingo María, 25 de junio de 2013


Dr. Raul E. Natividad Ferrer
Presidente


Ing. Lauriano Zavaleta de La Cruz
Miembro


Ing. Luz M. Follegatti Romero
Miembro


Ing. Jaime Basilio Atencio
Asesor

DEDICATORIA

A Dios Jehová por ser mi luz y guía en mi vida, y por tanta dicha, bendición y sabiduría que me brinda a cada momento.

A mi madre Celia Romero de Vidal, por ser el motor incansable que ha desplegado mucho esfuerzo, paciencia y amor sobre mí, para lograr mis objetivos y metas trazadas. A mi padre, Pedro Vidal I. por darme su amor y apoyo a la distancia.

A mi madrina Maritza Zevallos A. e hijos (Erika, Jessica y Bryan) por su gran amor y confianza vertido en mi persona desde mi niñez y más aún durante la carrera profesional.

A mi abuelita Lucía Blas viuda de Romero, primos, primas, sobrinos en especial a Dania Camila, Edinson y Celia que los quiero y estimo a mi manera, también a Gisela, por formar parte de mis logros.

A todos darles las gracias por estar en cada momento trascendental de mi vida y por sus valiosos consejos vertidos oportunamente sobre mí, que por ello voy creciendo como persona y encaminándome a ser buen profesional.

A mi queridísima tía Maribel Romero B., por su gran cariño y apoyo incondicional desde que tengo uso de razón.

A mis tíos Teodoro Guido y Mercedes Romero, por estar cuando más los necesité, además de su aprecio y cariño sin medida.

A mis seres queridos Carmen Rosa Romero B., Lucio Cruz S., Susana Cartagena, que ya no están físicamente, pero los llevo siempre en mi corazón.

A los Sres. Juan Tineo, Margarita Espinoza, y Lucía viuda de Falcón, por su cariño y motivación para culminar la profesión universitaria.

AGRADECIMIENTO

- A la Universidad Nacional Agraria de la Selva, a los docentes de la Facultad de Ingeniería en Industrias Alimentarias quienes contribuyeron a mi formación académica.
- Al Ing. Jaime Basilio A, por su amistad, buena voluntad y apoyo incondicional para la realización y culminación de la tesis, quedaré por siempre agradecido.
- Al Dr. Raúl Natividad F., por su apoyo a la realización de la tesis.
- Al Ing. Luz Milagros Follegatti R., por su generosidad y valioso apoyo durante el pre-grado y en la realización de la tesis.
- Al Ing. Laureano Zavaleta De La Cruz, por sus enseñanzas durante el pre-grado y apoyo en la realización de la tesis.
- Al Ing. Roberto Dávila T., por su amistad y disposición durante el pre-grado.
- A mis colegas de la UNAS por su cariño, apoyo y motivación para seguir adelante; Angélica, Verónica, Jenny, Lucy, Chabely, Cristian, Renzo, Juan, Raphael y a todos los que no menciono por no recordarlos en estos instantes, pero igual, gracias por ser parte de mi vida.
- A mis amigos de la empresa Industrias Mayo, Rusehel, Carlos, Felix, Elvis, Romina y las personas que me brindaron su apoyo incondicional en la ciudad de Tarapoto, gracias por tanto y mucho...

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	3
2.1. Generalidades del cacao (<i>Theobroma cacao</i> L).....	3
2.1.1. Origen del cacao CCN-51.....	3
2.1.2. Distribución geográfica.....	4
2.1.3. Clasificación taxonómica.....	4
2.1.4. Descripción morfológico del cacao CCN-51.....	4
2.1.5. Características físicas del CCN-51.....	5
2.1.6. Variedades del cacao.....	6
2.1.7. Composición química del cacao.....	8
2.1.8. Proceso de beneficio del cacao.....	9
2.1.9. Métodos para determinar la calidad del grano de cacao.....	21
2.1.10. Evaluación sensorial del licor de cacao.....	22
2.2. Aceites esenciales.....	25
2.3. Características y propiedades de la hierba luisa (<i>Cymbopogon citratatus</i> Staph).....	26
2.4. Características y propiedades de la cáscara de naranja (<i>Citrus sinensis</i> L).....	27
III. MATERIALES Y MÉTODO.....	29
3.1. Lugar y ejecución.....	29
3.2. Materia prima.....	29
3.3. Materiales, equipos y reactivos.....	30

3.3.1.	Materiales.....	30
3.3.2.	Equipos de laboratorio.....	30
3.3.3.	Reactivos.....	31
3.4.	Métodos de análisis.....	31
3.4.1.	Medida de la temperatura de la masa de cacao.....	31
3.4.2.	Análisis fisicoquímico.....	31
3.4.3.	Evaluación física de los granos fermentados y secos.....	31
3.4.4.	Evaluación sensorial del licor de cacao.....	31
3.5.	Metodología experimental.....	33
3.5.1.	Proceso de beneficio de los granos de cacao CCN-51.....	33
3.5.2.	Evaluación de los granos de cacao CCN-51 aromatizados durante la etapa de fermentación.....	37
3.5.3.	Evaluación de los granos de cacao CCN-51 aromatizados durante la etapa de secado gradual.....	38
3.5.4.	Métodos de análisis de acidez, pH y °Brix del clon CCN-51 durante los procesos de fermentación y secado....	39
3.5.5.	Método de análisis de temperatura del clon CCN-51 durante el proceso de fermentación.....	39
3.5.6.	Método de análisis de humedad del clon CCN-51 durante los procesos de fermentación y secado.....	40
3.5.7.	Método de análisis del índice de fermentación en granos secos del clon CCN-51.....	40
3.5.8.	Obtención y evaluación sensorial del licor de cacao.....	40

3.6. Análisis estadístico.....	42
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	44
4.1. Características físicas y biométricas del clon CCN-51.....	44
4.2. Evaluación del clon CCN-51 aromatizadas con hierba luisa y cáscara de naranja.....	45
4.2.1. Evaluación del °Brix de la pulpa del clon CCN-51 durante las primas 48 de fermentación.....	45
4.2.2. Evaluación de humedad del clon CCN-51, aromatizada con hierba luisa y cáscara de naranja durante el proceso de fermentación.....	47
4.2.3. Evaluación de humedad del clon CCN-51, aromatizada con hierba luisa y cáscara de naranja durante el proceso de secado.....	48
4.2.4. Evaluación de la temperatura del clon CCN-51, aromatizada con hierba luisa y cáscara de naranja durante el proceso de fermentación.....	50
4.2.5. Evaluación del pH del clon CCN-51, aromatizada con hierba luisa y cáscara de naranja durante el proceso de fermentación.....	53
4.2.6. Evaluación de la acidez expresado como ácido acético del clon CCN-51, aromatizada con hierba luisa y cáscara de naranja durante el proceso de fermentación.....	56

4.2.7.	Evaluación de la acidez expresado como ácido acético del clon CCN-51, aromatizada con hierba luisa y cáscara de naranja durante el proceso de secado.....	60
4.2.8.	Evaluación del índice de fermentación en granos secos del CCN-51, aromatizadas con hierba luisa y cáscara de naranja.....	64
4.3.	Atributos sensoriales del licor del clon CCN-51 aromatizados con hierba luisa y cáscara de naranja, respectivamente.....	66
V.	CONCLUSIONES.....	75
VI.	RECOMENDACIONES.....	76
VII.	BIBLIOGRAFIA.....	77
VIII.	ANEXO.....	87

ÍNDICE DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1. Distribución geográfica y porcentaje de producción por variedad.....	7
Cuadro 2. Composición de las almendras.....	8
Cuadro 3. Diferencia entre granos fermentados y no fermentados.....	17
Cuadro 4. Tipos y características principales de granos defectuosos.....	19
Cuadro 5. Defectos comunes de granos de cacao comercial.....	21
Cuadro 6. Composición química del aceite esencial de hierba luisa (<i>Cymbopogon citratus</i> (DC) Staph).....	26
Cuadro 7. Composición fisicoquímica aproximada de la cáscara de naranja.....	27
Cuadro 8. Análisis cuantitativo y cualitativo de la composición química del aceite de cáscara de naranja.....	28
Cuadro 9. Características físicas del cacao CCN-51 en estado fresco.....	44
Cuadro 10. Variación de los sólidos solubles de la pulpa del clon CCN-51 durante las primeras 48 horas para los tratamientos con hierba luisa y con cáscara de naranja.....	46
Cuadro 11. Variación del pH durante el tiempo de fermentación y aromatización con hierba luisa.....	55

Cuadro 12.	Variación del pH durante el tiempo de fermentación y aromatización con cáscara de naranja.....	56
Cuadro 13.	Variación del ácido acético durante el tiempo de fermentación y aromatización con hierba luisa.....	59
Cuadro 14.	Variación del ácido acético durante el tiempo de fermentación y aromatización con cáscara de naranja.....	60
Cuadro 15.	Variación del ácido acético durante el tiempo de secado y aromatización con hierba luisa.....	63
Cuadro 16.	Variación del ácido acético durante el tiempo de secado gradual solar y aromatización con cáscara de naranja.....	64
Cuadro 17.	Resultados promedio de la evaluación sensorial del licor de cacao CCN-51, aromatizados con hierba luisa.....	68
Cuadro 18.	Resultados promedio de la evaluación sensorial del licor de cacao CCN-51, aromatizados con cáscara de naranja.....	68

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Formato para el perfil sensorial de licor de cacao.....	32
Figura 2. Diagrama de flujo para obtención del CCN-51 en grano.....	33
Figura 3. Diseño experimental para evaluar el efecto de la aplicación de los aromatizantes durante el fermentado en la calidad sensorial de los granos de cacao CCN-51.....	37
Figura 4. Diseño experimental para evaluar el efecto de la aplicación de los aromatizantes durante el secado en la calidad sensorial de los granos de cacao CCN-51.....	38
Figura 5. Variación del °Brix durante las primeras 48 horas del CCN-51 antes de ser aromatizado con hierba luisa y cáscara de naranja.....	46
Figura 6. Variación de la humedad durante el proceso de fermentación del CCN-51 aromatizado con hierba luisa.....	48
Figura 7. Variación de la humedad durante el proceso de fermentación del CCN-51 aromatizado con cáscara de naranja.....	48
Figura 8. Variación de la humedad durante el proceso de secado del CCN-51 aromatizado con hierba luisa.....	49
Figura 9. Variación de la humedad durante el proceso de secado del CCN-51 aromatizado con cáscara de naranja.....	50

Figura 10.	Variación de la temperatura durante el proceso de fermentación del CCN-51 aromatizado con hierba luisa.....	52
Figura 11.	Variación de la temperatura durante el proceso de fermentación del CCN-51 aromatizado con cáscara de naranja.....	52
Figura 12.	Variación del pH durante el proceso de fermentación del CCN-51 aromatizado con hierba luisa.....	54
Figura 13.	Variación del pH durante el proceso de fermentación del CCN-51 aromatizado con cáscara de naranja.....	54
Figura 14.	Variación del contenido de ácido acético durante el proceso de fermentación del CCN-51 aromatizado con hierba luisa.....	58
Figura 15.	Variación del contenido de ácido acético durante el proceso de fermentación del CCN-51 aromatizado con cáscara de naranja..	58
Figura 16.	Variación del contenido de ácido acético durante el proceso de secado del CCN-51 aromatizado con hierba luisa.....	62
Figura 17.	Variación del contenido de ácido acético durante el proceso de secado del CCN-51 aromatizado con cáscara de naranja.....	62
Figura 18.	Determinación del índice de fermentación en CCN-51 aromatizado con hierba luisa, en granos secos.....	65
Figura 19.	Determinación del índice de fermentación en granos secos CCN-51 aromatizado con cáscara de naranja.....	65

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se realizó en la empresa Industrias Mayo y el Instituto de Cultivos Tropicales (ICT). Consistió, en mejorar las características sensoriales del cacao (*Theobroma cacao L*) CCN-51 orgánico, mediante el aromatizado natural con hierba luisa (*Cymbopogon citratus Staph*) y cáscara de naranja (*Citrus sinensis L*) en estado fresco. Las mazorcas, luego de ser cosechadas, fueron reposadas por 24 horas, extrayéndose los granos, se sometieron a un proceso de drenado por 24 horas. Seguido del proceso de fermentación anaeróbica por 48 horas y aeróbica por 120 horas en cajones de madera.

Para el secado de granos, se aplicó el método de secado gradual solar en los dos primeros días, luego a pleno sol hasta una humedad inferior al 7,5 %.

La adición de aromatizantes se realizó en dos etapas: en la primera, al finalizar la fermentación anaeróbica, durante la primera remoción; y en la segunda, después del primer día de secado gradual.

Se evaluó sólidos solubles totales, humedad, pH, acidez e índice de fermentación.

Se alcanzó la temperatura necesaria para inactivar el cotiledón, consiguiéndose 85,33 % y 84,44 % en promedios de granos fermentados.

Los mejores tratamientos de aromatizado, de acuerdo a la evaluación sensorial fueron: Para la aromatización con hierba luisa, la aplicación al 1% concentración, durante el secado (MS-2); y para la aromatización con cáscara de naranja, la concentración al 0,5%, aplicado durante la fermentación (MFN-Y).

ABSTRACT

The present research was conducted in May Industrias and the Institute of Tropical Crops (ICT). It consisted in improving the sensory characteristics of cacao (*Theobroma cacao L*) CCN-51 organic, natural flavored by lemongrass (*Cymbopogon citratus Staph*) and orange peel (*Citrus sinensis L*) in fresh. The Cobs, after being harvested were reposed for 24 hours, extracting the grains were subjected to a process drain for 24 hours. Followed by anaerobic fermentation for 48 hours and for 120 hours in aerobic in wooden boxes.

For grain drying, we applied the method of solar gradual drying the first two days, then full sun to a moisture content less than 7.5%.

Adding flavorings is conducted in two stages: first, at the end of the anaerobic fermentation, during the first removal, and second, after the first day of gradual drying.

It was evaluated solids solvable totals, humidity, pH, acidity and fermentation index.

Reached the temperature necessary to inactivate the cotyledon, obtaining 85.33% and 84.44% in average fermented beans.

The best flavored treatments, according to the sensory evaluation were: to flavor with lemongrass, applying 1 % concentration, during the drying (MS-2), and for flavoring with orange peel, concentration to 0,5 %, applied during fermentation (MFN-Y).

I. INTRODUCCION

El cultivo del cacao (*Theobroma cacao L*) en nuestro territorio, es un sustento económico en la producción agrícola de numerosas zonas de la selva alta. En los últimos años se ha tenido perspectivas promisorias en diversas zonas donde existen condiciones para producir cacao de calidad. La amazonía peruana produce una diversidad de cultivares de cacao entre ellas, la CCN-51 que viene incrementándose la frontera agrícola.

El beneficio de cacao en la mayoría de los cacaoteros se realiza en forma tradicional, siendo la fermentación una de las operaciones que induce un mayor cuidado. La fermentación alcohólica contribuye a la eliminación del mucílago presentes en la superficie de las almendras, donde las levaduras como la *Sacharomyces* desdoblan los azúcares a un pH bajo, en alcohol etílico, que será el sustrato de las bacterias *Acetobacter* para la fermentación acética.

El clon CCN-51, es poco aromático, por tal motivo su requerimiento es limitado por las empresas chocolateras, sin embargo estas deficiencias aromáticas podemos compensar mediante el uso de aromatizantes tropicales naturales, para así mejorar sus características aromáticas, los cuales van a ser orientados a satisfacer las necesidades de los consumidores cada vez más exigentes.

El cacao CCN51, posee cualidades adsorbentes; es por ello que el presente trabajo de investigación pretende obtener granos de cacao con aromas naturales como a hierba luisa y cítrico (cáscara de naranja), con el fin de conferirle características aromáticas, los cuales contribuirán a la ampliación y engrandecimiento de oportunidades de mercado, beneficiando así a los agricultores, para que tengan un producto final de calidad y mejores precios.

De lo señalado se planteó el mejoramiento de la calidad sensorial de los granos del cacao CCN51 orgánico, a través de los siguientes objetivos específicos:

- Evaluar el efecto de la aplicación de aromatizantes en el fermentado y secado en la calidad sensorial del licor de cacao CCN-51 orgánico.
- Evaluación sensorial del mejor tratamiento obtenido.

II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. Generalidades del cacao (*Theobroma cacao* L)

2.1.1. Origen del cacao CCN-51

Se cree que el árbol de cacao es originario de la amazonía, y que más tarde se extendió a América Central, en especial México. Las culturas nativas de ésta región, por ejemplo los Olmec y los Mayas, que ya los conocían, utilizaban y consideraban como “el alimento de los dioses” (HARDY, 1970).

El agrónomo Ambateño Homero Castro Zurita, fue el descubridor del clon CCN-51 (Colección Castro Naranjal) en el año 1960, quien haciendo cruces de dos híbridos de dos variedades y con el producto de esto lo clonó con un cacao denominado canelos del oriente ecuatoriano. Siendo muy resistente a enfermedades como: La escoba de bruja y la monilia; lo cual ofrece al país una mejor posición dentro del mercado competitivo de exportación INIAP (2006) mencionado por CARRILLO (2011).

El cacao clon CCN51 es de origen ecuatoriano, pertenece al grupo genético procedente de los cruzamientos entre Forastero del Alto Amazonas IMC-67 (Perú) con el Trinitario ICS-95 (Trinidad y Tobago) y con Forastero desconocido (GARCÍA, 2009).

2.1.2. Distribución geográfica

Geográficamente el cacao está distribuido naturalmente en los bosques de tropicales húmedos entre las latitudes 18° N y 15° S desde el sureste de México hasta la amazonía (ADRIAZOLA, 2003).

2.1.3. Clasificación taxonómica

Según ENRÍQUEZ (2003), la taxonomía del cacao es la siguiente:

Reino	:	Plantae
División	:	Fanerógamas
Clase	:	Angiospermas
Sub clase	:	Dicotiledóneas
Orden	:	Málvales
Familia	:	Esterculáceae
Género	:	Theobroma
Sección	:	Eutheobroma
Especie	:	<i>Theobroma cacao L</i>

2.1.4. Descripción morfológico del cacao CCN-51

Según GARCÍA (2009), las características morfológicas del cacao CCN51 son:

Color del fruto inmaduro	:	Rojo
Tamaño del fruto	:	Grande
Forma del fruto	:	Alargado (elíptica)
Rugosidad del fruto	:	Rugoso
Tamaño de la semilla	:	Mediana
Tipo	:	Trinitario

Asimismo indica que el cacao clon CCN-51 tiene de 35 a 55 semillas por fruto y el color del cotiledón morado.

2.1.5. Características físicas del CCN-51

CRESPO (1997), menciona que el clon CC-51 es auto-compatible, no necesita polinización cruzada para su fructificación como la mayoría de los clones. Se caracteriza por ser un cultivar precoz pues inicia su producción a los 24 meses de edad.

Su índice de mazorca (IM) es de 8 mazorcas/libra de cacao seco, teniendo como índice de semilla promedio de 1,45 g /semilla seca. El cultivar CCN51, tiene grandes atributos como un alto porcentaje de manteca (54%), y características organolépticas de sabor y aroma a floral.

Según IPGRI (2000), mencionado por CARRILLO (2011) dice que, para producir 1 Kg de cacao fermentado y seco del clon CCN-51, se necesitan 15 mazorcas.

Según GARCÍA (2008 y 2009), menciona que, las características industriales, el licor del CCN-51 posee sabores básicos y específicos tales como:

Acidez	:	Media
Astringencia	:	Media
Amargor	:	Medio
Floral	:	Ausente
Frutal	:	Bajo
Nuez	:	Ausente
Calidad organoléptica	:	corriente o básico

Además menciona que posee un toque de sabor a corteza y notable intensidad de sabor a chocolate.

2.1.6. Variedades de cacao

- Cacao criollo

Esta variedad de cacao es aromático y de sabor suave, además corresponde a una planta de poco vigor y bajo rendimiento, son sensibles a las enfermedades, destacándose la alta calidad de sus semillas. Los criollos andinos (que pueden existir en el Perú) interesantes porque tiene una fuerte tipicidad pero no tienen aroma.

- Cacao forastero

Es un cacao de sabor bastante amargo, se caracteriza por su tolerancia a las enfermedades, representa el 95% de la producción mundial, se cultiva al oeste de África y Brasil. Dentro de ésta raza destacan distintas variedades como Cundeamor, Amelonado, Sambito, Calabacillo y Angoleta, además tiene un alto porcentaje en grasas (55%) (SULLCA, 1992).

- Cacao trinitario

Es un cruce natural (híbrido) entre el forastero y criollo, poseen un aroma muy fino pero poco intenso. Es más resistente y productivo que el cacao "criollo", pero de inferior calidad. El trinitario del centro del Perú tiene un alto contenido de grasa (56,6%) y un sabor suave. Dentro de los trinitarios se encuentra el clon CCN-51, se estima que la producción de cacao trinitario está entre 10 y un 15% (ICT, 2004).

- Cacao clonado

El cacao CCN-51 fue seleccionado y estudiado por Homero Castro, hace más de 30 años. Este científico investigaba la población de cacao en nuestro alto Amazonas, coleccionando material genético para usarlos en programas de cruzamiento con cacao Trinitarios y otras variedades, buscando un clon de alta calidad y gran productividad resistente a las enfermedades del cacao: "Escoba de Bruja", "Monilia" y Ceratocystis. Después de muchos ensayos, el agrónomo Homero Castro obtuvo este Clon, que cumple ampliamente con los objetivos propuestos (CRESPO, 1997).

En el Cuadro 1, se muestra la distribución geográfica y el porcentaje de producción de acuerdo a las variedades de cacao.

Cuadro 1. Distribución geográfica y porcentaje de producción por variedad.

Grupo Genético	%	Valle	%
Trinitario	53,3	Huallaga central	21,5
		Río Apurímac	15,4
		Alto Marañón	9,4
		La convención	7
Forastero	37,3	La convención	28
		Huallaga central	9,3
Criollo	9,4	Zona norte	9,4

Fuente: MINAG (2008).

2.1.7. Composición química del cacao

En el Cuadro 2, se muestran la composición de las almendras en fresco (cotiledones, pulpa y tegumento).

Cuadro 2. Composición de las almendras (porcentaje peso en fresco).

Componentes	Cotiledones	Pulpa	Tegumento
	%	%	%
Agua	35	84,5	9,4
Celulosa	3,2	--	13,8
Almidón	4,5	--	46,0
Pentosa	4,9	2,7	--
Sacarosa	--	0,7	--
Glucosa y fructosa	1,1	10,0	--
Manteca de cacao	31,3	--	3,8
Teobromina	8,4	0,6	18,0
Proteínas	2,4	--	--
Cafeína	0,8	--	--
Polifenoles	5,2	--	0,8
Ácidos	0,6	0,7	--
Sales minerales	2,6	0,8	8,2

Fuente: BRAUDEAU, (1981).

2.1.8. Proceso de beneficio del cacao

Para el proceso de protección y conservación de la buena calidad de los granos de cacao, es preciso lograr que en su interior se desarrolle las reacciones bioquímicas, los cuales producen el aroma, sabor característico é inconfundible (NATIVIDAD *et. al.*, 2007).

Según ARÉVALO (2004), los objetivos del beneficio se pueden resumir en:

Descomponer y remover el mucílago azucarado que cubre el grano fresco.

Acondicionar y facilitar las transformaciones bioquímicas que sufre el grano para desarrollar el sabor y aroma del chocolate.

Reducir el contenido de humedad del grano para facilitar su almacenaje.

- **Cosecha**

La cosecha es el proceso de recolección de los frutos o mazorcas consideradas fisiológicas, organolépticamente maduras y sanas, donde tengan los azúcares en cantidades adecuadas, que faciliten una buena fermentación, más no recolectar los frutos verdes, pintones o sobremaduros, debido a que afectan la fermentación y el sabor del producto final. Desde la cosecha debe manejarse el concepto de calidad, una cosecha bien conducida, contribuye a una buena fermentación, rendimiento y mejor calidad del producto (NATIVIDAD *et. al.*, 2007). Por su parte La ASOCIACIÓN NATURLAND (2000) menciona que, en muchos tipos trinitarios con frutas rojas o violetas las frutas maduras se reconocen por el color anaranjado de su cáscara.

- **Selección**

En la cadena de la poscosecha deben continuar los frutos ó mazorcas, sanas y de madurez óptima, y para ello debe existir un proceso de

selección, separando las mazorcas de madurez inadecuada como: verdes, pintones y sobre maduros, ó aquellas que presentan enfermedades (NATIVIDAD *et. al.*, 2007).

- **Quiebra**

Según ACEBEY (2002), la quiebra, consiste en partir y extraer las almendras de la placenta. Ésta operación comúnmente se realiza utilizando un machete sin filo, evitando causar heridas a las almendras. Las vainas se abren con un machete y los granos y la pulpa se eliminan a mano ó con herramientas manuales (DESROSIER, 1995).

El proceso de quiebra de las mazorcas, debe de realizarse antes de las 48 horas como máximo de haberse recolectado.

- **Fermentación**

BRAUDEAU (1981), menciona que, luego de ser extraídas las almendras de las mazorcas, deben sufrir una serie de transformaciones, que tienen por objeto esencialmente:

Desproveerla de la pulpa mucilaginosa que las rodea.

Provocar la muerte del embrión y por consiguiente impedir la germinación de las almendras de cacao con lo que se posibilita su conservación.

Desencadenar profundas modificaciones bioquímicas en el interior de los cotiledones. Fermentaciones propiamente

dichas, provocadas directamente por microorganismos y que afectan a la pulpa.

- Reacciones internas controladas por las enzimas contenidas en los tejidos de los cotiledones.

La fermentación es la etapa más importante dentro del beneficio del cacao. La duración de la fermentación se relaciona con la cantidad de pigmentos de color púrpura presentes en los granos frescos y que cuanto más intenso es dicho color más larga debe ser la fermentación (PORTILLO *et al.*, 2006).

Durante la fermentación la temperatura de en la masa de las almendras puede subir hasta 50°C. Cuando la temperatura llega a 45°C, los embriones de la semilla mueren, en ese momento se inicia los cambios bioquímicos que luego darán el sabor y el aroma a chocolate (GAITAN, 2005).

Es un proceso de mucha importancia al igual que en el secado, en relación con la calidad de los granos.

NATIVIDAD *et. al.*, (2007) menciona que, dentro de los tipos de fermentación que ocurren en los granos están:

- **Fermentación alcohólica;** ocurre durante la primera fase de fermentación anaeróbica, los azúcares son transformados en alcohol etanol, por la intervención de levaduras del género *Sacharomyces sp* y *Bitabacterium sp*, entre otras; las levaduras predominan durante las primeras 24 horas.

- **Fermentación acética;** se da inicio cuando ingresa oxígeno por efecto de la remoción, interrumpiéndose la fermentación alcohólica,

ocurriendo así la fermentación aeróbica con el auxilio de las bacterias del género *Mycoderma aceti*, *Acetobacter sp* y otras, que convierten el etanol en ácido acético. El ácido acético es muy volátil por lo que se elimina fácilmente en el proceso de secado de los granos.

- **Fermentación láctica;** es una fermentación no deseable (tiene olor y sabor a queso); ocurre cuando no se realiza la primera remoción entre las 48 horas, como consecuencia de la falta de oxígeno en la masa, los azúcares que deberían convertirse en alcohol se transforman en ácido láctico (no volátil durante el secado) por la bacteria *Bactrium lactis acidi*.

- **Fermentación Butírica;** ocurre cuando los granos están sometidos a varios días de ausencia de oxígeno, emiten un olor putrefacto.

Métodos de fermentación

A continuación se menciona tres métodos de fermentación de los granos de cacao:

- **Fermentación en cajones de madera**

Con este método de fermentación se logra una fermentación óptima, además de ser el más recomendado, los cajones de madera (sin olor, ni pintura) seca y con orificios de escurrimiento, van a permitir un aislamiento térmico, que permite el incremento homogéneo de temperatura en toda la masa, factor decisivo en una buena fermentación (NATIVIDAD *et. al.*, 2007).

Este método es el más recomendable porque mantiene un buen aislamiento térmico que permite un aumento homogéneo de la temperatura en toda la masa, factor decisivo en la fermentación.

La dimensiones de una caja son: 1 metro de ancho por 1 metro de largo y una altura de 0,60 a 0,80 metros, el cual tiene una capacidad entre 550 a 750 Kg de cacao húmedo (INIA, 2004).

- **Fermentación en rumas ó montones**

No es recomendable, sin embargo consiste en colocar las almendras frescas en tarimas de palo ó de bambú ó en hojas de plátano, las cuales sirven como base para el montón, recubriéndose luego con hojas de plátano, se estima unos 80 Kg de cacao húmedo y la altura de la ruma estaría entre 60 a 80 cm para que pueda alcanzar la temperatura deseada (NATIVIDAD *et. al.*, 2007).

- **Fermentación en costales**

Las almendras son colocadas en sacos de plástico y se cuelgan en lugares adecuados para el drenaje y tapados con una lona para luego dejarlos por 4 a 6 días. Por el cual durante la fermentación la masa no es removida produciéndose las fermentaciones no deseadas (lácticas y butíricas), éste método de fermentación no es recomendable debido a que origina un alto porcentaje de granos violáceos y pizarrosos.

- **Remociones**

Son importantes durante el proceso de fermentación del cacao, especialmente entre las primeras 24 horas de iniciada la fermentación.

Durante el proceso de fermentación se observan dos tipos de fermentación, aeróbica y anaeróbica. Con la remoción se facilita la penetración de oxígeno a la masa dando lugar a la fermentación aeróbica (acética) (BENITO, 1997).

Cambios durante la fermentación

- **En la pulpa**

Durante la fermentación la pulpa adherida a las semillas provoca el aumento de temperatura y disminución del pH por acción de las levaduras, licuándose y creando, de esta manera, reacciones de importancia vital para la formación del aroma y sabor del chocolate. La pulpa está compuesta de aproximadamente 85% de agua, 10% de glucosa y fructosa, así como de pequeñas cantidades de ácido cítrico, sacarosa, pectina y aminoácidos. Durante la fermentación el pH cambia 3.6 a 6.0

La acción microbiana durante este período, provoca la formación de alcohol etílico y este es convertido en ácido acético. Esta última reacción requiere airear y, por ese motivo, es necesario hacer la remoción de la masa, el cual favorecerá el crecimiento de las acetobacterias. El pH inicial de la pulpa baja en virtud de la formación del ácido acético, que enseguida actúa como agente permeabilizador del tegumento de las semillas, penetrando al interior de éstas y desnaturalizando las proteínas (NÚÑEZ, 2004).

- **En los cotiledones**

El embrión es destruido durante las primeras 40 horas de fermentación, por acción combinada de alta temperatura y del ácido acético formado, con posterior difusión y destrucción de los pigmentos polifenólicos.

Los cotiledones, que tienen un pH igual a 6,6, adsorben el ácido formado, bajando su pH hasta 5,0.

La fermentación insuficiente y en el peor de los casos la ausencia de fermentación influyen negativamente sobre la calidad sensorial del cacao. Además, mantener demasiado tiempo la fermentación no es conveniente por el exceso de ácido acético que confiere un sabor agrio al chocolate. Porque durante la fermentación, se produce ácido acético que se infiltra en los cotiledones y reduce el pH de 6,4 a 4,5. A temperaturas mayores de 45°C, esta acidificación desintegra los compartimientos de la célula y su eventual muerte (AMORES *et al.*, 2006).

Si la fermentación se prolonga por períodos superiores a 6 días, habrá la contaminación de la masa por microorganismos proteolíticos, provocando la desnaturalización del ácido acético existente, por el amoniaco, causando la pérdida del “chocolate flavor” con desarrollo de otros aromas y sabores extraños del chocolate. De esta forma, la migración del ácido contribuye para aumentar el pH en la parte externa de las almendras (NÚÑEZ, 2004).

Factores que indican el término del proceso de fermentación

- **Por el tiempo**

Se tiene un tiempo determinado que indica que el proceso de fermentación ha concluido.

- **Por el corte de los granos**

Cuando se realiza un corte transversal del grano se observa el agrietamiento del cotiledón característico del cacao fermentado.

- **Por el sabor**

El cacao fermentado posee un sabor a chocolate.

- **Por observación**

Cuando los granos finalizan el proceso, se observa un hinchamiento de estos (ACEBEY, 2002).

En el Cuadro 3, se puede observar las características bien diferenciadas entre un grano de cacao fermentado y no fermentado.

Cuadro 3. Diferencia entre granos fermentado y no fermentado

Grano Fermentado y seco	Grano mal fermentado
Los granos son hinchados.	Aspecto aplanado.
La apariencia externa de los granos es color café o canela.	Los granos muestran un color amarillento.
Cuando se presiona entre los dedos se produce un chasquido.	Al hacer el corte del grano su superficie no tiene fracturas o es lisa.
El cuerpo interno del cotiledón es de color marrón chocolate.	El cuerpo interno del grano es de morado a púrpura.
Los cotiledones presentan fracturas o resquebrajamientos.	Los cotiledones presentan estructura compacta.
Fácil desprendimiento de la cáscara.	El cotiledón está adherido a la cáscara.
Sabor medianamente amargo y sabor agradable	Sabor astringente y aroma desagradable.

Fuente: ICT (2004).

- **Secado**

El secado se realiza inmediatamente para evitar la sobre fermentación, el cual origina un olor a amoníaco (DESROSIER, 1995).

La finalidad principal del secado es la de retener el sabor a chocolate adquirido en el proceso de fermentación y la de eliminar el exceso de humedad de 60% a 8% de humedad (SULLCA, 1992).

Si la humedad baja más de un 6% las almendras se vuelven quebradizas, pero si no se secan al punto indicado son más susceptibles al

ataque de moho (hongos) que también daña la manteca. El moho produce micotoxinas patógenas (ocratoxina) que presentan un riesgo para la salud humana (HARDY, 1970).

El secado puede ser solar o artificial, pero es aconsejable el secado al sol, ya sea en eras de cemento, sobre mantas de polipropileno o sobre parihuelas de madera levantados a 40 cm del suelo para evitar la evaporación de la humedad del suelo y la contaminación de los granos (AREVALO, 2004).

La ASOCIACIÓN NATURLAND (2000) indica que, en el secado se produce una transformación enzimática durante la cual se oxidan algunas sustancias, los cotiledones de las cáscaras de las semillas se vuelven más cafés, y empieza a desarrollarse el aroma chocolatado.

- **Remociones durante el secado**

Durante el tiempo de secado el cacao se debe remover por lo menos cada hora; esto asegura una mejor homogeneidad deseado del producto; además se evita la sobre fermentación y la formación tanto interior como exterior del moho. El espesor de la masa en el secadero no debe ser superior a una pulgada y se debe utilizar rastrillos de madera y evitar subirse a la plataforma para no herir y contaminar el grano.

A continuación, en el Cuadro 4, se describe los tipos y características principales que presentan los granos de cacao con defectos.

Cuadro 4. Tipos y características principales de granos defectuosos.

Grano defectuoso	Descripción
Grano pizarroso	Se caracteriza por presentar cotiledones grisáceos o pardos claros al hacer un corte longitudinal del grano. Es un defecto poco frecuente producido por una inadecuada fermentación en condiciones de alta temperatura / tiempo.
Grano mohoso	Son granos que sus partes internas tiene moho visible a simple vista; el cual es un defecto muy grave que afecta el sabor del chocolate terminado.
Grano violeta	Es un grano que presenta un color violáceo por lo menos a la mitad de su superficie, esto es debido a la insuficiencia en el fermentado.
Grano infestado	Son granos en cuyas paredes se encuentran insectos en cualquier fase de su desarrollo ó presenta señal de daño causado por los mismos que son detectables a simple vista.
Granos germinados	Grano cuya cáscara ha sido perforada, rajada, rota por el crecimiento del germen de semilla.
Granos múltiples	Granos unidos íntimamente por una de sus caras con restos de mucílago.
Grano partido	Grano roto ó fragmentado.
Grano atrofiado	Grano cuyos cotiledones han quedado demasiado delgados para cortarse y lograr así una superficie de cotiledón.
Granos sobre-fermentados	Tienen un color oscuro, apagado; cuando los granos están sobre-fermentados se forma amoniaco, que reduce el sabor del licor de cacao.

Fuente: MINAG (2004); INDECOPI (2007).

- **Tiempo de secado**

El tiempo de secado varía de acuerdo a la temperatura, la intensidad solar, la lluvia y la estación del año. Bajo condiciones normales el tiempo de secado dura entre 6 a 8 días. Cuando el secado es muy rápido se dificulta la volatilidad del ácido acético, esto provoca que el grano tenga mayor acidez, así como también se puede observar mayor cantidad de granos violetas.

Cuando el tiempo de secado es mayor a lo normal, debido al mal tiempo o a un espesor mayor de 2 pulgadas el cacao tiene un olor a podrido y presenta mayor cantidad de moho (ACEBEY, 2002).

- **Almacenamiento**

El almacenamiento del grano de cacao juega un papel decisivo; si no es realizado en perfectas condiciones todo el esfuerzo realizado en obtener un producto de calidad puede echarse a perder (ARÉVALO, 2004).

Los granos de cacao, cuando son colocados en una atmósfera de humedad relativa alta; por ser higroscópicos captan agua con facilidad y supera el 8%, esto favorece el desarrollo interno de mohos; cabe resaltar que las almendras enmohecidas constituyen el defecto más grande a juicio de los chocolateros (BENITO, 1992).

Un contenido en agua demasiado elevado favorece igualmente la infestación del cacao por insectos, algunos de los cuales pueden ser perjudiciales (BRAUDEAU, 1981).

2.1.9. Métodos para determinar la calidad del grano de cacao

La calidad del grano de cacao, está determinada por las características físicas del grano y de su sabor, estas pruebas se realizan a través de los sentidos de la vista, olfato, gusto y el tacto. Los métodos más utilizados para determinar la calidad del grano de cacao, son: pruebas sensoriales, pruebas de corte, pruebas de humedad, entre otras.

En el Cuadro 5, se muestra los orígenes de los defectos comunes que se produce en los granos de cacao que se comercializa.

Cuadro 5. Defectos comunes de granos de cacao comercial.

Origen del defecto	Tipo de Granos
Cultivo	Granos negros, granos germinados, granos prematuros, granos múltiples.
Fermentación	Granos pizarrosos, granos con olor atípico.
Secado	Granos secados con exceso, granos húmedos, granos blancos, granos manchados, granos con mohos.
Almacenamiento	Granos apolillados.

Fuente. ICT (2004).

2.1.10. Evaluación sensorial del licor de cacao

Los fabricantes de chocolate le dan enorme importancia y frecuentemente monitorean el sabor y la calidad del chocolate que fabrican, ya que estos parámetros afectan la demanda de los productos (ÁLVAREZ *et al.*, 2007).

Perfil de sabor

Originalmente se concibió como un análisis descriptivo y fue utilizado para describir complejos sistemas de sabores. Este método se ha ido refinando y actualmente trabaja como una técnica de consenso, ya que se cree que es más confiable que un juicio individual (LAWLESS y HEYMANN, 1999). Los jueces anotan individualmente sus respuestas en el orden de aparición e indican la intensidad percibida en una escala (PANGBORN y PEDRERO, 1989).

- **Sabor a cacao**

Durante la fermentación y la desecación se forman compuestos que durante el tostado reaccionan y dan origen al sabor y aroma característico del cacao (ROHAN, 1964). Del mismo modo LUNA *et al.*, (2002) menciona que, el desarrollo del sabor a cacao aumenta a medida que transcurre el tiempo de fermentación.

- **Sabor amargo**

CROS y JEANJEAN (1995) Indican que, el amargor está determinada por la purinas (cafeína y teobromina).

- **Sabor ácido**

Durante la segunda fase de fermentación (fermentación anaeróbica), se produce ácido acético que se infiltra en los cotiledones, produciendo una serie de reacciones que generan el sabor y aroma característico del cacao. ROHSIUS *et al.*, (2006) señala que, el sabor final del cacao está influenciado directamente por el proceso de acidificación durante la fermentación del grano.

- **Sensación a astringencia**

La alta astringencia, está determinado por los compuestos polifenólicos, existiendo una correlación negativa con la astringencia, es decir que a medida que transcurre el tiempo de fermentación, disminuye la astringencia de los granos. La alta astringencia indica que los granos no han alcanzado el óptimo en el índice de fermentación (LUNA *et al.*, 2002). Asimismo, la astringencia va disminuyendo conforme se extiende el tiempo de fermentación (NOGALES *et al.*, 2006).

- **Sabor a frutas**

El sabor a fruta predominante es debido a los compuestos volátiles como las pirazinas y los aldehídos que representan un sabor básico, los ésteres que originan un sabor a fruta manifiestan que los sabores frutales se concentran en zonas comprendidas entre 200 a 400 msnm (CROS y

JEANJEAN 1995). Asimismo SALVADOR *et al.* (2008) menciona que los sabores frutales se concentran en zonas comprendidas entre 200 a 400 msnm.

- **Sabor a flores**

Los valores elevados de sabor a fruta y floral son indicativos de suavidad y finura en el sabor del grano de cacao (ENRRIQUE *et al.*, 1982).

El cacao producido en una altitud media concentra sabores frutales, existe mayor sabor a floral, debido al sabor propio del cacao agridulce, generado por su propia característica y por el entorno del ambiente que está en contacto con plantaciones de frutas cítricas (SALVADOR *et al.*, 2008).

- **Sabor a nuez**

El sabor predominante a nuez se ha encontrado principalmente el complejo polipeptidos – fenoles y pirazina, indican que los sabores a nuez se concentran en la zona alta de 400 a 800 msnm, por lo cual Tarapoto no se encuentra dentro del rango mencionado (360 msnm aprox.) (CROS y JEANJEAN, 1995).

2.2. Aceites esenciales

Con el nombre de aceites esenciales se conoce al líquido oleoso volátil, generalmente insaponificable que se obtiene de las diferentes partes de una planta (hojas, raíces, flores, semillas y frutas) por algún método físico de extracción. Representa la fracción aromática más importante del vegetal; está constituido por una mezcla muy compleja de compuestos, principales de terpenos, alcoholes, cetonas, fenoles, ácidos, aldehídos y ésteres; se solubilizan parcialmente en etanol, cloroformo y aceites fijos (grasas y aceites) y son insolubles en agua (BADUI, 1994).

Se les llama aceites por su apariencia física y consistencia que es bastante parecida a los aceites grasos, pero se distinguen de ellos, porque al dejar caer unas gotas de esencia sobre el papel, éstas se volatilizan fácilmente sin dejar ninguna huella ni mancha grasosa.

La función biológica de los aceites esenciales sigue estando poco clara. Es probable que tengan un papel ecológico; como apoyo a ésta hipótesis se han establecido experimentalmente el papel de alguno de ellos como inhibidores de la germinación, protección contra los depredadores y atracción de polinizadores.

Se pueden encontrar localizados en diferentes partes de la planta, por ejemplo: en las hojas (albahaca, menta, romero, hierba luisa, etc.), en las raíces (valeriana, cálamo, etc.), en la corteza (canela, sándalo, etc.), en las flores (jazmín, rosa, etc.), en la cáscara del fruto (limón, mandarina, naranja, etc.), en los frutos (anís, cardamomo, hinojo, etc.) (GONZÁLES, 2004).

2.3. Características y propiedades de la hierba luisa (*Cymbopogon citratus* Stapf)

Según SOTO (2002), la hierba luisa se clasifica de la siguiente manera:

Reino	:	<i>Cormobionta</i>
División	:	<i>Magnoliophyta</i>
Clase	:	<i>Liliatae (Liliopsida)</i>
Sub-clase	:	<i>Commelinidae</i>
Orden	:	<i>Cyperales</i>
Familia	:	<i>POACEAE (Gramíneas).</i>
Género	:	<i>Cymbopogon Spreng.</i>
Especie	:	<i>citratus Stapf</i>

Cuadro 6. Composición química del aceite esencial de hierba luisa (*Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf).

Compuestos	%
6-Methyl-5-hepten-2-one	0,57
Mirceno	17,58
Linalol	1,08
Epoxide of rosefurano	0,51
Neral	32,19
Geraniol	4,37
Geranial	43,08
Acetato de geraniol	0,62
Total identificado	100,00

Fuente: MOREIRA *et al.*, 2010.

2.4. Características y propiedades de la cáscara de naranja (*Citrus sinensis L*)

En el Cuadro 7, se muestra la composición fisicoquímica de la cáscara de naranja.

Cuadro 7. Composición fisicoquímica aproximada de la cáscara de naranja

Parámetro	Valor
Sólidos Solubles (°Brix)	7,1 ± 1,2
pH	3,93 ± 0,03
Total de acidez (g de ácido cítrico/100 mL)	0,29 ± 0,03
Índice de formol	34 ± 2,4
Humedad%	85,9 ± 1,6
Grasa% (DM)	1,55 ± 0,17
Ceniza% (DM)	3,29 ± 0,19
Proteína% (DM)	6,16 ± 0,23
Carbohidratos% (DM)	89,0 ± 1,1
Fibra soluble% (DM)	
Azúcares neutrales% (DM)	3,8 ± 0,3
Acido irónico% (DM)	7,1 ± 0,9
Lignina% (DM)	3,2 ± 0,4
Pectina% (DM)	17 ± 5

Fuente: CERÓN (2010).

Cuadro 8. Análisis cuantitativo y cualitativo de la composición química del aceite de cáscara de naranja.

Compuestos	Composición (%)	Clasificación
Limoneno	94,45	Monoterpeno
β -mirceno	2,62	Monoterpeno
β -pineno	0,67	Monoterpeno
α -pineno	0,68	Monoterpeno
Linalol	0,83	Alcohol
Carvona	0,10	-
Citral-Z	0,09	Aldehído
Citral-E	0,14	Aldehído

Fuente: VELASQUEZ (2008); STASHENKO *et al.*, 1996

III. MATERIALES Y MÉTODO

3.1 Lugar de ejecución

El presente trabajo de investigación se realizó en los módulos de beneficio y en el laboratorio de Control de Calidad de la empresa Industrias Mayo S.A.C., además en los laboratorios de Control de Calidad, Suelos y Agua y ambientes de análisis sensorial de la Estación Experimental del Instituto de Cultivos Tropicales (ICT), ubicada en el distrito de Banda de Shilcayo, (región San Martín). La empresa se encuentra ubicada en la región San Martín; a una altitud de 360 m.s.n.m. a 06° 28' 20.66" de latitud Sur, a 76° 22' 26.79" de latitud Oeste, con un clima tropical húmedo y con una humedad relativa media de 60% y temperatura media anual de 30 °C. Tarapoto.

3.2 Materia prima

El tesista realizó la cosecha de las mazorcas de cacao (*Theobroma cacao* L) de la parcela del Sr. Emerson Guerra Zangama, quien viene cultivando el clon CCN-51 orgánico, ubicado en el sector Zapoteyacu - caserío Nuevo San Miguel - distrito de Tabalosos - provincia de Lamas, a 30 km de la ciudad de Tarapoto, la parcela tiene certificación orgánica: IMSA-EGS-048. Además los aromatizantes tales como hierba luisa y naranja valencia, se obtuvieron de las parcelas aledañas.

3.3 Materiales, equipos y reactivos

3.3.1 Materiales

- Materiales de campo

Tijera cosechadora, machete sin filo, baldes de plástico, bolsas de polietileno de alta densidad, cajón fermentador de madera (0,90 x 0,90 x 0,90 m.), costal blanco de polietileno, deposito de plástico grado alimentario, hojas de plátano, paletas de madera, rastrillo de madera, cuchilla, refractómetro, plumón indeleble, lapicero.

- Materiales de laboratorio

Vasos de precipitación, matraz erlenmeyer, varilla de vidrio, envases de vidrio, placas petri, probetas, buretas, pipetas, embudos de vidrio, papel filtro N° 42, bureta, papel toalla y cuchilla inoxidable.

3.3.2 Equipos de laboratorio

- Balanza analítica de 210 g máx y 0,0001 g min, modelo AR2140, marca Ohaus.
- Balanza técnica de 5000 g máx y 1g mín, type óptica, modelo DU-101210, marca Soehnle.
- Potenciómetro portátil con rango de pH de 0 – 14, marca Hanna.
- Estufa de temperatura máx 220°C modelo 05015 – 52, marca Cole-Parmer.
- Termómetro laser IR, tipo pistola marca Fluke 561

3.3.3 Reactivos

- Hidróxido de Sodio al 0,1N.
- Fenolftaleína al 0,1%.
- Alcohol Etilico de 96°.
- Agua destilada.

3.4 Métodos de análisis

3.4.1 Medida de la temperatura de la masa de cacao

- Método PORTILLO *et al.*, (2005).

3.4.2 Análisis fisicoquímico

- Humedad, método 931.04 (AOAC, 1995).
- Acidez, método 942.15 (AOAC, 1995).
- pH, método 970.21 (AOAC, 1995).

3.4.3 Evaluación física de los granos fermentados y secos

- Prueba de corte 2^{da} edición, NTP ISO 1114:2006.

3.4.4 Evaluación sensorial del licor de cacao

- Evaluación sensorial APPCACAO (2009) y ZAMORA, (2007).

Tasación sensorial (perfil) de licor de cacao

Nombre: _____ **Organización:** _____

Procedencia: _____ **Fecha:** _____

Sesión: _____

Código de muestra: _____

Pruebe las muestras y marque el punto de la línea que corresponde a la intensidad de cada atributo.

	Ausente										Extremo
Atributos	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Sabor a cacao											
Acidez											
Astringencia											
Amargor											
Sabor afrutado											
Sabor floral											
Sabor a nuez											
Panela / malta											
Crudo											
Otros sabores											

Comentarios:

Figura 1. Formato para el perfil sensorial de licor de cacao.

3.5 Metodología experimental

3.5.1 Proceso de beneficio de los granos de cacao CCN-51.

El proceso de beneficio de las mazorcas de cacao CCN-51 se realizó según el flujograma indicado en la Figura 1.

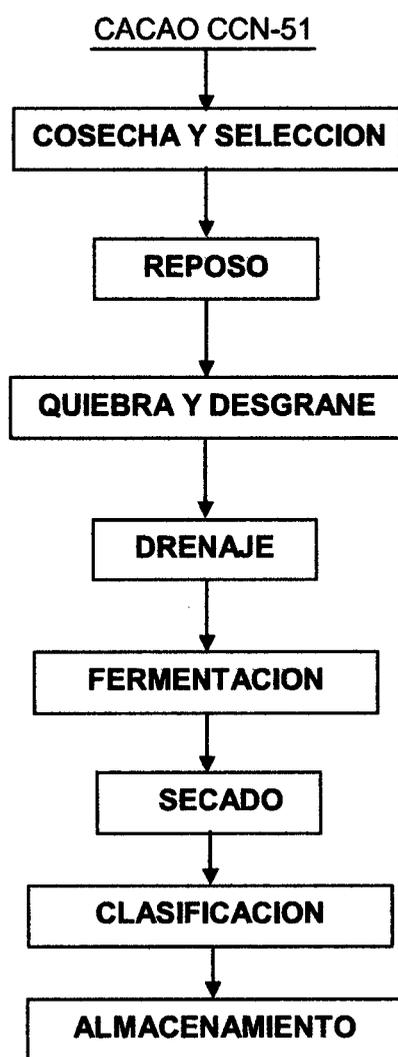


Figura 2. Diagrama de flujo para la obtención del CCN-51 en grano.

- Cosecha / reposo

Para la cosecha de las mazorcas de cacao se utilizaron tijeras de cosecha, bien afiladas, limpias y desinfectadas, con la finalidad de evitar daños a los cojines florales. Para la cosecha se tuvo en cuenta la cosecha selectiva; es decir, se cosecharon mazorcas maduras y sanas. Las mazorcas se juntaron en rumas para su reposo bajo sombra por un periodo de 24 horas.

- Quiebra de la mazorca

Consistió en partir los frutos en forma diagonal utilizando un machete sin filo, para evitar lesionar las almendras.

- Desgrane

La extracción de los granos de cacao fue manual, separando los granos de la placenta, los mismos que fueron recolectados en baldes de plástico de color blanco y de 21 kg de capacidad aproximada, hasta el punto de acopio en Nuevo San Miguel (tiempo de recorrido desde la parcela: 40 a 50 minutos), luego los granos frescos fueron acondicionados en sacos blancos de polietileno (limpios y secos) para su pesado y traslado hasta el módulo de beneficio de la empresa (recorrido de ida: 1h 30 min aproximadamente).

- Drenaje

Tuvo lugar en el módulo de fermentación, consistió en acondicionar los granos frescos sobre parihuelas de madera, con el fin de escurrir el exceso de mucílago antes de ser colocados en los cajones

fermentadores, el cual reposó por 24 horas, previo al acondicionamiento de los granos para dar lugar al proceso fermentativo en cajones de madera.

- Fermentación

Se efectuó en tres cajones fermentadores de madera (tornillo), de dimensiones: 0,90 m x 0,90 m x 0,90 m, (350 kg de cap. de masa cacao en mucílago), con orificios de 5 mm en la base, el cual facilita el escurrido durante el proceso de fermentado. Una vez colocada la masa de cacao, se cubrió con hojas de plátano y con sacos de yute. La frecuencia de remoción (Fr) de la masa de cacao para cada cajón se realizó a las 48h, 72h, 96h, 120h, 144h y 168h; para facilitar la remoción de la masa se utilizó remos de madera tornillo.

Efectuadas las 48 horas de fermentación en cajones, se procedió a realizar la primera remoción e incorporar los aromatizantes (hierba luisa y cáscara de naranja) a las concentraciones planteadas.

Durante el proceso de fermentación se determinó la temperatura al inicio y cada 24 horas hasta el final del proceso (7 días), a un solo nivel (20 cm del ras de la altura de la masa). Se realizaron los análisis de °Brix, pH, acidez y humedad, se extrajeron 20 granos de muestra por evaluación y se evaluó el desarrollo de la fermentación de los granos mediante las pruebas de corte.

- Secado solar gradual

Se utilizó un módulo de secado el cual está recubierto con plástico de polietileno de alta densidad, tanto el techo como las paredes (laterales

y posterior); dicho módulo posee dos bandejas corredizas con estructura de fierro y plataforma de madera, cuya capacidad por bandeja es de 300 Kg. Luego de finalizado el tiempo de fermentación en cajones de los granos del clon CCN-51, fueron colocados sobre las mantadas de color negro que se acondicionó sobre las bandejas para facilitar el recojo del grano al final del secado.

De los granos CCN-51 fermentados sin aromatizante, se tomó dos muestras de 10 Kg luego de las 24 horas de secado, para los tratamientos a ser aromatizados con 0,5 % y 1 % respectivamente durante esta etapa.

Para el secado de los granos se tuvo en cuenta el espesor de capa, aproximadamente de 5 centímetros, las remociones se realizaron cada hora con la ayuda de un rastrillo de madera, con la finalidad de asegurar la homogeneidad del secado de los granos. El secado gradual se aplicó de la siguiente manera: el primer día, 3 horas de exposición al sol; segundo día 5 horas y a partir del tercer día exposición total en horas de sol hasta obtener una humedad inferior a 7,5 %.

Se evaluó °Brix, pH, acidez, humedad e índice de fermentación, para lo último se muestreó 1Kg de cacao seco por unidad experimental y de éste se escogió 100 granos al azar con tres repeticiones; luego mediante la prueba de corte se determinó el índice de fermentación.

3.5.2 Evaluación de los granos de cacao CCN-51 aromatizados durante la etapa de fermentación

La evaluación y adición de los aromatizantes aplicados a los granos de CCN-51 se realizó como se muestra en el esquema experimental en la Figura 3.

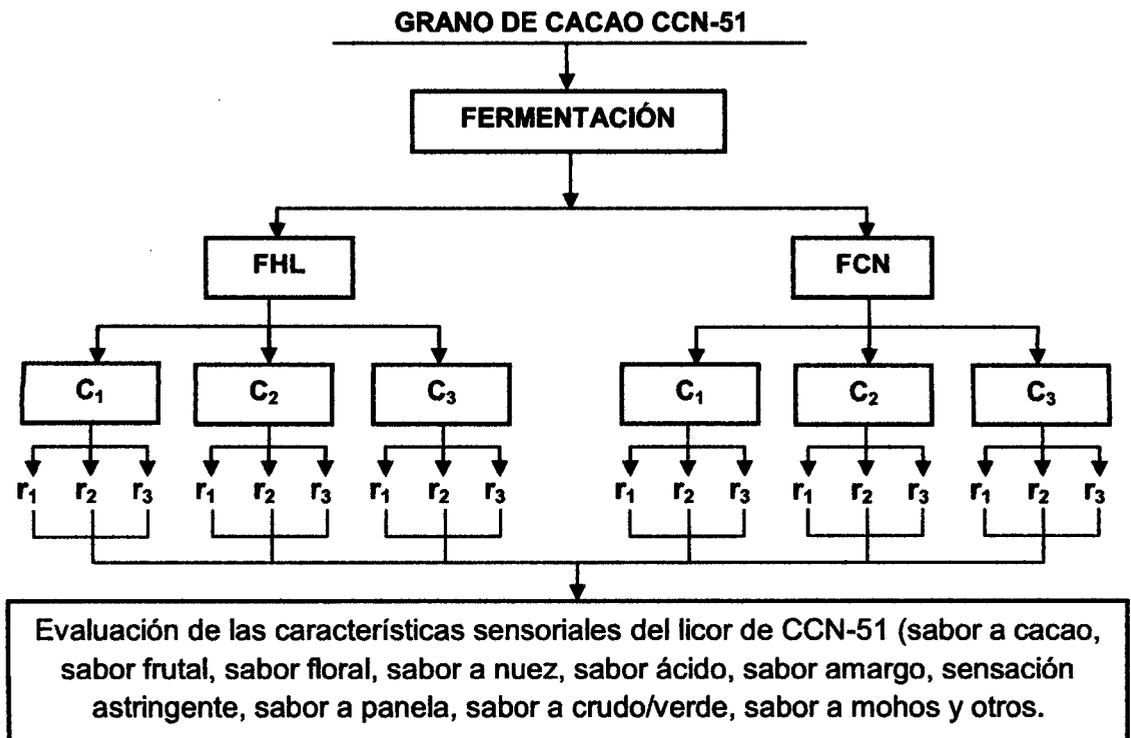


Figura 3. Diseño experimental para evaluar el efecto de la aplicación de los aromatizantes durante el fermentado en la calidad sensorial de los granos de cacao CCN-51.

Donde:

FHL: Aromatizado con hojas de hierba luisa durante el fermentado.

FCN: Aromatizado con cáscara de naranja durante el fermentado.

C₁: 0% de aromatizante.

C₂: 0.5% de aromatizante, después de las 48 horas en cajones.

C₃: 1% de aromatizante, después de las 48 horas en cajones.

3.5.3 Evaluación de los granos de cacao CCN-51 aromatizados durante la etapa de secado gradual

La evaluación y adición de los aromatizantes aplicados a los granos de CCN-51 se realizó como se muestra en el esquema experimental en la Figura 4.

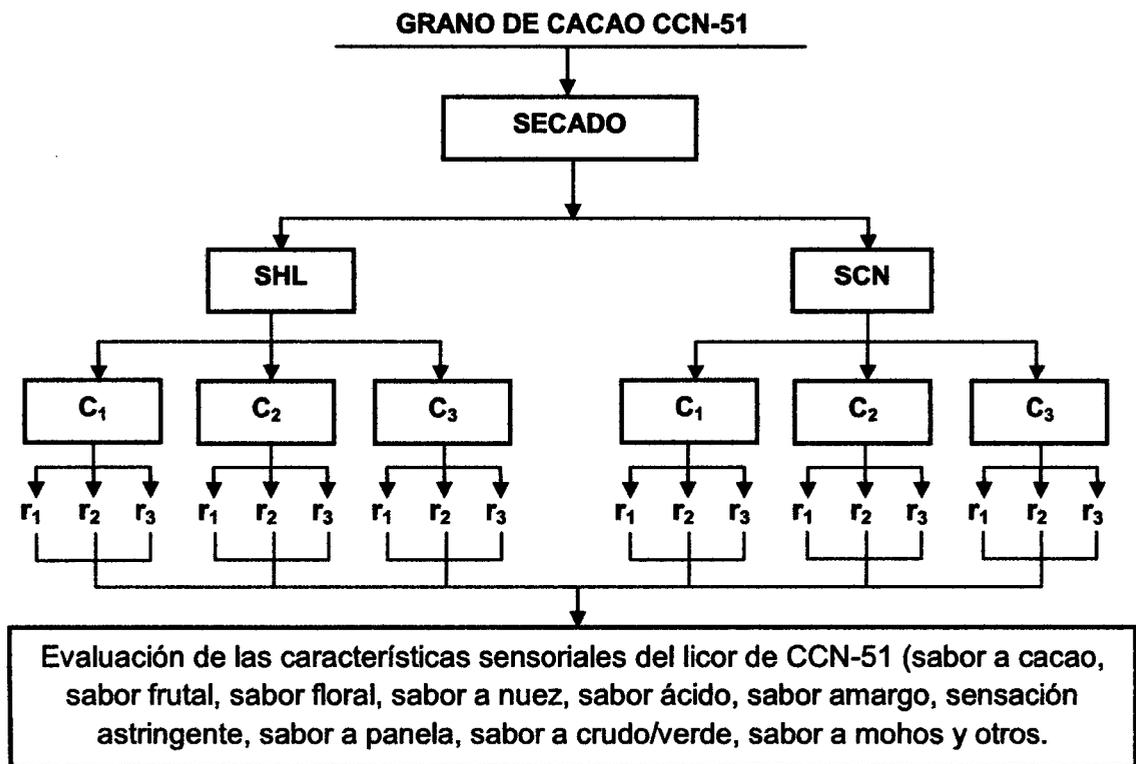


Figura 4. Diseño experimental para evaluar el efecto de la aplicación de los aromatizantes durante el secado en la calidad sensorial de los granos de cacao CCN-51.

Donde:

SHL: Aromatizado con hojas de hierba luisa durante el secado.

SCN: Aromatizado con cáscara de naranja durante el secado.

C₁: 0% de aromatizante.

C₂: 0.5% de aromatizante, después de las 24 horas en secado.

C₃: 1% de aromatizante, después de las 24 horas en secado.

3.5.4 Métodos de análisis de acidez, pH y °Brix del clon CCN-51 durante los procesos de fermentación y secado

- Evaluación de acidez expresada en acética

Se trituró los granos con la ayuda de un mortero y pilón, pesándose 5 g de muestra y se adicionó 45 ml de agua destilada, seguidamente se agita y se dejó reposar por 10 min. Luego se tomó 10 ml del extracto filtrado y se transfirió a un matraz adicionándose 3 gotas de fenolftaleína al 0,1%, se tituló con solución de Hidróxido de Sodio. Se expresó el porcentaje de acidez en términos de ácido acético durante la fase fermentativa y secado solar gradual, hasta la humedad < 7,5 %.

- Evaluación del pH

Para la determinación del pH, se usó el pH-metro previamente calibrado con solución buffer para titulación de los extractos del grano, por triplicado para cada tratamiento; las muestras fueron tomadas a 0, 24, 48, 72, 96, 120, 144 y 168 horas de fermentado y 0, 24, 48, 72 y 80 horas durante la etapa de secado.

- Evaluación de grados Brix

Se transfirió el extracto (pulpa) al lente del refractómetro y se midió los °Brix a las 0, 24 y 48 horas de fermentación en cajones.

3.5.5 Método de análisis de temperatura del clon CCN-51 durante el proceso de fermentación

La temperatura se midió con un termómetro digital – laser, a un solo nivel del cajón de fermentación (20 cm debajo del ras de masa) con

intervalos de tiempo de 6 horas, para todos tratamientos: 0 a 168 horas de fermentación.

3.5.6 Método de análisis de humedad del clon CCN-51 durante los procesos de fermentación y secado

Por el Método de estufa, se tomó 5 g de muestra (durante la fermentación y secado) triturada de cacao se transfirió en placa petri llevándose a estufa 103°C hasta peso constante, enfriándose en desecador por 30 minutos y se pesó en una balanza analítica.

3.5.7 Método de análisis del índice de fermentación en granos secos del clon CCN-51

Para la determinación del índice de fermentación, se tomó una muestra representativa granos de cacao seco (Humedad < 7,5 %), luego independientemente por el método de cuarteo se separó 100 granos para cada uno de los tratamientos y se realizó la prueba de corte, categorizando los granos bien fermentados, violeta (no fermentados), parcialmente violetas, pizarroso y/o mohoso, en función al color y grietas formadas en el interior de los granos.

3.5.8 Obtención y evaluación sensorial del licor de cacao

Para la obtención de licor de cacao a partir de granos fermentados secos, se utilizaron los equipos del laboratorio del Instituto de Cultivos Tropicales – ICT:

Pesado. Se pesó 250 g de cacao seco en una balanza gramera de capacidad máxima de 5000 g.

Tostado. Luego de pesar el cacao CCN-51 seco, se procedió a acondicionar los granos sobre una malla metálica para ser tostado en la estufa a 115°C/30 min.

Descascarillado. El descascarillado se hizo manualmente con la finalidad de separar la cascarilla del cotiledón.

Molido. Para la molienda del cotiledón se usó un molino, la misma que se molió a una temperatura menor a 50°C, hasta obtener licor de cacao.

Conchado. Luego de la obtención del licor de cacao, se procedió a “conchar” y/o batir (en una conchadora de 5 Kg de cap. max.) hasta alcanzar una fineza de 22 a 18 micras. A una temperatura no superior a los 60 °C.

Almacenado. El licor de cacao se almacenó en frascos de plástico con tapa y se almacenó en refrigeración.

Atemperado. Se colocó la muestra en vasos de precipitación y se atempero con agua caliente (55°C aprox.) con la finalidad de fundir el licor de cacao a ser evaluado por los panelistas.

Para la evaluación sensorial del licor de cacao, se tomó 1 Kg de granos secos por tratamiento, los cuales fueron llevados a los laboratorios del ICT, para ser preparados y acondicionados para la respectiva evaluación sensorial del licor con 3 panelistas entrenados del ICT, para ello el licor fue atemperado hasta

consistencia fluida, con tres repeticiones por tratamiento. La puntuación sensorial fue de 0 – 10 que se indica en la Figura 1.

0	=	ausente
1-3	=	ligeramente presente
3-5	=	moderadamente presente
5-7	=	fuertemente presente
7-8	=	muy fuerte
8-10	=	intenso

3.6 Análisis estadístico

Para determinar el efecto de la adición los aromatizantes durante el fermentado y el secado, se utilizó el modelo lineal aditivo, Diseño Completo al Azar (DCA) con arreglo factorial 2 x 3, cada tratamiento se realizara con tres repeticiones. El análisis estadístico sensorial se realizó por la prueba no paramétrica de Kruskal Wallis con el software STATGRAPHICS Plus versión 5.1, 2004 Statistical Graphics Corp.

Modelo estadístico

$$Y_{ijk} = U + A_{ij} + E_{ijk}$$

Donde:

Y_{ijk} = Resultado de la evaluación sensorial del grano de cacao

U = Efecto de la Media

A_{ij} = Efecto del i -ésimo aromatizante, a una concentración j -ésima

E_{ijk} = Error experimental

Además, se efectuó la comparación de medias de los tratamientos con la prueba de Tukey al 5% de probabilidad.

Los valores para las pruebas de Kruskal Wallis son:

$$K = 6$$

$$N = 18$$

- La variable independiente :

El tipo de aromatizante a tres concentraciones (0%, 0,5% y 1%).

- La variable dependiente :

El resultado de la evaluación sensorial

$$T = \frac{1}{S^2} \left[\sum_{i=1}^k \frac{R_i^2}{n_i} - \frac{N(N+1)^2}{4} \right]$$

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Características físicas y biométricas del clon CCN-51

El cuadro 9 muestra las características físicas y biométricas del cacao CCN-51, para ésta caracterización se usó el anexo 1.

Cuadro 9. Características físicas del cacao CCN-51 en estado fresco.

DESCRIPCIÓN	CARACTERÍSTICAS
Color del fruto	Rojo
Tamaño del fruto	Grande
Forma del fruto	Elíptico
Rugosidad del fruto	Fuertemente rugoso
Grosor de la cáscara del fruto	Gruesa > 12 mm
Número de semillas por fruto	35 – 55
Tamaño de la semilla	Grande (> 1,5 g)
Forma de semilla con corte longitudinal	Elíptica
Forma de semilla con corte transversal	Intermedia redondeada
Color de cotiledones:	Morado

Fuente: Elaboración propia de los datos obtenidos.

MEZA (2010) en su trabajo de investigación de fermentación de cacao CCN-51, en dos tipos de cajones de madera, menciona características físicas y biométricas idénticas del CCN-51, a las que se indica en el cuadro 9.

4.2. Evaluación del clon CCN-51 aromatizados con hierba luisa y cáscara de naranja

4.2.1. Evaluación del °Brix de la pulpa del clon CCN-51 durante las primeras 48 horas de fermentación

En la figura 5 y el cuadro 10, se muestra la variación de los sólidos solubles de la pulpa del clon CCN-51 durante las primeras 48 horas antes de ser tratados, tanto con hierba luisa y con cáscara de naranja.

Según la figura 5, la variación de la fermentación de los granos de CCN-51 en cajones en el periodo de 0 a 48 horas, para los granos de CCN-51 antes de ser tratados con hierba luisa y con cáscara de naranja respectivamente, indistintamente del tiempo de cosecha, tuvieron un comportamiento similar con tendencia descendente. Al respecto NATIVIDAD *et al.*, (2007), indican que la fermentación alcohólica es producida por los géneros *Sacharomyces sp.*, *Bitabacterium sp.*, entre otras. Durante la primera fase de fermentación anaeróbica, los azúcares son transformados en alcohol. La fermentación alcohólica va reduciéndose conforme aumenta la concentración de alcohol alrededor de 12% y entra oxígeno a la masa conforme se remueve.

Por su parte ABARCA (2010) reporta valores de °Brix en la pulpa más testa de cacao complejo nacional por trinitario del sector Taura 13,43 °Brix y del sector Cone 12,18 °Brix. Además ÁLVAREZ *et al.*, (2002) reportan valores de sólidos solubles en mucilago de cacao amelonado de Cumboto Ecuador 7,83 °Brix y cacao amelonado de Cuyagua 14,89 °Brix; estos resultados nos permite aducir que la variabilidad de los sólidos solubles en las diferentes

partes del grano de cacao está influenciado por el genotipo y lugar de procedencia de los granos.

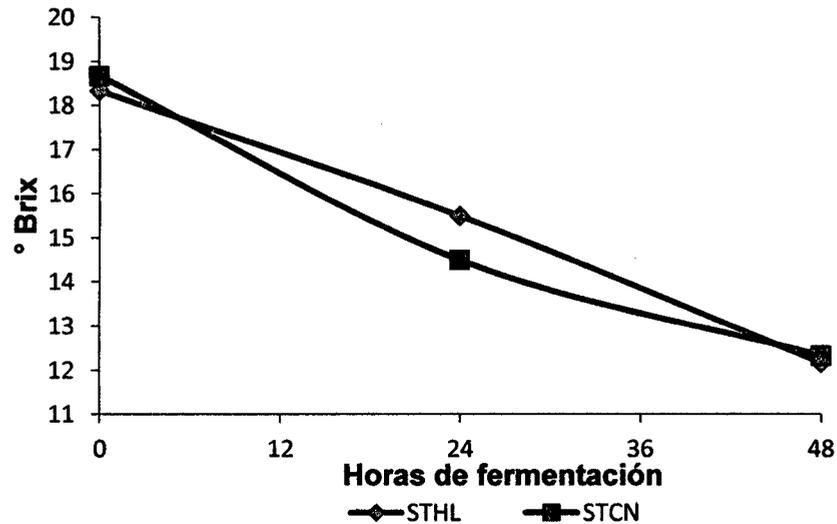


Figura 5. Variación del °Brix durante las primeras 48 horas del CCN-51 antes de ser aromatizado con hierba luisa y cáscara de naranja. (STHL y STCN: sin hierba luisa y sin cáscara de naranja, respectivamente).

Cuadro 10. Variación de los sólidos solubles de la pulpa del clon CCN-51 durante las primeras 48 horas para los tratamientos con hierba luisa y con cáscara de naranja.

Tiempo (horas)	Evaluación promedio de los sólidos solubles totales (°Brix)	
	CCN-51 sin hierba luisa	CCN-51 sin cáscara de naranja
0	18,33 ± 0,24	18,67 ± 0,24
24	15,50 ± 0,41	14,50 ± 0,41
48	12,17 ± 0,24	12,33 ± 0,24

Los valores representan (promedio ± SEM), con n = 9.

4.2.2. Evaluación de humedad del clon CCN-51, aromatizada con hierba luisa y cáscara de naranja durante el proceso de fermentación

La variación de la humedad del clon CCN-51 durante el proceso de fermentación aromatizada con hierba luisa y cáscara de naranja, se muestra en los anexos 9-a y 14-a y las figuras 6 y 7, respectivamente.

En las figuras 6 y 7, se puede observar que durante las primeras 48 horas de fermentación, la pérdida de humedad es relativamente acelerada, asimismo la pérdida de humedad es más notoria a las 48 horas en la figura 6. Esto se debe a que, a medida que las levaduras actúan sobre los azúcares del mucílago, los cuales se convierten en alcohol y se va provocando el drenaje de las "aguas mieles", perdiendo mucílago y humedad a nivel externo del grano de cacao. Por lo mencionado, BRAUDEAU (1981) corrobora que, en la fermentación del cacao, la pulpa es descompuesta por acción microbiana, lo que ocasiona ruptura de células y desprendimientos de jugos disminuyendo la humedad de los granos. Además ROHAN (1964) señala que, al ser eliminado parte del agua en el exudado, se establece un equilibrio osmótico entre la pulpa y los cotiledones con difusión de los productos de la fermentación hacia el cotiledón a través de la testa, lo que causa una disminución de humedad.

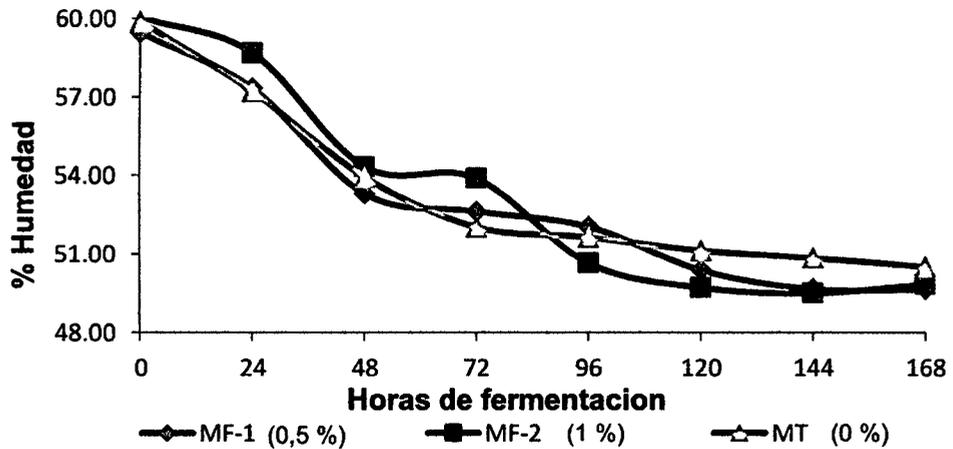


Figura 6. Variación de la humedad durante el proceso de fermentación del CCN-51 aromatizado con hierba luisa.

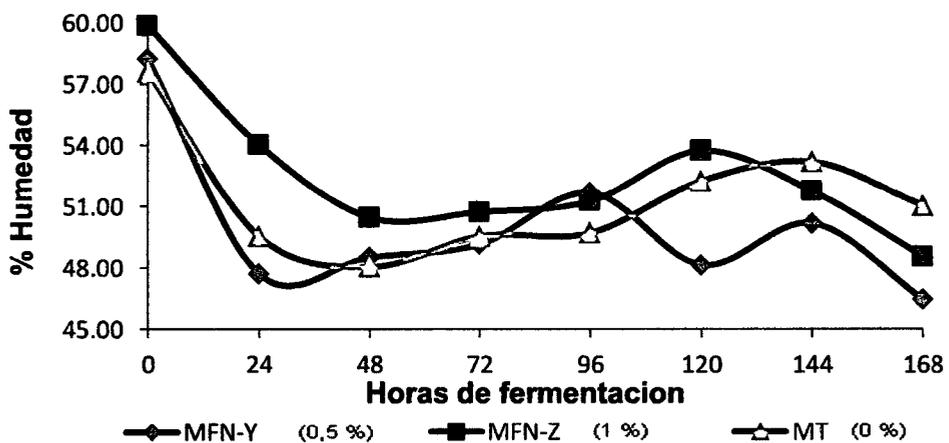


Figura 7. Variación de la humedad durante el proceso de fermentación del CCN-51 aromatizado con cáscara de naranja.

4.2.3. Evaluación de humedad del clon CCN-51, aromatizada con hierba luisa y cáscara de naranja durante el proceso de secado

En los anexos 9-b y 14-b y las figuras 8 y 9; se muestra la variación de la humedad de los granos del clon CCN-51 durante el proceso de secado, aromatizada con hierba luisa y cáscara de naranja, respectivamente.

La pérdida de humedad de los granos de CCN-51 durante el proceso de secado, es relativamente lenta y constate durante las primeras 48 horas para ambos tratamientos (con hierba luisa y cáscara de naranja), debido a que los granos han sido sometidos a una exposición solar gradual. Al final del proceso de secado los granos del clon CCN-51 tuvieron humedades promedio de 7,14 % y 6,39 % para los granos tratados con hierba luisa y cáscara de naranja, respectivamente. De esta forma CARRILLO (2011) reporta 7,27 % de humedad final del clon CCN-51, los cuales fueron tratados por el método de secado gradual al sol. Cabe mencionar que estos datos de humedad están dentro de los niveles de aceptabilidad. Tal como lo menciona GAITAN (2005) la humedad debe reducirse a 7%. Además BRADLEY (2003) señala que, el contenido de humedad es un factor de calidad para preservación, conveniencia en empaque, transporte y almacenamiento, también constituye un criterio de calidad.

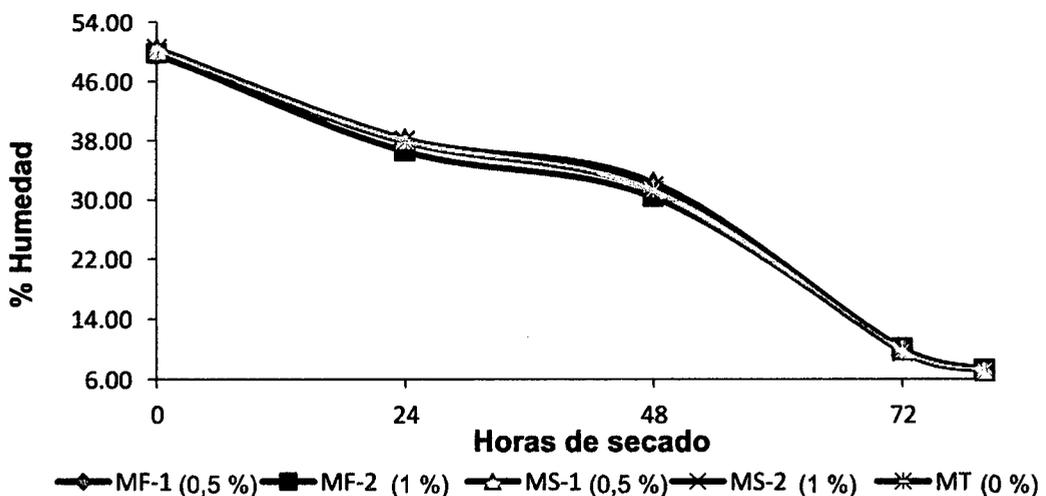


Figura 8. Variación de la humedad durante el proceso de secado del CCN-51 aromatizado con hierba luisa.

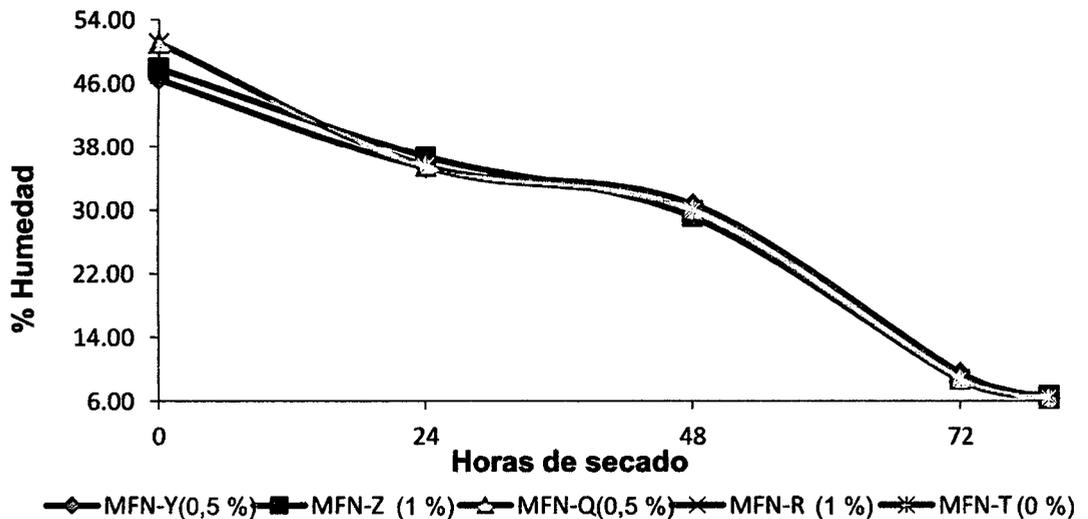


Figura 9. Variación de la humedad durante el proceso de secado del CCN-51 aromatizado con cáscara de naranja.

4.2.4. Evaluación de la temperatura del clon CCN-51, aromatizada con hierba luisa y cáscara de naranja durante el proceso de fermentación

La variación de temperatura del clon CCN-51 durante el proceso de fermentación aromatizada con hierba luisa y cáscara de naranja, se muestran en los anexos 10 y 15 y las figuras 10 y 11, respectivamente.

En la figura 10 se observa que, el incremento de temperatura es relativamente constante dentro las 72 horas. A diferencia de la figura 10, en la figura 11 se muestra que, el aumento de temperatura es mucho más acelerado dentro de las 48 horas. Por lo que AMORES *et al.*, (2009) señalan que, los primeros días de la fermentación la temperatura de la masa varía entre 45 y 50°C, una variación normal de este proceso. Luego desciende lentamente para volver a subir a 48 y 50°C. El embrión de la almendra muere cuando la

temperatura llega a 45°C marcándose el inicio de los cambios bioquímicos que conducirán a la formación de precursores de sabor y aroma a chocolate.

Por su parte GRAZIANI *et al.*, (2003), afirman que la elevación de la temperatura de la masa de cacao es ocasionada por las reacciones exotérmicas y el aumento de la actividad microbiana que ocurren durante el proceso de fermentación. Además PUZIAH *et al.*, (1998) hacen referencia que la remoción de la masa de cacao beneficia la fermentación, afectando la temperatura del proceso, al aumentar la aireación de la masa y propiciar el desarrollo de los microorganismos aeróbicos, los cuales generaran reacciones exotérmicas causando aumento más rápido de la temperatura. Asimismo el aumento de la temperatura de fermentación, se da por el calor generado producto de la oxidación del etanol acetato y de la conversión del acetato a CO₂ y agua (CROS y JEANJEAN, 1995; SENANAYAKE *et al.*, 1995).

Durante los siguientes días la temperatura se torna constante con tendencia al descenso para ambos tratamientos (con hierba luisa y cáscara de naranja), Con respecto a la caída de la temperatura SENANAYAKE *et al.*, (1995) hacen referencia que el descenso de la temperatura de fermentación es ocasionado por la inactivación de la microflora predominante al alcanzar la temperatura valores cercanos a 40 °C.

Mientras tanto La ASOCIACIÓN NATURLAND (2000) menciona que, el proceso de fermentación llega a su fin cuando la temperatura de la masa fermentada baja. Para determinar el momento exacto de la interrupción de la fermentación, junto con la baja de temperatura a 40° C, se realiza una

prueba de corte. Cuando se observe un 75% de granos bien fermentados, se interrumpirá la fermentación para evitar que se inicie la putrefacción.

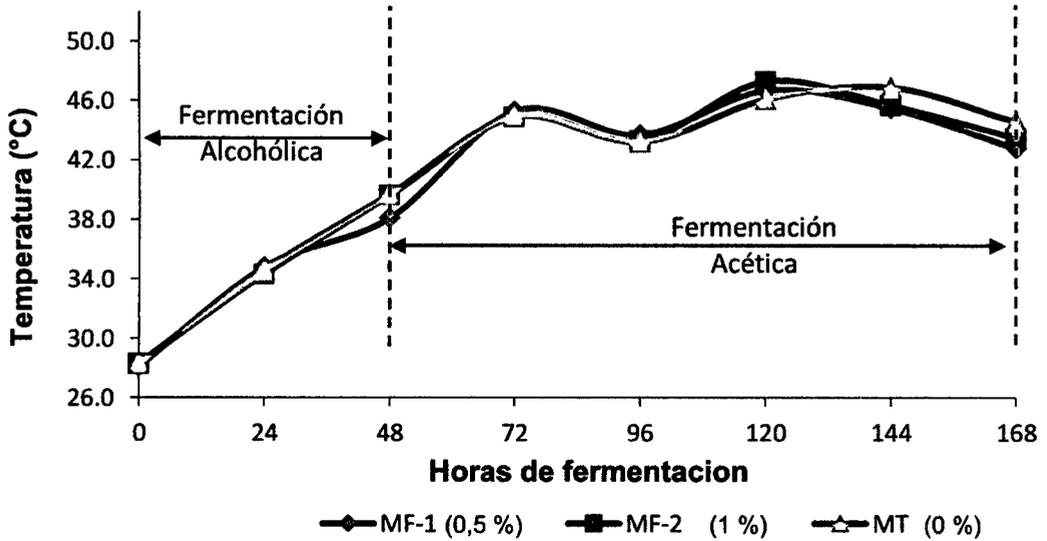


Figura 10. Variación de la temperatura durante el proceso de fermentación del CCN-51 aromatizado con hierba luisa.

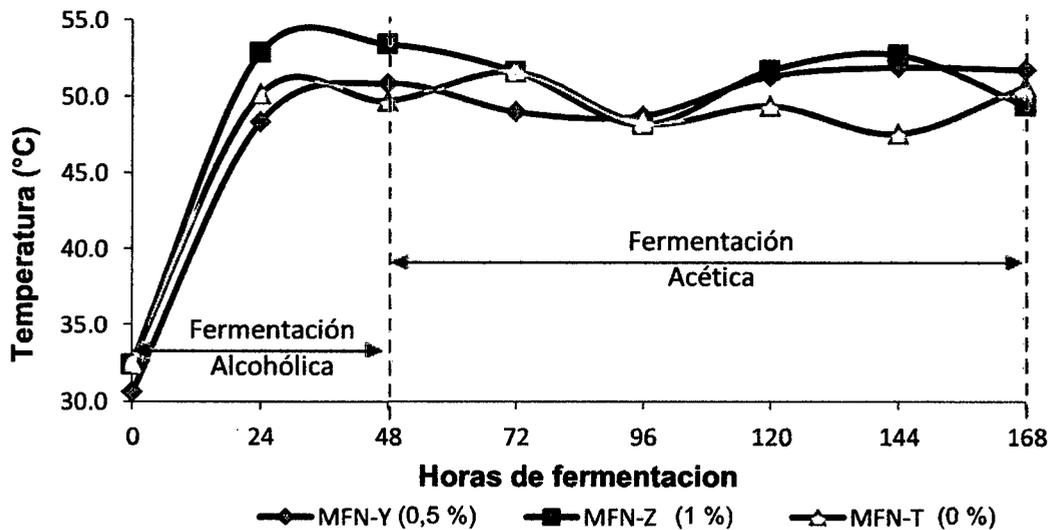


Figura 11. Variación de la temperatura durante el proceso de fermentación del CCN-51 aromatizado con cáscara de naranja.

4.2.5. Evaluación del pH del clon CCN-51, aromatizada con hierba luisa y cáscara de naranja durante el proceso de fermentación

La variación del pH del clon CCN-51 durante el proceso de fermentación aromatizada con hierba luisa y cáscara de naranja, se muestran en los anexos 11 y 16 y las figuras 12 y 13, respectivamente.

En las figuras 12 y 13, se muestran curvas con tendencia ascendente hacia las 72 horas y una leve caída en ambos tratamientos, entre las 120 y 144 horas de fermentación. Según MEYER *et al.*, (1989) las remociones de 24 horas favorecen el incremento del pH el cual está ligado con la temperatura.

Las remociones se realizaron cumplidas las 48 horas de fermentado en cajón para dar paso a la oxigenación de la masa y dar lugar a la fermentación acética. De modo similar La ASOCIACIÓN NATURLAND (2000) menciona que, después de permanecer aproximadamente de 24 a 36 horas en el cajón fermentador el cacao será ventilado para iniciar la siguiente fermentación aerobia de vinagre y ácido láctico que desintegra el alcohol y el resto de azúcar. AMORES *et al.*, (2006) refieren que, durante la fermentación, se produce ácido acético que se infiltra en los cotiledones y reduce el pH de 6,4 a 4,5 a temperaturas mayores de 45°C, esta acidificación desintegra los compartimientos de la célula y su eventual muerte. Por su parte ROELOFSEN (1958), indica que, la constante elevación del pH de la pulpa durante la fermentación se debe a la desasimilación del contenido de ácido cítrico por las

levaduras y las bacterias lácticas y la sustitución por los ácidos lácticos y acéticos menos disociados.

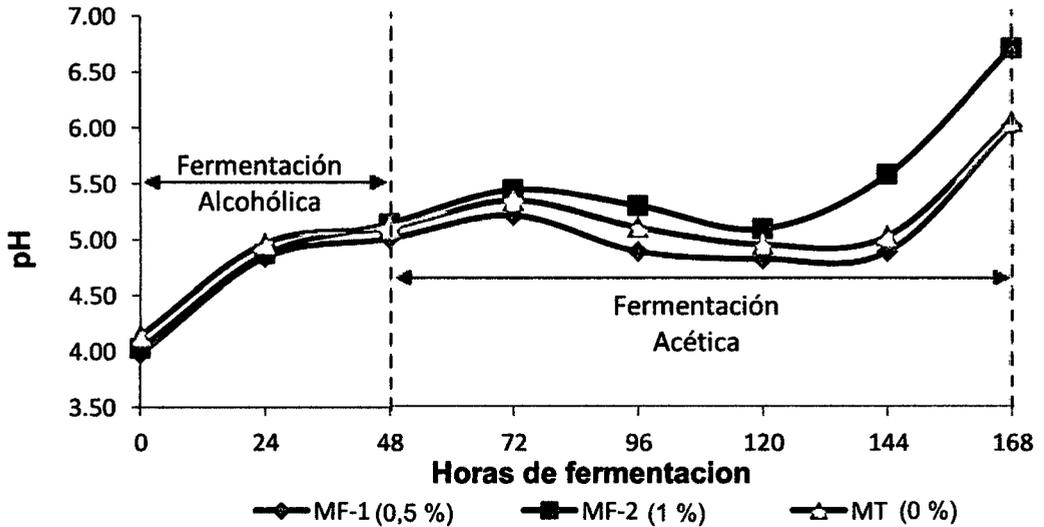


Figura 12. Variación del pH durante el proceso de fermentación del CCN-51 aromatizado con hierba luisa.

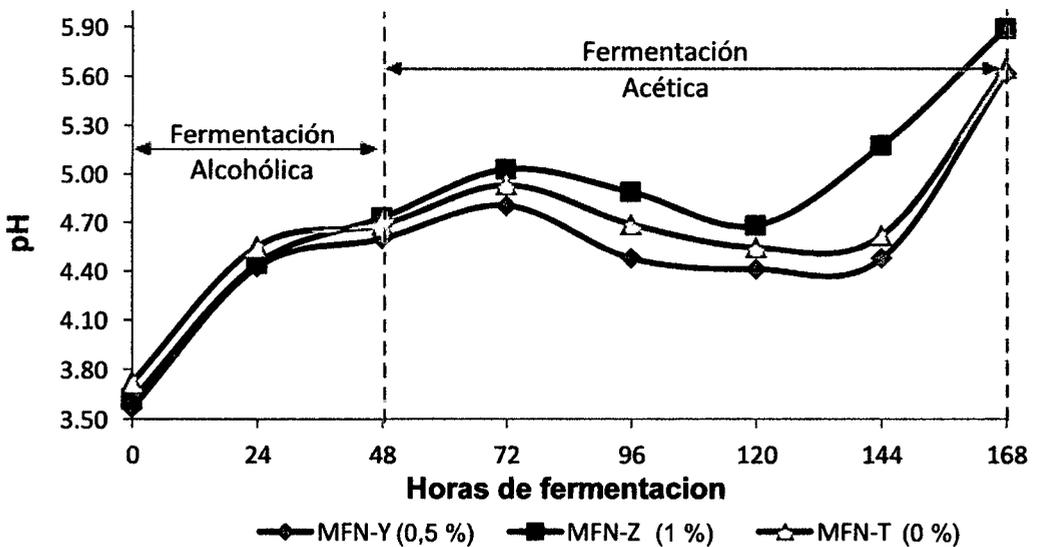


Figura 13. Variación del pH durante el proceso de fermentación del CCN-51 aromatizado con cáscara de naranja.

El análisis estadístico para el efecto del tiempo en el pH, considerando 168 horas de fermentación aromatizado con hierba luisa, se muestran en el anexo 2.

En el cuadros 11, se muestra la comparación de medias del pH con respecto al tiempo por Tukey ($P_{valor}=0,000$), aromatizado con hierba luisa. Se puede observar que existe diferencia estadística altamente significativa en el pH durante el tiempo de fermentación.

Cuadro 11. Variación del pH durante el tiempo de fermentación y aromatización con hierba luisa.

Tiempo (horas)	Promedio
0	4,05 ± 0,02 ^a
24	4,89 ± 0,03 ^b
120	4,95 ± 0,03 ^{bc}
48	5,08 ± 0,01 ^{bcd}
96	5,09 ± 0,03 ^{cd}
144	5,16 ± 0,02 ^{de}
72	5,33 ± 0,02 ^e
168	6,26 ± 0,02 ^f

Los valores representan (promedio ± SEM), con n = 9. Superíndices diferentes indican que existen diferencias significativas ($p \leq 0,05$), comparación de medias por Tukey.

El análisis estadístico para el efecto del tiempo en el pH, considerando 168 horas de fermentación aromatizado con cáscara de naranja, se muestran en el anexo 5.

En el cuadros 12, se muestra la comparación de medias del pH con respecto al tiempo por Tukey ($P_{valor}=0,000$), aromatizado con cascara de

naranja. Se puede observar que existe diferencia estadística altamente significativa en el pH durante el tiempo de fermentación.

Cuadro 12. Variación del pH durante el tiempo de fermentación y aromatización con cáscara de naranja.

Tiempo (horas)	Promedio
0	3,638 ± 0,01 ^a
24	4,475 ± 0,02 ^b
120	4,544 ± 0,02 ^{bc}
48	4,672 ± 0,01 ^{cd}
96	4,683 ± 0,02 ^{cd}
144	4,755 ± 0,02 ^{de}
72	4,92 ± 0,01 ^e
168	5,715 ± 0,01 ^f

Los valores representan (promedio ± SEM), con n = 9. Superíndices diferentes indican que existen diferencias significativas ($p \leq 0,05$), Comparación de medias por Tukey.

4.2.6. Evaluación de la acidez expresado como ácido acético del clon CCN-51, aromatizada con hierba luisa y cáscara de naranja durante el proceso de fermentación

La variación de la acidez del clon CCN-51 durante el proceso de fermentación, aromatizada con hierba luisa y cáscara de naranja, se muestran en los anexos 12-a y 17-a y las figuras 14 y 15, respectivamente.

El incremento de ácido acético dentro de las 72 horas de fermentado, es muy notable tal y como se muestra en la figura 14; similar suceso se observa en la figura 15 que a diferencia de lo anterior este incremento es relativamente constante hasta las 144 horas de fermentación. Por lo manifestado LÓPEZ, (1983) indica que, los ácidos producidos por los

microorganismos causan un ascenso de la acidez y una consecuente disminución del pH. Asimismo CROS y JEANJEAN (1995) refieren que, el aumento de la acidez y de la temperatura ocasiona la muerte del embrión y a una lisis parcial de las paredes celulares, lo que permite el contacto de las diferentes enzimas con sus respectivos substratos, ocasionando las reacciones que originan los precursores del sabor a chocolate.

El ácido acético se genera durante la fermentación anaeróbica, producto de la degradación del alcohol, generados en la fermentación anaeróbica, además que observa un aumento y descenso de ácido acético en la masa finalizando la fermentación, es importante realizar las remociones para liberar excesos de acidez ya que esta influyen negativamente sobre la calidad sensorial del cacao. Además, mantener demasiado tiempo la fermentación no es conveniente por el exceso de ácido acético que confiere un sabor agrio al chocolate como lo manifiesta AMORES *et al.*, (2006).

Por su parte PORTILLO *et al.*, (2006) mencionan que, tanto en la fermentación como en el secado, la enzima oxidasa polifenólica promueve la oxidación Browniana, responsable del color marrón característico del chocolate. El flavor final es, por lo tanto, influido directamente por el proceso de acidificación.

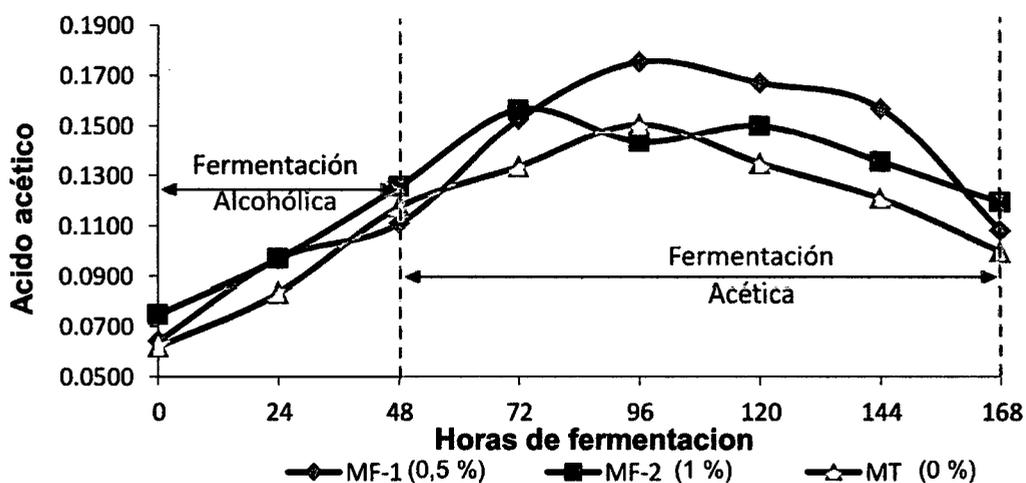


Figura 14. Variación del contenido de ácido acético durante el proceso de fermentación del CCN-51 aromatizado con hierba luisa.

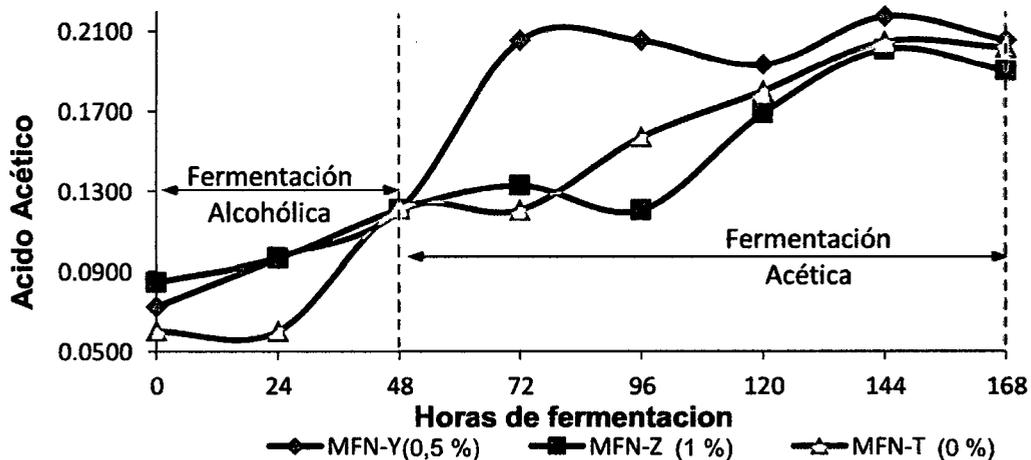


Figura 15. Variación del contenido de ácido acético durante el proceso de fermentación del CCN-51 aromatizado con cáscara de naranja.

El análisis estadístico para el efecto del tiempo en la acidez, considerando las 168 horas de fermentación, aromatizado con hierba luisa, se muestra en el anexo 3.

En el cuadro 13, se muestra la comparación de medias de la acidez acética con respecto al tiempo por Tukey ($P_{\text{valor}}=0,000$), aromatizado con hierba luisa. Se puede observar que existe diferencia estadística altamente significativa en la acidez acética con respecto al tiempo de fermentación.

Cuadro 13. Variación del ácido acético durante el tiempo de fermentación y aromatización con hierba luisa.

Tiempo (horas)	Promedio
0	0,0668 ± 0,002 ^a
24	0,0921 ± 0,003 ^b
168	0,1088 ± 0,001 ^c
48	0,1178 ± 0,001 ^c
144	0,1376 ± 0,002 ^d
72	0,1474 ± 0,002 ^{de}
120	0,1505 ± 0,002 ^e
96	0,1563 ± 0,002 ^e

Los valores representan (promedio ± SEM), con n = 9. Superíndices diferentes indican que existen diferencias significativas ($p \leq 0,05$), Comparación de medias por Tukey.

El análisis estadístico para el efecto del tiempo en la acidez, considerando las 168 horas de fermentación, aromatizado con cáscara de naranja, se muestra en el anexo 6.

En el cuadro 14, se muestra la comparación de medias de la acidez acética con respecto al tiempo por Tukey ($P_{\text{valor}}=0,000$), aromatizado con cáscara de naranja, se puede observar que existe diferencia estadística altamente significativa en la acidez acética con respecto al tiempo de

fermentación. Hacia las 120 horas de fermentación, se encuentra el mayor valor de acidez acética.

Cuadro 14. Variación del ácido acético durante el tiempo de fermentación y aromatización con cáscara de naranja.

Tiempo (horas)	Promedio
0	0,0724 ± 0,002 ^a
24	0,0844 ± 0,002 ^a
168	0,1206 ± 0,003 ^b
48	0,1527 ± 0,001 ^c
144	0,1608 ± 0,003 ^{cd}
72	0,1805 ± 0,002 ^{de}
120	0,1992 ± 0,002 ^{ef}
96	0,2076 ± 0,001 ^f

Los valores representan (promedio ± SEM), con n = 9. Superíndices diferentes indican que existen diferencias significativas ($p \leq 0,05$), Comparación de medias por Tukey.

4.2.7. Evaluación de la acidez expresado como ácido acético del clon CCN-51, aromatizada con hierba luisa y cáscara de naranja durante el proceso de secado

La variación de la acidez del clon CCN-51 durante el proceso de secado, aromatizada con hierba luisa y cáscara de naranja, se muestran en los anexos 12-b y 17-b y las figuras 16 y 17, respectivamente.

En la figura 16 se observa una curva desuniforme, a diferencia de esta, en la figura 17 se muestra el descenso de la acidez relativamente constante para todos sus tratamientos; el cual asegura una mínima cantidad de acidez acética en el grano cacao final en ambos casos. Por ello, una acidez excesiva reduce el potencial del sabor tal como lo revela MEYER *et al.*, (1989).

Durante el secado, continúa el proceso fermentativo y no es dable que sea brusco, el método de secado que se aplicó, fue la exposición solar gradual los dos primeros días, para facilitar la expulsión de los ácidos no deseables. Del mismo modo CRESPO (1997), indica que es recomendable un secado lento durante los 2 primeros días, esto significa no exponer el cacao al sol por más de 4 horas al día. Además La ASOCIACIÓN NATURLAND (2000) menciona que, durante la etapa de secado se volatiliza el exceso de ácido acético. Por su parte GAITAN (2005) indica que el secado de los granos de cacao debe ser gradual, para evitar la acidez de las almendras. Primer día 2 horas, segundo día de 2 a 3 horas, tercer día de 3 a 4 horas, cuarto día de 4 a 5 días y el quinto día exposición total. Se recomienda remover las almendras cada hora utilizando implementos de madera.

Los granos fueron acondicionados sobre bandejas corredizas recubiertas con polipropileno de color negro, las bandejas tienen una altura de 70 cm sobre el suelo, se realizó remociones cada hora para uniformizar el secado. Por tanto, es aconsejable realizar el secado en eras de cemento, sobre mantas de polipropileno o sobre parihuelas de madera levantados a 40 cm del suelo para evitar la evaporación de la humedad del suelo y la contaminación de los granos, tal como lo indican ARÉVALO *et al.*, (2004).

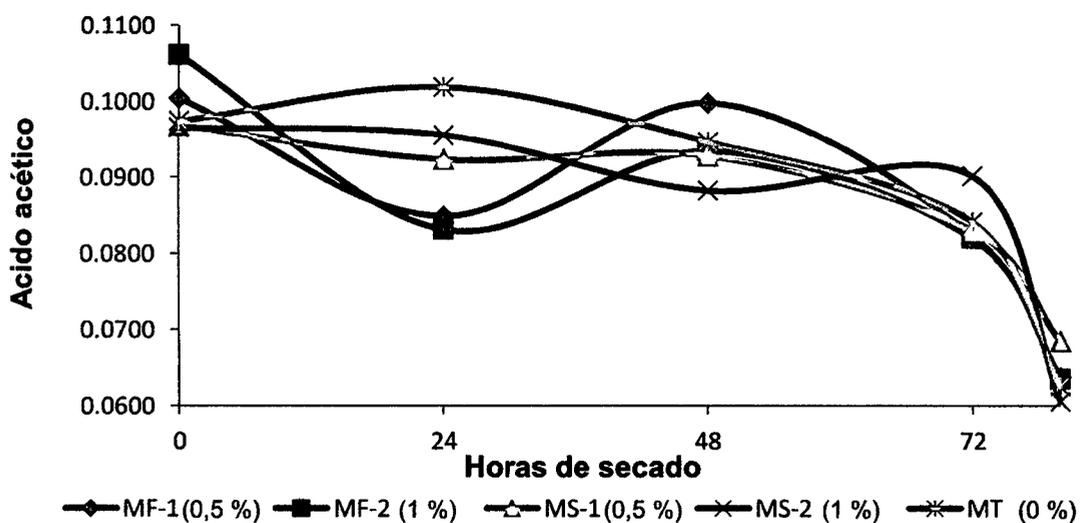


Figura 16. Variación del contenido de ácido acético durante el proceso de secado del CCN-51 aromatizado con hierba luisa.

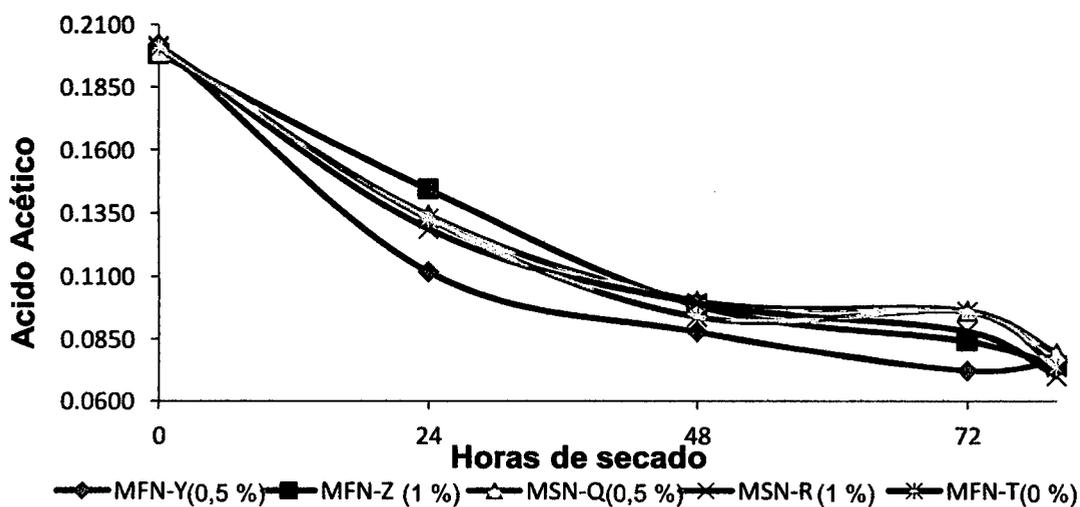


Figura 17. Variación del contenido de ácido acético durante el proceso de secado del CCN-51 aromatizado con cáscara de naranja.

Se efectuó el análisis estadístico para el efecto del tiempo en la acidez acética durante el secado, aromatizado hierba luisa, se muestra en el anexo 4.

En el cuadro 15, se muestra la comparación de medias de la acidez acética con respecto al tiempo Tukey ($P_{\text{valor}}=0,000$), aromatizado con hierba luisa, se puede observa que existe diferencia estadística altamente significativa en la acidez acética con respecto al tiempo de secado.

Cuadro 15. Variación del ácido acético durante el tiempo de secado y aromatización con hierba luisa.

Tiempo (horas)	Promedio
80	0,0637 \pm 0,002 ^a
72	0,0843 \pm 0,003 ^b
24	0,0915 \pm 0,003 ^c
48	0,0937 \pm 0,001 ^c
0	0,0994 \pm 0,002 ^d

Los valores representan (promedio \pm SEM), con $n = 15$. Superíndices diferentes indican que existen diferencias significativas ($p \leq 0,05$), Comparación de medias por Tukey.

El análisis estadístico para el efecto del tiempo en la acidez acética durante el secado, aromatizado cáscara de naranja, se muestra en el anexo 7.

En el cuadro 16, se muestra la comparación de medias de la acidez acética con respecto al tiempo por Tukey ($P_{\text{valor}}=0,000$), aromatizado con cáscara de naranja, se puede observa que existe diferencia estadística altamente significativa en la acidez acética con respecto al tiempo de secado.

Cuadro 16. Variación del ácido acético durante el tiempo de secado gradual solar y aromatización con cáscara de naranja.

Tiempo	Promedio
80	0,0748 ± 0,001 ^a
72	0,0874 ± 0,003 ^b
48	0,0959 ± 0,002 ^c
24	0,1304 ± 0,003 ^d
0	0,2005 ± 0,002 ^e

Los valores representan (promedio ± SEM), con n = 15. Superíndices diferentes indican que existen diferencias significativas ($p \leq 0,05$), Comparación de medias por Tukey.

4.2.8. Evaluación del índice de fermentación en granos secos del CCN-51, aromatizadas con hierba luisa y cáscara de naranja

En los anexos 13 y 18 y las figuras 18 y 19, se muestran los índices de fermentación del clon CCN-51, durante el proceso de secado solar gradual, aromatizadas con hierba luisa y cáscara de naranja.

En las figuras 18 y 19 se muestra los niveles de fermentación, teniendo como promedios de índices fermentación para los tratamientos con hierba luisa y cáscara de naranja de $85,33 \pm 1,65$ % y $84,44 \pm 1,45$ %, respectivamente. Asimismo BRAVO (2011), en su trabajo de investigación con cacao CCN-51, reporta valores de índice de fermentación $77,0 \pm 1$ % y $83,0 \pm 1$ % para granos con 0 y 72 horas de reposo de mazorcas respectivamente, previo al proceso de fermentación en cajones. De la misma forma CARRILLO (2011), reporta porcentaje de granos fermentados de $79,00 \pm 1$ % y $89,00 \pm 2$ % a las 168 y 192 horas de fermentación respectivamente, por el método de exposición solar gradual. Por su parte PORTILLO *et al.* (2005), en su investigación en cacao criollo porcelana fermentado en caja cuadrado y rectangular mencionan

valores de índice de fermentación de 65,41% para los granos fermentados en caja cuadrada. ROHAN (1964), manifiesta que, los valores elevados de temperatura favorecen la buena fermentación de los granos alcanzando un alto índice de fermentación.

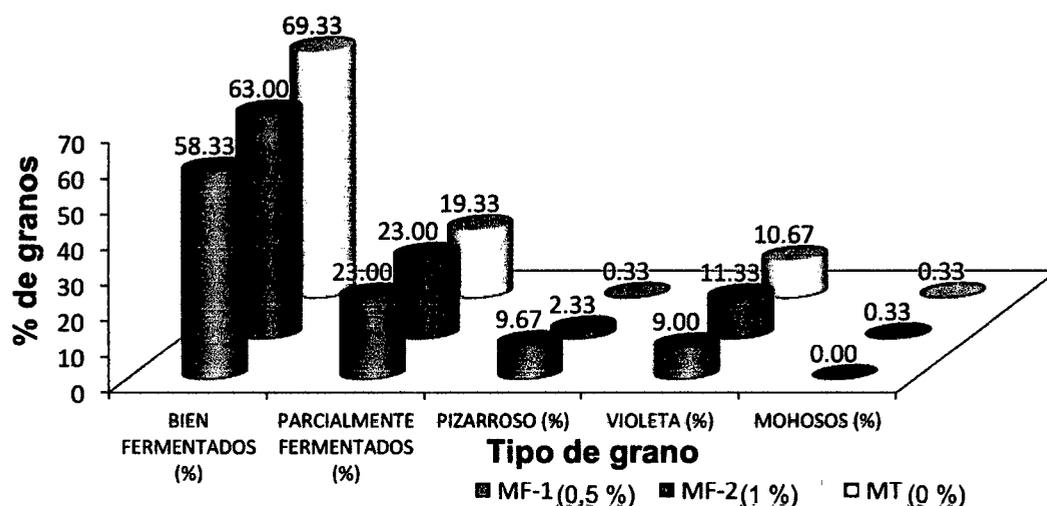


Figura 18. Determinación del índice de fermentación en CCN-51 aromatizado con hierba luisa, en granos secos.

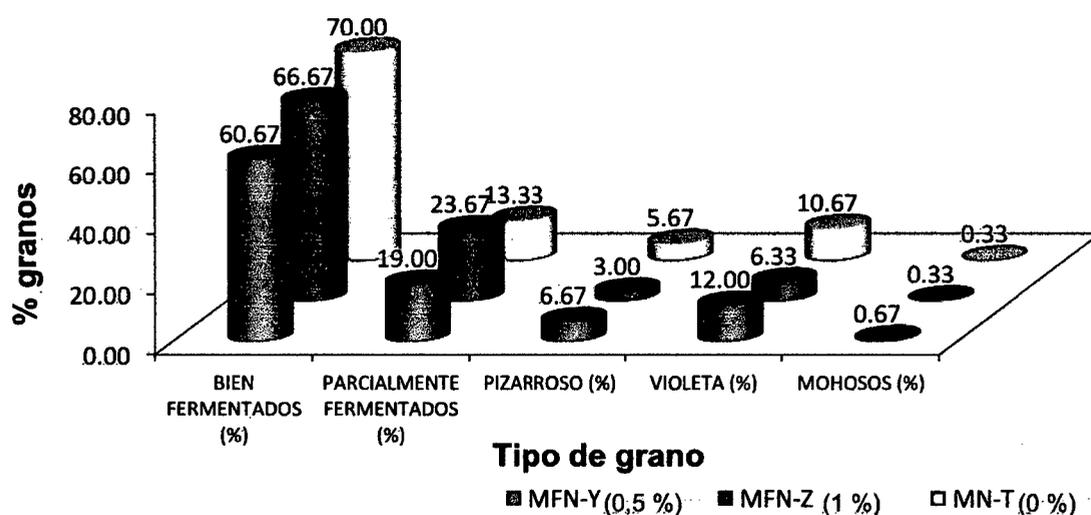


Figura 19. Determinación del índice de fermentación en granos secos CCN-51 aromatizado con cáscara de naranja.

4.3. Atributos sensoriales del licor del clon CCN-51 aromatizados con hierba luisa y cáscara de naranja, respectivamente

Los resultado de la evaluación sensorial de los atributos de sabor a cacao, sabor ácido, sensación astringente, sabor amargo, sabor a frutas, sabor a flores, sabor a nuez, sabor a panela, sabor a crudo/verde y mohosos, sabores que muestran la intensidad de cada propiedad, se representa a través del perfil de sabores, tales atributos fueron evaluados por tasación sensorial de licor de cacao.

Debido a la acción de los aceites esenciales presentes en los aromatizante de hierba luisa y cáscara de naranja, el puntaje total de la evaluación sensorial fueron significativamente mejorados con respecto al tratamiento sin adición de estos ($P_{valor} = 0,0425$ para la hierba luisa y $P_{valor} = 0,0256$ para la cascara de naranja, anexos 8-a y 8-b respectivamente). Los aceites esenciales presentes en la hierba luisa en mayor proporción son: geranial, nerol, mirceno, geraniol y linalol (MOREIRA *et al.*, 2010), y en la cáscara de naranja los componentes presentes están: limoneno, mirceno, α -pineno, citral (Z y E), linalol, geraniol, nerol (STASHENKO *et al.*, 1996 y CERÓN, 2010), el limoneno (componente principal de aceite esencial de cáscara de naranja), que es monoterpeno por poseer una cadena de 10 carbonos (TORRES, 2012).

Los compuestos de los aceites esenciales tales como el linalol y nerol, al tener el grupo "OH" (Anexo 23) FERNÁNDEZ (2005), se une por puente de

hidrogeno a los ácidos grasos como el oleico, esteárico y palmítico que tienen grupo "OH" (Anexo 24) AKOH (2002).

Parra *et al.*, (2003); Fowler (2009) mencionados por TORRES (2012), indica que, en la fracción grasa de la semilla de cacao, los ácidos grasos predominantes son mayoritariamente saturados, esteárico (C18:0 - 35%) y palmítico (C16:0 - 25%), pero también contiene una alta proporción de AG monoinsaturados representados casi exclusivamente por el ácido oleico (C18:1 - 35%) y también una pequeña cantidad de poliinsaturados en forma de linoleico (C18:2 - 3%).

Los componentes de los aceites esenciales tales como el mirceno, α -mirceno, neral, geranial, limoneno, geranial y α -pineno que no tienen "OH" (Anexo 22) FERNÁNDEZ (2005), se mezclan con las grasas de cacao por fuerzas de Van der Waals debido a que son solubles por ser de naturaleza orgánica y de cadenas largas.

En los cuadros 17 y 18, se muestra los resultados promedio de los atributos sensoriales en el licor del clon CCN-51 aromatizados con hierba luisa y cáscara de naranja, respectivamente.

Cuadro 17. Resultados promedio de la evaluación sensorial del licor de cacao CCN-51, aromatizados con hierba luisa.

Código	Sabor a cacao	Acidez	Astringencia	Amargor	Frutal	Floral	Nuez	Panela	Crudo/verde	Mohos	Puntaje Total
MF - 1	3,2	2,3	3,7	3,7	1,0	1,3	0,3	0,5	0,7	0,0	-0,3
MF - 2	3,2	2,3	3,3	2,8	1,2	1,2	0,2	1,2	0,2	0,0	0,5
MS - 1	3,7	1,7	3,2	3,8	0,7	0,7	0,3	1,3	0,3	0,0	-1,7
MS - 2	3,5	1,8	2,8	2,3	1,7	1,3	0,8	1,0	0,0	0,0	3,0
MT	3,8	2,2	3,2	2,8	1,2	0,8	0,8	1,0	0,0	0,0	1,8

Puntaje total = (Sabor a cacao + Acidez + frutal + Floral + Nuez) - (Astringencia + Amargor + Crudo + Otros sabores)

Cuadro 18. Resultados promedio de la evaluación sensorial del licor de cacao CCN-51, aromatizados con cáscara de naranja.

Código	Sabor a cacao	Acidez	Astringencia	Amargor	Frutal	Floral	Nuez	Panela	Crudo/verde	Mohos	Puntaje Total
MFN-Y	4,7	2,0	3,3	2,8	1,0	2,5	0,5	0,3	0,0	0,0	4,2
MFN-Z	3,7	1,8	3,7	3,2	2,7	1,7	2,0	0,3	1,2	0,0	3,5
MSN-Q	3,2	2,3	3,2	3,2	1,7	2,0	0,8	0,2	1,7	0,0	1,8
MSN-R	3,8	2,0	3,0	3,5	1,7	1,7	1,5	0,7	1,2	0,0	2,3
MFN-T	4,3	1,3	4,8	4,5	0,5	0,2	0,5	1,8	0,2	0,0	-4,5

Puntaje total = (Sabor a cacao + Acidez + frutal + Floral + Nuez) - (Astringencia + Amargor + Crudo + Otros sabores)

4.3.1. Sabor a cacao

Para el atributo sabor a cacao, aplicando la prueba no paramétrica Kruskal Wallis, para los aromatizados con hierba luisa, no se encontró diferencia significativa entre los tratamientos $P_{valor}=0,070570$ y para los aromatizados con cáscara de naranja, estadísticamente existe diferencia significativa entre los tratamientos $P_{valor}=0,01916$. Al respecto ROHAN (1964) menciona que durante la fermentación y la desecación se forman compuestos que durante el tostado reaccionan y dan origen al sabor y aroma característico del cacao. Por su parte LUNA *et al.* (2002) manifiestan que el desarrollo del sabor a cacao aumenta a medida que transcurre el tiempo de fermentación.

Además, las muestra MT (0%) y MFN-Y (0,5%) obtuvieron mayores puntajes respecto a los otros tratamientos, los cuales fueron de 3,5 y 4,7 respectivamente.

4.3.2. Sabor ácido

Con respecto al sabor ácido del licor de cacao, aplicando el método estadístico Kruskal Wallis, no se encontró diferencia significativa entre los tratamientos $P_{valor}=0,09701$ y $P_{valor}=0,13301$ para los aromatizados con hierba luisa con cáscara de naranja respectivamente, en ambos casos el puntaje máximo fue de 2,3 para éste atributo. GONZÁLES *et al.*, (1999) reportan valores de 0,8 para el cacao porcelana, 0,8 Mérida fermentado y 2,2 cacaos Rio Caribe, para el atributo de acidez. Según ROHSIUS *et al.*, (2006) el sabor final del cacao está influenciado directamente por el proceso de acidificación durante la fermentación del grano.

4.3.3. Sensación de astringencia

Con respecto a la sensación de astringencia del licor del CCN-51, por medio de la prueba no paramétrica Kruskal Wallis, para los aromatizados con hierba luisa, no se encontró diferencia estadística significativa entre los tratamientos $P_{valor}=0,09797$ y para los aromatizados con cáscara de naranja, estadísticamente tuvieron diferencia significativa $P_{valor}=0,039286$ entre tratamientos, además se puede observar que las muestras MS-2 (1%) y MSN-R (1%) tienen puntajes menores a los otros tratamientos los cuales son de 2,8 y 3,0 respectivamente. GONZÁLES *et al.*, (1999) reportan valores de 2,3 para el cacao porcelana, 2,0 Mérida fermentado y 5,3 para el cacao Rio Caribe, para

el atributo de astringencia. Además PORTILLO *et al.*, (2006) indican valores para este atributo en cacao criollo porcelana fermentado por 72 horas de 1,18. Según CROS y JEANJEAN (1995) la astringencia del chocolate, está determinado por los compuestos polifenólicos. Existiendo una correlación negativa con la astringencia, es decir que en la medida que transcurre el tiempo de fermentación, disminuye la astringencia de los granos, tal como lo indican LUNA *et al.*, (2002).

4.3.4. Sabor amargo

Para el nivel de sabor amargo del licor del clon CCN-51, aplicando la prueba no paramétrica Kruskal Wallis, para los tratamientos con hierba luisa, se encontró diferencia estadística significativa entre los tratamientos $P_{valor}=0,02643$ y para los tratamientos con cáscara de naranja, se encontró diferencia estadística no significativa $P_{valor}=0,06341$, se puede observar que los tratamientos MS-2 (1%) y MFN-Y (0,5%) obtuvieron los menores puntajes los cuales fueron de 2,3 y 2,8 respectivamente. Por su parte PORTILLO *et al.*, (2006) indica valores para este atributo en cacao criollo porcelana fermentado por 72 horas 2,52 y GONZÁLES *et al.*, (1999) indican valores de 0,5 para el cacao porcelana, 0,9 para el Mérida fermentado y 5,9 para el cacao Rio Caribe 5,9 para el atributo de amargor. El amargor está determinada por la purinas (cafeína y teobromina) (CROS y JEANJEAN, 1995).

4.3.5. Sabor a frutas

Para el sabor a frutas en el licor del clon CCN-51, mediante la prueba no paramétrica Kruskal Wallis, para los aromatizados con hierba luisa

se encontró diferencia no significativa entre los tratamientos $P_{valor}=0,06172$ y para los aromatizados con cáscara de naranja se encontró diferencia estadística significativa entre los tratamientos $P_{valor}=0,01558$, se observa que en las muestras MS-2 (1%) y MFN-Z (1%) alcanzaron mayor puntaje con respecto a los otros tratamientos los cuales son de 1,7 y 2,7 respectivamente. PORTILLO *et al.*, (2006) mencionan que, para cacao criollo porcelana fermentado en caja cuadrada 1,12 para los granos fermentados en caja cuadrada. El sabor a fruta está dado por los compuestos volátiles como las pirazinas y los aldehídos que representan un sabor básico, los esterres que originan un sabor a fruta, como lo mencionan CROS y JEANJEAN (1995).

También SALVADOR *et al.*, (2008) manifiestan que los sabores frutales se concentran en zonas comprendidas entre 200 a 400 msnm. Asimismo ENRRIQUE *et al.*, (1982) señalan que valores elevados de sabor a fruta y floral son indicativos de suavidad y finura en el sabor del grano de cacao. Pero la intensidad del sabor a fruta disminuye en el tostado, como lo reporta Chanliou (1995), citado por CROS y JEANJEAN (1997).

4.3.6. Sabor a flores

Referente al sabor a flores percibido en el licor del clon CCN-51, estadísticamente por la prueba no paramétrica Kruskal Wallis, para los aromatizados con hierba luisa, se encontró diferencia estadística no significativa entre los tratamientos $P_{valor}=0,09701$ y para los aromatizados con cáscara de naranja se encontró diferencia estadística significativa, entre los

tratamientos $P_{\text{valor}}=0,03391$, las muestras MS-2 (1%) y MFN-Y (0,5%) obtuvieron puntajes de 1,3 y 2,5 respectivamente para éste atributo.

4.3.7. Sabor a nuez

Con respecto al nivel de sabor a nuez en el licor de cacao CCN-51, estadísticamente por la prueba no paramétrica de Kruskal Wallis, para los aromatizados con hierba luisa, no se encontró diferencia significativa entre los tratamientos $P_{\text{valor}}=0,08566$ y para los aromatizados con cáscara de naranja existe diferencia estadística significativa $P_{\text{valor}}=0,01912$, por el método de Kruskal Wallis. Según CROS y JEANJEAN (1995) la ligera intensidad de sabor a nuez encontrado se debe principalmente al complejo polipeptidos – fenoles y pirazinas. Además SALVADOR *et al.*, (2008) indican que los sabores a nuez se concentran en la zona alta de 400 a 800 msnm, lo cual no coincide con la altitud de Tarapoto ya que se encuentra a 360 msnm.

Por su parte Cros (1997) citado por BRAVO (2011) indica que las tonalidades de sabor a nuez de deben principalmente al complejo polipeptidos-fenoles y pirazinas los cuales son resaltados con un buen tostado.

4.3.8. Sabor a panela

Con relación al nivel de sensorial a panela en el licor de cacao CCN-51, por la prueba no paramétrica de Kruskal Wallis, se encontró para los aromatizados con hierba luisa, existe diferencia estadística significativa entre los tratamientos $P_{\text{valor}}=0,02784$ y para los aromatizados con cáscara de naranja, estadísticamente existe diferencia significativa entre los tratamientos $P_{\text{valor}}=0,01809$

4.3.9. Sabor a crudo/verde

Referente al nivel de sensorial a crudo-verde en el licor de cacao CCN-51, con la prueba no paramétrica Kruskal Wallis, no se encontró diferencia significativa entre los tratamientos con hierba luisa $P_{valor}=0.099118$ y para los aromatizados con cáscara de naranja, existe diferencia significativa entre los tratamientos $P_{valor}=0,015229$. Las muestras MF-1 (0,5%) y MSN-Q (0,5%) presentan altos puntajes 0,7 y 1,7 respectivamente, los cuales son indicadores de baja calidad sensorial del licor de CCN-51 aromatizado.

4.3.10. Sabor a mohos

Los panelistas no percibieron ésta característica sensorial negativa en el licor de cacao CCN-51, en los tratamientos con hierba luisa ni en los tratamientos con cáscara de naranja.

4.3.11. Puntaje Total

El puntaje general se obtuvo de la suma de los atributos deseables menos los atributos no deseados, según la siguiente fórmula:

$$\text{Puntaje total} = (\text{Sabor a cacao} + \text{Sabor ácido} + \text{Sabor a frutas} + \text{Sabor a flores} + \text{Sabor a nuez}) - (\text{Sensación de astringencia} + \text{Sabor amargo} + \text{Sabor a crudo/verde} + \text{Otros sabores})$$

Luego se realizó el análisis estadístico a los puntajes promedio generales de los atributos sensoriales entre los tratamientos de aromatizado con hierba luisa y con cáscara de naranja, encontrándose diferencias

estadísticas significativas entre tratamientos $P_{valor}=0,04247$ y $P_{valor}=0,02563$ respectivamente, utilizando la prueba no paramétrica de Kruskal Wallis.

Por tanto, en ambos casos de aromatizado (con hierba luisa y cáscara de naranja, respectivamente), existió incidencia de los aromatizantes sobre los granos del clon CCN-51 durante la fermentación y secado, en algunas en menor y en otros en mayor proporción a nivel de los atributos a frutas y flores, con respecto a las muestras al 0% de aromatizantes, tal y como se muestran en los resultados de los cuadros 17 y 18.

En las pruebas de aromatización con hierba luisa el mejor tratamiento, es la muestra con concentración al 1 % aplicada durante la fase de secado, que tiene mayor puntaje con respecto a los otros tratamientos. En las pruebas de aromatización con cáscara de naranja el mejor tratamiento, es la muestra con concentración al 0,5 % aplicada durante la fase de fermentación, que tiene mayor puntaje con respecto a los otros tratamientos.

V. CONCLUSIONES

- Del análisis sensorial, el mejor tratamiento de aromatización con hierba luisa fue a la concentración de 1 % aplicado durante el secado, con un puntaje total de 3,0 en la escala del perfil sensorial. Además, presenta menores índices sensoriales de astringencia y amargor, y tienen a favor mayores valores en los atributos frutal y floral con respecto a la muestra sin hierba luisa.
- Del análisis sensorial, el mejor tratamiento de aromatización con cáscara de naranja fue a la concentración de 0,5 % aplicado durante el proceso de fermentación, con un puntaje total de 4,2 en la escala del perfil sensorial. También, presenta mayor atributo a floral y menores valores sensoriales a astringencia y amargor con respecto a la muestra sin tratamiento (0% cáscara de naranja).

VI. RECOMENDACIONES

- Realizar estudios de aromatizado del CCN-51 con jugos y pulpas de frutas tropicales a diferentes concentraciones, durante la etapa de secado.
- Investigar en contenido químico de compuestos de aceites esenciales transferidos durante procesos de aromatización con hojas, flores y cáscaras de frutas tropicales.
- Efectuar estudios de aromatizado del CCN-51, durante la etapa de almacenamiento con flores de frutos cítricos a diferentes concentraciones.
- Realizar estudios del clon CCN-51, aromatizado a diferentes concentraciones, con indicadores colorimétricos.
- Estudiar el efecto bioquímico de la adición de cáscara de naranja durante el fermentado en el pardeamiento del grano de cacao.

VII. BIBLIOGRAFIA

ABARCA, D. 2010. Identificación de fibra dietaria en residuos de cacao (Theobroma cacao L.) variedad complejo nacional por trinitario tesis Universidad Técnica Particular de Loja Escuela De Ingeniería En Industrias Agropecuarias- Ecuador. 37p.

ACEBEY, G Y RODRIGUEZ, A. 2002. Manual sobre el manejo pos cosecha del cacao. Confederación Nacional de Cacaocultores Dominicanos. CONACADO, República Dominicana. 58 p.

ADRIAZOLA, J. L. 2003. Producción del Alimento de los Dioses. UNAS. Tingo María – Perú. 81 p.

AKOH, C., MIN, D. 2002. Food lipids. Chemistry, nutrition and biotechnology. Editorial Marcel Dekker, Inc. second edition. New York – EE.UU. Pdf.1004 p.

ÁLVAREZ, C., PEREZ, E., LARES, M. 2002. Morfología de los frutos y características físico químicas del mucilago del cacao de tres zonas del estado de Aragua. Universidad Central de Venezuela. Venezuela 7 p.

ÁLVAREZ, C., PÉREZ, E., LARES, M. 2007. Caracterización física y química de almendras de cacao fermentadas, secas y tostadas cultivadas en la región de Cuyagua, estado de Aragua. 8 p.

AMORES, F., JIMÉNEZ, J., PEÑA, G. 2006. Influência do tempo de fermentação e o tostado sobre o desenvolvimento de compostos aromáticos associados ao sabor a chocolate nas amêndoas do cacau da variedade nacional. 11a SESSÃO: QUÍMICA: TECNOLOGIA E QUALIDADE. 15a CONFERÊNCIA INTERNACIONAL DE PESQUISAS EM CACAU.

AMORES, F., PALACIOS, A., JIMENEZ, J., ZHANG, D. 2009. Entorno ambiental, genética, atributos de calidad y singularización del cacao en el nor oriente de la provincia de esmeralda .Instituto Nacional Autónomo de Investigación Agropecuarios - Ecuador 119 p.

ASOCIACIÓN NATURLAND. 2000. Agricultura Orgánica en el Trópico y Subtrópico. Guías de 18 cultivos. Cacao. Naturland Agricultura orgánica. 24 p.

ASOCIACIÓN PERUANA DE PRODUCTORES DE CACAO (APPCACAO). 2009. Cadena del cultivo del cacao (*Theobroma cacao L*) con potencial exportador. Managua. p. 11-13.

ARÉVALO, E. 2004. Cacao. "Manejo integrado del cultivo y transferencia de tecnología en la amazonía peruana". Editorial del Castillo. Chiclayo – Perú. p. 115-116, 118.

BADUI, D. 1994. Química de los Alimentos. 3era ed. Editorial Alambra. México. 639 p.

- BENITO, S. J. 1992. *Tecnificación del cacao en la selva alta peruana*. Fundación para el desarrollo del agro (Fundeagro). Grafica S.A. Lima-Perú. 155 p.
- BENITO, S. J. 1997. *Investigación en cacao en el Perú*. Tarapoto – Perú. 96 p.
- BRADLEY, R. L. 2003. *Moisture and total solids analysis*. In: Nielsen SS editor. *Food Analysis*. 3rd ed. Hardcover, USA: Springer. p. 119-40.
- BRAUDEAU, J. 1981. *EL Cacao*. Colección Agricultura Tropical Blume. Barcelona, España. 297 p.
- BRAVO, H. 2011. "Influencia del tiempo de reposo de las mazorcas y tipo de secado del cacao CCN-51 en la calidad física y organoléptica de los granos y licor". Tesis para optar el grado de Ingeniero en Industrias Alimentarias. UNAS. Tingo María – Perú. 75 p.
- CARRILLO, B. 2011. "Influencia del tiempo de fermentado y método de secado solar en la calidad sensorial del licor de cacao (*Teobroma cacao* L) Clon CCN51". Tesis para optar el grado de Ingeniero en Industrias Alimentarias. UNAS. Tingo María – Perú. 76 p.
- CERÓN, I., CARDONA, C. 2010. *Evaluación del proceso integral para la obtención de aceite esencial y pectina a partir de la cáscara de naranja*. Universidad Nacional de Colombia – sede Manizales, Manizales-Colombia. Pdf. p. 65-86.
- CONCURSO NACIONAL DE CACAO PERUANO. "CACAO Y CHOCOLATES PARA EL PERÚ Y EL MUNDO". VI Concurso. [En línea]: (<http://>

www.Bases-Vi-Concurso-Nacional-De-Cacao-2-1.htm, documento, 17 May. 2012).

CRESPO, F. 1997. Cultivo y beneficio del cacao CCN51. 1ra Edición. Editorial el conejo. Guayaquil – Ecuador. 135 p.

CROS, E., JEANJEAN, N. 1995. Cocoa quality: effect of fermentation and drying. *Plantations, recherché, developpement*. 24:25-27.

CROS, E., JEANJEAN, N. 1997. Formation l arôme cacao. In: *Cacao et Chocolat - Production et caractéristiques*. Lavoisier (Paris), á paraitre. Memorias del I Congreso del Cacao y su Industria, Maracay, estado Aragua.

DESROSIER, N. W. 1995. Elementos de Tecnología de Alimentos. 3era ed. Edit. CECOSA. México. 783 p.

ENRÍQUEZ, A. 2003. Cultivo limpio (ecológico) del cacao, con miras a la certificación. Guía para productores ecuatorianos. INIAP. Quito Ecuador. 244 p.

ENRRIQUE G. 1982. La cura o beneficio de cacao. Curso corto, Nicaragua, 16 -18 de noviembre. CATIE. Departamento de producción vegetal Turrialba, costa rica. 96 p.

FEDERACIÓN NACIONAL DE CACAOTEROS. 2004. El beneficio y características físico químicas del cacao (*Theobroma cacao* L.) Productos editoriales y audiovisuales. Fondo Nacional del Cacao. Programa de Comercialización. Bogotá. 32 p.

- FERNÁNDEZ, J. 2005. Tema 4 – Estructura y función de los lípidos: grasa animal, vegetal y marinas, ácidos grasos poliinsaturados y ω -3, mono y diglicéridos, colesterol, pigmentos y aromas. NIF-27518815M.Pdf. 37 p.
- GAITÁN, T. 2005. Cadena del cultivo del cacao (*Theobroma cacao* L.) con potencial exportador. Managua – Ecuador. p. 18-19.
- GARCÍA, L. 2008. Estudio de caracterización del potencial genético del cacao en el Perú. Lima. 147 p.
- GARCÍA, L. 2009. Catálogo de Cultivares de Cacao del Perú. Ministerio de Agricultura. Dirección general de competitividad agraria. Lima. 110 p.
- GONZÁLES, A. 2004. "Obtención de aceites esenciales y extractos etanolitos De plantas del amazonas". UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE MANIZALES - Departamento De Ingeniería Química. 100 p. [En línea]: (<http://www.bdigital.unal.edu.co/1173/pdf>, 16 May. 2012).
- GONZÁLES, F., ORTIZ L., GRAZIANI L. 1999. Influencia del índice de cosecha de la mazorca sobre algunas características de la grasa de los cultivares de cacao (*Theobroma cacao* L) Universidad Central de Venezuela Facultad de Agronomía. p 159-171.
- GRAZIANI L., ORTIZ L., PARRA P. 2003. Características químicas de la semilla de diferentes tipos de cacao de la localidad de Cumboto, Aragua universidad central de Venezuela. Facultad de Agronomía Maracay Estado Aragua. Venezuela. 9 p.
- HARDY, F. 1970. Manual del cacao. IICA. Edit. Turrialba. Costa Rica. 430 p.

- INDECOPI. 2007. "Manual de buenas prácticas para la cosecha y beneficio del cacao". Normas Técnicas Peruanas NTP 208.040. Lima – Perú.
- INIA. 2004. "Manual de beneficio de cacao orgánico". Tarapoto. Perú. 157p.
- INSTITUTO DE CULTIVOS TROPICALES (ICT). 2004. Manejo integrado de cultivo y transferencia en la tecnología en la amazonía peruana. "Cacao". Tarapoto – Perú. 184 p.
- LAWLESS, H.T. HEYMANN, H. 1999. Sensory evaluation of food: principles and practices. Aspen publications, Maryland.
- LÓPEZ, A. 1983. Factors associated with cacao bean acidity and the possibility of its reduction by improved fermentation. *Revista Theobroma*, v. 13, n. 3, p. 233-248.
- LUNA, F.; CROUZILLAT, L.; CIROU; BUCHELI, P. 2002. Chemical composition and flavor of ecuatorian cocoa liquor. *J. Agric. Food Chem.* 50, 3527-3532.
- MEYER, B., BIEHL, B., CRONE, G., POLLMANN, L. 1989. Chemical and physical changes in the pulp during ripening and post-harvest storage of Cocoa Pads. *J. Sci. Food. Agric.* 48(2):189-208.
- MEZA, A. 2010. "Fermentación del cacao (*Theobroma Cacao L*) CCN-51 en dos diseños de cajas de madera". Tesis para optar el título de ingeniero en Industrias Alimentarias. UNAS. Tingo María – Perú. 77 p.

- MINISTERIO DE AGRICULTURA (MINAG). 2004. Programa para el Desarrollo de la Amazonía. Manual del Cultivo del Cacao. Editorial Ministerio de Agricultura. Lima - Perú. 83 p.
- MINISTERIO DE AGRICULTURA (MINAG). 2008. Estadísticas de Producción de cacao en el Perú. Boletines informativos varios. Lima - Perú. Pdf.
- MOREIRA, F., BASTOS, J., BLANK, A., ALVES, P., SANTOS, M. 2010. Chemical composition and cardiovascular effects induced by the essential oil of *Cymbopogon citratus* DC. Stapf, Poaceae, in rats. Rev. Bras. Farmacognosia. Brazilian Journal of Pharmacognosy. Brasil. 20(6): 904-909, Dic. 2010.
- NATIVIDAD, R., ADRIAZOLA, J., GARCÍA, L., ZAVALA, J., GIL, J., CABEZAS, O. y GONZÁLES, F. 2007. Diplomado: Cultivos industriales tropicales: café, cacao y palma aceitera. UNAS. Tingo María. [En línea]: (<http://www.diplomado2007unas.blogspot.com>, 27 Oct. 2012).
- NOGALES, J., GRAZIANI, L., ORTIZ, L. 2006. Cambios físicos y químicos durante el secado al sol del grano de cacao fermentado en dos diseños de cajones de madera¹. Agronomía Tropical, Mar. 2006, vol.56, no.1, p.5-20. ISSN 0002-192X.
- NUÑEZ A. 2004. Informe por Ingeniería por servicios laborales (poscosecha café-cacao) ADEX, PRISMA y CEPICAFE. UNAS. Tingo María. 84 p.
- PANGBORN, R. & PEDRERO, D.1989. Evaluación sensorial de los alimentos, métodos analíticos. Ed. Acribia. p. 89-97

- PORTILLO, L., GRAZIANI, L., BETANCOURT, E. 2005. Efecto de los tratamientos post-cosecha sobre la temperatura y el índice de fermentación en la calidad del cacao criollo Porcelana (*Theobroma cacao* L.) en el Sur del Lago de Maracaibo. Rev. Fac. Agron. (LUZ). 2005, 22: 388-399.
- PORTILLO, L., GRAZIANI, L., CROS, E. 2006. Efecto de algunos factores post-cosecha sobre la calidad sensorial del cacao criollo porcelana (*Theobroma cacao* L). [En línea]: Scielo (http://www.Scielo/serial/fagro/v23n1/body/art_05.htm, revista, 20 Dic. 2012).
- PUZIAH H., JINAP S., KHARIDAH M., ASBI A. 1998. Effect of mass and turning time on free amino acid ,peptide- N, sugar and pyrazine concentration during cocoa fermentation. J.sci. food agric. 78:543-550.
- ROELOFSEN, A. 1958. Fermentation, Drying and Storage of cocoa beans. Advances in foodresearch. 8:225-296.
- ROHAN, T. 1964. El beneficio del cacao bruto destinado al mercado. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma, Italia. 223 p.
- ROHSIUS C., ANDERSON M., NIEMENAK N., SUKHA, D., LIEBEREL. 2006. Calidad de la fermentación y su dependencia en la estructura a la agricultura la testa y en procesos de transporte. 15va conferencia internacional sobre investigaciones del cacao.

- SALVADOR N., GUTIERREZ M. 2008. Mapeo de la calidad física y organoléptica del cacao (*Theobroma cacao L.*) a nivel de la subcuenca del río bigote como estrategia de la inserción y posicionamientos en nichos del mercado de la asociación de pequeños productores de cacao de Piura.
- SENANAYAKE M., JANSZ E., BUCKLE K., 1995. Effect of variety and location on optimum fermentation requirements of cocoa beans: An aid to fermentation on cottage scale. *J.sei. Foodagric.* 6:461-465
- SOTO, R. 2002. Agrotecnología para el cultivo de la caña santa o zacate limón (*Cymbopogon citratus Staph.*). [En línea]: World Wide (http://www.monografias.com/trabajos14/zacate-limon/zacate_limon.shtml, pdf, 25 Nov. 2012).
- SULLCA, B. 1992. Tecnificación del cacao en la Selva Peruana. FUNDEAGRO. Lima. Perú. 155 p.
- TORRES, M. 2012. Influencia de las características y procesado del grano de cacao en la composición fisicoquímica y propiedades sensoriales del chocolate negro. Tesis Doctoral. UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI. Pdf. 246 p.
- VELÁSQUEZ, C. 2008. "Encapsulación de aceite esencial de naranja en un secador de lecho por fuente fluidizado con sólidos inertes". Tesis para obtener el Título de Maestro en Ciencias en Alimentos. Instituto Politécnico Nacional. México, D.F. p. 105.

VERDESOTO, P. 2009. Caracterización química preliminar de cacao (*Theobroma cacao* L.) de los municipios de Omoa y la Masica, honduras tesis universidad zamorano facultad de agroindustria alimentaria. 66 p.

ZAMORA, E. 2007. Evaluación Objetiva de la Calidad Sensorial de Alimentos procesados. Instituto de Investigaciones para la Industria Alimenticia, MINAL, Ciudad de La Habana. Editorial Universitaria.

VIII. ANEXO

ANEXO 1.

Tabla de descripción de características para la identificación de clones de cacao.

1. DESCRIPTORES DE FRUTO

Color:

- 1 = Verde.
- 2 = Verde Pigmentado.
- 3 = Rojo (pigmentado).

Tamaño:

- 1 = Pequeño : (< 10 cm.)
- 2 = Intermedio : (11 – 19 cm.)
- 3 = Grande : (> 20 cm.)

Rugosidad:

- 0 = Ausente.
- 3 = Ligero.
- 5 = Intermedio.

Forma

- 1 = Elíptico.
- 2 = Ovado.
- 3 = Esférico.
- 4 = Oblato.
- 5 = Abovado.
- 6 = Intenso

Grosor de la cáscara:

- 3 = Delgada:(< 0,8 mm.)
- 5 = Intermedia:(0,9 – 12 mm.)
- 7 = Gruesa:(> 12 mm.)

Profundidad de Surcos primarios:

- 1 = Superficial.
- 2 = Intermedio.
- 3 = Profundo.

2. DESCRIPTORES DE SEMILLA

Tamaño de la semilla:

- 1 = Pequeño:(< 1.0 g.)
- 2 = Intermedio:(1.1–1.5 g)
- 3 = Grande:(> 1.5 g.)

Forma longitudinal:

- 1 = Oblonga.
- 2 = Elíptica.
- 3 = Ovada

Forma transversal:

- 1 = Aplanada.
- 3 = Intermedia.
- 5 = Redondeada.

Color del cotiledón:

- 1 = Blanco Cremoso
- 2 = Violeta.
- 3 = Morado.

Adaptado de la lista de descriptores estándares del CRU – Universidad de las Indias Occidentales, Trinidad y Tobago.

ANEXO 2.

Análisis de varianza para el pH durante la fermentación del grano de cacao
CCN-51 aromatizado con hierba luisa.

Fuente	GL	SC	CM	FC	Sig.
Efectos principales					
A: Tiempo de fermentación	7	23,197	3,31385	185,18	0,0000
B: Tratamiento	2	1,18551	0,592754	33,12	0,0000
Residuos	62	1,10951	0,0178954		
Total (corregido)	71	25,492			

ANEXO 3.

Análisis de varianza para el ácido acético durante el fermentado del grano de cacao CCN-51 aromatizado con hierba luisa.

Fuente	GL	SC	CM	FC	Sig.
Efectos principales					
A: Tiempo de fermentación	7	0,0631251	0,0090178	124,25	0,0000
B: Tratamiento	2	0,00347233	0,0017361	23,92	0,0000
Residuos	62	0,00449976			
Total (corregido)	71	0,0710972			

ANEXO 4.

Análisis de varianza para el ácido acético durante el secado del grano de cacao CCN-51 aromatizado con hierba luisa.

Fuente	GL	SC	CM	FC	Sig.
Efectos principales					
A: Tiempo de secado	4	0,0115235	0,0028808	133,23	0,0000
B: Tratamiento	4	0,00005305	0,0000132	0,61	0,6545
Residuos	66	0,00142717	0,0000216		
Total (corregido)	74	0,0130037			

ANEXO 5.

Análisis de varianza para el pH durante la fermentación del grano de cacao CCN-51 aromatizado con cáscara de naranja.

Fuente	GL	SC	CM	FC	Sig.
Efectos principales					
A: Tratamiento	7	0,806144	0,403072	36,28	0,0000
B: Tiempo de fermentación	2	20,5172	2,93103	263,83	0,0000
Residuos	62	0,688789	0,0111095		
Total (corregido)	71	22,0122			

ANEXO 6.

Análisis de varianza para el ácido acético durante el fermentado del grano de cacao CCN-51 aromatizado con cáscara de naranja.

Fuente	GL	SC	CM	FC	Sig.
Efectos principales					
A: Tratamiento	7	0,0106448	0,0053224	17,95	0,0000
B: Tiempo de fermentación	2	0,161292	0,0230416	77,71	0,0000
Residuos	62	0,0183844	0,0002965		
Total (corregido)	71	0,190321			

ANEXO 7.

Análisis de varianza para el ácido acético durante el secado del grano de cacao CCN-51 aromatizado con cáscara de naranja.

Fuente	GL	SC	CM	FC	Sig.
Efectos principales					
A: Tratamiento	4	0,00127908	0,0003197	8,88	0,0000
B: Tiempo de secado	4	0,153723	0,0384307	1067,78	0,0000
Residuos	66	0,00237542	0,0000359		
Total (corregido)	74	0,157377			

ANEXO 8.

Evaluaciones estadísticas de los puntajes promedio de atributos del licor de CCN-51 aromatizado con hierba luisa y con cáscara de naranja

- a. Prueba de Kruskal Wallis con respecto al puntaje promedio de los atributos sensoriales entre los tratamientos con hierba luisa.

Tratamiento	Cantidad	Promedio
MF-1 (0,5%)	3	5,33333
MF-2 (1%)	3	7,5
MS-1 (0,5%)	3	3,16667
MS-2 (1%)	3	12,8333
MT (0%)	3	11,1667

Prueba estadística = 9,88135 P-valor = 0,0424745

- b. Prueba de Kruskal Wallis con respecto al puntaje promedio de los atributos sensoriales entre los tratamientos con cáscara de naranja.

Tratamiento	Cantidad	Promedio
MFN-T (0%)	3	2,0
MFN-Y (0,5%)	3	12,8333
MFN-Z (1%)	3	11,3333
MSN-Q (0,5%)	3	6,33333
MSN-R (1%)	3	7,5

Prueba estadística = 11,0844 P-valor = 0,0256319

ANEXO 9.

- a. Evaluación de humedad durante el proceso fermentativo aromatizado con hierba luisa.**

Horas	MF-1 (0,5%)	MF-2 (1%)	MT (0%)
0	59,45±0,15	60,03±0,04	59,88±0,04
24	57,34±0,04	58,68±0,02	57,21±0,01
48	53,28±0,05	54,31±0,03	53,92±0,06
72	52,62±0,04	53,88±0,08	52,02±0,03
96	52,04±0,04	50,65±0,04	51,64±0,02
120	50,39±0,02	49,72±0,05	51,13±0,03
144	49,66±0,02	49,50±0,04	50,85±0,04
168	49,65±0,03	49,83±0,03	50,51±0,03

- b. Evaluación de humedad durante el proceso de secado aromatizado con hierba luisa.**

Horas	MF-1(0,5%)	MF-2 (1%)	MS-1(0,5%)	MS-2 (1%)	MT (0%)
0	49,65±0,03	49,83±0,03	50,51±0,03	50,51±0,03	50,51±0,03
24	37,83±0,04	36,52±0,05	38,25±0,02	37,97±0,03	38,04±0,04
48	31,45±0,11	30,35±0,03	32,31±0,02	31,80±0,02	31,22±0,02
72	9,95±0,05	10,05±0,04	9,83±0,03	10,01±0,01	9,64±0,04
80	7,10±0,02	7,23±0,05	7,11±0,02	7,13±0,02	7,12±0,02

ANEXO 10.

Evaluación de las temperaturas durante el proceso fermentativo aromatizado con hierba luisa.

Horas	MF-1 (0,5%)	MF-2 (1%)	MT (0%)
0	28,2±0,17	28,3±0,31	28,3±0,29
24	34,8±0,33	34,3±0,24	34,6±0,29
48	38,1±0,26	39,6±0,41	39,7±0,41
72	45,3±0,40	44,9±0,22	45,0±0,57
96	43,7±0,25	43,3±0,34	43,2±0,12
120	46,7±0,31	47,3±0,40	46,1±0,54
144	45,5±0,36	45,7±0,24	46,9±0,12
168	42,8±0,09	43,5±0,37	44,6±0,14

ANEXO 11.

Evaluación del pH durante el proceso fermentativo aromatizado con hierba luisa.

Horas	MF-1 (0,5%)	MF-2 (1%)	MT (0%)
0	3,98±0,01	4,03±0,03	4,14±0,00
24	4,84±0,00	4,86±0,05	4,96±0,02
48	5,01±0,00	5,14±0,02	5,10±0,00
72	5,21±0,00	5,44±0,04	5,34±0,02
96	4,89±0,02	5,30±0,03	5,10±0,03
120	4,82±0,01	5,09±0,02	4,95±0,05
144	4,89±0,01	5,58±0,01	5,03±0,03
168	6,02±0,03	6,71±0,01	6,06±0,02

ANEXO 12.

- a. Evaluación del ácido acético durante el proceso de fermentado aromatizado con hierba luisa.

Horas	MF-1 (0,5%)	MF-2 (1%)	MT (0%)
0	0,0641±0,002	0,0746±0,002	0,0618±0,002
24	0,0966±0,003	0,0966±0,003	0,0831±0,003
48	0,1107±0,001	0,1256±0,001	0,1173±0,001
72	0,1525±0,002	0,1564±0,002	0,1335±0,003
96	0,1753±0,003	0,1434±0,002	0,1503±0,001
120	0,1670±0,001	0,1498±0,000	0,1348±0,003
144	0,1568±0,002	0,1354±0,003	0,1207±0,001
168	0,1079±0,001	0,1192±0,001	0,0995±0,000

- b. Evaluación del ácido acético durante el proceso de secado aromatizado con hierba luisa.

Horas	MF-1(0,5%)	MF-2 (1%)	MS-1(0,5%)	MS-2 (1%)	MT (0%)
0	0,1004±0,001	0,1061±0,002	0,0968±0,001	0,0965±0,001	0,0974±0,001
24	0,0849±0,002	0,0831±0,001	0,0923±0,002	0,0956±0,002	0,1019±0,002
48	0,0998±0,001	0,0934±0,002	0,0928±0,001	0,0882±0,001	0,0947±0,001
72	0,0824±0,002	0,0820±0,002	0,0830±0,001	0,0901±0,001	0,0841±0,001
80	0,0637±0,001	0,0635±0,001	0,0684±0,001	0,0605±0,002	0,0626±0,001

ANEXO 13.

Evaluación del índice de fermentación del grano seco aromatizado con hierba luisa.

Tipo de grano	MF-1 (0,5%)	MF-2 (1%)	MT (0%)
Bien fermentados (%)	58,33±1,25	63,00±1,63	69,33±1,70
Parcialmente fermentados (%)	23,00±2,16	23,00±1,41	19,33±1,70
Pizarroso (%)	9,67±1,25	2,33±0,47	0,33±0,47
Violeta (%)	9,00±0,82	11,33±0,47	10,67±1,70
Mohosos (%)	0±0,00	0,33±0,47	0,33±0,47

ANEXO 14.

a. Evaluación de humedad durante el proceso fermentativo aromatizado con cáscara de naranja.

Horas	MFN-Y (0,5%)	MFN-Z (1%)	MFN-T (0%)
0	58,24±0,04	59,87±0,07	57,59±0,19
24	47,72±0,03	54,06±0,05	49,57±0,04
48	48,52±0,03	50,47±0,03	48,04±0,04
72	49,16±0,05	50,74±0,12	49,54±0,06
96	51,68±0,02	51,26±0,02	49,70±0,02
120	48,14±0,04	53,74±0,04	52,24±0,02
144	50,19±0,03	51,77±0,03	53,19±0,02
168	46,45±0,03	48,55±0,03	51,04±0,10

b. Evaluación de humedad durante el proceso de secado aromatizado con cáscara de naranja.

Horas	MFN-Y (0,5%)	MFN-Z (1%)	MSN-Q (0,5%)	MSN-R (1%)	MFN-T (0%)
0	46,45±0,03	47,86±0,97	51,04±0,10	51,04±0,10	51,04±0,10
24	35,36±0,03	36,74±0,04	35,54±0,01	35,48±0,01	35,45±0,04
48	30,77±0,03	29,15±0,03	30,24±0,03	30,12±0,03	30,00±0,04
72	9,55±0,04	8,66±0,04	8,76±0,01	8,75±0,02	8,73±0,03
80	6,30±0,01	6,62±0,02	6,31±0,03	6,34±0,02	6,39±0,01

ANEXO 15.

Evaluación de las temperaturas durante el proceso fermentativo aromatizado con cáscara de naranja.

Horas	MFN-Y (0,5%)	MFN-Z (1%)	MFN-T (0%)
0	30,6±0,29	32,4±0,37	32,5±0,29
24	48,3±0,39	52,8±0,40	50,1±0,39
48	50,8±0,33	53,4±0,57	49,7±0,37
72	49,0±0,33	51,6±0,37	51,6±0,57
96	48,7±0,24	48,2±0,42	48,3±0,39
120	51,3±0,36	51,7±0,37	49,4±0,39
144	51,9±0,24	52,7±0,50	47,6±0,12
168	51,7±0,24	49,4±0,21	50,6±0,34

ANEXO 16.

Evaluación del pH durante el proceso fermentativo aromatizado con cáscara de naranja.

Horas	MFN-Y (0,5%)	MFN-Z (1%)	MFN-T (0%)
0	3,57±0,01	3,62±0,02	3,73±0,01
24	4,43±0,02	4,45±0,03	4,55±0,02
48	4,60±0,01	4,73±0,02	4,69±0,00
72	4,80±0,01	5,03±0,02	4,93±0,02
96	4,48±0,01	4,89±0,01	4,69±0,01
120	4,41±0,01	4,68±0,01	4,54±0,02
144	4,48±0,01	5,17±0,02	4,62±0,01
168	5,61±0,02	5,89±0,00	5,65±0,01

ANEXO 17.

a. Evaluación del ácido acético durante el proceso de fermentado aromatizado con cáscara de naranja.

Horas	MFN-Y (0,5%)	MFN-Z (1%)	MFN-T (0%)
0	0,0724±0,000	0,0846±0,001	0,0603±0,001
24	0,0966±0,001	0,0966±0,002	0,0603±0,000
48	0,1206±0,000	0,1207±0,003	0,1208±0,001
72	0,2053±0,000	0,1326±0,003	0,1205±0,001
96	0,2053±0,000	0,1204±0,001	0,1568±0,002
120	0,1931±0,001	0,1688±0,001	0,1799±0,001
144	0,2174±0,000	0,2009±0,002	0,2047±0,002
168	0,2056±0,002	0,1902±0,007	0,2019±0,002

b. Evaluación del ácido acético durante el proceso de secado aromatizado con cáscara de naranja.

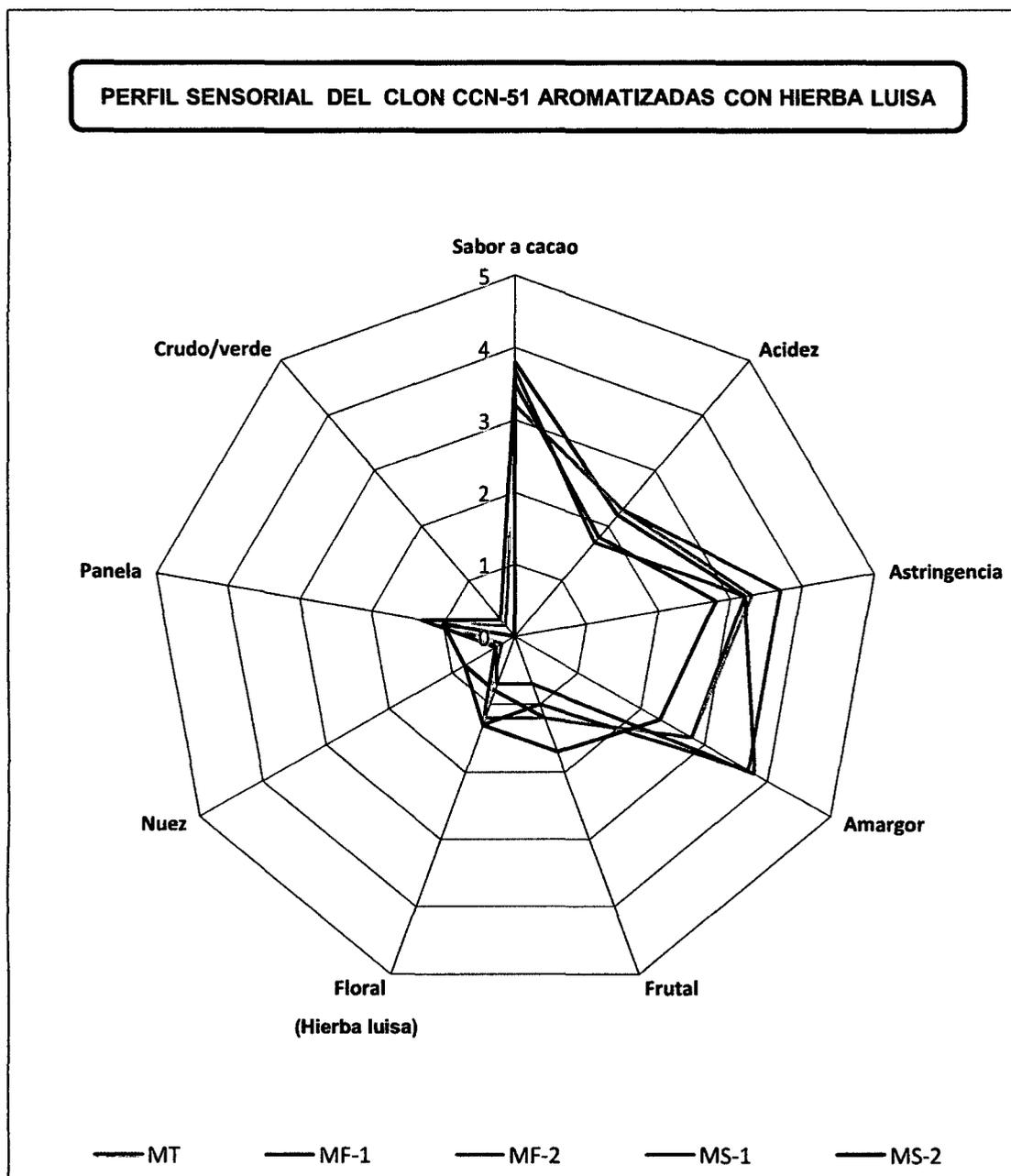
Horas	MFN-Y (0,5%)	MFN-Z (1%)	MSN-Q (0,5%)	MSN-R (1%)	MFN-T (0%)
0	0,2021±0,001	0,1984±0,002	0,1998±0,001	0,2008±0,001	0,2015±0,002
24	0,1118±0,003	0,1445±0,003	0,1343±0,000	0,1288±0,001	0,1328±0,001
48	0,0879±0,001	0,0984±0,001	0,1002±0,002	0,0994±0,001	0,0939±0,002
72	0,0723±0,002	0,0842±0,002	0,0964±0,002	0,0882±0,002	0,0960±0,003
80	0,0764±0,001	0,0744±0,004	0,0795±0,001	0,0701±0,001	0,0738±0,003

ANEXO 18.

Evaluación del índice de fermentación del grano seco aromatizado con cáscara de naranja.

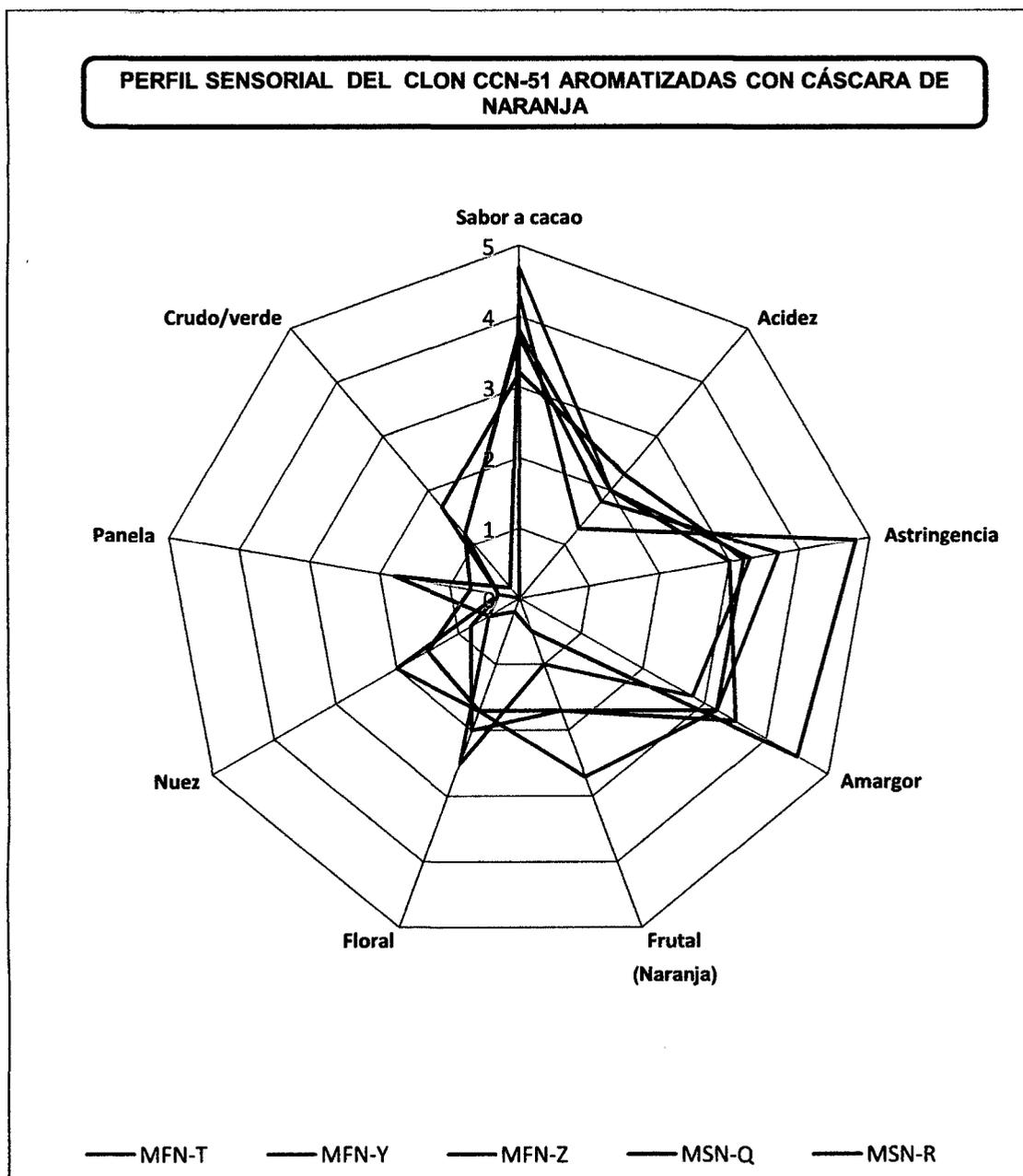
Tipo de grano	MFN-Y (0,5%)	MFN-Z (1%)	MFN-T (0%)
Bien fermentados (%)	60,67±1,70	66,67±1,25	70,00±1,63
Parcialmente fermentados (%)	19,00±0,82	23,67±1,25	13,33±2,05
Pizarroso (%)	6,67±0,94	3,00±0,82	5,67±0,47
Violeta (%)	12,00±0,82	6,33±1,25	10,67±0,47
Mohosos (%)	0,67±0,47	0,33±0,47	0,33±0,47

ANEXO 19

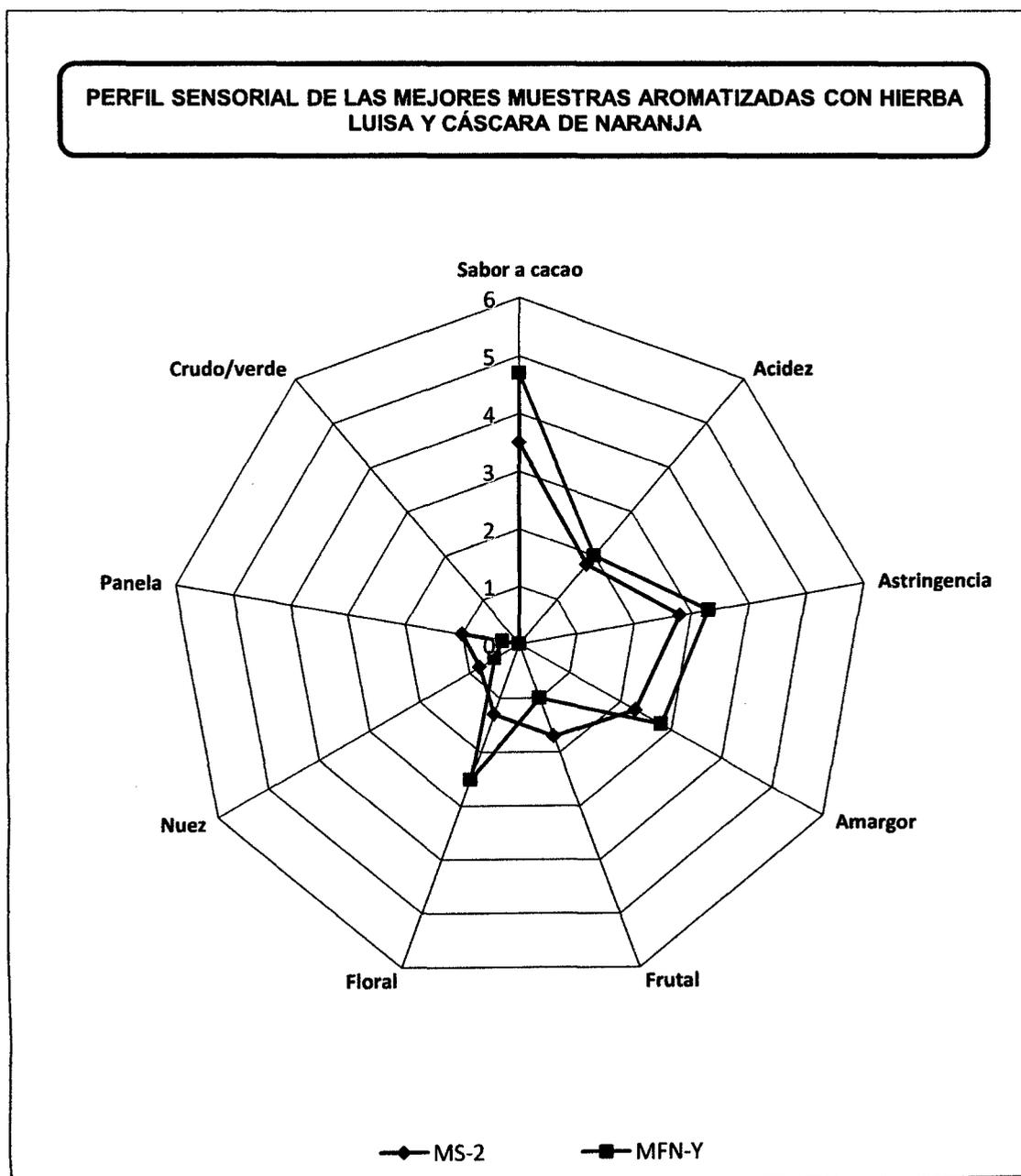
**Reporte comparativo de las evaluaciones sensoriales de los tratamientos
con hierba luisa**

ANEXO 20.

**Reporte comparativo de las evaluaciones sensoriales de los tratamientos
con cáscara de naranja**



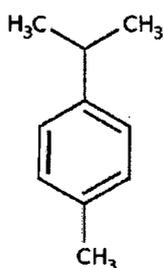
ANEXO 21.

**Resultados sensoriales de las mejores muestras aromatizadas con hierba
luisa y con cáscara de naranja**

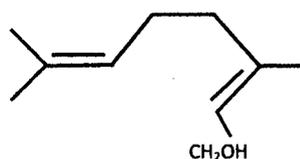
ANEXO 22.

**Compuestos aromáticos sin radical "OH" presentes en los aceites
esenciales de la hierba luisa y cáscara de naranja.**

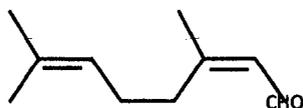
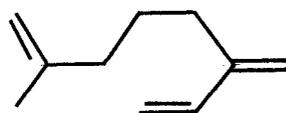
Mirceno



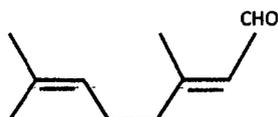
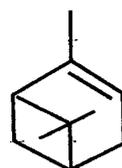
Geraniol



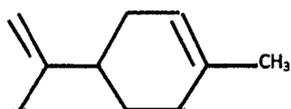
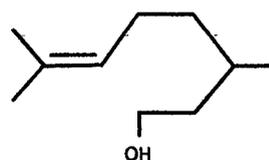
Neral

 α -mirceno

Geranial

 α -pineno

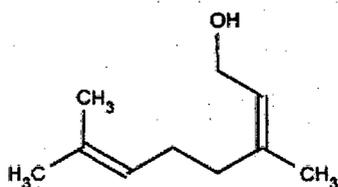
Limoneno

 β -citrianelol

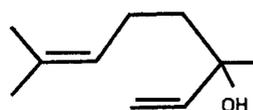
ANEXO 23.

Compuestos aromáticos con radical "OH" presentes en los aceites esenciales de la hierba luisa y cáscara de naranja.

Nerol



Linalol



ANEXO 31.

Triglicérido de la manteca de cacao.

Glicerina

