

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
FACULTAD DE INGENIERÍA EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN INDUSTRIAS
ALIMENTARIAS



“POLIFENOLES, ANTOCIANINAS Y CARACTERIZACIÓN
SENSORIAL DE NIBS Y LICOR DE CACAO CHUNCHO, CLON
SHU-1 FERMENTADOS TRADICIONALMENTE Y POR
MICROFERMENTACIÓN”

Tesis

Para optar el título de:

INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

QUISPE CAMACHO, Yamily

PROMOCIÓN 2013 - I

Tingo María – Perú

2019



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
Tingo María
FACULTAD DE INGENIERIA EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS
Carretera Central Km. 1.21. Teléfono
Apartado Postal 156 Tingo María E.mail; fia@unas.edu.pe

"Año del Diálogo y la Reconciliación Nacional"

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS N° 008-2018

Los Miembros del Jurado que suscriben, reunidos en acto público el 14 de diciembre de 2018, a horas 4:14 p.m. en la Sala de Grados de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, ubicada en la ciudad de Tingo María, provincia de Leoncio Prado, región Huánuco, para calificar la tesis presentada por la Bach. **QUISPE CAMACHO, Yamily**, titulada:

“POLIFENOLES, ANTOCIANINAS Y CARACTERIZACIÓN SENSORIAL DE NIBS Y LICOR DE CACAO CHUNCHO, CLON SHU-1 FERMENTADOS TRADICIONALMENTE Y POR MICROFERMENTACIÓN”

Después de haber escuchado la sustentación y las respuestas a las preguntas formuladas, lo declaran **APROBADO** con el calificativo de **MUY BUENO**; en consecuencia la Bachiller, queda apta para recibir el título de **Ingeniero en Industrias Alimentarias** del Consejo Universitario, de conformidad con el artículo 45° numeral 45.2, de la Ley Universitaria 30220; los artículos 132 inciso “k” y 135 inciso “f” del Estatuto de la Universidad Nacional Agraria de la Selva.

Tingo María, 17 de diciembre de 2018


.....
Dr. Pedro Pablo Peláez Sánchez
Presidente




.....
Ing. José Antonio Blas Matienzo
Miembro


.....
Ing. Williams Vicente Roldán Carbajal
Miembro


.....
Dra. Elizabeth Susarja Ordoñez Gómez
Asesora

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
FACULTAD DE INGENIERÍA EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS
REGISTRO DE TESIS PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO UNIVERSITARIO

Universidad : Universidad Nacional Agraria de la Selva

Facultad : Facultad de Ingeniería en Industrias Alimentarias

Título de Tesis :“POLIFENOLES, ANTOCIANINAS Y CARACTERIZACIÓN SENSORIAL DE NIBS Y LICOR DE CACAO CHUNCHO, CLON SHU-1 FERMENTADOS TRADICIONALMENTE Y POR MICROFERMENTACIÓN”

Autor : QUISPE CAMACHO, Yamily

Asesores de Tesis : Dra. Elizabeth Ordoñez Gómez, Luis García Carrión

Escuela Profesional : Ingeniería en Industrias Alimentarias

Programa de Investigación: Ciencia y Tecnología de Alimentos

Línea (s) de Investigación : Nutrición y alimentos funcionales

Eje temático de investigación : Caracterización química y funcional de ingredientes bioactivos

Lugar de Ejecución : Laboratorios FIIA-UNAS

Duración : **Fecha de Inicio** : Diciembre 2017

Término : Diciembre 2018

Financiamiento

FEDU : 350.00

Propio : 4964.50

DEDICATORIA

A DIOS

Por haberme dado la vida y por estar presente en todo momento, llenándome de sabiduría y fortaleza para salir adelante.

A mis queridos padres

Percy Quispe y Eufemia Camacho, por haber cultivado en mí, principios éticos y morales para mi formación personal, social e intelectual.

A mi esposo

Fred Oscar Sivincha Guevara, por todo el amor y motivación para cumplir este sueño

A mi amado hijo

Fred Christopher Sivincha, por ser mi mayor fortaleza y la razón para seguir superándome día a día.

A mi hermana y sobrino

Graciela y Liam Piero que, con su ternura, me inspiró.

AGRADECIMIENTO

- A DIOS por darme la vida y sabiduría para seguir adelante cada día.
- A mis padres Percy Quispe Guzmán y Eufemia Camacho Teves que, por su esfuerzo y sacrificio diario, supieron educarme en el bien, apoyarme, cuidarme y darme todo lo que estuvo a su alcance.
- A mi esposo e hijo, Fred Oscar Sivincha y Fred Christopher Sivincha por ser mi motivo de superación día a día.
- A mis suegros Benjamín Sivincha y Elsa Guevara, por su apoyo incondicional.
- A la Universidad Nacional Agraria de la Selva, en especial a los docentes de la carrera de Ingeniería en Industrias Alimentarias por sus conocimientos impartidos.
- A mi asesora de tesis, Dra. Elizabeth S. Ordoñez Gómez, por su apoyo constante en la experimentación y redacción de esta tesis. Gracias por su tiempo y su paciencia. También a mi co-asesor MSc. Luis García Carrión, por ofrecerme su confianza, conocimiento y vasta experiencia.
- A la Ing. Aurelia León, Ing. Darlim Reátegui, Sr. Yacha, Sr. Jara, Sr. Lucas, Sra. Glelia y a la Ing. Sissy por su colaboración en la ejecución de la tesis.
- Un agradecimiento especial a los agricultores: Alejandrino Palomino y Augusto Palomino por brindarme las muestras de cacao Chuncho.
- A mis amigos: Yanet, Priscilla, Frida, Kelly, Andy, Luis y Jersi por su apoyo y amistad.
- A toda mi familia y amigos que de alguna u otra forma son parte fundamental de mi triunfo.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
RESUMEN	
I. INTRODUCCIÓN	1
II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	3
2.1. Aspectos generales del cacao	3
2.1.1. Origen y distribución	3
2.1.2. Clasificación del cacao.....	3
A. Naturales	4
B. Artificial.....	11
2.1.3. Taxonomía.....	12
2.1.4. Definición de cacao fino.....	13
2.2. Aspectos generales de la poscosecha de cacao.....	14
2.3. Métodos de fermentación.....	20
2.4. Aspectos generales de nibs y licor de cacao.....	21
2.4.1. Nibs de cacao.....	21
2.4.2. Licor de cacao.....	21
2.5. Generalidades de polifenoles en cacao.....	25
2.6. Generalidades de antocianinas en cacao	27
2.7. Evaluación sensorial de cacao.....	28
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	33
3.1. Lugar de ejecución.....	33
3.2. Muestras.....	33

3.3. Materiales y equipos de laboratorio y/o proceso, reactivos y solventes.....	34
3.3.1. Materiales de laboratorio y/o proceso.....	34
3.3.2. Equipos de laboratorio y/o proceso.....	34
3.3.3. Reactivos y solventes.....	35
3.4. Métodos de análisis.....	35
3.5. Metodología experimental	36
3.5.1. Métodos de fermentación.....	36
3.5.2. Obtención de los nibs y licor de cacao.....	39
3.5.3. Preparación del extracto hidroalcohólico.....	39
3.5.4. Cuantificación de polifenoles en licor y nibs de cacao Chuncho y del clon SHU-1.....	41
- Determinación de la curva estándar.....	41
- Cuantificación de polifenoles	41
3.5.5. Cuantificación de antocianinas en licor y nibs de cacao Chuncho y del clon SHU-1.....	42
3.5.6. Diseño experimental de cuantificación de polifenoles y antocianinas en licor y nibs de cacao Chuncho y del clon SHU-1.....	43
3.5.7. Evaluación de atributos sensoriales de licor y nibs de cacao Chuncho y del clon SHU-1.....	45
3.5.8. Diseño experimental de atributos sensoriales en licor y nibs de cacao Chuncho y del clon SHU-1.....	4
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	49

4.1. Cuantificación de polifenoles de licor y nibs de cacao Chuncho y del clon SHU-.....	49
4.2. Cuantificación de antocianinas de licor y nibs de cacao Chuncho y del clon SHU-1.....	54
4.3. Evaluación de los atributos sensoriales en catación de licor de cacao Chuncho y del clon SHU-1.....	57
4.3.1. Correlación entre los atributos en catación de licor de cacao Chuncho y del clon SHU-1.....	68
4.3.2. Componentes principales de los atributos en catación de licor de cacao Chuncho y del clon SHU-1.....	71
4.4. Evaluación de los atributos sensoriales en catación de nibs de cacao Chuncho y del clon SHU-1.....	76
4.4.1. Correlación entre los atributos en catación de nibs y licor de cacao Chuncho y del clon SHU-1.....	85
4.4.2. Componentes principales de los atributos en catación de nibs de cacao Chuncho y del clon SHU-1.....	90
V. CONCLUSIONES.....	95
VI. RECOMENDACIONES.....	96
VII. ABSTRACT.....	97
VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	99
IX. ANEXOS.....	117

ÍNDICE DE CUADROS

	Pág.
1. Grupos de cacao y su distribución geográfica.....	4
2. Diferencias entre cacao Chuncho y otros clones.....	6
3. Dilución de trabajo de las muestras de licor y nibs.....	42
4. Cuantificación de polifenoles de licor y nibs de cacao Chuncho y del clon SHU1.....	51
5. Cuantificación de antocianinas de licor y nibs de cacao Chuncho y del clon SHU-1.....	55
6. Resultado de la evaluación de los atributos de catación de licor de cacao Chuncho y del clon SHU-1.....	61
7. Matriz de correlación entre variables de los atributos en catación de licor de cacao Chuncho y del clon SHU-1.....	70
8. Resultado de la evaluación de los atributos de catación de nibs de cacao Chuncho y del clon SHU-1.....	81
9. Matriz de correlación entre variables de los atributos en catación de nibs de cacao Chuncho y del clon SHU-1.....	89

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
1. Cacao Chuncho cultivar Señorita.....	7
2. Cacao Chuncho cultivar Achoccha.....	8
3. Cacao Chuncho cultivar Pamuco.....	9
4. Cacao Chuncho cultivar Común.....	10
5. Clon SHU-1 (Selección híbrida de la UNAS).....	12
6. Esquema de proceso de obtención de licor de cacao.....	23
7. Esquema de proceso de fermentación tradicional.....	36
8. Esquema de proceso de microfermentación.....	38
9. Esquema para la preparación del extracto hidroalcohólico de licor y nibs de cacao.....	40
10. Diseño experimental para la cuantificación de polifenoles y antocianinas en licor y nibs de cacao Chuncho y del clon SHU-1.....	44
11. Diseño experimental para la caracterización sensorial en licor y nibs de cacao Chuncho y del clon SHU-1.....	48
12. Representación del contenido de polifenoles de licor y nibs de cacao Chuncho y del clon SHU-1.....	51
13. Representación del contenido de antocianinas de licor y nibs de cacao Chuncho y del clon SHU-1.....	56
14. Representación de los atributos en catación de licor de cacao Chuncho y del clon SHU-1- fermentación tradicional.....	62

15. Representación de los atributos en catación de licor de cacao Chuncho y del clon SHU-1- micro fermentación.....	62
16. Comportamiento del biplot de la evaluación de los atributos de catación de licor de cacao Chuncho y del clon SHU-1.....	72
17. Presentación del análisis de conglomerados de los atributos en catación de licor de cacao Chuncho y del clon SHU-1.....	74
18. Representación de los atributos en catación de nibs de cacao Chuncho y del clon SHU-1- fermentación tradicional.....	82
19. Representación de los atributos en catación de nibs de cacao Chuncho y del clon SHU-1- micro fermentación.....	82
20. Comportamiento del biplot de la evaluación de los atributos de catación de nibs de cacao Chuncho y del clon SHU-1.....	91
21. Presentación del análisis de conglomerados de los atributos en catación de nibs de cacao Chuncho y del clon SHU-1.....	93

ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
I. Ficha de catación.....	118
II. Determinación de la curva estándar.....	119
III. Análisis de varianza del contenido de polifenoles totales en licor y nibs de cacao Chuncho y del clon SHU-1.....	119
IV. Análisis de varianza del contenido de antocianinas en licor y nibs de cacao Chuncho y del clon SHU-1.....	120
V. Análisis de varianza del licor de cacao para diferentes atributos.....	120
VI. Análisis de componentes principales de los atributos de licor de cacao.	124
VII. Análisis de varianza de nibs de cacao para diferentes atributos.....	127
VIII. Análisis de componentes principales de los atributos de nibs de cacao.....	131

RESUMEN

La investigación se realizó en los laboratorios de carnes y el CIDBAM. Los objetivos fueron: cuantificar polifenoles, antocianinas y caracterizar sensorialmente el licor y los nibs de cacao Chuncho cvs. Señorita, Achoccha, Pamuco y Común y del clon SHU-1 en fermentación tradicional y microfermentación. Con los granos se elaboró licor y nibs, para los análisis se preparó un extracto hidroalcohólico 100mg/mL. En la caracterización sensorial se consideró 13 atributos con el juicio de cuatro expertos, los resultados fueron analizados mediante el análisis multivariado de componentes principales. El mayor contenido de polifenoles en el licor y los nibs de cacao fueron $18,614 \pm 0,105$ (tradicional-Señorita) y $22,777 \pm 0,489$ (tradicional-Achoccha). El contenido de antocianinas en el licor varió entre $0,123 \pm 0,001$ y $0,072 \pm 0,001$ (tradicional-Achoccha y microfermentación-Pamuco) y en los nibs $0,219 \pm 0,001$ y $0,091 \pm 0,001$ (tradicional-Achoccha y microfermentación-Pamuco). La microfermentación permitió que el licor de cacao Chuncho Achoccha, Común y Señorita desarrollaran perfiles de sabor dulce, floral, frutas frescas, frutas secas, aroma y buen pos gusto y las notas sensoriales asociadas a cacaos finos, con menor acidez, amargor y astringencia. Los coeficientes de correlación entre amargor/astringencia en el licor fue 0,90; mientras que para astringencia/sabor a frutas frescas fue -0,64. Los nibs de cacao Chuncho y SHU-1 microfermentados presentaron perfiles de cacao finos, con sabores a cacao, floral y buen pos gusto, con una correlación entre aroma/sabor a especias de 0,72 y entre defectos/sabor floral de -0,61.

I. INTRODUCCION

El cacao (*Theobroma cacao* L.) es una especie originaria de los bosques tropicales húmedos de América del Sur, cuyo centro de origen está localizado en la región comprendida entre las cuencas de los ríos Caquetá, Putumayo y Napo: tributarios del río Amazonas, siendo el principal ingrediente para la preparación de chocolate y la industria cosmética (**SALAZAR, 2017**).

El Perú posee climas y condiciones favorables para la producción de cacaos finos de aroma porque tiene diversos pisos ecológicos con climas propicios para la producción de cacao de calidad. Nuestro país ha sido clasificado como el segundo país productor y exportador de cacao fino después de Ecuador (**ROMERO, 2016**). Una de las variedades más importantes de cacao peruano es el Chuncho, nativo de la provincia de La Convención-Cusco, se caracteriza por presentar un buen perfil de aroma y sabor (notas florales y frutales) que están ausentes en el cacao corriente (**CONDORI et al., 2014**). Así mismo el clon SHU-1, es un clon obtenido en la Estación Experimental Agropecuario Tulumayo de la Universidad Nacional Agraria de la Selva con características sensoriales de un cacao fino de aroma, pero aún no es reconocido.

La fermentación de los granos de cacao es una fase que determina la calidad final, porque se producen cambios físicos, químicos y sensoriales. El

método de fermentación empleado juega un papel importante en la obtención de licor y nibs de calidad, porque afecta el contenido de sustancias funcionales (polifenoles y antocianinas) y el desarrollo del sabor y aroma. Los agricultores del distrito de Quellouno no realizan un control apropiado en el proceso de fermentación, porque no hay diferencia en los precios en el mercado local entre un cacao bien fermentado y no fermentado, además la cosecha es una sola vez al año lo cual desmotiva el uso de buenas prácticas agrícolas durante la poscosecha. Bajo este contexto se planteó la investigación considerándose los siguientes objetivos:

- Cuantificar el contenido de polifenoles y antocianinas en licor y nibs de cacao Chuncho (cultivar: Señorita, Achoccha, Pamuco y Común) y del clon SHU-1 en fermentación tradicional y micro fermentación.
- Evaluar las características sensoriales de licor y nibs de cacao Chuncho (cultivar: Señorita, Achoccha, Pamuco y Común) y del clon SHU-1 en fermentación tradicional y microfermentación.

II. REVISION BIBLIOGRAFICA

2.1. Aspectos generales del cacao

2.1.1. Origen y distribución

El cacao (*Theobroma cacao* L.) es una especie originaria de los bosques tropicales de América del Sur cuyo centro de origen está localizado en la región comprendida entre las cuencas de los ríos Caquetá, Putumayo y Napo: tributarios del río Amazonas. Se ha señalado que el centro primario de diversidad del cacao se encontraría en la región nororiental del Perú; sin embargo, la existencia de poblaciones silvestres y nativas dispersas en la región central y sur de la Amazonía alta, apoyaría la hipótesis de que el lugar de origen no solo estaría confinada a la región centro y suroriental del Perú, sino que además incluiría las cuencas de los ríos Mayo, Huallaga, Ucayali, Tambo, Ene, Urubamba, Tambopata y Tributarios (**GARCÍA, 2013**).

2.1.2. Clasificación del cacao

GARCÍA (2008), menciona que mediante estudios moleculares y argumentos paleo climáticos, paleo geográficos y etno botánicos, se elaboró una propuesta de clasificación de grupos de cacao, estableciendo 4 grupos o complejos germoplásmicos naturales: criollo, amazonas o forastero del Alto

amazonas, guyanas o forastero del bajo amazonas y nacional. Un quinto grupo artificial corresponde a las variedades trinitario.

Cuadro 1. Grupos de cacao y su distribución geográfica

Grupo de cacao	Distribución geográfica
Criollos modernos	América Central, Colombia y Venezuela.
Amazonas o forastero del alto amazonas	Perú, Ecuador, Colombia, Bolivia y Brasil.
Guyanas o forastero del bajo amazonas	Meseta de las Guyanas, Venezuela, Surinam, Guyana Francesa y Brasil.
Nacional	Ecuador (zona costera)
Trinitario	Cruce de forastero bajo amazonas y criollo de Venezuela (diseminados África occidental).

Fuente: ROMERO (2016).

Naturales

- **Criollos:** Crecen bajo condiciones semi-silvestre y se distribuyen desde México hasta Colombia y Venezuela. Son árboles poco vigorosos, de lento crecimiento, más susceptibles a enfermedades e insectos que los forasteros y se caracterizan por su alta diversidad morfológica. El fruto es de forma variable (alargados, amelonados y cundeamor), con ápice acuminado y de superficie lisa o rugosa. Las mazorcas son rojas o verde al estado inmaduro y tienen un pericarpio ligeramente lignificado. Las almendras son generalmente grandes y

gruesas, con cotiledones blancos o rosados y tienen mejor calidad de chocolate que los forasteros. Sólo representa entre el 5% al 8% de la producción mundial **(ROMERO, 2016)**.

- **Forastero del alto amazonas:** crecen al estado silvestre y domesticado en la Amazonía Alta (Perú, Ecuador y Colombia). Son árboles vigorosos con frutos verdes y de forma variable. En los forasteros del Alto Amazonas, pueden existir mazorcas con mayor rugosidad y constricción basal acentuada. Las almendras son generalmente pequeñas y con ciertas excepciones grandes; de sección transversal aplanada y cotiledones morado o violeta. Ciertamente hay excepciones en el color, pudiéndose encontrar cotiledones blancos como en la variedad Blanco de Piura y Chuncho de Cusco **(GARCÍA, 2008)**.

Cacao Chuncho

Historia: En el Perú, en la región Cusco, se encuentra la especie vegetal “cacao Chuncho” utilizada por el pueblo Matshiguenga, cuyos integrantes fueron habitantes ancestrales de la parte oriental del Cusco, conocida como Antisuyo en tiempo del imperio de los incas (hoy provincia de La Convención). Los matshiguengas utilizaron el cacao Chuncho como fruta y como producto de intercambio comercial, práctica que continua en la actualidad **(ROJAS et al., 2017)**.

La denominación “cacao Chuncho” proviene del periodo de las haciendas y se refiere al cacao utilizado originalmente por los nativos de la selva del Cusco. El pueblo matshiguenga no necesitó cultivar cacao Chuncho ya que sólo cosechaban de los bosques donde era posible encontrar cacao en forma

silvestre en cantidad suficiente para el intercambio comercial; recién con la llegada de los colonos (periodo de las haciendas) los matshiguengas comienzan a imitar la forma de cultivo convencional que vemos en la actualidad (**ROJAS et al., 2017**).

Características: El cacao Chuncho peruano, considerado fino de aroma, es nativo de la provincia de La Convención, ocupa el 80% del área cultivada con edades que fluctúan entre 40 - 80 años (**ROJAS et al., 2017**).

Cuadro 2. Diferencias entre cacao Chuncho y otros clones.

Descriptor	Cacao Chuncho	Cacao (otros clones)
Color del fruto maduro	Amarillo	Todos los colores
Tamaño de flor	Pequeño a mediano (5 a 7 mm)	Mediana a grande (7 a 9 mm)
Longitud de pedúnculo	Corto (10 a 17 mm)	Mediana a largo (17 a 35 mm)
pH del jugo (baba)	4	2 a 3
Fecha de cosecha	Época de lluvias	Época de sequia
Sabor de pulpa	Dulce	Dulce-ácida
Número de semillas por fruto	< 40	> 40
Disposición de fruto en el tallo	Perpendicular al tallo	No perpendicular (paralelo al tallo principal)
Astringencia de pulpa	Baja o ausente	Moderada a alta
Amargor de almendras	Baja o ausente	Alto o muy alto
Relación cafeína/teobromina	<1,5	>1,5

Fuente: **ROJAS et al. (2017)**.

Características del fruto: color al estado inmaduro (verde y verde pigmentado), forma básica (elíptica, esférica u oblonga), rugosidad (rugoso-liso); semilla: color de cotiledones (morado, violeta y blanco); descriptores industriales: contenido de grasa (52-56%), sabores básicos y específicos de pulpa (dulzura media, acidez baja, astringencia muy baja, amargor de almendra medio, floral bajo-medio, frutal medio) (**GARCÍA, 2010**).

Cultivares: Los cultivares de cacao Chunchu existentes son: Pamuco (mazorca con ápice apezonado), Señorita, Sábalo, Achoccha, emilia (similar al Pamuco) y Chunchu, Señorita Achoccha (mazorca con superficie verrugosa y cáscara delgada), Común (mazorca lisa, forma oblonga, pequeña y cáscara delgada) y blanco (mazorca y semillas pequeñas, cotiledones blancos) (**GARCÍA, 2008**).

Señorita: El tamaño del fruto (pequeño), grosor de cáscara (delgada), tamaño de almendras (pequeño), forma básica del fruto (elíptica), forma del ápice del fruto (atenuado), color del fruto inmaduro (verde), color de cotiledones (morado), índice de mazorca (38), índice de semilla (0,75) y número de semillas por fruto (35).



Figura 1. Cacao Chunchu cultivar Señorita (**ROJAS et al., 2017**).

Características sensoriales de la pulpa: dulzor (5), acidez (1), astringencia (0), amargor (0), floral (2), frutal (5) y herbal (0) en una escala de 0 – 5. Tiene un contenido de proteínas 13,7%, grasa 56,3%, carbohidratos 25,2%, fibra 2,0% y ceniza 2,8% en pasta de cacao. Dentro de las metilxantinas: cafeína (4,2 mg/g), teobromina (3,5 mg/g) y tiene una relación teobromina/cafeína (1,2). Flavonoides totales (1,7 mg CAT/g), fenólicos totales (1,9 mg AG/g), catequina (0,1 mg/g), epicatequina (1,0 mg/g) y test de DPPH (0,9 mg extracto/mL) **(ROJAS et al., 2017)**.

Achoccha: El tamaño del fruto (intermedio), grosor de cáscara (delgada), tamaño de almendras (pequeño), forma básica del fruto (elíptica), forma del ápice del fruto (atenuado), color del fruto inmaduro (verde), color de cotiledones (morado), índice de mazorca (30), índice de semilla (0,88) y número de semillas por fruto (38).

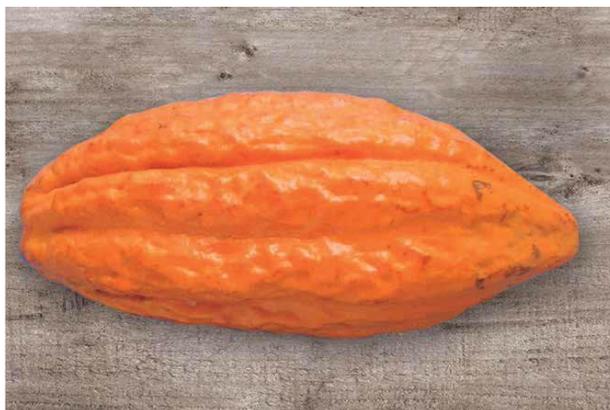


Figura 2. Cacao Chuncho cultivar Achoccha **(ROJAS et al., 2017)**.

Características sensoriales de la pulpa: dulzor (5), acidez (1), astringencia (0), amargor (0), floral (2), frutal (4) y herbal (0) en una escala de 0 – 5. Tiene un contenido de proteínas 14,0%, grasa 55,0%, carbohidratos 25,6%, fibra 2,0% y ceniza 3,4% en pasta de cacao. Dentro de las metilxantinas: cafeína (4,6 mg/g),

teobromina (4,3 mg/g) y tiene una relación teobromina/cafeína (1,1). Flavonoides totales (3,0 mg CAT/g), fenólicos totales (2,8 mg AG/g), catequina (0,1 mg/g), epicatequina (1,2 mg/g) y test de DPPH (1,3 mg extracto/mL) **(ROJAS et al., 2017)**.

Pamuco: El tamaño del fruto (pequeño), grosor de cáscara (delgada), tamaño de almendras (pequeño), forma básica del fruto (orbicular), forma del ápice del fruto (redondeado-obtuso), color del fruto inmaduro (verde), color de cotiledones (violeta), índice de mazorca (34), índice de semilla (0,84) y número de semillas por fruto (36). Características sensoriales de la pulpa: dulzor (5), acidez (1), astringencia (0), amargor (0), floral (4), frutal (5) y herbal (0) en una escala de 0 – 5. Tiene un contenido de proteínas 14,5%, grasa 51,6%, carbohidratos 28,9%, fibra 1,2% y ceniza 3,8% en pasta de cacao. Dentro de las metilxantinas: cafeína (4,5 mg/g), teobromina (4,3 mg/g) y tiene una relación teobromina/cafeína (1,0). Flavonoides totales (1,7 mg CAT/g), fenólicos totales (1,5 mg AG/g), catequina (0,1 mg/g), epicatequina (0,5 mg/g) y test de DPPH (1,7 mg extracto/mL **(ROJAS et al., 2017)**).

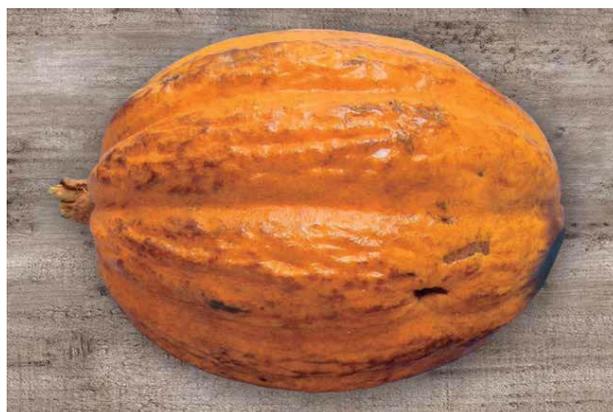


Figura 3. Cacao Chuncho cultivar Pamuco **(ROJAS et al., 2017)**.

Común: El tamaño del fruto (intermedio), grosor de cáscara (delgada), tamaño de almendras (pequeño), forma básica del fruto (elíptica), forma del ápice del fruto (atenuado), color del fruto inmaduro (verde pigmentado), color de cotiledones (morado), índice de mazorca (36), índice de semilla (0,85) y número de semillas por fruto (33). Características sensoriales de la pulpa: dulzor (5), acidez (1), astringencia (0), amargor (0), floral (4), frutal (4) y herbal (0) en una escala de 0 – 5. Tiene un contenido de proteínas 14,0%, grasa 59,9%, carbohidratos 20,1%, fibra 2,9% y ceniza 3,1% en pasta de cacao. Dentro de las metilxantinas: cafeína (4,8 mg/g), teobromina (4,3 mg/g) y tiene una relación teobromina/cafeína (1,1). Flavonoides totales (1,7 mg CAT/g), fenólicos totales (1,4 mg AG/g), catequina (0,1 mg/g), epicatequina (1,9 mg/g) y test de DPPH (0,9 mg extracto/mL) (**ROJAS et al., 2017**).

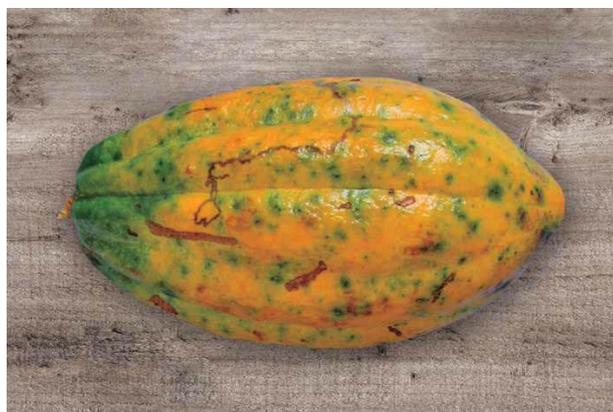


Figura 4. Cacao Chuncho cultivar Común (**ROJAS et al., 2017**)

- **Forastero del bajo amazonas:** Crecen al estado silvestre y domesticado en la Amazonia Baja (Brasil, Surinam, Guyana Francesa), y a lo largo del Orinoco (Venezuela). Las mazorcas generalmente son de menor tamaño, ligeramente rugosas y de forma amelonada, comparado con los criollos tipo “cundeamor”.

Además, existe la forma calabacillo como la variedad Pará de Brasil, cuyas mazorcas son pequeñas, redondeadas y de superficie lisa. Las almendras son generalmente pequeñas e intermedias; de color de cotiledón morado y excepcionalmente, blanco como la variedad catongo de Brasil (**GARCÍA, 2008**).

- **Nacional:** Es el único grupo natural de cacao que se cultiva en el occidente de Ecuador. Se cree que se originó en la región oriental de la Amazonía alta del Ecuador. Por su calidad fina de la almendra éste grupo está más relacionado al grupo 'Criollo' que al grupo 'Forastero'. Los árboles son altos, producen mazorcas grandes semejantes a los "amelonados", pero con surcos más profundos; las almendras son grandes y de color morado pálido u oscuro o marrón. Las semillas fermentan en 4-5 días y tienen un intenso aroma floral (**GARCÍA, 2008**).

Artificial

- **Trinitario:** Son árboles que nunca se han encontrado en estado silvestre y que generalmente poseen características intermedias entre los criollos y forasteros. Los clones trinitarios han sido obtenidos de cruza naturales entre criollos de origen desconocido con Forasteros que probablemente provenían del estado de Bolívar en Venezuela; representa entre el 10% al 15% de la producción mundial (**ROMERO, 2016**).

- **Híbridos complejos:** Son selecciones híbridas con superior productividad, tolerancia a la *moniliasis*, resistencia a la escoba de bruja y finas de aroma y sabor.

Clon SHU-1: (Selección híbrida UNAS) es un clon obtenido de ICS-95 x UF-296. Las características del fruto son: color al estado inmaduro (rojo), forma básica (elíptico), rugosidad (intermedia); semilla: color de cotiledones (morado), descriptores industriales: sabores básicos y específicos de pulpa (dulzura media, acidez media, astringencia baja, amargor de almendra medio, floral medio, frutal medio) **GARCÍA (2010)**.



Figura 5. Clon SHU-1 (Selección híbrida de la UNAS).

2.1.3. Taxonomía

Según **DOSTERT et al. (2012)**, el cacao tiene la siguiente clasificación taxonómica:

Reino : Plantae
Subreino : Tracheobionta
División : Dicotiledónea
Clase : Dilleniidae
Orden : Malvales
Familia : Sterculioideae
Género : Theobroma
Especie : *Theobroma cacao* L.

2.1.4. Definición de cacao fino

ALDAVE (2016), menciona que el cacao fino de aroma, tipo criollo o trinitario, y algunos tipos de forastero, presentan características específicas de sabor, aroma y color que son ideales para la elaboración de chocolates finos, coberturas, bebidas y diversos alimentos gourmet.

QUEZADA (2017), menciona que son almendras que tienen un elevado nivel aromático (floral) y un bajo nivel de extractos amargos (taninos) de tal manera que se distingue por sus características sensoriales dándole un valor al chocolate. En Europa se le denomina generalmente “cacao fino”. El término más comúnmente usado en los Estados Unidos es “cacao de sabor”. Esta variedad de cacao representa aproximadamente entre el 5% al 8% de la producción mundial, con el 76% concentrado en Guatemala, Colombia, Ecuador, Venezuela y el Perú (**ROMERO, 2016**). Por su parte, el Perú ha sido calificado por la Organización Internacional del Cacao (ICCO) como un país productor y exportador de cacao fino y de aroma, logrando exportar el 36% del que se produce a nivel mundial (**BASTIDAS, 2016**). El sabor potencial del cacao fino es debido básicamente a la variabilidad genética de los árboles que lo producen; sin embargo, el desarrollo del sabor y aroma a chocolate dependen del correcto proceso de fermentación y secado. Los cacaos de tipo forasteros son generalmente menos amargos y menos astringentes que los Trinitarios (**MUÑOZ, 2013**).

2.2. Aspectos generales de la poscosecha de cacao

Se denomina así al conjunto de prácticas interrelacionadas que tienen que ver con la transformación biológica que deben sufrir las semillas o almendras una vez cosechadas y que permiten la expresión de su real potencial de calidad, su valoración y demanda por los procesadores de la industria chocolatera y el mercado exterior **(ESPARZA, 2017)**.

Cosecha: consiste en la recolección de las mazorcas sanas y maduras. Se reconoce una mazorca madura cuando estando en planta pasan de color verde a adquirir un color amarillo vistoso, o si son rojas se tornan amarillo naranja. Otra señal de madurez, es el sonido que se produce en la mazorca cuando al golpearla ligeramente da la sensación de encontrarse vacía **(ESPARZA, 2017)**. Consiste en la recolección de los frutos del árbol del cacao en el que debe tenerse en cuenta la madurez de las mazorcas, cuyo estado se reconoce por la coloración de los mismos, lo que ocurre por lo general entre 160 y 185 días después de la fecundación de la flor. Los frutos verdes se tornan amarillos vistosos cuando maduran, y los de color rojo o carmelitas pasan a una tonalidad naranja. Es necesario asegurarse de la madurez adecuada de los frutos antes de la cosecha, para evitar la mezcla de granos con distintos niveles de desarrollo y la pérdida de calidad en la fermentación, provocada por esta situación. Las mazorcas pintonas y verdes pueden no tener suficiente azúcar en la pulpa para una fermentación satisfactoria **(BRAVO, 2010)**.

Reposo: El almacenamiento de vainas cosechadas por varios días mejora la iniciación de la fermentación y por ende granos de mejor calidad, las vainas tienen un tiempo de almacenamiento de 5 días, si se sobrepasa esto afecta los

niveles de ácidos grasos libres. Se rompe la mazorca y se separan las semillas de la placenta, se los coloca en recipientes, una vez que haya alcanzado una cantidad necesaria se procede con el proceso de fermentación **(QUEZADA, 2017)**.

Quiebre y desgrane: Es la operación que consiste en partir la mazorca y extraer las almendras, las que una vez separada de la placenta, serán sometidas a la fermentación. Antes de empezar a partir las mazorcas, debe separarse las sanas de las afectadas por enfermedades o plagas para beneficiar solamente granos provenientes de frutos sanos y no dañar la calidad final del producto. La apertura o quiebra de las mazorcas se puede hacer en el campo o en el lugar de fermentación y secado, para lo cual se puede usar un machete corto o un mazo de madera evitando dañar los granos, lo cual depende de la habilidad del operario **(BRAVO, 2010)**. El desgrane es el rompimiento de la vaina para extraer las semillas, se puede realizar con cuchillo, mazo o palo. El cuchillo es una técnica bastante práctica, pero tiene el riesgo de cortar los granos **(QUEZADA, 2017)**.

Fermentación: Tiene como finalidad desarrollar los precursores del sabor y aroma del chocolate, estos precursores son: el amino ácido libre, péptido, azúcares reductores; estos se relacionan entre sí en el proceso de tostado gracias a la reacción de Maillard. Durante el proceso, la acción combinada y balanceada de temperatura, alcoholes, ácidos, pH y humedad mata el embrión, disminuye el sabor amargo por la pérdida de teobromina y polifenoles, se producen las reacciones químicas que forman el chocolate **(ZAPATA et al., 2015 y MUÑOZ, 2013)**. La fermentación es la remoción y eliminación de la pulpa

mucilaginoso que rodea las almendras, seguida por otro que induce un conjunto de reacciones bioquímicas internas en los cotiledones que ayuda al desarrollo de los precursores químicos que caracteriza al chocolate **(QUEZADA, 2017 y MUÑOZ, 2013)**.

La fermentación de cacao es un proceso espontáneo, que empieza inmediatamente después que los granos son removidos de la mazorca. Dos eventos importantes ocurren en este instante: el primero involucra la acción microbiana en la pulpa del mucílago, y resulta en la producción de alcohol y ácidos, así como generación de calor. Esta fermentación en la pulpa incluye la acción de las levaduras, bacterias ácido lácticas y bacterias acéticas. La pulpa es hidrolizada y degradada por estos microorganismos, y resulta en la producción de un líquido con alto contenido en azúcares, Comúnmente llamado “sudores” de la fermentación. No toda la pulpa es necesaria para una fermentación satisfactoria y ha sido sugerido que hasta el 20% de la pulpa puede ser removido sin afectar la fermentación. El segundo suceso en la fermentación de cacao ocurre como consecuencia combinada del incremento de temperatura y la penetración de alcohol y ácidos, que son producidos en la pulpa dentro del grano. Estas condiciones matan la semilla y causan la ruptura de las células de almacenamiento en el cotiledón y un incremento en la permeabilidad de la célula. Los componentes celulares de las semillas ahora pueden mezclarse libremente y el resultado bioquímico lidera la producción de los precursores del sabor a chocolate. Estas reacciones incluyen el desdoblamiento de las proteínas en péptidos y aminoácidos, y la conversión de sacarosa en glucosa y fructuosa. Los contenidos de teobromina y cafeína se reducen ligeramente debido a la difusión

a través de los granos. Las antocianinas, que generan la coloración violeta, rápidamente se desdoblan en antocianidinas, y los polifenoles en conjunto se oxidan y polimerizan los taninos. Ellos también se difunden fuera de los granos llevando a un decrecimiento en el contenido de polifenoles (**LÓPEZ-MONZÓN, 2016**).

MUÑOZ (2013) menciona que durante la fermentación se debe cumplir varios objetivos:

- Retirar la pulpa del grano, la cual se transforma en un líquido y se elimina.
- Destruir las antocianinas produciendo taninos, es decir convertir el color púrpura del grano en un marrón o canela, este último característico del cacao fermentado.
- Producir aminoácidos, que tienen que ver con el flavor del producto final.
- Eliminar sustancias de sabor y aroma naturales que son desagradables como lo es la astringencia. Las reacciones son inducidas por elevación de la temperatura de la masa de cacao durante la fermentación y migración del ácido acético de la pulpa hacia el interior de los cotiledones. Ambos fenómenos combinados suprimen el poder germinativo del embrión.
- El tiempo de fermentación depende del tipo de cacao, es decir de la variedad. Cada grupo genético tiene su período característico de fermentación y dentro de ese período, si se acorta el tiempo de fermentación, mayor será la sensación de acidez, astringencia y amargor que permanece al final del proceso.
- Las bacterias aeróbicas (*acetobacter sp.*), producen fermentación acética, consumen alcohol, necesitan oxígeno y desarrollan algo de temperatura. Las

bacterias anaeróbicas producen una fermentación butírica, cuando no hay buena oxigenación o aireación, que puede terminar en una putrefacción de los granos.

- Mientras que la segunda fase el etanol se oxida produciéndose así ácido acético tal como ocurre en la industria productora de vinagre, esta acidez tiene como objetivo de matar al embrión con temperaturas que alcanzan los 40°C a 50°C y complementado con un pH de 4,0 y 5,0.

- La siguiente etapa es la oxidativa, se inicia cuando hay mayor presencia de oxígeno en las almendras, paralelamente el nivel de humedad disminuye hasta que se detiene la actividad enzimática. Dado que la transformación de etanol en ácido acético es una reacción exotérmica, se produce calor. El etanol y el ácido acético se difunden hacia el interior de los granos y, junto con la temperatura alta, matan al embrión.

La fermentación termina cuando los granos se ven hinchados, el embrión ha muerto, el exceso de humedad se ha reducido considerablemente y la temperatura desciende. Un indicador de fermentación satisfactoria es la presencia de un anillo periférico de color pardo, indicativo de que debe iniciarse el tendido del cacao para su secado. Además, cuando se realiza un corte transversal del grano se observa un agrietamiento característico del grano fermentado y posee un sabor a chocolate (**BRAVO, 2010**).

Secado: El secado natural por exposición al sol es frecuentemente usado por los productores, por ser una técnica simple, económica y que admite el manejo de pequeñas cantidades. Durante el secado el aire penetra a las almendras a través de la cutícula o testa, oxidándose parte de los polifenoles que aún quedan en el grano. Esta fase es la continuación de las reacciones bioquímicas internas

que conducen al desarrollo de los precursores del sabor y aroma del cacao en almendras bien fermentadas. Al final, la oxidación se detiene porque la falta de humedad en la almendra inactiva las enzimas que regulan el proceso oxidante. Cabe señalar que, al completarse la fermentación, las almendras terminan con alrededor del 55% de humedad, la que mediante el secado baja hasta 6 - 7%, nivel necesario para su almacenamiento seguro **(YANZAPANTA, 2014)**.

Mediante este proceso el contenido de agua, la acidez y la astringencia del grano disminuyen, y el pH aumenta a 5,5. Durante el secado el pH sube en forma lenta llegando hasta 5,4, siendo estas características importantes de calidad del grano. En el proceso de secado se debe revolver la masa de cacao frecuentemente para la distribución uniforme del calor para ello deben usarse utensilios de madera **(STEINAU, 2017)**. El tiempo del 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 y 8 días. Cuando el tiempo de secado es muy rápido se dificulta la volatilidad del ácido acético elevando la acidez y presentando 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 5 cm el cacao tiene un olor a podrido y presenta mayor cantidad de moho **(BRAVO, 2010)**.

Almacenamiento: El almacenamiento de los granos con una humedad que sobrepase los 7% por periodos extendidos provoca la eliminación de los componentes no grasos. Al mismo tiempo los hongos provocan la oxidación de las grasas, este proceso nos lleva a la concentración de los ácidos libres la que

en situaciones normales no debería ir más allá del 1 %, pero niveles más elevados afectan la calidad (**QUEZADA, 2017**).

2.3. Métodos de fermentación

Fermentación tradicional: Este proceso fermentativo se realiza de distintas maneras, y los más utilizados son la fermentación en canastas, cajones de madera o en montones. Con este método el porcentaje de almendras no fermentadas es elevado y la calidad de fermentación es insuficiente (**TENEDA, 2016**). El método tradicional consiste fermentar en un periodo de 5 a 6 días en cajones de madera. Generalmente en este tipo de fermentación, la parte frontal del cajón es móvil, para facilitar la remoción de la masa fermentante (**STEINAU, 2017**).

Microfermentación: Es otro sistema muy práctico de fermentación, que se realiza con pequeñas cantidades, dirigidos a pruebas de materiales en proceso de investigación y a pequeños productores, consiste en recolectar muestras de cacao hasta de 4 Kg (**MUÑOZ, 2013**). La microfermentación es una metodología que permite evaluar pequeñas cantidades de cacao utilizando equipos de laboratorio básicos o a pequeña escala. En la microfermentación se desarrollan adecuadamente las diferentes etapas poscosecha para la evaluación sensorial del sabor cuando sólo se dispone con cantidades limitadas de granos frescos de cacao (1 kg) (**GARCÍA y MARTÍNEZ, 2018**).

2.4. Aspectos generales de nibs y licor de cacao

2.4.1. Nibs de cacao

Los nibs son los también llamados puntillas de chocolate, cacao quebrado, plumines de chocolate y a veces también se les llama chispas de cacao, son pedacitos de la semilla o grano del cacao natural y de cultivo biológico tostado, perfectamente separados de sus cáscaras (**QUINGA, 2014**). Los nibs considerados trozos de cacao triturado o pequeñas partes de cacao (**CODINI et al., 2004 y HERRERA y OSPINA, 2016**), es el grano de cacao fermentado, seco, tostado y pelado, contienen una gran cantidad de antioxidantes y principios activos, entre ellos los polifenoles, que son beneficiosos para la salud. Entre los polifenoles, los flavonoides constituyen el grupo más importante e incluyen más de 5 000 compuestos, todos poseen estructura de tres anillos consistentes en dos centros aromáticos (anillos A y B) y un heterociclo oxigenado central (anillo C) y están típicamente conjugados a los azúcares, clasificándose en seis subgrupos: flavonoides, flavonas, flavanonas, isoflavonas, antocianinas y catequinas (**ALDAVE, 2016**).

2.4.2. Licor de cacao

Industrialmente el cacao tostado es descascarillado, donde se quita la "cascarilla" que lo recubre, elemento no deseado en la fabricación de chocolate. Como resultado se obtiene el grano ya partido o "nibs de cacao", como comúnmente se le llama en la industria los cuales continúan el proceso de fabricación. Luego los nibs de cacao son sometidos a un proceso de molienda, la temperatura en el molino ayuda a que se desprenda el alto contenido de grasa

presente en los nibs, haciendo que los fragmentos de cacao sólido se conviertan en una pasta conocida como "pasta, masa o licor de cacao" (**GARCÍA y MARTÍNEZ, 2018**). A partir de la fermentación, tostado y refinado de las semillas de cacao se obtiene un líquido llamado licor de cacao o licor de chocolate. El licor de cacao es chocolate puro en forma semilíquida y está compuesto de dos ingredientes principales, la mantequilla o grasa de cacao y el cacao seco; este licor es la base para hacer todo tipo de chocolates y a pesar de su nombre, no contiene alcohol (**QUINGA, 2014**). Es una dispersión de partículas sólidas en una grasa líquida con características de flujo viscoso, es la parte comestible del grano de cacao, y podría definirse como el chocolate sin azúcar, fuertemente amargo y de difícil ingestión (**MANCERO y NAPA, 2012**).

Según **DÍAZ y PINOARGOTE (2012)**, para la obtención de pasta de cacao se utiliza el siguiente diagrama de proceso, tal como se muestra en la Figura 6.

Limpieza y clasificación: Es la primera etapa en el procesamiento de cacao, que consiste en retirar tierra, arena, piedras, partículas metálicas, ramas, hojas, tallos, cascaras y descartar granos de cacao contaminados para evitar el deterioro de los equipos (**EGAS, 2015**). Buscando la máxima calidad, los granos de cacao deben de pasar por un proceso en el que se elimine las impurezas, a través de un pequeño conjunto de tamices motorizados que separan las semillas de las impurezas (**PABÓN, 2016**). Las semillas pasan por un tamiz vibratorio de aire y luego por un separador magnético, el primero retira todas las impurezas y el segundo los metales; la clasificación consiste en separar

las semillas por tamaño mediante el uso de varias cribas, la uniformidad del tamaño del grano es importante en el proceso de tostado (ALEGRÍA, 2015).

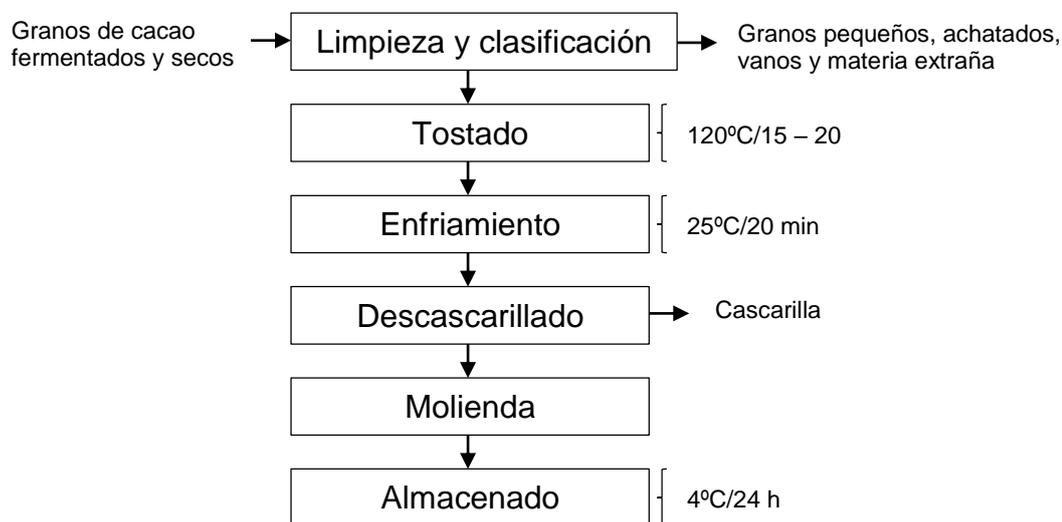


Figura 6. Esquema de proceso de obtención de licor de cacao.

Tostado: Esta etapa tiene como objetivo activar los precursores de sabor a través de la temperatura, esta temperatura puede variar de 40 °C hasta 150 °C. El tiempo en que se realiza este proceso depende del tamaño del grano; todo esto se realiza en un horno por convección (aire seco caliente). Las principales reacciones químicas que se producen durante este proceso son: las reacciones de Maillard, la degradación de proteínas y síntesis de compuestos azufrados (reacciones menores), las reacciones de Maillard ocurren entre los azúcares reductores (glucosa y fructuosa) y aminoácidos libres o péptidos de cadena corta. Mediante estas reacciones se producen componentes específicos del aroma y sabor del cacao, tales como éteres, aldehídos, cetonas, fenoles, ácidos, etc. Las condiciones del tostado deben ser adecuadas, ya que las elevadas temperaturas y un largo tiempo eliminan la especificidad aromática del cacao

(BASTIDAS, 2016). Esta es una de las etapas más importante del proceso, ya que gracias al tostado de las semillas se facilita que la cascarilla se desprenda con mayor facilidad **(PABÓN, 2016)**.

Enfriamiento: Se enfría a 25°C/20 min para que no haya una pérdida de aroma **(HERNANDEZ, 2010)**. La mayoría de los tostadores cuentan con sistema de enfriamiento después del tostado **(ALEGRÍA, 2015)**.

Descascarillado: Esta etapa tiene como objetivo separar la cáscara del grano, este paso es importante ya que la cáscara contiene taninos, polifenoles (le da el sabor amargo al chocolate) y ocratoxinas (formadas en la fermentación). Esto se realiza en una máquina que contiene ciclón de aire, el cual se encarga de retirar la cáscara del grano; esto consiste en el quiebre del grano, dejando libres pedazos de cáscara la cual es absorbida por el ciclón de aire, dejando caer el grano libre de cáscara **(BASTIDAS, 2016)**.

Molienda: Tiene como objetivo transformar el grano de cacao libre de cáscara en pasta de licor de cacao, esto se da por fricción y calor. En esta operación se utilizan molinos de piedras, bolas, martillo o discos, el cual quiebra los pedazos de cacao por fricción formándose nibs (pedazos muy pequeños de cacao) hasta convertirse en licor (estado líquido) a una temperatura de aproximadamente 40 °C **(BASTIDAS, 2016)**. Se debe lograr un tamaño de partícula que no sea detectado por la lengua **(MERA y RUÍZ, 2014)**. El tamaño de las partículas de este tipo de masa de cacao debe ser alrededor de 20 micras **(DÍAZ y PINOARGOTE, 2012)**. La mayoría de estos granos tienen un 50% de manteca de cacao, es por eso que a una mayor temperatura favorece a la formación del licor de cacao, ya que los granos se derriten más rápidamente (mientras más %

de manteca más rápido la formación del licor de cacao). A su vez, debido a la temperatura algunos compuestos no deseados se volatilizan, como es el caso del ácido acético, liberándose así la acidez debido al calor que se produce **(BASTIDAS, 2016)**.

Almacenado: Se almacena en sitios secos a 4°C/24 h **(DÍAZ y PINOARGOTE, 2012)**.

2.5. Generalidades de polifenoles en cacao

Los polifenoles son un grupo grande de sustancias químicas y heterogéneas de metabolitos secundarios biológicamente activos en plantas. Dentro de los polifenoles se encuentran los flavonoides, en este grupo de polifenoles flavonoides se encuentran las catequinas (catequina y epicatequina), más conocidas como flavonoles monoméricos, que son los principales flavonoides en el grano de cacao. La catequina y epicatequina pueden formar polímeros, que a menudo se las denominan proantocianidinas. A diferencia de las vitaminas y minerales, los polifenoles no son componentes esenciales en la dieta humana. Sin embargo, se consumen a diario debido a su ubicuidad en alimentos de origen vegetal **(BASTIDAS, 2016)**.

Según **CAMINO (2014)**, el cacao es extraordinariamente rico en polifenoles, estos compuestos son almacenados en las células pigmentarias del cotiledón, y según la cantidad de antocianinas presentes en estas células los granos de cacao son de color blanco a violeta. Las células llamadas de almacenamiento de polifenoles o células de pigmentos de los cotiledones, en cacao van de color blanco a violeta oscuro, dependiendo de la cantidad de antocianinas presentes;

la degradación de las antocianinas, que ocurre principalmente durante la fermentación, explica el blanqueo del color púrpura de los cotiledones; los polifenoles que se conservan en los cotiledones, son transformados mediante oxidación hacia quinonas, mediado por las enzimas polifenol-oxidasas (PPO), que como antes se dijo reduce el contenido de polifenoles (astringencia) y permite el desarrollo de color marrón **(VÁZQUEZ-OVANDO et al., 2016)**. Los cacaos criollos tienen menos antocianina y en general polifenoles, por eso fermentan más rápido. Los polifenoles están implicados tanto en la astringencia de las almendras como en la intensidad de aromas a cacao, verde, afrutado **(YANZAPANTA, 2014)**. **VÁZQUEZ-OVANDO et al. (2016)**, reporta que la cantidad y proporción de polifenoles pueden variar en las almendras por aspectos genéticos y ambientales; la concentración de polifenoles en las semillas de cacao secas y libres de grasa oscila entre el 15-20% (p/p). Tres grupos de polifenoles pueden ser distinguidos: las antocianinas (aprox. 4%), catequinas o flavan-3-oles (aprox. 37%), y procianidinas (aprox. 58%), algunas investigaciones *in vivo* e *in vitro* también sugieren que los polifenoles del chocolate pueden ser un importante medio para prevenir el riesgo de padecer enfermedades cardíacas y algunos tipos de cáncer, ya que tienen la capacidad de retardar reacciones relacionadas en la oxidación de las grasas de baja densidad (LDL) o radicales libres que dañen la integridad de las células; los flavonoides son los polifenoles más abundantes que se encuentran en el cacao **(ESPARZA, 2017)**.

Se ha demostrado que los polifenoles desempeñan un papel importante en la conservación de la salud, debido a sus propiedades

antioxidantes. Es por esta razón que los polifenoles antioxidantes contenidos en el chocolate son tan valiosos, ya que tienen la capacidad de detener la oxidación producida por los radicales libres y se sabe que estos electrones sin aparear en las células pueden desarrollar en nuestro organismo enfermedades cardíacas, Alzheimer y cáncer. Es así que, los polifenoles ayudan a disminuir el riesgo de esas y otras enfermedades interfiriendo directamente con una de las principales causas prevenibles de enfermedades crónico degenerativas (**BASTIDAS, 2016**).

2.6. Generalidades de antocianinas en cacao

Según **CAMINO (2014)**, refiere que son pigmentos hidrosolubles con características de glicósidos, están constituidos por una molécula de antocianidina, que es la aglicona, a la que se le une un azúcar por medio de un enlace β -glicosídico, y en algunos casos por un enlace α -glicosídico. El color de las antocianinas está distribuido en una gama de tonalidades que va desde el rojo hasta el azul dependiendo de la estructura de la molécula y el pH del medio. En el cacao, tan pronto se muere la semilla, la enzima glicosidasa se activa hidrolizando las antocianinas (3- β -D-galactosidil cianidina y la 3- α -L-arabinosidil cianidina) responsables del color púrpura de las almendras, que gradualmente van perdiendo su color debido a la descomposición de azúcares y antocianinas, éste último luego será oxidado a compuestos quinónicos que contribuyen al color pardo característico del cacao fermentado. Si la fermentación es bien realizada, la concentración de polifenoles totales en los granos de cacao, se reduce en un 40% o más. Las antocianinas suelen desaparecer rápidamente durante el proceso de fermentación que se evidencia por la pérdida del color púrpura, el

cual disminuye en un 93% después de 4 días. La cantidad de polifenoles solubles encontrados en las semillas de cacao secas y libres de grasa oscila entre el 15-20% y están constituidos por un 4% de antocianinas. **BRAVO y MINGO (2011)**, indican que cuando las almendras están bien fermentadas son fáciles de reconocer porque su interior es de color marrón y son quebradizas al tacto, como galletas. Las almendras con cotiledones blancos (por ausencia de antocianina) presentan un color pardo marrón claro al final del proceso fermentativo. Las antocianinas son por lo general inestables y su color es afectado por el pH. Estas son de color rojo a valores de pH bajos y se van oscureciendo al acercarse al valor de pH 5, y se vuelven violeta en los valores de pH entre 6 y 7. En los valores de 7 y 8 estos se tornan de un color azul oscuro y con valores mayores de pH pueden ser de un color amarillento. El cambio en la coloración de las antocianinas puede no solo deberse el cambio del nivel de pH, sino también puede ser causado por la formación de un complejo débil con otras moléculas de antocianinas o por hidrólisis (**LÓPEZ-MONZÓN, 2016**).

2.7. Evaluación sensorial de cacao

La evaluación sensorial como la disciplina científica es utilizada para preparar, medir, analizar e interpretar las reacciones de aquellas características de sustancias que son percibidas por los sentidos de la vista, olfato, gusto, tacto y oído (**GARCÍA y MARTÍNEZ, 2018**).

ALDAVE (2016), menciona que degustar un alimento o “catarlo” significa probarlo con la intención de evaluar su calidad sensorial. La palabra cata, de origen griego, es sinónimo de prueba, con la que el degustador (persona

seleccionada) valora sensorialmente un alimento a través del gusto, color, textura, etc., comparando con modelos establecidos. La evaluación sensorial es un método que utiliza un grupo de panelistas previamente entrenados para medir, analizar e interpretar reacciones de las características de los alimentos; estas son percibidas por los sentidos de la vista, olfato y gusto y se las realizan en una pasta de cacao preparada para la identificación de los sabores y aromas que van a determinar los perfiles organolépticos de una muestra, todo proceso que se le realice para obtenerla influirá en estos, negativa o positivamente **(MERA y RUÍZ , 2014)**. En el caso del cacao, se requieren procesos bien llevados de fermentación y secado para construir la calidad, tanto en la dimensión física como la sensorial, ambas importantes para la comercialización del cacao. El cacao cosechado durante la época lluviosa logra mayores índices de fermentación que en la época seca, con un mayor potencial para producir perfiles sensoriales apreciados por la industria. Las cualidades sensoriales del cacao se desarrollan y expresan normalmente con periodos de fermentación y secado que son estandarizados para zonas y tipos de cacao, con base en estudios previos. Los precursores del sabor que se forman durante la fermentación se recombinan durante el tostado de las almendras para expresar el aroma típico del cacao y chocolate **(ALDAVE, 2016)**.

Evaluación sensorial de nibs y licor de cacao

Aroma: El aroma es la sensación percibida por el órgano olfativo (la nariz) y estimulada por las sustancias volátiles que emana un producto por vía retronasal y favorece la aireación de la lengua **(MERA y RUÍZ, 2014)**. La calidad aromática

de un chocolate está relacionada con el origen de las almendras, la fermentación, secado y con el proceso de tostado (**SÁNCHEZ et al., 2016**).

Acidez: Se percibe a los lados y en el centro de la lengua (**QUEZADA et al., 2017**). La percepción de alta acidez en algunos chocolates está correlacionada con el carácter cítrico (**CHANG ,2013**). Se la describe como un sabor ácido, debido a la presencia de ácidos volátiles y no volátiles y se la percibe a los lados y al centro de la lengua, se puede relacionar con las frutas cítricas y vinagre (**NAZARIO, 2014**).

Amargor: Describe un sabor fuerte, generalmente debido a la falta de fermentación. Se percibe en la parte posterior del paladar o en la garganta, se relaciona con el café, cerveza caliente y la toronja (**TORRE, 2014**). Por lo general, se debe a la falta de fermentación; es percibido en la parte posterior de la lengua/garganta - cafeína (café), cerveza, pomelo (**GARCÍA y MARTÍNEZ, 2018**).

Astringencia: Sensación de sequedad en la boca y/o efecto de fruncimiento de los labios que aumenta la producción de saliva; es percibida entre la lengua y el paladar o en la parte posterior de los dientes delanteros, se debe a la falta de fermentación (**GARCÍA y MARTÍNEZ, 2018**). Más que un sabor es una sensación que causa una contracción de la superficie de las mucosas de la boca, dejando una sensación seca y áspera en la lengua, además produce salivación generalmente debido a la falta de fermentación y se percibe en toda la boca, lengua, garganta y hasta en los dientes. La referencia es cacao no fermentado, inicialmente se percibe un sabor floral pero después es amargo, parecido al sabor de las hojas de plátano (**TORRE, 2014**).

Defectos: Se presenta con aroma desagradable, generalmente debido a la falta de fermentación o falta de tostado (**TORRE, 2014**).

Cacao: Describe el sabor típico de los granos bien fermentados, tostados y libres de defectos - Barras de chocolate, cacao fermentado/tostado (**GARCÍA y MARTÍNEZ, 2018**). Describe el sabor típico a granos de cacao bien fermentados, tostados y libre de defectos. Referencia barras de chocolate de cacao fermentado (**TORRE, 2014**).

Dulce: Se describe un sabor característico a jugo de caña, caramelizado sin refinar (panela) (**GARCÍA y MARTÍNEZ, 2018**). Este sabor es percibido en la punta de la lengua (**TORRE, 2014**).

Nuez: Se describe como un sabor similar a la nuez y maní, característico de los cacaos tipo criollos y trinitarios (**TORRE, 2014 y BERMÚDEZ y MENDOZA ,2016**).

Frutal: Describen sabor a fruta madura, describe una nota de aroma a dulce agradable. Referencia cualquier fruta seca o cacao fresco almacenado (**TORRE, 2014**). Esto describe una nota de aroma a dulce agradable (**BERMÚDEZ y MENDOZA ,2016**). El sabor afrutado está relacionado con la presencia de aldehídos y esteroides (**YÉPEZ, 2017**).

Floral: Presentan sabor y aroma a flores de jardín y cítricos, casi perfumado, referencia flores de cítricos (**TORRE, 2014 y BERMÚDEZ y MENDOZA, 2016**). El linalol pertenece a la familia de los terpenos que se asocia al sabor floral del cacao, este compuesto se encuentra en cantidades considerables en cacaos finos, es un compuesto clave que permite la clasificación de los cacaos en función de su origen (**YÉPEZ, 2017**).

Espicias: El cacao nacional fino y de aroma el cual tiene características individuales distintivas, de toques florales, frutales, nueces, almendras y especias que lo hace único y especial **(MARCILLO, 2016 y FUENTES, 2016)**.

Pos gusto: sabores que quedan al final de la cata, cuando la muestra se ha disuelto completamente, y estos pueden ser agradables o desagradables **(MARCILLO, 2016)**.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Lugar de ejecución

El presente trabajo se realizó en los Laboratorios de tecnología de Carnes y el Centro de Investigación y Desarrollo Biotecnológico de la Amazonía (CIDBAM), de la Universidad Nacional Agraria de la Selva (UNAS); ubicada en el distrito de Rupa Rupa, provincia de Leoncio Prado, región de Huánuco; a una altitud de 660 msnm a 09°17'08" de latitud Sur, a 75°59'52" de latitud Oeste, con clima tropical húmedo y con una humedad relativa media de 84% y temperatura anual de 24°C. También se realizó la fermentación tradicional en el sector de Sullucuyoc, distrito de Quellouno, región del Cusco, a una altitud de 850 msnm 18L 0764654 UTM 8601662, con clima tropical.

3.2. Muestras

Cacao Chuncho: Las mazorcas se obtuvieron de las parcelas del Sr. Alejandrino Palomino Silva (729 msnm) (18L 0751246 UTM8604693) del sector de Puerto Carmen y del Sr. Augusto Palomino (1020 msnm) (18L 0764018 UTM8601858) del sector de Sullucuyoc, ambos pertenecientes al distrito de Quellouno, provincia de La Convención, región Cusco. Las muestras colectadas fueron identificadas por el Ing. Luis García Carrión (**GARCIA, 2010**), de acuerdo a descriptores morfológicos.

Clon SHU-1: Las mazorcas se obtuvieron de la estación experimental agropecuario (E.E.A.) Tulumayo (670 msnm, UTM este 385510.61 norte 8990674.29) en el distrito de Rupa Rupa, provincia de Leoncio Prado, región Huánuco.

3.3. Materiales y equipos de laboratorio y/o proceso, reactivos y solventes

3.3.1. Materiales de laboratorio y/o proceso

Matraces de Erlenmeyer de 10, 25 y 50 mL; vasos de precipitación de 50 y 100 mL; pipetas graduadas de 5 y 10 mL; fioles de 10, 25, 50, mL; frascos ámbar de 100 mL; embudos; micropipetas 0 – 10, 10 – 100, 20 – 200 y 100 – 1000 μ L; cubetas de poliestireno (1 x 1 x 4,5 cm); tips, (1000 y 200 μ L); tubos falcón 15 mL; microtubos (1,5 – 2 mL); papel filtro N° 40 y 42; gradillas; placas petri; mortero y pilón; espátulas; envases de plástico; recipientes y papel aluminio.

3.3.2. Equipos de laboratorio y/o proceso

Espectrofotómetro Thermo Scientific, modelo Genesys 6, Madison-USA; balanza analítica Ohaus, modelo Pioneer PA214, China, capacidad 210g; balanza de precisión Vega Systems, modelo Q-Apps, capacidad 5 Kg (Perú); balanza de precisión Kazo, modelo YK812, capacidad 40Kg, Japón; Estufa Memmert, modelo BE-200, Alemania; estufa LABOR, modelo LP-111, Hungría; refrigerador Coldex, modelo CN29, Perú; refrigerador Inresa, modelo I420GWBN0, Colombia; vitrina refrigerada Illumi, modelo BC-3500, USA; homogenizador Barnstead International modelo M37610-33, USA;

homogenizador helicoidal GFL, modelo D-30938, Alemania; centrifuga Hettich Zentrifugen, modelo MIKRO 22R, Alemania; pH-metro Mettler-Toledo modelo Seven Easy, pH 0 – 14, Suiza; tostador MIKEL (Perú) ; molino-refinador Spectra, modelo 11 melanger, India; medidor de humedad Gehaka Agri modelo G600 (Brasil).

3.3.3. Reactivos y solventes

Cloroformo J.T. Baker, pureza 99,98%; metanol Puriquim Reagent; etanol Puriquim Reagent, pureza 96%; ácido gálico (C₇H₆O₅ H₂O) pureza 98,0%; Folin & Ciocalteu's phenol reagent, Himedia, 1,9-2,1 N; carbonato de sodio (Na₂CO₃) Scharlau, pureza 99, 5%; ácido clorhídrico (HCl) Merck, pureza 37 %; cloruro de potasio (KCl) Riedel-dehaën, pureza 99,5 %; acetato de sodio (C₂H₃NaO₂) Riedel-dehaën, pureza 99,5 % y agua destilada (H₂O).

3.4. Métodos de análisis

Cuantificación de polifenoles: Se realizó por el método espectrofotométrico desarrollado por Folin Ciocalteu *et al.* (1927), reportado por **FERNANDEZ *et al.* (2014)** y **ORDOÑEZ-GÓMEZ *et al.* (2018)**.

Cuantificación de antocianinas: Se realizó por el método del pH diferencial reportado por **ZAPATA *et al.* (2015)**.

Caracterización sensorial: Se realizó por el método reportado por **SOLÓRZANO *et al.* (2015)** y el uso de la ficha de catación para análisis sensorial de cacao del **Equal Exchange Creative (2018)**.

3.5. Metodología experimental

3.5.1. Métodos de fermentación

El proceso de fermentación se realizó bajo 2 métodos, fermentación tradicional y microfermentación con 3 repeticiones para cada muestra, que se describe a continuación:

Fermentación tradicional: En la Figura 7 se muestra el método de fermentación tradicional de cacao reportado por **JIMÉNEZ *et al.* (2011)** la misma que se describe a continuación:

Cosecha: Los frutos maduros de los 4 cultivares de cacao Chuncho y SHU-1, fueron cosechados en estado de madurez adecuada evitando los frutos enfermos y sobremaduros, se transportaron en cajas de madera. Se dejó en reposo por un espacio de 72 horas, previo al quiebre (**TORRES *et al.*, 2004**).

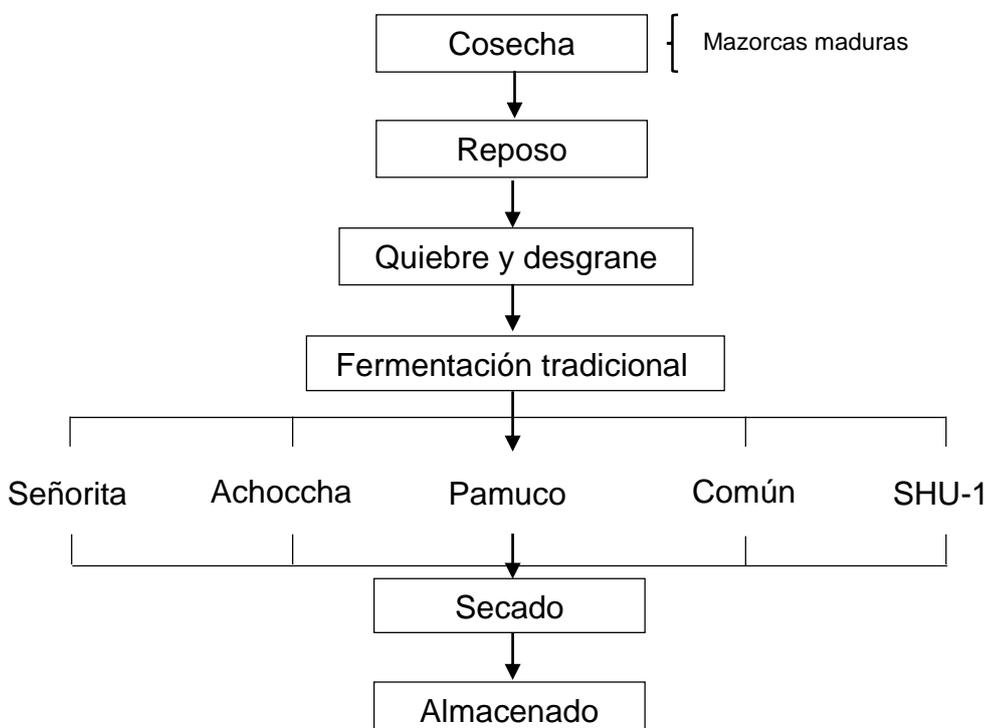


Figura 7. Esquema de proceso de fermentación tradicional

Se realizó el **quiebre y desgrane** de las mazorcas, para ello se utilizó un cuchillo sin filo; seguidamente las semillas fueron colocadas en un envase sin placenta previamente pesadas. Para la **fermentación** se consideró aproximadamente 7 Kg de granos de cacao y se colocó en cajas de madera con orificios en la base para facilitar el exudado cubiertas con hojas de plátano. La primera remoción fue después de transcurrido las 48 h del proceso de fermentación se procedió a realizar la primera remoción de la masa de forma rápida para evitar la pérdida de calor. La segunda remoción se efectuó transcurrido los 72 h, la tercera remoción se desarrolló a las 96 h y la cuarta remoción se procedió a las 120 h. Para el caso del clon SHU-1 se realizó la quinta remoción a los 144 h, para comprobar el fin de la fermentación se hizo la prueba de corte, y se procedió seleccionando 10 granos al azar, se cortó con un cuchillo por la mitad de cada grano, se calificó como buena fermentación si ≥ 9 granos eran de color rojo vino. Una vez completada la fermentación se procedió al **secado**, mediante el protocolo ICCO (**CONDORI et al., 2014**), con exposición gradual al sol. Para ello los granos fueron colocados sobre una madera debidamente etiquetada por un espacio de 2 a 8 horas al día (día 1: 2 h, día 2: 3 h, día 3: 4 h, día 4: 5 h, día 5: todo el día) con una remoción cada 20 minutos, hasta obtener de 7- 8% humedad. El almacenado de los granos de cacao se hizo en bolsas trilaminadas.

Microfermentación: En la Figura 8 se observa el método de microfermentación de cacao reportado por **NAZARIO et al. (2014)** que se describe a continuación:

Cosecha: Los frutos maduros de los 4 cultivares de cacao Chuncho y SHU-1, fueron cosechados en estado de madurez adecuada evitando los frutos

enfermos y sobremaduros, se transportaron al laboratorio en cajas de madera. Se dejó en **reposo** por un espacio de 72 horas, previo al quiebre (**TORRES et al., 2004**). Se realizó el **quiebre y desgrane** de las mazorcas, para ello se utilizó un cuchillo sin filo; seguidamente las semillas fueron colocadas en un envase sin placenta previamente pesadas (**NAZARIO et al., 2014**). Para la **fermentación** se consideró aproximadamente 1 Kg de granos de cacao y se colocó en un envase de plástico con orificios en la parte posterior para facilitar el exudado, la temperatura de la estufa fue $33^{\circ}\text{C}\pm 1^{\circ}\text{C}$.

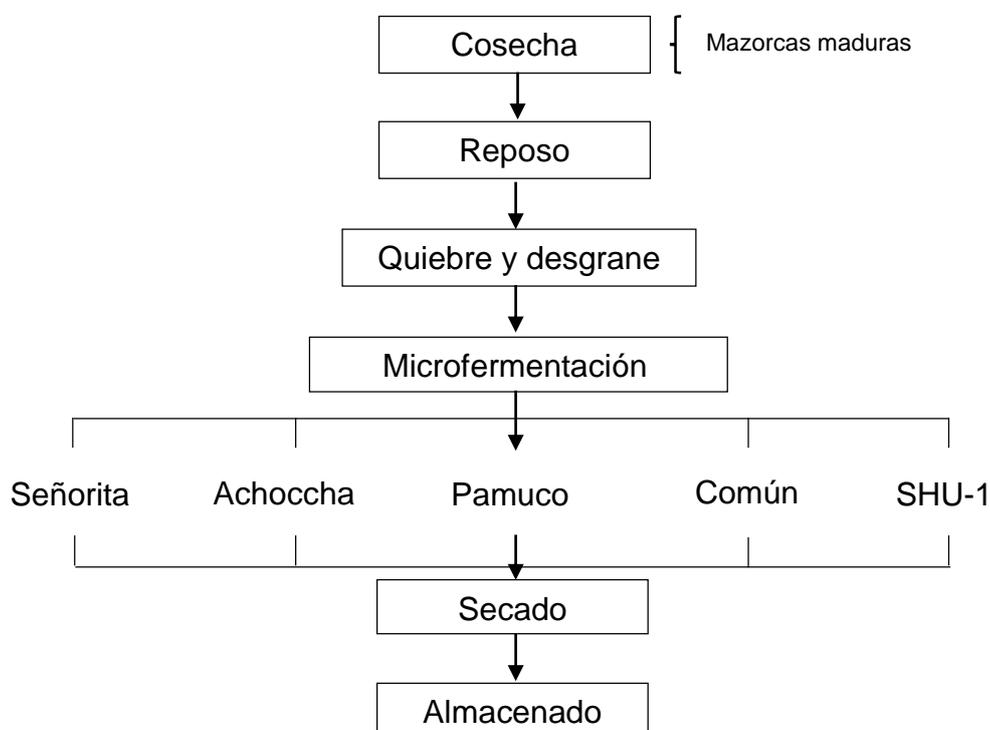


Figura 8. Esquema de proceso de microfermentación

La primera remoción fue después de transcurrido las 48 h del proceso de fermentación se procedió a realizar la primera remoción de la masa de forma rápida para evitar la pérdida de calor, y se incrementó la temperatura de la estufa a $40^{\circ}\text{C}\pm 1^{\circ}\text{C}$. La segunda remoción se efectuó transcurrido las 72 h,

y se incrementó la temperatura a $45^{\circ}\text{C}\pm 1^{\circ}\text{C}$. La tercera remoción se desarrolló a las 96 h y la cuarta remoción se procedió a las 120 h y se incrementó la temperatura en la estufa a $47^{\circ}\text{C}\pm 1^{\circ}\text{C}$. Para el caso del clon SHU-1 se realizó la quinta remoción a los 144 h, para determinar el fin de la fermentación y secado se procedió de manera similar al método de fermentación tradicional.

3.5.2. Obtención de los nibs y licor de cacao

Para la preparación del licor y nibs se tostaron los granos de cacao a $115^{\circ}\text{C}/10$ min, seguidamente se enfrió los granos y se procedió al descascarillado de forma manual. Para el licor se utilizó un molino y se molió hasta lograr una finura de 18 - 20 micras, fue moldeado en envases de plástico que tenían tapa y llevado a una cámara de frío a 16°C por un espacio de 1 h. Para los nibs los granos se molieron con la ayuda de un mortero hasta lograr un diámetro de 5,4 mm, se envasaron en envases de plástico. Ambos productos fueron almacenados a temperatura ambiente hasta la realización de los análisis.

3.5.3. Preparación del extracto hidroalcohólico

Las muestras de licor y nibs de cacao fueron desgrasados por solvente en frío (Método Folch) reportado por **XANTHOPOULOU *et al.* (2009)** con algunas modificaciones, que consistió en pesar 2,5 g de muestra, se molió finamente con un mortero y se maceró por 24 h en 12,5 mL de solvente cloroformo: metanol (2:1, V/V), luego se filtró para separar la torta de la grasa; la torta fue secado en estufa a $45^{\circ}\text{C}/15$ min para evaporar el solvente. Las muestras desengrasadas fueron envasadas en bolsas de polietileno y almacenadas en

refrigeración. Se preparó el extracto hidroalcohólico siguiendo el método reportado por **SAFAEIAN *et al.* (2017)**, a una concentración de 100 mg/mL, para lo cual se pesó 1 g de muestra desgrasada, el cual se transfirió a un tubo falcon y se aforó a 10 mL con solución hidroalcohólico al 70% (30 mL H₂O destilada /70 mL etanol V/V), luego la mezcla fue tapada herméticamente y macerado por 24 h en constante agitación. Se realizó el filtrado y centrifugado (10000 rpm/10min a 4°C) y finalmente se almacenó en refrigeración hasta su análisis.

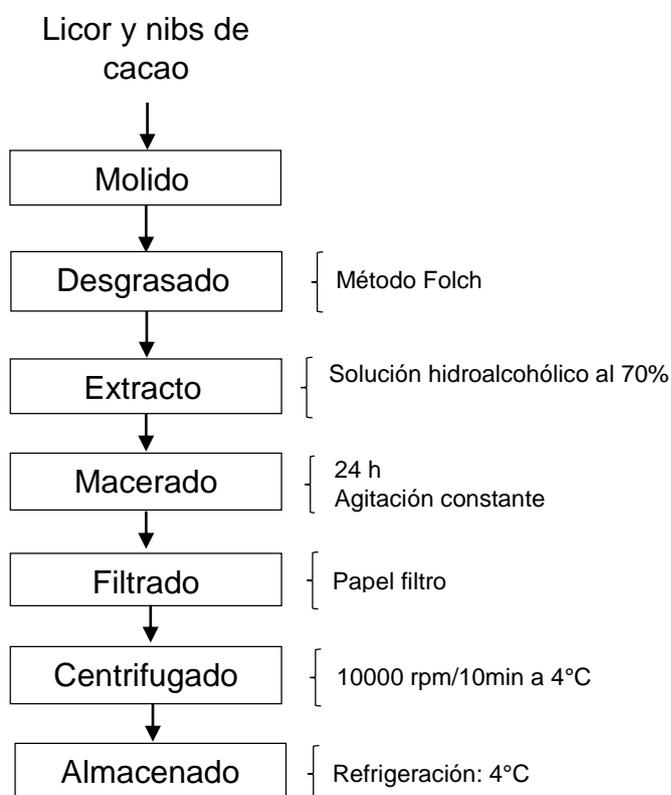


Figura 9. Esquema para la preparación del extracto hidroalcohólico de licor y nibs de cacao

3.5.4. Cuantificación de polifenoles en licor y nibs de cacao Chunchu y del clon SHU-1

- Determinación de la curva estándar

La curva estándar de ácido gálico se preparó a una concentración de 100 µg/mL a partir de ello se hicieron las concentraciones siguientes: 1; 0,8; 0,6; 0,4; 0,2; y 0,1 µg/mL. En una cubeta se agregó 100 µL de agua destilada (blanco) y en otras cubetas 100 µL (muestra de diferentes concentraciones), luego se adicionó 500 µL de solución fenol Folin Ciocalteu 1/10, se incubó por 8 min a temperatura ambiente; se neutralizó la reacción agregando 400 µL de Na₂CO₃ al 7,5% y finalmente se incubó por 2 h a temperatura ambiente. Seguidamente se procedió a la lectura en el espectrofotómetro UV/VIS a 740 nm, con los resultados obtenidos se graficó la concentración vs absorbancia, a continuación, se determinó la ecuación y el coeficiente de correlación.

- Cuantificación de polifenoles

Para las muestras de nibs y licor de cacao, se partió del extracto hidroalcohólico 100 mg/mL, a partir de ello se realizó la dilución de trabajo (Cuadro 3), la reacción se realizó adicionando en las cubetas de poliestireno 100 µL de extracto diluido, 500 µL de fenol Folin Ciocalteu 1/10 y finalmente 400 µL de Na₂CO₃ al 7,5% el cual se incubó por 2 h a temperatura ambiente y en oscuridad, terminado el tiempo se hizo lectura en el espectrofotómetro UV/VIS a una longitud de onda de 740 nm, esto se realizó para cada muestra. Las absorbancias obtenidas fueron reemplazadas en la ecuación de la curva

estándar y los resultados fueron expresados en equivalente de ácido gálico (mg EAG/g).

Cuadro 3. Dilución de trabajo de las muestras de licor y nibs

Método de fermentación	Muestra de cacao	Nibs (dilución)	Licor (dilución)
Fermentación tradicional	Señorita		
	Achoccha		
	Pamuco	1/50	
	Común		
Microfermentación	SHU-1		1/30
	Señorita	1/30	
	Achoccha	1/10	
	Pamuco	1/30	
	Común	1/30	
	SHU-1	1/50	

- **Análisis estadístico:** Los resultados fueron analizados mediante el diseño completo al azar (DCA) en los tratamientos donde hubo diferencia estadística se procedió a determinar la prueba de Tukey $p < 0,05$, para ello se utilizó el programa SAS versión 0,9 (español). (**CONDO y PAZMIÑO, 2015**).

3.5.5. Cuantificación de antocianinas en licor y nibs de cacao Chuncho y del clon SHU-1

El procedimiento para la cuantificación de antocianinas en las muestras de licor y nibs de cacao, se realizó partiendo del extracto hidroalcohólico 100 mg/mL, a partir de ello se realizó la dilución de trabajo, en una cubeta se adicionó 100 μ L de extracto y 900 μ L de buffer (pH 1,0 y 4,5), luego se dejó en reposo por 15 min terminado el tiempo se hizo lectura en el espectrofotómetro UV/VIS a una longitud de onda de 510 y 700 nm. Los

resultados se expresaron como mg de cianidina-3-glucosido /g de cacao, reemplazando en la siguiente expresión:

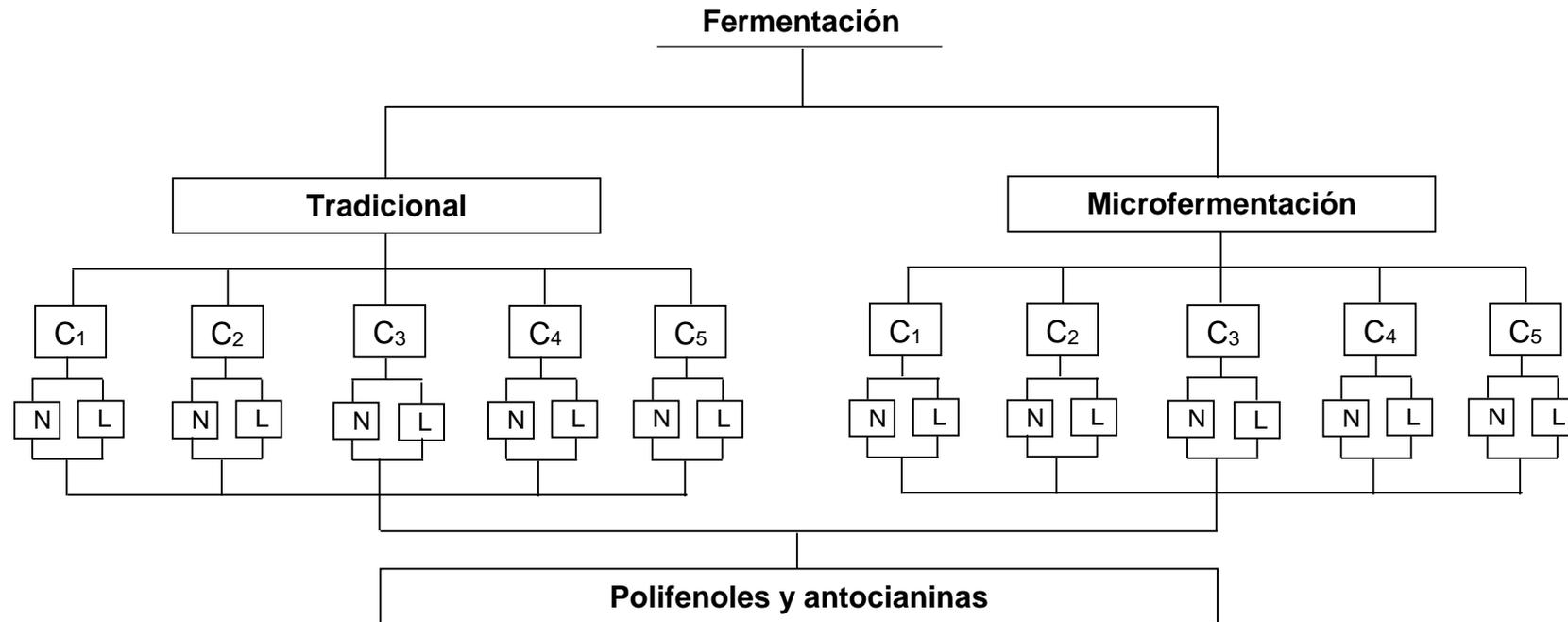
$$\Delta A = (A_{510} - A_{700})_{\text{pH}=1} - (A_{510} - A_{700})_{\text{pH}=4,5} \quad \text{Ecuación 1}$$

$$AT \left(\frac{\text{mg}}{\text{L}} \right) = \frac{(\Delta A)(PM)(FD)(1000)}{(\varepsilon)(l)} \quad \text{Ecuación 2}$$

Donde: AT es antocianinas totales, ΔA es el cambio de absorbancia, PM es la masa molecular para cianidina-3-glucósido (44932), FD es el factor de dilución, ε es el coeficiente de extinción molar para cianidina-3-glucósido (26900), l es la longitud de paso de celda (1) y 1000 es el factor de conversión de gramos a miligramos.

- **Análisis estadístico:** Los resultados fueron analizados mediante el diseño completo al azar (DCA) en los tratamientos donde hubo diferencia estadística se procedió a determinar la prueba de Tukey $p < 0,05$, para ello se utilizó el programa SAS versión 0,9 (español). (**CONDO y PAZMIÑO, 2015**).

3.5.6. Diseño experimental de cuantificación de polifenoles y antocianinas en licor y nibs de cacao Chuncho y del clon SHU-1



Dónde:

C: Cultivares de cacao Chuncho y del clon SHU-1, **C₁:** Señorita; **C₂:** Achoccha; **C₃:** Pamuco; **C₄:** Común y **C₅:** SHU-1

N: Nibs **L:** Licor

Figura 10. Diseño experimental para la cuantificación de polifenoles y antocianinas en licor y nibs de cacao Chuncho y del clon SHU-1 en fermentación tradicional y microfermentación.

3.5.7. Evaluación de atributos sensoriales de licor y nibs de cacao Chuncho y del clon SHU-1

- **Evaluación de atributos:** La catación se realizó mediante el juicio de 4 expertos con reconocimiento como “catador” y fueron Zara Elizabeth Saavedra Gómez, Mey Alexandra Choy Paz, José David Contreras Monjaras y Lidia Yessenia Saavedra Gómez. Para la evaluación se utilizó la ficha de catación para el análisis sensorial de cacao (A-I), considerando 13 atributos para cada muestra de nibs y licor, la calificación fue según la escala de intensidad de 0: “ausente”, sin presencia de este atributo; 1: “apenas detectable”, débil en su presencia; 2: “presente”, se percibe claramente; 3: “caracteriza la muestra”, una característica resaltante; 4: “dominante”, produce dificultad en percibir otras características de la muestra y 5: “extremo”, la presentación de este valor es la más intensa posible para cacao en la memoria sensorial del catador, teniendo un valor mínimo de 0 a un valor máximo de 5 puntos.

- **Procedimiento de la evaluación:** Se realizó en un ambiente libre de olores y a temperatura ambiente.

Licor de cacao: Se colocaron pequeños bloques de licor de cacao en varios vasitos plásticos identificados con códigos numéricos distintos, cada uno de tres dígitos. De esta manera el origen de cada muestra fue totalmente desconocida para los integrantes del panel que hizo la evaluación. Los vasitos plásticos conteniendo las muestras se colocaron en baño maría a una temperatura entre 45°C y 50°C para calentar y diluir el licor. El licor caliente facilitó la tarea de los catadores por la mayor volatilización de los compuestos aromáticos. Los catadores olieron la muestra para evaluar el primer atributo “aroma”, una vez que

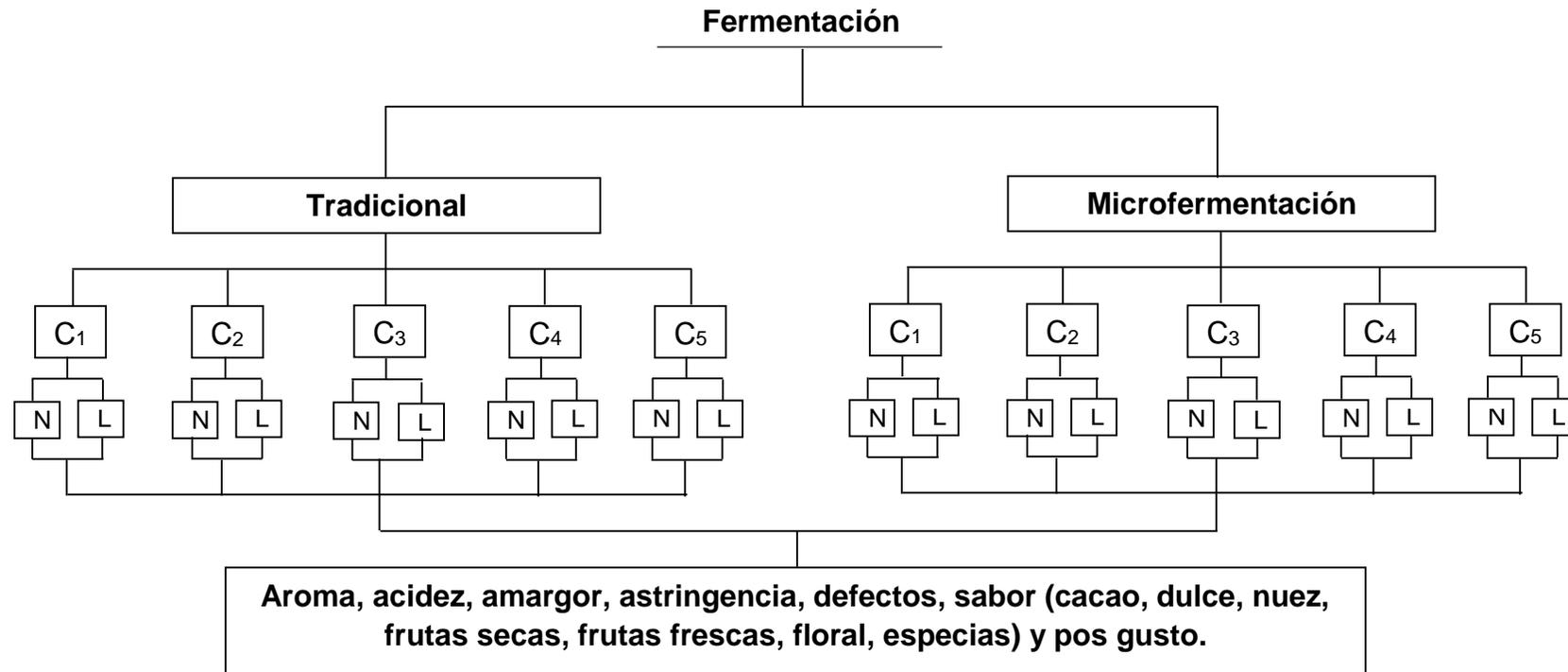
esta se degustó (colocándose con una paleta plástica una pequeña porción de licor en la parte central de la lengua), se empieza a describir cada atributo: acidez, amargor, astringencia, defectos sabor (cacao, dulce, nuez, frutas secas, frutas frescas, floral y especias), el catador tuvo que repetir el proceso de degustación varias veces para identificar y captar toda la información necesaria y completar el análisis. Cuando la muestra fue degustada completamente y/o fue escupido, el catador analizó los sabores residuales en la boca para el pos gusto. Cada juez registró en la ficha de catación el valor de la intensidad sensorial que iba percibiendo para cada atributo, teniendo un tiempo estimado de 10 min por muestra analizada; al final de cada sesión las fichas se recolectaron y digitalizaron para la construcción gradual de la respectiva base de datos. La catación de todas las muestras se completó en 2 sesiones y se evaluaron cinco muestras por sesión, en total se cataron 10 muestras de pasta.

Nibs de cacao: Se colocaron los nibs en varios vasitos plásticos identificados con códigos numéricos distintos, cada uno de tres dígitos. Los orígenes de las muestras fueron desconocidos para los catadores. Los catadores olieron la muestra para evaluar el primer atributo “aroma”, una vez que esta se degustó (colocándose una pequeña porción de nibs en la boca), se empieza a describir cada atributo: acidez, amargor, astringencia, defectos sabor (cacao, dulce, nuez, frutas secas, frutas frescas, floral y especias), el catador tuvo que repetir el proceso de degustación varias veces para identificar y captar toda la información necesaria y completar el análisis. Cuando la muestra fue degustada completamente y/o fue escupido, el catador analizó los sabores residuales en la boca para el pos gusto. Cada juez registró en la ficha de catación el valor de la

intensidad sensorial que iba percibiendo para cada atributo, teniendo un tiempo estimado de 10 min por muestra analizada. Al final de cada sesión las fichas se recolectaron y digitalizaron para la construcción gradual de la respectiva base de datos. La catación de todas las muestras se completó en 2 sesiones; se evaluaron cinco muestras por sesión. En total se cataron 10 muestras de nibs de cacao.

- **Análisis estadístico:** Con los resultados de cada atributo evaluado (aroma, acidez, amargor astringencia, defectos, sabor cacao, sabor dulce, sabor nuez, sabor frutas secas, sabor frutas frescas, sabor floral, sabor especias y pos gusto) se desarrolló el análisis descriptivo cuantitativo (QDA), los puntajes fueron analizados mediante el diseño completo al azar (DCA) (**CONDO y PAZMIÑO, 2015**). En las muestras existió diferencia estadística, aplicamos la prueba de Tukey ($p \leq 0,05$). Los resultados de los atributos sensoriales fueron analizados mediante el diseño de análisis multivariado de componentes principales (ACP), con el fin de describir la variación principal en los datos sensoriales y para obtener los perfiles descriptivos y graficar su respuesta en un cluster (dendograma) y correlaciones (**FRANCO e HIDALGO, 2003**) y un análisis de conglomerados (**HERNÁNDEZ et al. (2014)**), el cálculo se realizó en el programa InfoStat 2018P. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.

3.5.8. Diseño experimental de atributos sensoriales en licor y nibs de cacao Chuncho y del clon SHU-1



Dónde:

C: Cultivares de cacao Chuncho y del clon SHU-1, **C₁:** Señorita; **C₂:** Achoccha; **C₃:** Pamuco; **C₄:** Común y **C₅:** SHU-1

N: Nibs **L:** Licor

Figura 11. Diseño experimental para la caracterización sensorial en licor y nibs de cacao Chuncho y del clon SHU-1 en fermentación tradicional y microfermentación.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Cuantificación de polifenoles de licor y nibs de cacao Chuncho y del clon SHU-1

En el Cuadro 4 y Figura 12 se presenta los resultados del contenido de polifenoles totales de licor de cacao Chuncho y del clon SHU-1, analizando los resultados estadísticamente se encontró que existe diferencia entre los tratamientos, según el ordenamiento de los promedios mediante la prueba de tukey ($p \leq 0,05$) podemos apreciar que el mayor contenido correspondió a licor de cacao Chuncho - Señorita fermentación tradicional $18,614 \pm 0,105$ y el menor cacao Chuncho-Común microfermentación $6,351 \pm 0,166$ mg EAG/g muestra, los valores encontrados son superior a lo reportado por **ROJAS *et al.* (2017)**, el contenido de fenólicos totales en licor de cacao Chuncho fue de 3,0 a 1,4 mg EAG/g, Achoccha > Señorita > Pamuco > Común. Por otro lado, **SALAZAR *et al.* (2014)** en cacao finos de aroma reporta un contenido de polifenoles totales en las muestras de cacao nacional de puro aroma de las tres provincias amazónicas un rango de 40 a 70 (mg ácido gálico/g de cacao desengrasado), superando a lo reportado en el estudio. Esta variación puede deberse a lo indicado por **VÁZQUEZ-OVANDO *et al.* (2016)** e **IBÁÑEZ *et al.* (2016)** la cantidad y proporción de los polifenoles y alcaloides varían en las almendras por aspectos genéticos, ambientales y agronómicos.

El contenido de polifenoles totales fue superior en la fermentación tradicional ($18,614 \pm 0,105$ a $10,553 \pm 0,123$ mg EAG/g muestra) comparado a la microfermentación ($14,099 \pm 0,114$ a $6,351 \pm 0,166$ mg EAG/g muestra), como sabemos el proceso de fermentación influye de manera significativa en el contenido de polifenoles totales, al respecto **IBÁÑEZ *et al.* (2016)** y **PELAEZ *et al.* (2016)** indican que la fermentación microbiana en el cacao contribuye a degradar el mucilago y trae consigo un conjunto de reacciones bioquímicas internas que conducen a una modificación de la composición fenólica y la formación de precursores de aroma. La disminución del contenido de polifenoles está asociada entre otros factores a la difusión de los mismos fuera de los cotiledones del grano del cacao durante la fermentación (**PORTILLO, 2017**). Los menores valores encontrados en la microfermentación es justificado por **JIMÉNEZ *et al.* (2011)**, quien indica que este método es apto para fermentar volúmenes pequeños de masa fresca y tienen un mejor control de tiempo y temperatura, por otro lado, en las fermentaciones espontáneas tradicionales que todavía se aplican en todo el mundo, los microorganismos necesarios para la fermentación entran aleatoriamente en la masa y provienen de distintos medios (suelo, cáscara, manos, cajas de fermentación, etc.), y por ende, el desarrollo del perfil del sabor es escasamente controlables (**SALAZAR, 2017**). **JIMÉNEZ *et al.* (2011)**, en los periodos cortos de fermentación y falta de control en los parámetros (tiempo y temperatura) afectan la concentración de polifenoles y antocianinas, y explicaría la mayor intensidad del amargor.

Cuadro 4. Cuantificación de polifenoles de licor y nibs de cacao Chuncho y del clon SHU-1

Muestras	Polifenoles mg EAG/g muestra	
	Licor	Nibs
T-Señorita	18,614±0,105 ^a	13,978±0,378 ^d
T-Achoccha	16,185±0,140 ^b	22,777±0,489 ^a
T-Pamuco	12,558±0,143 ^d	15,590±0,202 ^{bc}
T-Común	10,553±0,123 ^e	15,371±0,102 ^c
T-SHU-1	12,860±0,344 ^d	16,144±0,330 ^{bc}
M-Señorita	7,349±0,073 ^g	6,341±0,295 ^f
M-Achoccha	7,440±0,073 ^g	6,389±0,093 ^f
M-Pamuco	8,850±0,026 ^f	9,122±0,114 ^e
M-Común	6,351±0,166 ^h	6,734±0,162 ^f
M-SHU-1	14,099±0,114 ^c	16,816±0,226 ^b

Los datos representan (promedio±error estándar) del experimento (n=3) valores de una misma columna con superíndices diferentes son significativos ($p \leq 0,05$).

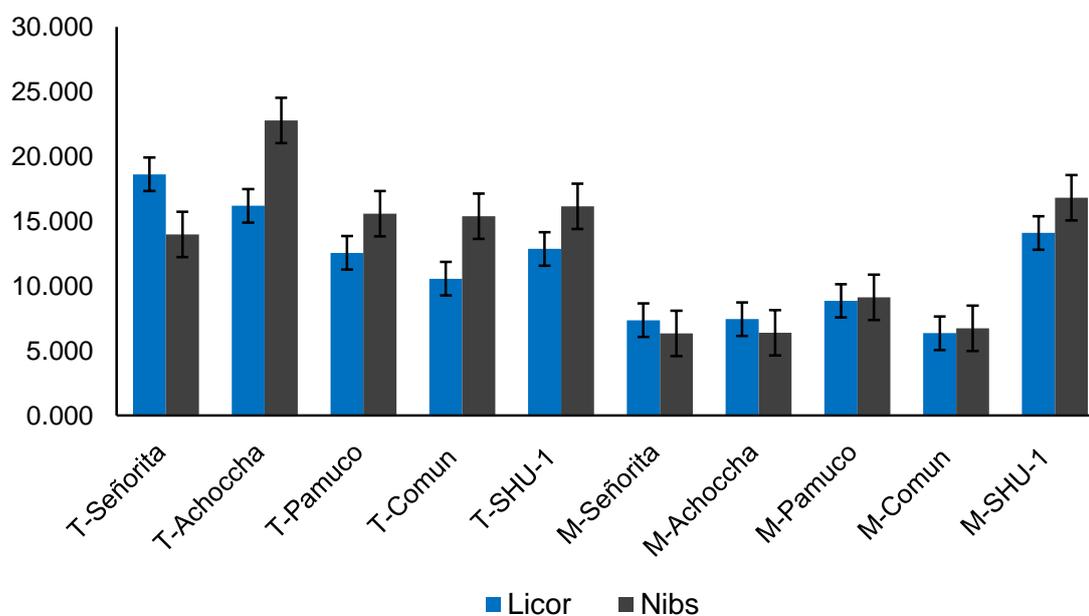


Figura 12. Representación del contenido de polifenoles de licor y nibs de cacao Chuncho y del clon SHU-1.

Según los resultados, existe una variación entre el contenido de polifenoles totales entre los diferentes cultivares de cacao Chunchu y del clon SHU-1, la variación puede afectar a la calidad de los productos de chocolatería especialmente en los aspectos sensoriales tal como lo indican **PALLARES-PALLARES *et al.* (2016)** y **MILLER *et al.* (2006)**, durante la fermentación se reduce el nivel de amargura y astringencia de los granos de cacao, y se atribuye a la pérdida de polifenoles y flavan-3-oles. Los polifenoles de la semilla del cacao están almacenados en células distribuidas en grupos a través de los cotiledones, los cuales son considerados responsables en gran parte por la astringencia y amargor (**DIAZ y PINOARGOTE, 2012**).

Del mismo Cuadro 4 y Figura 12 según los resultados en el contenido de polifenoles en nibs de cacao, podemos indicar que también presentó diferencia estadística significativa, comparando las medias mediante Tukey ($p \leq 0,05$) podemos indicar que el mayor valor correspondió a la fermentación tradicional y al nibs de Achoccha $22,777 \pm 0,489$ mg EAG/g muestra y el menor valor correspondieron a la microfermentación y al nibs de Señorita, Achoccha y Común $6,341 \pm 0,295$, $6,389 \pm 0,093$ y $6,734 \pm 0,162$ respectivamente, el contenido de polifenoles reportado es inferior a lo citado por **VERTUANI *et al.* (2014)** en nibs de cacao de Costa Rica, extracto metanólico al 50% el contenido fue $30,9 \pm 1,49$ mg EAG /g y en cacao convencional $20 \pm 0,98$ mg EAG /g. Esta variación puede deberse a lo reportado por **KONGOR *et al.* (2016)**, el genotipo del grano de cacao influye en el tipo y la cantidad de proteínas, carbohidratos y polifenoles, esto determina las cantidades y el tipo de precursores formados durante los procesos de fermentación y secado.

Comparando los métodos de fermentación fue mayor en la fermentación tradicional de todos los cultivares de cacao Chunchu, pero también fue alto en el clon SHU-1 con microfermentación, este comportamiento puede deberse a lo indicado por **CASTRO *et al.* (2016)**, el tiempo de fermentación influye en el contenido de polifenoles totales. El contenido de polifenoles del cacao varía dependiendo de la variedad, condiciones de crecimiento, fermentación, temperatura, etc. (**PORTILLO, 2017**). El contenido de polifenoles se ve afectado por procesos donde hay combinación de tiempo y temperatura (**ACEVEDO *et al.*, 2017**).

Del mismo Cuadro 4 y Figura 12 podemos apreciar que el contenido de polifenoles totales fue mayor en nibs comparado al licor de cacao, un comportamiento similar reportó **OLIVEIRA *et al.* (2010)**, en licor de cacao orgánico $195,95 \pm 0,55$ mg EAG/g y en nibs $301,43 \pm 0,55$ mg EAG/g y en licor de cacao convencional $155,25 \pm 0,54$ mg EAG/g y en nibs $289,43 \pm 0,75$ mg EAG/g, según los resultados el licor y nibs son productos intermedios, **MARCIAL (2015)** y **BASTIDAS (2016)**, indica que los nibs son virutas o puntas de cacao tostado y descascarilladas, que son quebrados en pedazos por un molino. Por otro lado, **MERA y RUIZ (2014)**, la pasta o licor de cacao es el producto obtenido por la desintegración mecánica de los granos de cacao previamente fermentado, secado, tostado y descascarado.

4.2. Cuantificación de antocianinas de licor y nibs de cacao Chunchu y del clon SHU-1

En el Cuadro 5 y Figura 13 se presenta los resultados del contenido de antocianinas en el licor de cacao Chunchu y del clon SHU-1, mediante el análisis estadístico $p \leq 0,05$ se encontró que existe diferencia entre los tratamientos, encontrándose en un rango entre $0,123 \pm 0,001$ a $0,072 \pm 0,001$ mg cianidin-3- glucósido/g muestra que correspondió al cacao Chunchu-Achoccha con fermentación tradicional y Chunchu-Pamuco con microfermentación, comparando los resultados la cantidad de antocianinas fue menor a lo citado por **CHÁVEZ y ORDOÑEZ (2013)** en licor de cacao $0,162 \pm 0,007$ mg cianidina-3- glucósido/g de muestra y **CASIQUE (2014)** $0,147 \pm 0,003$ mg cianidina-3- glucósido/g de muestra licor de cacao. El rango reportado puede deberse a que para elaborar el licor de cacao los granos son tostados y molidos según **BORDIGA et al. (2015)**, en general, los granos de cacao disminuyen los niveles de antocianinas cuando son procesados. Al moler los granos de cacao se convierten en licor de cacao donde las paredes celulares se destruyen y el calor de fricción que se desarrolla por la molienda funde los glóbulos de grasa y las antocianinas son muy inestables y se degradan ante factores como la temperatura ya que no deben exceder los $40\text{ }^{\circ}\text{C}$ (**CHÁVEZ y ORDOÑEZ, 2013**). Por otro lado, cabe resaltar que la mayor cantidad se encontró en el proceso de fermentación tradicional y la menor en la microfermentación, según **PORTILLO (2017)** las antocianinas se hidrolizan en antocianidinas que son polimerizadas en catequinas para formar taninos complejos durante la fermentación. Durante la fermentación de los granos de cacao, las antocianinas son hidrolizadas por

acción de las glicosidasas, que producen azúcar y aglicona, lo que reduce el contenido de antocianinas y causan el blanqueamiento de los cotiledones **(ZAPATA *et al.*, 2013)**. Así mismo cabe indicar que los cacaos finos de aroma es decir el cacao nacional, se caracterizan por sus frutos de cáscara suave y semillas redondas, conteniendo 20 a 30 almendras por mazorca, de color blanco a violeta, carece de antocianina o pigmentación es un cacao más suave **(MORALES y TANGUILA, 2011)**.

Cuadro 5. Cuantificación de antocianinas de licor y nibs de cacao Chuncho y del clon SHU-1.

Muestras	mg cianidin-3- glucósido/g muestra	
	Licor	Nibs
T-Señorita	0,103±0,001 ^d	0,126±0,002 ^{de}
T-Achoccha	0,123±0,001 ^a	0,219±0,001 ^a
T-Pamuco	0,109±0,001 ^c	0,116±0,001 ^f
T-Común	0,098±0,000 ^d	0,125±0,001 ^{de}
T-SHU-1	0,115±0,000 ^{bc}	0,134±0,001 ^c
M-Señorita	0,117±0,001 ^b	0,152±0,001 ^b
M-Achoccha	0,102±0,001 ^d	0,122±0,001 ^e
M-Pamuco	0,072±0,001 ^f	0,091±0,001 ^g
M-Común	0,081±0,001 ^e	0,094±0,001 ^g
M-SHU-1	0,114±0,001 ^{bc}	0,128±0,001 ^d

Los datos representan (promedio±error estándar) del experimento (n=3) valores de una misma columna con superíndices diferentes son significativos ($p \leq 0,05$).

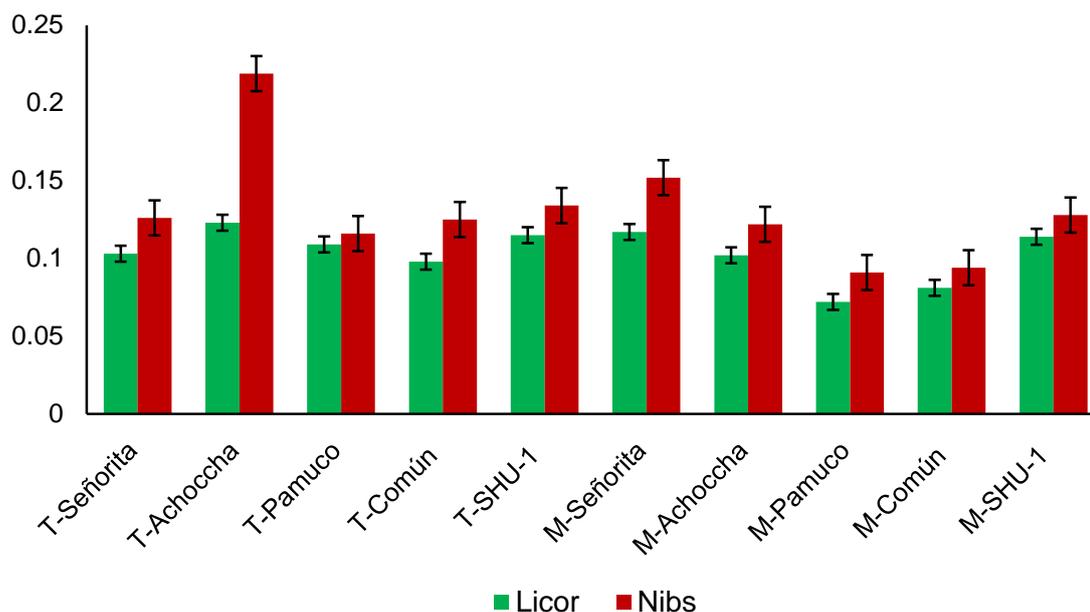


Figura 13. Representación del contenido de antocianinas de licor y nibs de cacao Chuncho y del clon SHU-1.

Del mismo Cuadro 5 y Figura 13 con respecto a los nibs de cacao de cada cultivar del Chuncho y SHU-1 podemos indicar según el análisis estadístico existe diferencia significativa entre los tratamientos y el rango varió entre $0,219 \pm 0,001$ a $0,091 \pm 0,001$ mg cianidin-3- glucósido/g muestra que correspondió a fermentación tradicional Achoccha y el menor a microfermentación Pamuco, pero este último fue estadísticamente igual que el Común sometido a microfermentación, los resultados encontrados fueron muy cercano a lo reportado por **ZAPATA et al. (2015)** cacao tostado (nibs) de cinco genotipos de cacao: CCN-51, ICS-1, ICS-60, ICS-95 y TSH-565, rango $0,17 \pm 0,00$ – $0,99 \pm 0,01$ mg cianidina-3-glucósido/g $ICS-60 > CCN-51 > TSH-565 > ICS-1 > ICS-95$. Así mismo, el contenido de antocianinas fue afectado por los métodos de fermentación tradicional y microfermentación, al respecto **BRITO et al. (2017)** indica que las principales antocianinas en los granos de cacao son

cianidina 3-O-arabinósido y cianidina 3-O-galactósido, y pueden ser hidrolizados por las glicosidasas en antocianidinas durante la fermentación, dando como resultado el brillo de los cotiledones. La degradación de las antocianinas, durante la fermentación, provoca el blanqueo del color púrpura de los cotiledones (**VÁZQUEZ-OVANDO et al., 2016**). Para la obtención de nibs los granos son tostados, descascarillados y quebrados, estas operaciones también pudieron afectar el contenido de antocianinas tal como lo indica **AFOAKWA et al. (2015)** y **ZAPATA et al. (2013)**, durante el tostado, la temperatura y el tiempo son factores importantes que afectan la tasa de degradación de antocianinas. La variación reportada puede deberse a lo indicado por **PELAEZ et al. (2016)** los diferentes matices de color del cotiledón es una característica genética asociada con la variedad de cacao y puede variar desde blanco hasta morado, las procianidinas pueden variar según el cultivar de cacao, lo que explica la intensidad del color y la amargura/ astringencia de los granos pigmentados, así como las diferencias en el contenido de antocianinas.

4.3. Evaluación de los atributos sensoriales en catación de licor de cacao

Chuncho y del clon SHU-1

En el Cuadro 6 se presenta los resultados de los promedios de cada atributo evaluado y en las Figuras 12 y 13, se muestra el análisis descriptivo cuantitativo –QDA, se muestra gráficamente el perfil sensorial de cada muestra de licor de cacao cultivar Chuncho y SHU-1, que fueron sometidos a los procesos de fermentación tradicional y microfermentación, el punto cero es el centro de la escala descriptor, la intensidad va en aumento hacia los extremos de la figura;

para cada muestra el valor medio de cada descriptor es marcado en el eje correspondiente y el perfil sensorial se dibuja mediante la conexión de dichos puntos.

El **atributo aroma** en el licor de cacao, es la expresión de la calidad aromática se caracteriza por los compuestos volátiles que se desarrollan durante el proceso de fermentación y el secado (**ALVARADO et al., 2014 y GONZÁLEZ et al., 2012**). Al respecto podemos indicar que no se encontró diferencia estadística significativa, entre los cultivares de cacao Chuncho en los procesos de fermentación, el puntaje varió entre $2,8 \pm 0,6$ a $4,0 \pm 0,4$ (escala de 0 a 5) con un calificativo de “presente a dominante”; el valor bajo encontrado puede deberse a lo indicado por **GONZÁLEZ et al. (2012)** quienes indican que los cacaos finos son percibidos como aromáticos o más suaves, por el contrario, el cacao corriente u ordinario tiene un carácter aromático fuerte. Así mismo, **GUZMÁN y GÓMEZ (2014)** indican que el aroma a chocolate se forma desde el momento en que ocurre la muerte del embrión, al tiempo que se produce la rápida destrucción de las antocianinas, proporcionando a las almendras el sabor y aroma característico del chocolate. Por otro lado, la degradación de las proteínas de los cotiledones en péptidos y aminoácidos libres parece ser fundamental para la formación del aroma y del sabor (**GONZÁLEZ et al., 2012**).

Con respecto al **atributo acidez** en el licor de cacao, según **SOLÓRZANO et al. (2015)** la acidez se describe como sensaciones que se originan por la presencia de ácidos volátiles y no volátiles desarrollados en la fermentación y puede ser muy intensa o no. Según los resultados del Cuadro 6 y Figura 14 y Figura 15 tampoco se encontró diferencia estadística entre los

métodos de fermentación, el puntaje varió entre $2,3 \pm 0,3$ a $3,5 \pm 0,6$ (escala de 0 a 5) siendo calificado como “presente a caracteriza la muestra”, el resultado encontrado es superior a lo reportado por **RUÍZ *et al.* (2015)** considerando épocas de cosecha en cacao nacional fino de aroma reporta puntajes de 1,00-3,67 invierno, 1,83-4,36 verano considerando una escala de 0 a 10 y **SOLÓRZANO *et al.* (2015)** reportó puntajes entre 1,10 - 5,20 (escala de 0 a 10) en cacao nacional fino de aroma ecuatoriano. Los granos de cacao contienen, de forma natural, pequeñas cantidades de ácido cítrico (0,5% después de la fermentación y secado), que puede ser suficiente para proporcionar notas cítricas (**GONZÁLEZ *et al.*, 2012**).

El **atributo amargor** en el licor de cacao, se describe como una sensación fuerte relacionada con los compuestos químicos, específicamente las purinas, polifenoles, la teobromina y cafeína (**RIVERA *et al.*, 2012 y SOLÓRZANO *et al.*, 2015**), con respecto a este atributo en los métodos de fermentación no se encontró diferencia estadística, el menor puntaje correspondió a la fermentación tradicional del SHU-1 y microfermentación de Achoccha con $2,8 \pm 0,3$ y el mayor fue para fermentación tradicional Achoccha, Señorita y Pamuco con $4,0 \pm 0,4$ para ambos el calificativo fue de “presente a dominante” (escala de 0 a 5), comparando el resultado encontrado la intensidad del amargor fue similar a lo reportado por **RUÍZ *et al.* (2015)** considerando épocas de cosecha en cacao nacional fino de aroma reporta puntajes de 2,00 - 6,65 invierno 2,61 - 4,28 verano considerando una escala de 0 a 10 y **SOLÓRZANO *et al.* (2015)** reportó puntajes entre 2,00 – 4,70 (escala de 0 a 10). Por otro lado, el amargor tiene una relación cafeína/ teobromina en cacao

Chuncho < 1,5 y en otros clones de cacao > 1,5 (**ROJAS et al., 2017**). El sabor amargo está relacionado con la cantidad de teobromina y cafeína presentes en los granos (**QUEVEDO et al., 2018**). Las purinas son traducidas en el sabor amargo y es fuerte generalmente debido a la falta de fermentación (**GUZMÁN y GÓMEZ, 2014**).

Para el **atributo astringencia** en el licor de cacao no se encontró diferencia entre los métodos de fermentación el rango reportado estuvo comprendido entre $2,5 \pm 0,3$ a $4,3 \pm 0,3$ (escala de 0 a 5), con un calificativo de “presente a dominante” esto indica que se percibe claramente y produce dificultad para percibir otras características de la muestra, al respecto podemos indicar que los valores encontrados fueron mayor que los reportados por **RUÍZ et al. (2015)** considerando épocas de cosecha en cacao nacional fino de aroma reporta puntajes de 1,31 – 4,67 invierno, 1,39 - 3,61 verano considerando una escala de 0 a 10 y **SOLÓRZANO et al. (2015)** reportó puntajes entre 2,00 – 4,40 (escala de 0 a 10). Así mismo, los compuestos polifenólicos proporcionan la astringencia, sensación de sequedad y aspereza en la lengua, que producen salivación (**GUZMÁN y GÓMEZ, 2014**). Los polifenoles están implicados tanto en la astringencia de las almendras como en la intensidad de aromas a cacao, verde, afrutado (**RUÍZ et al., 2015**).

Cuadro 6. Resultado de la evaluación de los atributos de catación de licor de cacao Chuncho y del clon SHU-1

Muestras	Aroma	Acidez	Amargor	Astringencia	Defectos	S. cacao	S. dulce	S. nuez	S. frutas secas	S. frutas frescas	S. floral	S. especias	Pos gusto
T-Señorita	2,8±0,6	3,5±0,6	4,0±0,4	4,3±0,3	2,3±0,3 ^b	2,8±0,6	2,3±0,3 ^{ab}	2,8±0,3	1,8±0,3 ^b	1,0±0,0 ^d	1,8±0,3 ^b	1,0±0,0 ^b	3,3±0,3 ^{abc}
T-Achoccha	4,0±0,4	3,5±0,5	4,0±0,3	3,8±0,3	1,0±0,0 ^c	3,8±0,3	2,3±0,3 ^{ab}	3,5±0,3	2,3±0,3 ^{ab}	1,3±0,3 ^{cd}	1,8±0,3 ^b	1,3±0,3 ^b	2,3±0,3 ^c
T-Pamuco	4,0±0,0	3,3±0,3	4,0±0,4	3,6±0,2	3,3±0,3 ^a	3,8±0,3	2,5±0,3 ^{ab}	3,8±0,3	1,8±0,3 ^b	2,3±0,3 ^{bc}	1,8±0,3 ^b	1,0±0,0 ^b	3,3±0,3 ^{abc}
T-Común	3,3±0,3	3,3±0,3	3,8±0,5	3,3±0,3	2,3±0,3 ^b	3,5±0,3	3,5±0,3 ^a	3,5±0,3	2,3±0,3 ^{ab}	1,3±0,3 ^{cd}	2,3±0,3 ^{ab}	1,3±0,3 ^b	2,8±0,3 ^{bc}
T-SHU-1	3,8±0,3	2,8±0,3	2,8±0,3	2,8±0,9	1,3±0,3 ^c	3,8±0,3	1,3±0,3 ^b	2,5±0,3	1,8±0,3 ^b	1,0±0,0 ^d	1,3±0,3 ^b	3,3±0,3 ^a	3,0±0,4 ^{abc}
M-Señorita	3,8±0,3	3,5±0,3	2,9±0,3	2,5±0,3	1,0±0,0 ^c	3,5±0,5	3,3±0,3 ^a	3,3±0,3	2,3±0,3 ^{ab}	3,3±0,3 ^{ab}	2,3±0,3 ^{ab}	1,0±0,0 ^b	3,3±0,3 ^{abc}
M-Achoccha	4,0±0,0	2,5±0,3	2,8±0,3	2,8±0,3	1,0±0,0 ^c	3,5±0,3	3,5±0,3 ^a	3,0±0,4	3,3±0,3 ^a	3,5±0,3 ^a	3,3±0,3 ^a	2,8±0,5 ^a	4,3±0,3 ^a
M-Pamuco	3,8±0,3	2,3±0,3	3,5±0,3	3,5±0,3	1,3±0,3 ^c	3,0±0,4	2,3±0,3 ^{ab}	2,5±0,3	2,3±0,3 ^{ab}	2,3±0,3 ^{bc}	1,3±0,3 ^b	3,5±0,3 ^a	3,5±0,3 ^{abc}
M-Común	4,0±0,0	3,5±0,3	2,9±0,3	2,6±0,4	1,0±0,0 ^c	3,5±0,3	3,3±0,3 ^a	3,3±0,3	2,3±0,3 ^{ab}	3,3±0,3 ^{ab}	2,3±0,3 ^{ab}	1,0±0,0 ^b	4,3±0,3 ^a
M-SHU-1	3,8±0,3	3,5±0,3	3,5±0,2	3,1±0,1	1,0±0,0 ^c	4,0±0,4	1,8±0,3 ^b	2,8±0,3	1,5±0,3 ^b	2,3±0,3 ^{bc}	1,5±0,3 ^b	1,5±0,3 ^b	3,8±0,3 ^{ab}

Los valores representan (promedio ± SEM) los datos provienen del experimento (n=4) valores de una misma columna con superíndices diferentes son significativos. (p<0,05).

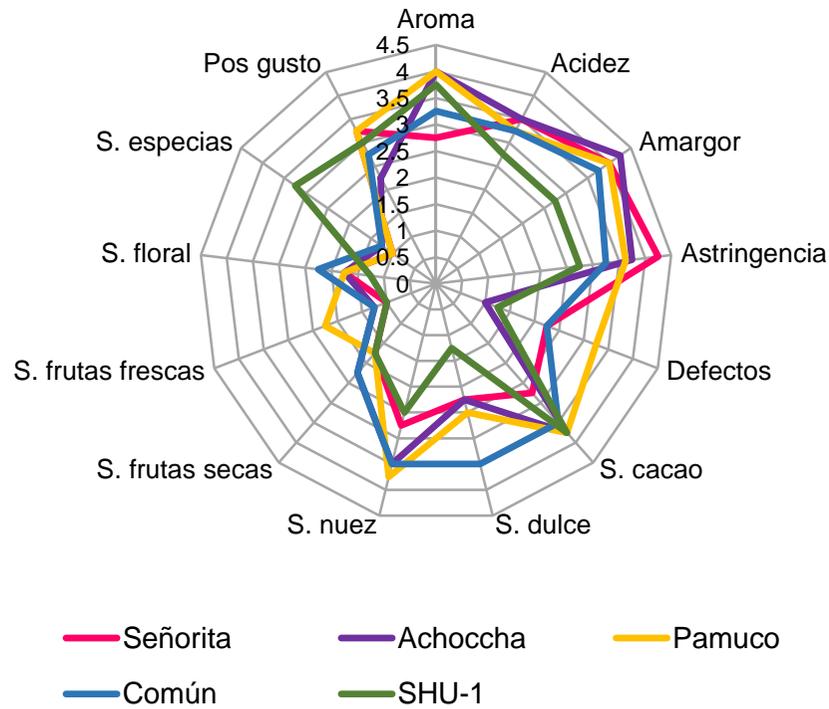


Figura 14: Representación de los atributos en catación de licor de cacao Chunchu y del clon SHU-1-fermentación tradicional.

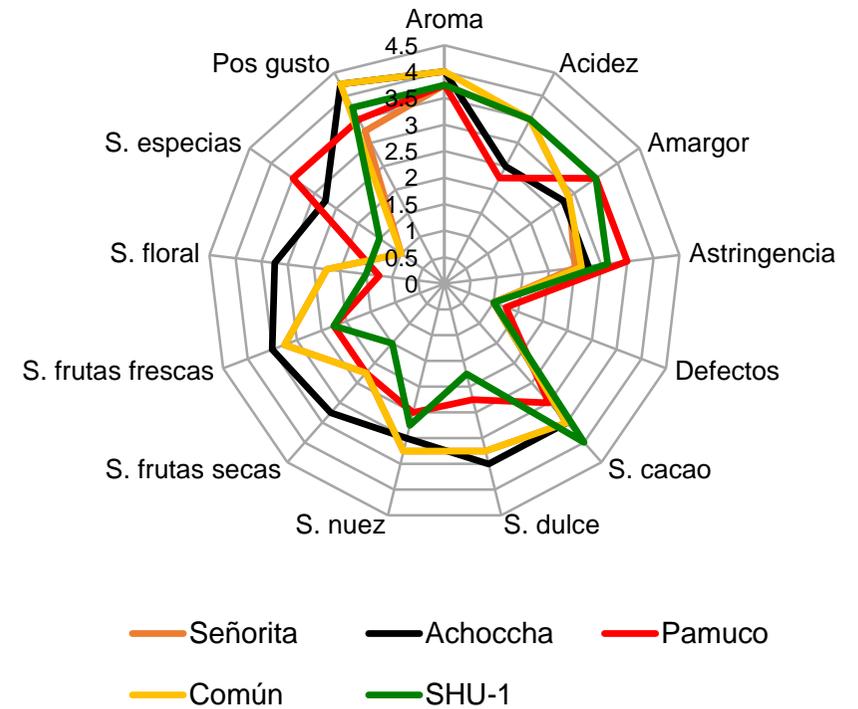


Figura 15: Representación de los atributos en catación de licor de cacao Chunchu y del clon SHU-1-microfermentación.

Para el **atributo defectos** en el licor de cacao, se encontró diferencia estadística significativa el mayor calificativo correspondió al método de fermentación tradicional y cultivar de cacao Chuncho Pamuco con un puntaje de $3,3 \pm 0,3$ (escala de 0 a 5), calificado “caracteriza la muestra” indicando la presencia de sabores defectuosos no característicos del cacao; al respecto podemos aclarar que durante la fermentación tradicional los parámetros del control de temperatura, volteos y tiempos no tuvo un control estricto ya que se respetó el proceso de fermentación a nivel de campo como lo realiza el agricultor, según **SOLÓRZANO et al. (2015)**, el defecto se describe como una sensación a sabor manchoso crudo, producto de la fermentación insuficiente o no controlada. Por otro lado, el menor puntaje se obtuvo en el método de microfermentación para todos los cultivares de cacao Chuncho con un puntaje $1,0 \pm 0,0$ (escala de 0 a 5), calificado como “apenas detectable” esto significa que es débil en su presencia, el resultado encontrado concuerda con lo reportado por **SOLÓRZANO et al. (2015)** reportó puntajes entre 0,30 – 3,50 (escala de 0 a 10).

Para el **atributo sabor cacao** en el licor de cacao podemos apreciar que no existe diferencia estadística, entre los métodos de fermentación en los cultivares de cacao Chuncho y SHU-1, el puntaje de calificación varió entre $2,8 \pm 0,6$ a $4,0 \pm 0,4$ (fermentación tradicional - Señorita a microfermentación SHU-1) (escala de 0 a 5) el calificativo corresponde de “presente a dominante”, este atributo es importante durante la evaluación de cacao, ya que describe el sabor típico a granos de cacao fermentado, seco y tostado, libre de cualquier contaminación o defecto (**SOLÓRZANO et al., 2015**). Con respecto a la puntuación de calificación los valores encontrados son superiores a los

reportados por **RUÍZ et al. (2015)** considerando épocas de cosecha en cacao nacional fino de aroma reporta puntajes de 1,83 - 3,39 invierno, 2,89 - 4,03 verano considerando una escala de 0 a 10, **SOLÓRZANO et al. (2015)** reportó puntajes entre 2,70 – 4,60 (escala de 0 a 10).

Con respecto al **atributo sabor dulce** en el licor de cacao procedentes de los granos de cacao Chuncho y SHU-1 se encontró diferencia estadística significativa, realizando la comparación de medias el mayor puntaje correspondió al método de fermentación tradicional - cacao Común, en microfermentación tenemos Señorita, Achoccha y Común $3,3\pm 0,3$ a $3,5\pm 0,3$ (escala de 0 a 5), con un calificativo “caracteriza la muestra” indicando que es una característica resaltante en el licor, según **LIENDO (2015)** el sabor caramelo/ malta/ dulce fue un atributo descubierto inicialmente sólo en los cacaos criollos y asociado a un sabor dulce mezclado con el débil sabor amargo del caramelo. El menor puntaje se encontró en el método de fermentación tradicional y microfermentación para el SHU-1, puntaje fue 1,3 a 1,8 (escala de 0 a 5), con un calificativo “apenas detectable”, los resultados encontrados indican que el SHU-1 puede tener caracteres de un cacao fino de aroma ya que los valores son similares a lo reportado por **RUÍZ et al. (2015)** considerando épocas de cosecha en cacao nacional fino de aroma reporta puntajes de 0,00 - 1,05 invierno 0,61 - 1,78 verano considerando una escala de 0 a 10. **SOLÓRZANO et al. (2015)** reportó puntajes entre 0,70 – 1,50 (escala de 0 a 10). Así mismo, el SHU-1 es obtenido de la mezcla de ICS-95 x UF-296.

Para el **atributo sabor nuez** en el licor de cacao procedente de cacao Chuncho y SHU-1, entre los métodos de fermentación no se encontró

diferencia estadística significativa, el puntaje varió entre $2,5\pm 0,3$ a $3,8\pm 0,3$ (escala de 0 a 5) (fermentación tradicional SHU-1, microfermentación y fermentación tradicional Pamuco) con un calificativo entre “presente a caracteriza la muestra”, este atributo sensorial presente en el licor de cacao indica que son productos finales de aroma procedentes del tostado, de origen químico (incluidos una amplia variedad de aldehídos y pirazinas) y dependiendo de sus concentraciones acentúan los sabores a “chocolate” y “nueces” (**LIENDO, 2015**). De los resultados reportados podemos indicar que el atributo sabor a nuez superó a lo reportado por **RUÍZ et al. (2015)** considerando épocas de cosecha en cacao nacional fino de aroma reporta puntajes de 0,00 - 2,66 invierno, 0,83 – 2,78 verano considerando una escala de 0 a 10. **SOLÓRZANO et al. (2015)** reportó puntajes entre 1,00 – 3,10 (escala de 0 a 10).

En el **atributo sabor frutas secas y frescas** en el licor de cacao entre los métodos de fermentación y cultivares de cacao Chuncho y SHU-1 existe diferencia estadística significativa ($p\leq 0,05$), comparando los promedios el mayor puntaje correspondió al método microfermentación cacao Chuncho- Achoccha $3,3\pm 0,3$ y $3,5\pm 0,3$ (escala de 0 a 5) obteniendo un calificativo de “caracteriza la muestra”, en el atributo frutas secas se considera sabores a uvas, pasas, ciruelas-pasas, higo seco, cereza seca y durazno seco; en el sabor a fruta fresca se considera la manzana, plátano, melón, piña, cereza y uvas. Este atributo es importante considerar en cacao finos de aroma tal como lo indica **CONDORI et al. (2014)** un cacao fino se caracteriza por la presencia de notas de aroma especial como el frutal. Este atributo permite describir sensaciones cercanas al sabor de fruta madura con una nota de aroma a dulce, ligeramente ácido y

agradable al gusto (**SOLÓRZANO et al., 2015**). Según los resultados encontrados tanto para el sabor frutas secas como frescas fue superior a lo reportado por **RUÍZ et al. (2015)** considerando épocas de cosecha en cacao nacional fino de aroma reporta puntajes de 0,67 - 3,33 invierno, 2,83 – 3,94 verano considerando una escala de 0 a 10. **SOLÓRZANO et al. (2015)** reportó puntajes entre 1,60 – 4,40 (escala de 0 a 10). Por otro lado, el menor puntaje en el sabor frutas secas 1,5 a 1,8 (escala de 0 a 5), con un calificativo “apenas detectable” correspondió a la fermentación tradicional Señorita, Pamuco y microfermentación SHU-1 y en el sabor frutas frescas fue 1,00 con el calificativo “apenas detectable” y correspondió al método de fermentación tradicional en el cacao Señorita y SHU-1. Al respecto debemos indicar que el atributo sabor frutas secas como frescas debe estar presente en cacao finos tal como lo cita **GUZMÁN y GÓMEZ (2014)** valores elevados de sabor a frutas es un indicativo de suavidad y finura en el sabor.

Para el **atributo sabor floral** podemos apreciar que se encontró diferencia estadística significativa en los métodos de fermentación y cultivares de cacao Chunchu, teniendo el mayor puntaje $3,3 \pm 0,3$ (escala de 0 a 5), con un calificativo “caracteriza la muestra” el licor de cacao proveniente del método de microfermentación cacao Achoccha. Según el resultado encontrado el puntaje fue muy parecido a lo reportado por **SOLÓRZANO et al. (2015)** puntaje que varió entre 0,80 – 4,20 (escala de 0 a 10); pero fue superior a lo indicado por **RUÍZ et al. (2015)** considerando épocas de cosecha en cacao nacional fino de aroma reporta puntajes de 0,33 - 0,81 invierno, 0,22 – 2,36 verano considerando una escala de 0 a 10. Este atributo es muy importante para catalogar la finura de un

cacao tal como lo reporta **CONDORI et al. (2014)**, un cacao fino se caracteriza por la presencia de notas de aroma especial como el floral (las notas florales son muy importantes en cacao y su origen está relacionado a compuestos químicos volátiles producidos en el tostado como el fenilacetaldehído asociado con el aroma “floral/miel”. Por otro lado, **LIENDO (2015)** indica que las notas florales son muy importantes en cacao y su origen está relacionado a compuestos químicos volátiles producidos en el tostado como el fenilacetaldehído asociado con el aroma “floral/miel”. Mientras que **GONZÁLEZ et al. (2012)**, menciona que exactamente no se conoce de donde proviene el linalol en los granos de cacao fermentado, pero es sin duda entre la fermentación y antes del tostado. El menor puntaje correspondió al método de fermentación tradicional Señorita, Achoccha, Pamuco y SHU-1 y en microfermentación Pamuco y SHU-1 con un puntaje entre $1,8 \pm 0,3$ a $1,3 \pm 0,3$ (escala de 0 a 5) con un calificativo “apenas detectable”, la aparición del sabor floral puede deberse a lo indicado por **MACHADO et al. (2018)** los responsables del sabor floral pueden ser el alcohol (2,3-butanediol), ésteres (benzoato de etilo y acetato de 2-fenilo) y terpenos (linalol y óxido de linalol).

Sobre el **atributo sabor especias** en el licor de cacao elaborado con cacao Chunchu se encontró diferencia estadística, según el ordenamiento de las medias el mayor puntaje fue de 2,8, 3,5 y 3,3 (escala de 0 a 5) correspondieron a microfermentación Achoccha y Pamuco y fermentación tradicional SHU-1, con un calificativo de “presente a caracteriza la muestra” esto indica que se percibe claramente y es una característica resaltante. El menor puntaje estuvo comprendido entre 1 a 1,5 (escala de 0 a 5), con un calificativo “apenas

detectable” y fue para todas las muestras restantes; Según **SCHMID (2013)** indica que Ecuador es el mayor productor de cacao fino de aroma, este cultivar de cacao, tiene características individuales distintivas, toques a especias que lo hace único y especial, sobresaliendo con su ya conocido sabor “arriba”. **RAMOS et al. (2013)**, el olor especiado es típico de cacao criollo venezolano. Con respecto al atributo especiado todas las muestras resaltan la característica, podemos indicar que el cacao Chuncho es catalogado como un cacao fino y el SHU-1 debería incluirse también.

El **pos gusto**, son los sabores residuales en el paladar después de degustar la muestra, el licor de cacao presentó diferencia estadística altamente significativa en los métodos de fermentación y el cultivar de cacao Chuncho, teniendo el mayor puntaje la muestra sometida al método de microfermentación Achocha y Común con un puntaje de $4,3 \pm 0,3$ (escala de 0 a 5) teniendo el calificativo de “dominante”.

4.3.1. Correlación entre los atributos en catación de licor de cacao

Chuncho y del clon SHU-1

Según los resultados presentados en el Cuadro 7 referentes a la matriz de correlación entre variables sensoriales del licor de cacao Chuncho y SHU-1, podemos apreciar para el aroma tuvo una correlación directa (0,64) con el sabor a cacao, esto concuerda con lo indicado por **GUZMÁN y GÓMEZ (2014)** quienes indican que la composición química representa un factor primordial en el desarrollo y formación del aroma y sabor del cacao. **CHETSCHIK et al. (2017)** la pulpa aromática del cacao tiene un impacto en el desarrollo del aroma de las

semillas, porque durante la fermentación es posible la migración de compuestos aromáticos de la pulpa a la semilla y se considera como un depósito para notas finas o de sabor a cacao. Por otro lado, el aroma presentó una correlación inversa (-0,52) con la astringencia, este comportamiento puede deberse a lo indicado por **RUÍZ et al. (2015)** la fermentación, secado y tostado, especialmente el proceso de fermentación, desarrolla los llamados precursores del aroma y disminuye la astringencia y la acidez de los granos de cacao.

El atributo amargor presentó una correlación directa muy fuerte (0,90) frente al atributo astringencia, este resultado concuerda con lo reportado por **SOLÓRZANO et al. (2015)** correlación 0,75. Al respecto **RIVERA et al. (2012)** indica que los polifenoles, la teobromina y cafeína tienen una correlación positiva al ser responsables de la astringencia y el amargor del cacao. **LIENDO (2015)** indica que algunos compuestos fenólicos resultan amargos y mantienen un nivel importante de astringencia.

El atributo astringencia presentó una correlación directa (0,55) con el atributo defectos, al respecto **SOLÓRZANO et al. (2015)** reporta una correlación 0,58. En tal sentido, podemos indicar que la astringencia es más que un sabor, es una sensación o percepción que causa una contracción de la superficie de las mucosas de la boca debido a la mala fermentación (**VERA y GOYA, 2015**). El mismo atributo presentó una correlación inversa (-0,64) con el sabor a frutas frescas, este comportamiento puede deberse a que durante la fermentación se produce la transformación bioquímica del grano, de las cuales se dan origen a los precursores del aroma y sabor con la posible disminución de la astringencia (**JIMENEZ, 2017**).

Cuadro 7. Matriz de correlación entre variables de los atributos en catación de licor de cacao Chunchu y del clon SHU-1

Atributos	Aroma	Acidez	Amargor	Astringencia	Defectos	S. cacao	S. dulce	S. nuez	S. frutas secas	S. frutas frescas	S. floral	S. especias	Pos gusto
Aroma	1,00												
Acidez	-0,21	1,00											
Amargor	-0,33	0,35	1,00										
Astringencia	-0,52	0,14	0,90	1,00									
Defectos	-0,37	0,14	0,56	0,55	1,00								
S. cacao	0,64	0,24	-0,13	-0,44	-0,17	1,00							
S. dulce	0,06	0,08	-0,19	-0,31	0,03	0,17	1,00						
S. nuez	0,26	0,50	0,38	0,05	0,43	0,34	0,55	1,00					
S. frutas secas	0,32	-0,45	-0,38	-0,36	-0,35	-0,15	0,71	0,14	1,00				
S. frutas frescas	0,56	-0,12	-0,59	-0,64	-0,36	0,11	0,59	0,14	0,55	1,00			
S. floral	0,15	-4,9E-03	-0,36	-0,40	-0,13	0,00	0,85	0,39	0,81	0,61	1,00		
S. especias	0,20	-0,93	-0,42	-0,20	-0,34	-0,11	-0,35	-0,70	0,27	-0,02	-0,19	1,00	
Pos gusto	0,24	-0,24	-0,61	-0,46	-0,26	-0,09	0,30	-0,28	0,32	0,76	0,43	0,17	1,00

El atributo sabor dulce presentó una correlación directa 0,85 al sabor floral, esto puede deberse a lo indicado por **QUEZADA et al. (2017)** el sabor floral, presentan muestras que tienen un sabor agradable (dulce), similar al olor de las flores. **(GONZÁLEZ et al., 2012)** cita que uno de los compuestos químicos más comunes con olores florales que se encuentran en el cacao es el linalol, un terpeno presente de forma natural en muchas flores y frutos. El atributo sabor frutas secas con el sabor floral presentaron una correlación directa de 0,81, esto puede deberse a que los aldehídos y ésteres se relacionan con el sabor afrutado y floral, cada uno de ellos tiene un papel fundamental en el desarrollo del aroma **(HERRERA y OSPINA, 2016)**. El atributo frutas frescas con el pos gusto presentaron una correlación directa de 0,76; en el cacao se encuentra leves sabores a flores y nueces, diferentes especias y almendras, que se mantienen en el paladar **(CARRERA, 2014)**.

4.3.2. Componentes principales de los atributos en catación de licor de cacao Chuncho y del clon SHU-1

Los resultados de la evaluación de los atributos de catación del licor de cacao elaborado con granos de cacao Chuncho y SHU-1 en dos métodos de fermentación fueron analizados mediante componentes principales (A-VI), según los resultados estadísticos podemos concluir que en el biplot de variables del primer componente **(CP1)** separa el atributo amargor y astringencia de las demás variables, el cual representa el 36,9% de la variabilidad total del perfil sensorial de los atributos del licor de cacao (Figura 16). Así mismo, el atributo sabor a nuez del licor representa el 24,2% de la variabilidad del segundo componente **(CP2)** y

en general ambos componentes representan el 61,1% de la variabilidad total. De los resultados con respecto al CP1 representado por el atributo amargor y astringencia que fue muy marcado en el licor puede deberse a que durante el experimento las mazorcas de cacao tuvieron un reposo de 3 días, al respecto **LOAYZA (2014)** indica que el tiempo de almacenamiento del fruto antes de la apertura y el desgrane influye en la calidad del producto, el retardo del desgrane produce una fermentación acelerada (mejora hidrólisis de la pulpa), y produce bajos niveles de ácidos pero incrementa el contenido de taninos en el cotiledón. Por otro lado, la percepción entre amargo-astringente puede ser debido a la presencia de taninos de bajo peso molecular como epicatequina, catequina, procianidinas (**VÁZQUEZ-OVANDO et al., 2016**).

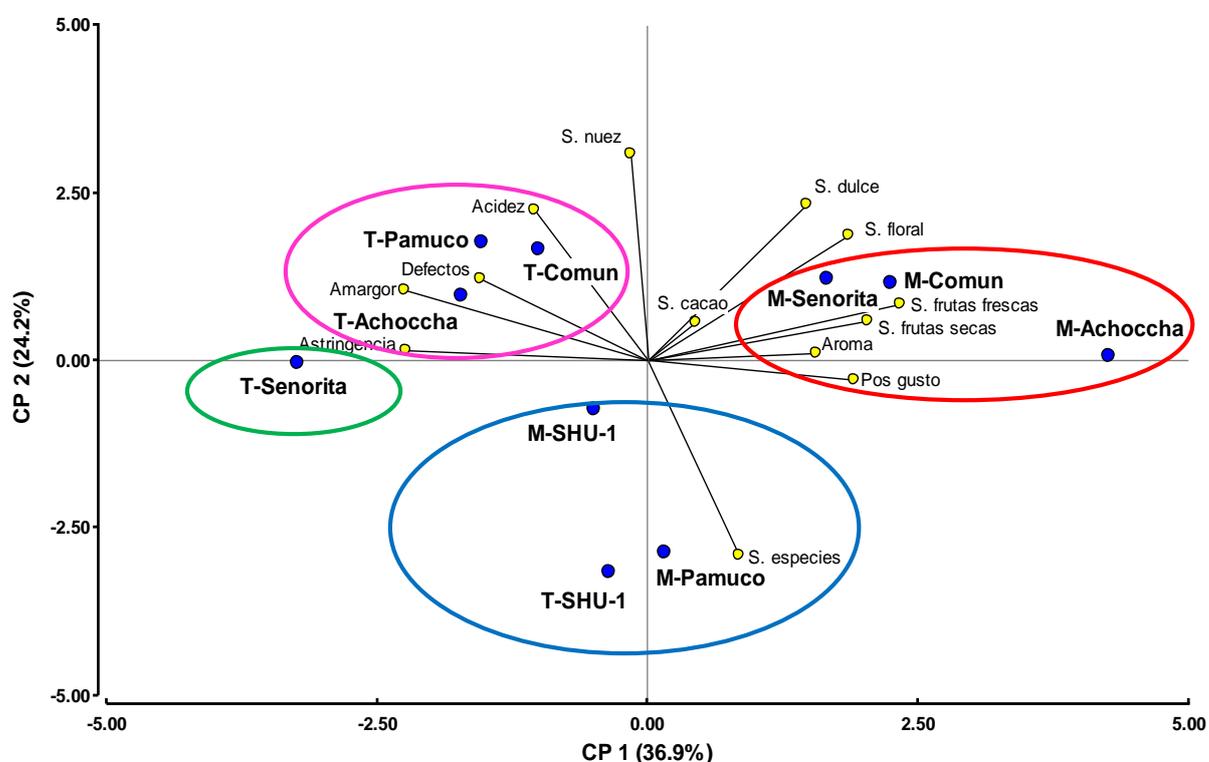


Figura 16. Comportamiento del biplot de la evaluación de los atributos de catación de licor de cacao Chuncho y del clon SHU-1.

El CP2 fue representado por el atributo sabor a nuez cuya variabilidad representó el 24,2%, este atributo resaltó en las muestras de licor de cacao Chunchu y SHU-1, este comportamiento podría deberse a lo reportado por **HERRERA y OSPINA (2016)** quien indica que el aroma del cacao es descrito en términos de dulce, nuez, caramelo y notas de chocolate y está asociado con trimetilpirazina, tetrametilpirazina, 2,3-butanodiol, ácido dodecanoico, alcohol feniletílico, etanona, benzeneacetaldehyde y 1,4-bis (morfolinoacetil) piperazina. Los aromas a chocolate y a nueces en el cacao son producidos principalmente por los aldehídos y pirazinas, (**GONZÁLEZ et al., 2012**). Según **GARCIA (2010)** el SHU-1 como licor de cacao presenta astringencia moderada manejada por una nota de nuez cruda y de corteza, mientras que las principales características organolépticas del cacao Chunchu son de nota floral, frutal y nuez; con baja astringencia y amargor (**SALAZAR, 2017**).

Realizando el análisis estadístico mediante conglomerados (Figura 17) usando dos métodos de fermentación (tradicional y microfermentación) podemos diferenciar 4 grupos; el primer grupo representa el 30% (microfermentación Achoccha, Común y Señorita); en las tres muestras resaltan los atributos de sabor dulce, floral, frutas frescas, frutas secas, aroma y pos gusto, como se sabe el cacao Chunchu peruano es nativo de la provincia de La Convención, Cusco, es considerado fino aromático (**CONDORI et al., 2014**). Las variedades de cacao se clasifican como corriente/ordinario o fino de aroma dependiendo de los compuestos volátiles que le confieren el aroma de los granos, lo que permite evaluar la autenticidad del cacao (**CEVALLOS-CEVALLOS et al., 2018**). Los cacaos de mayor calidad sensorial se asociaron

con descripciones de sabor dulce, menos amargura y olores de chocolate y avellana (**VÁZQUEZ-OVANDO et al., 2016**). La calidad organoléptica permite distinguir a los cacaos corrientes de los finos; este se caracteriza porque el sabor a cacao se combina con otros sabores como el floral, frutal, nuez, etc., confiriéndoles una calidad más aromática (**JIMÉNEZ et al., 2011**). Así mismo, en la microfermentación se realiza un mayor control referido a la temperatura, tiempo, remoción y otros que permite obtener mejores resultados, tal como lo indica **PORTILLO et al. (2014)** la fermentación debe ser conducida en un local aislado del viento y de las variaciones fuertes del viento y temperatura.

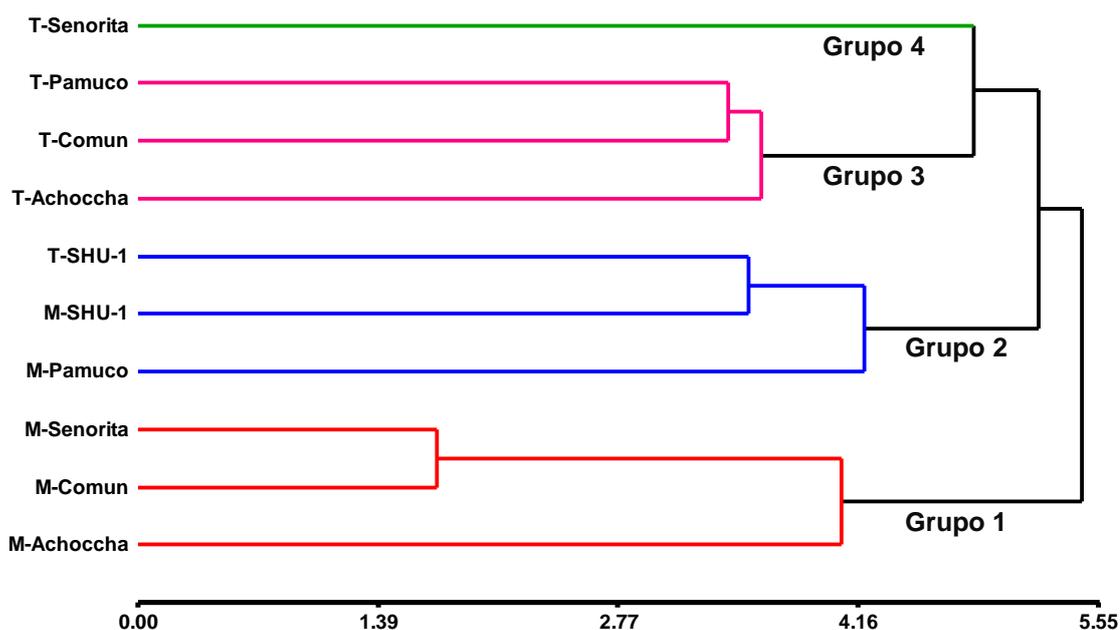


Figura 17. Presentación del análisis de conglomerados de los atributos en catación de licor de cacao Chuncho y del clon SHU-1.

El segundo grupo estuvo representado por un 30% (microfermentación Pamuco y SHU-1 y fermentación tradicional SHU-1), en los licores de estos cacaos se encontró la predominancia del atributo sabor a

especias, que es una característica de cacao fino, el Pamuco es conocido como cacao fino de aroma, se destaca por tener características individuales distintivas, con toques florales, nueces, almendras y especias (**ARANGO, 2017**). El cacao Nacional oriundo del Ecuador o fino de aroma posee un intenso aroma a chocolate y con rasgos de olores a flores y especias (**CHIA, 2009**). Por otro lado, el SHU-1 es un cacao proveniente de un cacao fino de aroma.

El tercer grupo también fue representado por el 30% (fermentación tradicional Achoccha, Común y Pamuco) en este grupo los licores tuvieron la predominancia de los atributos de astringencia, amargor, defectos, acidez y sabor a nuez, como se sabe estos cacaos son Chunchos (finos de aroma), pero el proceso de fermentación fue tradicional y afectó grandemente la calidad sensorial de los licores. Como se sabe la fermentación de los granos de cacao es esencial para el desarrollo de los precursores químicos del sabor de los granos de cacao (**LÓPEZ-MONZÓN, 2016**). Probablemente la intensidad del sabor ácido se debe al número de volteos o aireación de la masa de cacao y las condiciones térmicas durante el proceso de fermentación (**LIENDO, 2015**). La fermentación insuficiente aumenta su intensidad de amargor (**SOLÓRZANO et al., 2015**). Así mismo, los días de fermentación, tipo de secado puede generar astringencia en los licores (**CONDORI et al., 2014**).

El cuarto Grupo estuvo conformado por una sola muestra que representa el 10% (fermentación tradicional Señorita) con la predominancia del atributo astringencia. El cacao Señorita es un Chuncho (fino de aroma) en la microfermentación desarrollo los mejores atributos, pero bajo las condiciones de fermentación tradicional cambia totalmente. Como se sabe, la astringencia se

describe como una sensación de sequedad en la boca producto de la precipitación de las proteínas de la saliva, la fermentación insuficiente aumenta su intensidad (**SOLÓRZANO et al., 2015**). El sabor astringente está relacionado con la presencia de antocianinas y epitecatequinas (**QUEVEDO et al., 2018**).

4.4. Evaluación de los atributos sensoriales en catación de nibs de cacao Chuncho y del clon SHU-1

En el Cuadro 8 se muestra los resultados de los promedios de cada atributo evaluado y en la Figura 18 y 19 se presenta el análisis descriptivo cuantitativo – QDA, en ella se muestra gráficamente el perfil sensorial de cada muestra de nibs de cacao Chuncho y SHU-1, que fueron sometidos a los procesos de fermentación tradicional y microfermentación el perfil sensorial de las muestras de nibs de cacao, el punto cero es el centro de la escala descriptor, la intensidad va en aumento hacia los extremos de la figura. Para cada muestra el valor medio de cada descriptor es marcado en el eje correspondiente y el perfil sensorial se dibuja mediante la conexión de dichos puntos.

Para el **atributo aroma** de los nibs de cacao, no se encontró diferencia estadística significativa, el puntaje estuvo comprendido entre $3,0\pm 0,4$ a $4,0\pm 0,7$ (escala de 0 a 5) con un calificativo de “caracteriza la muestra a dominante” al respecto podemos indicar que este calificativo es una característica resaltante y produce dificultad en percibir otras características. El aroma particular del cacao se debe a la mezcla de cientos de compuestos que se originan no solamente en los precursores del aroma presentes en los granos de cacao, sino también durante los tratamientos de poscosecha (**MARTÍNEZ,**

2016). La fracción volátil del aroma del cacao se origina a partir de los precursores formados durante la fermentación y secado de las almendras de cacao (**MERA y RUÍZ, 2014**). El cacao fino de aroma, tipo criollo o trinitario, o tipos de forastero, presentan características específicas de aroma que son ideales para la elaboración de chocolates finos, coberturas, bebidas y diversos alimentos gourmet (**ALDAVE, 2016**).

Los nibs de cacao no presentaron diferencia estadística en el **atributo acidez**, el puntaje varió entre $2,8 \pm 0,3$ a $3,5 \pm 0,3$ (escala de 0 a 5) dando como calificativo de “presente a caracteriza la muestra” esto indica que se percibe claramente y es una característica resaltante en los nibs, el valor encontrado supera a lo reportado por **ALDAVE (2016)**, para los nibs de CCN-51 fue 6,25 (tostado $120^{\circ}\text{C}/40$ min) y para el ICS-6 fue 5,58 (tostado $120^{\circ}\text{C}/40$ min) en una escala de 0 a 10; el mismo autor indica que la acidez en los nibs se expresan con la presencia de ácidos volátiles y no volátiles que se percibe en toda la lengua.

Con respecto al **atributo amargor** los nibs no presentaron diferencia estadística significativa, el puntaje varió entre $2,3 \pm 0,3$ a $3,8 \pm 0,3$ (escala de 0 a 5), teniendo un calificativo entre “presente a caracteriza la muestra”, esto indica que se percibe claramente y es una característica resaltante, nuestro resultado fue superior a lo reportado por **ALDAVE (2016)**, para el nibs CCN-51 fue 5,17 (tostado $120^{\circ}\text{C}/40$ min) y para el ICS-6 fue 5,83 ($120^{\circ}\text{C}/40$ min) en una escala de 0 a 10. Este cambio que sucede en el amargor puede ser explicado por **DÍAZ y PINOARGOTE (2012)**, durante la fermentación, el contenido de teobromina y cafeína se reducen entre 20 y 30%, contribuyendo en el descenso en el nivel de

amargor de los granos al reducirse el aporte de la teobromina en la expresión de este rango sensorial. **VÁZQUEZ-OVANDO et al. (2015)** el sabor amargo de los granos de cacao se debe principalmente a los alcaloides presentes, también a las moléculas tales como dicetopiperazinas, L-aminoácidos libres o péptidos también contribuyen a la percepción de amargor.

Sobre el **atributo astringencia** en los nibs de cacao Chuncho y SHU-1 existe diferencia estadística altamente significativa, teniendo el mayor puntaje $3,8 \pm 0,3$ (escala de 0 a 5) con un calificativo “caracteriza la muestra” el nibs de cacao proveniente de SHU-1 sometido al método de fermentación tradicional, el proceso de fermentación puede afectar este atributo, tal como lo indica **ALDAVE (2016)** la falta de control en la fermentación se expresa como sequedad en la boca producto de la precipitación de las proteínas en la saliva; va acompañada de incremento en la salivación; se percibe en toda la boca, lengua, garganta y hasta en los dientes. El mismo autor, reporta calificativos inferiores en los nibs de CCN-51 fue 4,75 (tostado $120^{\circ}\text{C}/40$ min) y para el ICS-6 fue 5,50 ($120^{\circ}\text{C}/40$ min) en una escala de 0 a 10 (**ALDAVE, 2016**). Por el contrario, con respecto al mismo atributo el menor puntaje fue de $2,3 \pm 0,3$ (escala de 0 a 5) correspondió al SHU-1 sometido a microfermentación con un calificativo “presente” que significa que se percibe claramente pero no es intenso, la disminución de la intensidad de astringencia en los nibs de cacao posiblemente se debe al método de fermentación empleado, esto puede ser corroborado por **DÍAZ y PINOARGOTE (2012)** quien indica que la oxidación enzimática, provoca la disminución del contenido de polifenoles a través de la hidrólisis de las antocianinas y la polimerización de los monómeros y oligómeros de flavonoides,

transformándoles en compuestos insolubles; como resultado, disminuye la astringencia y amargor, influyendo positivamente sobre la calidad sensorial del cacao.

Para el **atributo defectos** en los nibs de cacao existe diferencia significativa, el mayor puntaje fue $3,0\pm 0,0$ (escala de 0 a 5) con el calificativo de “caracteriza la muestra” que correspondió a los nibs de cacao Chuncho Achoccha que tuvo una fermentación tradicional, como se sabe en este tipo de fermentación no se controla eficientemente la temperatura que posiblemente sea la que provocó la intensidad de este atributo, al respecto **REYNEL et al. (2016)** y **MERA y RUÍZ, (2014)** indican que los sabores defectuosos que usualmente se presentan puede deberse a falencias en el beneficio (fermentación) y tostado de las almendras. Por otro lado, el menor puntaje fue $1,0\pm 0,0$ (escala de 0 a 5) con un calificativo de “apenas detectable” y correspondió a los nibs de cacao de Achoccha (microfermentación) y Pamuco sometidos a la fermentación tradicional y microfermentación, cabe aclarar que la Achoccha es muy sensible a los procesos de fermentación, según **LIENDO (2015)** cuando se controla los parámetros este atributo disminuye, los defectos presentan niveles de intensidad bajos esto indica que el periodo de fermentación fue el apropiado.

Respecto al **atributo sabor cacao**, no existe diferencia estadística significativa, el rango del puntaje fue de $3,8\pm 0,5$ a $3,0\pm 0,4$ (escala de 0 a 5) con el calificativo “caracteriza la muestra” que indica que es una característica resaltante en los nibs de cacao Chuncho y SHU-1 tanto en fermentación tradicional como microfermentación. Este atributo es considerado como un sabor básico, esto indica que debe estar presente en un perfil de sabor. El

procesamiento juega un papel muy importante que rige el perfil de sabor final de los granos de cacao, especialmente durante el tostado (**HILL *et al.*, 2016**). La fermentación es esencial para el desarrollo de sabores deseables y precursores de sabor (**SUJUNG *et al.*, 2016**). Así mismo, es importante considerar que el sabor del chocolate está influenciado por las características genéticas de variedades de cacao y prácticas de procesamiento poscosecha (**NARA *et al.*, 2016**) y el sabor del cacao depende esencialmente de tres factores que son el genotipo, el tratamiento poscosecha y la torrefacción (**REYNEL *et al.*, 2016**).

Para el atributo **sabor dulce**, si existe diferencia estadística significativa, el mayor puntaje $3,0 \pm 0,4$ (escala de 0 a 5) con un calificativo “caracteriza la muestra” pertenece a los nibs de cacao Chuncho Común en fermentación tradicional; este sabor se percibe como una sensación dulzaina (**ALDAVE, 2016**). Niveles altos de dulzor están relacionados con el contenido de pulpa de fruta alto lo que incrementa el contenido de azúcar que puede transformarse en moléculas que contribuyen al dulzor (**VÁZQUEZ-OVANDO *et al.*, 2016**). El menor contenido se encontró en los nibs de cacao SHU-1 con un puntaje $1,3 \pm 0,3$ (escala de 0 a 5) con el calificativo de “apenas detectable”, esto indica que es débil en su presencia. Las otras muestras tuvieron un puntaje entre 1,3 a 3,0, (escala de 0 a 5) teniendo como calificativo “presente” que significa que se percibe claramente, este atributo con el respectivo puntaje da calidad a los nibs porque es necesario encontrar la sensación aromática causada por un conjunto altamente volátil de aldehídos y ésteres que producen sensaciones de una dulce fragancia evocadora de una flor (**CHANG, 2013**).

Cuadro 8. Resultado de la evaluación de los atributos de catación de nibs de cacao Chuncho y del clon SHU-1.

Muestras	Aroma	Acidez	Amargor	Astringencia	Defectos	S. cacao	S. dulce	S. nuez	S. frutas secas	S. frutas frescas	S. floral	S. especias	Pos gusto
T-Señorita	3,5±0,5	3,3±0,3	3,3±0,3	3,3±0,3 ^{abc}	2,0±0,4 ^{ab}	3,5±0,3	1,5±0,3 ^{bc}	2,8±0,3	1,8±0,3 ^b	1,8±0,3 ^{abc}	1,8±0,3 ^{abc}	1,3±0,3	3,3±0,3 ^{ab}
T-Achoccha	4,0±0,7	3,3±0,3	3,3±0,3	3,3±0,3 ^{abc}	3,0±0,0 ^a	3,3±0,5	2,3±0,3 ^{abc}	3,3±0,5	3,5±0,3 ^a	2,3±0,3 ^{ab}	1,0±0,0 ^c	1,8±0,3	3,5±0,3 ^{ab}
T-Pamuco	3,8±0,3	2,8±0,3	3,3±0,3	3,3±0,3 ^{abc}	1,0±0,0 ^b	3,0±0,4	2,8±0,3 ^{ab}	2,3±0,3	2,8±0,3 ^{ab}	1,3±0,3 ^{bc}	1,5±0,3 ^{abc}	1,8±0,3	2,0±0,4 ^b
T-Común	3,5±0,5	3,5±0,3	3,5±0,3	3,5±0,3 ^{ab}	1,3±0,3 ^b	3,5±0,3	3,0±0,4 ^a	3,5±0,3	3,3±0,3 ^a	2,8±0,3 ^a	2,3±0,3 ^{ab}	1,0±0,0	2,0±0,0 ^b
T-SHU-1	3,0±0,4	2,8±0,3	3,8±0,3	3,8±0,3 ^a	1,3±0,3 ^b	3,0±0,4	1,3±0,3 ^c	3,5±0,3	2,3±0,3 ^{ab}	1,3±0,3 ^{bc}	1,8±0,3 ^{abc}	1,0±0,0	3,3±0,3 ^{ab}
M-Señorita	3,3±0,3	2,8±0,3	2,8±0,3	2,8±0,3 ^{abc}	1,3±0,3 ^b	3,8±0,5	2,5±0,3 ^{abc}	2,8±0,3	2,5±0,3 ^{ab}	1,8±0,3 ^{abc}	1,3±0,3 ^{bc}	1,0±0,0	4,0±0,4 ^a
M-Achoccha	3,3±0,3	2,8±0,3	2,8±0,3	2,8±0,3 ^{abc}	1,0±0,0 ^b	3,3±0,5	2,8±0,3 ^{ab}	2,8±0,3	2,3±0,3 ^{ab}	1,0±0,0 ^c	1,8±0,3 ^{abc}	1,0±0,0	4,0±0,4 ^a
M-Pamuco	3,8±0,3	3,3±0,3	2,3±0,3	2,8±0,3 ^{abc}	1,0±0,0 ^b	3,5±0,3	1,8±0,3 ^{abc}	2,8±0,3	2,3±0,3 ^{ab}	1,0±0,0 ^c	2,3±0,3 ^{ab}	1,3±0,3	3,5±0,5 ^{ab}
M-Común	3,8±0,3	3,5±0,3	2,5±0,3	2,5±0,3 ^{bc}	1,0±0,0 ^b	3,5±0,3	1,8±0,3 ^{abc}	2,8±0,3	2,5±0,3 ^{ab}	1,3±0,3 ^{bc}	2,5±0,3 ^a	1,0±0,0	3,8±0,5 ^a
M-SHU-1	3,3±0,3	3,3±0,3	3,3±0,8	2,3±0,3 ^c	1,5±0,3 ^b	3,0±0,6	1,3±0,3 ^c	2,5±0,5	1,8±0,3 ^b	1,3±0,3 ^{bc}	1,8±0,3 ^{abc}	1,0±0,0	3,3±0,3 ^{ab}

Los valores representan (promedio ± SEM) los datos provienen del experimento (n=4) valores de una misma columna con superíndices diferentes son significativos. (p<0,05).

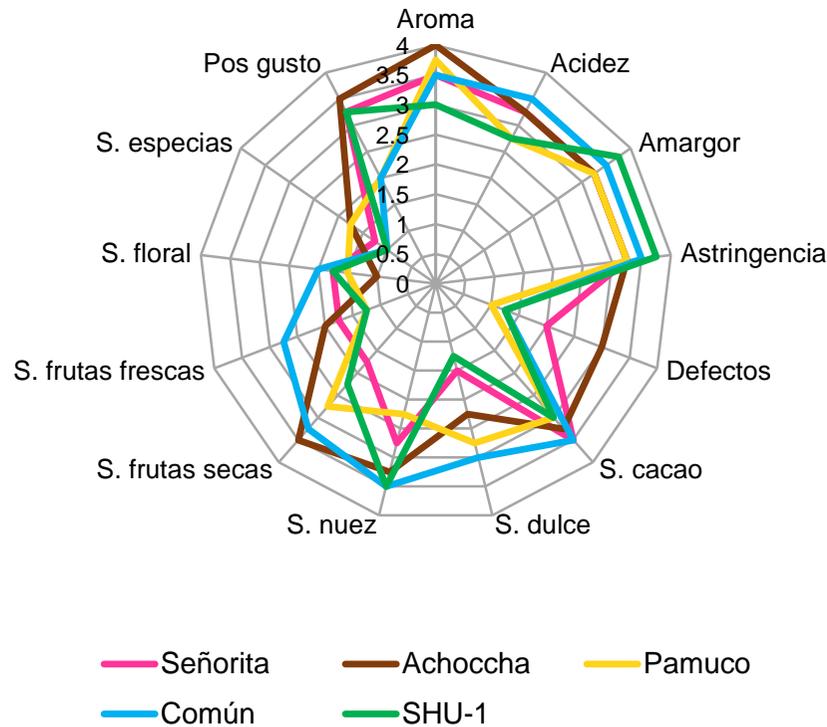


Figura 18: Representación de los atributos en catación de nibs de cacao Chuncho y del clon SHU-1-fermentación tradicional.

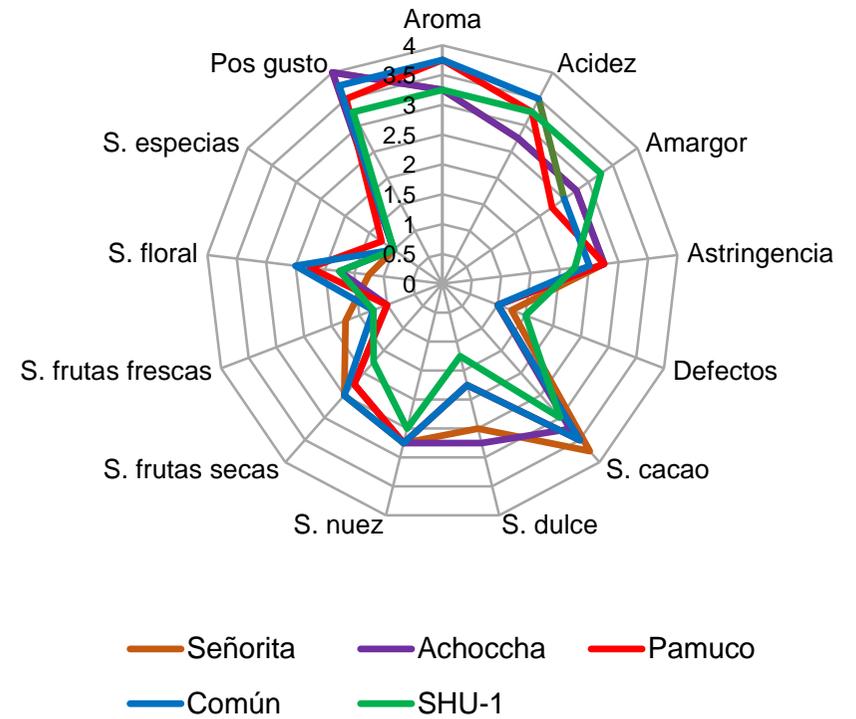


Figura 19: Representación de los atributos en catación de nibs de cacao Chuncho y del clon SHU-1-microfermentación.

Con respecto al atributo **sabor nuez** en los nibs de cacao no se encontró diferencia estadística significativa, el rango varió entre $3,5\pm 0,3$ a $2,3\pm 0,3$ (escala de 0 a 5) siendo calificado de “presente a caracteriza la muestra” la presencia de este sabor es bueno, pero cuando caracteriza a la muestra presenta intensidad que puede afectar la calidad final de los nibs, según **QUEVEDO et al. (2018)** el sabor a nuez es el complejo polipéptidos-fenoles y pirazinas participan en esta nota sensorial. Así mismo, los aldehídos y cetonas (benzaldehído y fenilacetaldéhído) dan este sabor (**MACHADO et al., 2018**).

El atributo **sabor frutas secas y sabor frutas frescas** en los nibs de cacao Chuncho y SHU-1 presentó diferencia estadística significativa para ambos; para el sabor frutas secas el mayor puntaje fue $3,5\pm 0,3$ (escala de 0 a 5) pertenece a los nibs de Achoccha y para el sabor frutas frescas fue $2,8\pm 0,3$ (escala de 0 a 5) fue para el Común, ambos con fermentación tradicional el calificativo fue “caracteriza la muestra”, la intensidad de este sabor ayuda resaltar las características en el producto final; según **DÍAZ y PINOARGOTE (2012)** describe el sabor y aroma fruta madura, combinado con notas dulzainas agradables. Su presencia en los nibs describe una nota de aroma a dulce agradable (**MERA y RUÍZ, 2014**). Por otro lado, el menor puntaje $1,8\pm 0,3$ (escala de 0 a 5) en frutas secas (fermentación tradicional Señorita y microfermentación SHU1), en frutas frescas $1,0\pm 0,0$ (escala de 0 a 5) (microfermentación Achoccha y Pamuco) siendo calificado “apenas detectable”, la baja intensidad de este atributo puede deberse a la variedad, tipo de cacao tal como lo indica **ESKES et al. (2012)** los clones EET 62 e ICS -1 son bien conocidos por sus sabores de

cacao floral y de fruta fresca y sabor fino. Así mismo, la intensidad está dado por los ésteres quienes aportan un sabor afrutado al chocolate (**FATMA y ALI, 2017**).

Existe diferencia estadística significativa en la evaluación sensorial de los nibs de cacao Chuncho y SHU-1 para el atributo **sabor floral**, mayor puntaje fue $2,5\pm 0,3$ (escala de 0 a 5) (microfermentación Común) con un calificativo “presente”, la intensidad de las notas “floral” y “frutal” se pueden encontrar en cacaos provenientes de Ecuador, Perú, Jamaica, Venezuela (**CHANG, 2013**). El cacao nacional es visto como una variedad fina que produce granos con notas distintivas florales y picantes (**KONGOR et al., 2016**). Por otro lado, el menor puntaje fue $1,0\pm 0,0$ (escala de 0 a 5) y correspondió al proceso de fermentación tradicional y los nibs de Achoccha, teniendo un calificativo de “apenas detectable”, cabe aclarar que este atributo debe estar presente en cacaos finos, sin embargo, el proceso de fermentación puede afectar este atributo, provocando que el grano pierda calidad; según **DÍAZ et al. (2011)** durante el proceso de fermentación las levaduras provocan un potenciamiento del 2-fenilacetato, que pertenece al grupo de los ésteres y está relacionado al aroma floral. **DÍAZ y PINOARGOTE (2012)** describe que el sabor floral es la presencia de aroma a flores, con tonos perfumados.

Con respecto al atributo **sabor especias** no existe diferencia estadística significativa en los nibs de cacao Chuncho y SHU-1, el rango osciló entre $1,8\pm 0,3$ y $1,0\pm 0,0$ (escala de 0 a 5), teniendo un calificativo de “apenas detectable” que significa que es débil en su presencia. Para el **atributo pos gusto** se encontró diferencia estadística significativa en los nibs de cacao Chuncho y SHU-1, el mayor puntaje fue $4,0\pm 0,4$ (escala de 0 a 5), correspondió

a microfermentación Señorita y Achoccha teniendo un calificativo de “dominante” que significa que produce dificultad en percibir otras características de la muestra, el resultado obtenido fue superior a lo reportado por **ALDAVE (2016)**, el CCN-51 tuvo un puntaje 6,33 (120°C/40 min) y para ICS-6 fue 5,92 (120°C/40 min) (escala de 0 a 10). El menor puntaje $2,0 \pm 0,0$ (escala de 0 a 5), correspondió al Pamuco y Común sometido a fermentación tradicional.

4.4.1. Correlación entre los atributos en catación de nibs de cacao

Chuncho y del clon SHU-1

Según los resultados presentados en el Cuadro 9 referente a la matriz de correlación entre variables de los atributos de catación de nibs de cacao Chuncho y SHU-1, podemos apreciar para el atributo aroma tuvo una correlación directa (0,72) con el sabor especias, esto concuerda con lo indicado por **FUENTES (2016)** el cacao nacional fino y de aroma posee características individuales, distintivas, de toques florales, frutales, de nueces, almendras y especias. Así mismo, **LOAYZA, (2014)**, el sabor y el aroma, determinado por el gusto, reflejan los efectos combinados del genotipo, de factores edafoclimáticos, del manejo agronómico recibido durante la plantación y de la tecnología poscosecha utilizada. Por otro lado, la fermentación y secado juegan un papel importante en este atributo **DÍAZ y PINOARGOTE (2012)** las enzimas que participan durante la fermentación influye en el aroma del cacao. Los precursores formados durante la fermentación y el secado son los que participan en la formación de este aroma típico (**HERRERA y OSPINA, 2016**).

El atributo acidez tuvo una correlación directa (0,55) con el sabor floral, este comportamiento puede deberse a lo indicado por **RIVERA *et al.* (2012)** quien indica que la acidez volátil está relacionada sobre todo con el contenido de ácido acético, que se origina en la fermentación y producen aromas agradables. Así mismo, **PALLARES-PALLARES *et al.* (2016)**, los compuestos volátiles 3-metil-1-butanol, 2-fenil etanol, benzaldehído, fenil acetaldehído, etilhexanoato, etil benzoato, etilfenil acetato y 2-fenil etil acetato, aportan notas odoríficas muy agradables (chocolate, caramelo, dulce, nuez, miel, frutal, floral) que incrementan la calidad sensorial del cacao. El sabor floral es descrito como una sensación de frescura en la boca, como si estuviera perfumado, tiene una referencia a los aromas de las flores de los cítricos, jazmines, violetas y otras (**SOLÓRZANO *et al.*, 2015**). Se sostiene que el linalol contribuye con la calidad aromática del cacao nacional y sería responsable de sus notas florales (**RUÍZ *et al.*, 2015**).

El atributo amargor tuvo una correlación directa (0,69) con la astringencia, esto indica que al incrementar el amargor también incrementa la astringencia o viceversa, esto puede deberse a que durante el secado suceden reacciones químicas que disminuyen el amargor y la astringencia en el grano de cacao (**JIMENEZ, 2017**). Otras moléculas que también pueden contribuir a la percepción de amargura, no directamente sino más bien como una sensación "astringente-amarga", son taninos de bajo peso molecular como epicatequinas, catequinas y procianidinas, y que juntos como polifenoles totales (**VÁZQUEZ-OVANDO *et al.*, 2015**). Indicadores de calidad bien fermentada y seca de los granos son, un buen color marrón, baja astringencia y amargura, y una ausencia

de sabores desagradables tales como notas ahumadas y acidez excesiva (**EMMANUEL et al., 2012**).

El atributo amargor tuvo una correlación inversa (-0,54) con el sabor a cacao, esto indica que al disminuir el amargor se incrementa el sabor a cacao, este comportamiento es explicado por **MENDONÇA et al. (2016)** quien indica que los polifenoles son componentes importantes del sabor del cacao, siendo responsables del amargor y la astringencia. Durante la fermentación se da la formación del precursor del sabor y el desarrollo del color, y una reducción significativa en amargura (**EMMANUEL et al., 2012**). Los polifenoles también son oxidados por la polifenol-oxidasa durante la fermentación y el secado que reducen la astringencia y la amargura, mejorando así el sabor de los granos de cacao (**KONGOR et al., 2016**).

El atributo astringencia tuvo una correlación directa (0,64) con el sabor a nuez, esto indica que la astringencia muchas veces se relaciona con la intensidad del sabor a nuez especialmente en granos crudos, por esta razón el proceso de fermentación ayuda a controlar este atributo tal como lo reporta **KONGOR et al. (2016)**, los granos de cacao crudo tienen un sabor astringente y desagradable y tienen que ser fermentados y secarse para obtener el sabor y el sabor característicos del cacao. La correcta fermentación y secado de granos de cacao son esenciales para el desarrollo del sabor adecuado y/o precursores del sabor.

Para el atributo astringencia tuvo una correlación inversa (-0,51) con el pos gusto, esto indica que cuando se cata los nibs de cacao y existe la persistencia de la astringencia el producto no tendrá un buen pos gusto; como lo

indica **TORRES (2016)**, el pos gusto es el aroma y sabor que permanece en la garganta y lengua después de probar la muestra. La astringencia en los nibs de cacao son muestras que dejan una sensación fuerte de sequedad detectado en toda la boca, lengua, garganta y hasta en los dientes (**QUEZADA et al., 2017**).

El atributo defectos tuvo una correlación inversa (-0,61) con el sabor floral, esto indica que la presencia de sabor floral en los nibs descarta la presencia de defectos, según **KADOW et al. (2013)** los cacaos finos o de sabor contienen mayores cantidades de linalol que el cacao corriente. Además de linalol, los granos fermentados y secos también pueden contener los monoterpenos mirceno y ocimene descrito como picante y floral, respectivamente. La presencia de defectos son indicadores de un manejo inapropiado después de la cosecha, en este sentido la cantidad de mucilago en las vainas puede haber determinado su presencia. (**VÁZQUEZ-OVANDO et al., 2015**).

El atributo sabor dulce tuvo una correlación directa (0,65) con el sabor frutas secas, el sabor afrutado caracteriza a los granos de cacao con un sabor y olor de frutas maduras, generalmente describe una nota de aroma dulce y acidez agradables (**ALDAVE, 2016**). El metabolismo de la levadura durante el proceso de fermentación, produce ésteres con sabores de flores, frutas y miel (**NARA et al., 2016**). El sabor dulce se asocia con moléculas como alcoholes, cetonas, aldehídos, ésteres y pirazinas, que son muy deseables en los granos de cacao, ya que contribuyen a la alta calidad de los chocolates, (**VÁZQUEZ-OVANDO et al., 2015**).

Cuadro 9. Matriz de correlación entre variables de los atributos en catación de nibs de cacao Chuncho y del clon SHU-1

Atributos	Aroma	Acidez	Amargor	Astringencia	Defectos	S. cacao	S. dulce	S. nuez	S. frutas secas	S. frutas frescas	S. floral	S. especias	Pos gusto
Aroma	1,00												
Acidez	0,49	1,00											
Amargor	-0,33	-0,13	1,00										
Astringencia	-0,05	-0,19	0,69	1,00									
Defectos	0,39	0,25	0,34	0,23	1,00								
S. cacao	0,17	0,32	-0,54	-0,17	-0,05	1,00							
S. dulce	0,24	-0,17	-0,06	0,18	-0,13	0,24	1,00						
S. nuez	-0,16	0,21	0,47	0,64	0,30	0,10	0,01	1,00					
S. frutas secas	0,55	0,17	0,16	0,41	0,34	0,11	0,65	0,46	1,00				
S. frutas frescas	0,23	0,43	0,45	0,46	0,52	0,34	0,41	0,59	0,66	1,00			
S. floral	0,00	0,55	-0,33	-0,19	-0,61	0,21	-0,17	0,05	-0,23	-0,19	1,00		
S. especias	0,72	-0,09	0,12	0,29	0,51	-0,29	0,23	-0,22	0,47	0,13	-0,53	1,00	
Pos gusto	-0,19	-0,15	-0,56	-0,51	0,09	0,33	-0,32	-0,07	-0,34	-0,40	-0,13	-0,35	1,00

El atributo sabor nuez tuvo una correlación directa (0,59) con el sabor frutas frescas, esto puede ser explicado por **CHANG (2013)** las almendras de cacao al tostarse forman olores con notas de sabor floral, frutal, nuez o semilla. **FUENTES (2016)**, en el tostado los precursores del sabor (azúcares, aminoácidos, y otros que se forman durante la fermentación) se combinan y producen los olores y sensaciones típicas del sabor a chocolate y otras notas sensoriales como: sabor floral, frutal y nuez.

El atributo sabor frutas secas tuvo una correlación directa (0,66) con el sabor frutas frescas, como la tetrapirazina, que es el compuesto responsable de la formación de aromas de chocolate, también está relacionada con el desarrollo del aroma a fruta seca (**DÍAZ et al., 2011**) y el 2-pentanol acetato contribuye a la nota de aroma de fruta seca (**KADOW et al., 2013**).

4.4.2. Componentes principales de los atributos en catación de nibs de cacao Chuncho y del clon SHU-1

Los resultados de la evaluación de los atributos de catación de los nibs de cacao elaborado con granos de cacao Chuncho y SHU-1 en dos métodos de fermentación fueron analizados mediante componentes principales (A-VIII), según los resultados estadísticos podemos concluir que en el biplot de variables del primer componente (**CP1**) separa el atributo pos gusto de las demás variables, el cual representa el 31,1% de la variabilidad total del perfil sensorial de los atributos de los nibs de cacao (Figura 20). Así mismo, el atributo aroma del nibs representa el 19,3% de la variabilidad del segundo componente (**CP2**) y en general ambos componentes representan el 50,4% de la variabilidad total. De

los resultados con respecto al CP1 representado por el atributo pos gusto prolongado incluye sabores positivos (cacao, dulce, nuez, frutas secas, frutas frescas, floral y especias) con intensidades bajas de amargor y astringencia en los nibs. Al respecto **ALDAVE (2016)** describe el pos gusto como el sabor residual en la boca después de degustar la muestra, sabores que quedan al final de la cata, cuando la muestra se ha disuelto completamente y estos pueden ser agradables o desagradables.

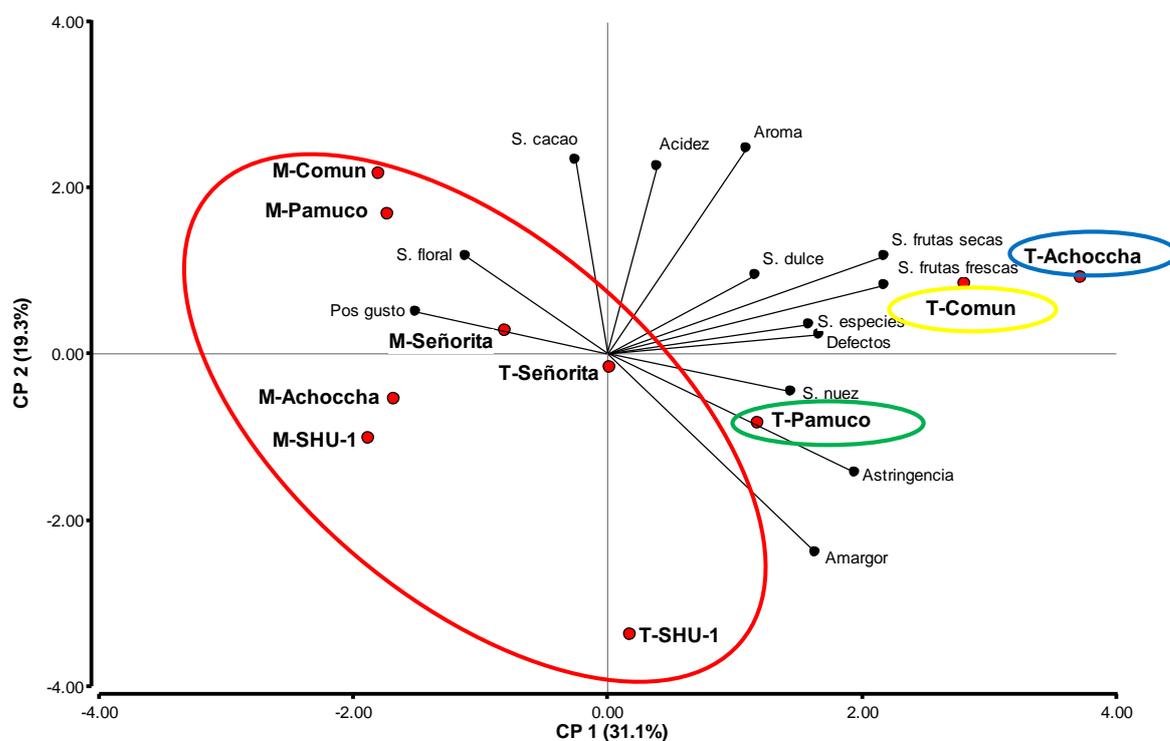


Figura 20. Comportamiento del biplot de la evaluación de los atributos de catación de nibs de cacao Chuncho y del clon SHU-1.

El CP2 fue representado por el atributo aroma cuya variabilidad representó el 19,3%, este atributo resaltó en las muestras de nibs de cacao Chuncho y SHU-1. Según **HERRERA y OSPINA (2016)** la caracterización del impacto de los compuestos volátiles sobre la calidad aromática del cacao,

reflejan la importancia de la fermentación y el secado. El aroma envuelve un gran número de constituyentes orgánicos con diferentes estructuras químicas y diferentes propiedades, las pirazinas son parte del aroma a chocolate (**DÍAZ y PINOARGOTE, 2012**).

De los componentes principales en los nibs de cacao evaluado los panelistas tuvieron dificultad en distinguir con facilidad los atributos quedando un 49,6 % la prevalencia de otros atributos, los nibs son obtenidos entre el tostado y previo a la molienda del caco, tal como lo indica (**LOAYZA, 2014**), los granos tostados y pelados, son primero convertidos en nibs y luego molidos para obtener pasta de cacao.

Realizando el análisis estadístico mediante conglomerados (Figura 21) usando dos métodos de fermentación (tradicional y microfermentación) podemos diferenciar 4 grupos; el primer grupo representa el 70% (microfermentación Achoccha, Señorita, Común, Pamuco, SHU-1 y tradicional Señorita y SHU-1); en las muestras de nibs resaltan los atributos de sabor cacao, floral, pos gusto, esto puede deberse a que el Chuncho es una cacao puro de aroma, según **JIMÉNEZ et al. (2011)** el sabor floral fuerte con tonalidades de amargor es una característica del cacao tipo Nacional. El sabor a cacao que se produce es el resultado de combinaciones de compuestos, como las pirazinas, aldehídos, éteres, tiazoles, fenoles, cetonas, alcoholes, furanos y esterres (**ALDAVE, 2016**).

El segundo grupo estuvo representado por un 10% (fermentación tradicional Pamuco), en los nibs de este cacao destaco el atributo sabor a nuez,

astringencia y amargor, cabe aclarar que durante la fermentación tradicional los parámetros de temperatura no fueron controlados estrictamente, posiblemente sea la razón que el nibs de este cacao pudo haber tenido una calificación baja. **ÁLVAREZ et al. (2010)** durante la fermentación se producen reacciones bioquímicas que causan una disminución del amargor y de la astringencia dando, origen a los precursores del aroma y sabor a chocolate. **SALAZAR et al. (2014)** el contenido de polifenoles en las almendras disminuye, en un rango del 44 - 51%, durante la fermentación.

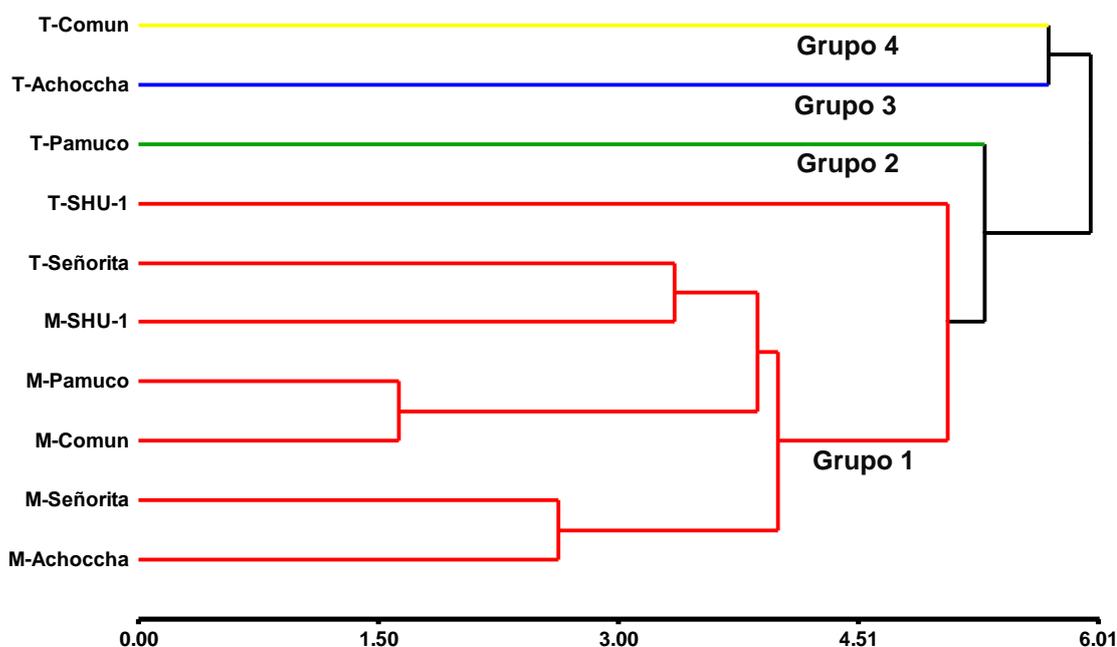


Figura 21. Presentación del análisis de conglomerados de los atributos en catación de nibs de cacao Chuncho y del clon SHU-1.

El tercer grupo también fue representado por el 10% (fermentación tradicional Achoccha) en este grupo los nibs tuvieron la predominancia de los atributos de sabor a frutas secas y frutas frescas, cabe mencionar que la

Achoccha es un cacao fino de aroma, pero los granos cuando son sometidos al proceso de fermentación tradicional pierden su categoría, al respecto podemos afirmar que en el cacao fino de aroma se le conoce a las almendras con alto potencial aromático y otras bondades sensoriales que los distinguen de los demás cacaos, este cacao posee características distintivas de aroma y bajo contenido de sustancias amargas (**REYNEL et al., 2016**). Los aromas frutal y floral pueden surgir a partir de alcoholes producidos por las levaduras durante la fermentación y que completan su desarrollo durante el tostado de las almendras (**JIMÉNEZ et al., 2011**).

El cuarto grupo estuvo conformado por una sola muestra que representa el 10% (fermentación tradicional Común) con la predominancia del atributo sabor frutas frescas, frutas secas, especias y defectos. El cacao Chuncho cultivar Común es un cacao fino que posee características sensoriales únicas como lo menciona **JIMENEZ (2017)**, los cacaos finos de aroma se caracterizan porque el sabor a cacao se combina con otros sabores como floral, frutal, nuez, etc., atribuyéndole una calidad más aromática, pero cuando es sometido a la fermentación tradicional no desarrolla al máximo sus características, como indica (**QUEVEDO et al., 2018**), cuando la fermentación es defectuosa, la calidad sensorial de los granos es baja. El desarrollo del sabor a cacao aumenta a medida que transcurre el tiempo de fermentación, a medida que transcurre el tiempo de fermentación, disminuye la astringencia de los granos. Buena fermentación, tostación y libre de defectos (**GUZMÁN y GÓMEZ, 2014**).

V. CONCLUSIONES

- ✓ El mayor contenido de polifenoles en el licor y nibs de cacao fueron $18,614 \pm 0,105$ y $22,777 \pm 0,489$ (fermentación tradicional-Señorita y fermentación tradicional-Achoccha) respectivamente y el menor $6,351 \pm 0,166$ y $6,341 \pm 0,295$ (microfermentación-Común y microfermentación-Señorita) respectivamente.
- ✓ Las antocianinas en el licor de cacao, estuvieron comprendidas entre $0,123 \pm 0,001$ y $0,072 \pm 0,001$ (fermentación tradicional-Achoccha y microfermentación-Pamuco) y en los nibs $0,219 \pm 0,001$ y $0,091 \pm 0,001$ (fermentación tradicional-Achoccha y microfermentación-Pamuco).
- ✓ La microfermentación permitió que el licor de cacao Chuncho Achoccha, Común y Señorita desarrollaran perfiles de sabor dulce, floral, frutas frescas, frutas secas, aroma y buen pos gusto y las notas sensoriales asociadas a cacaos finos, con menor acidez, amargor y astringencia. Los coeficientes de correlación entre amargor/astringencia en el licor de cacao fue 0,90; mientras que para astringencia/sabor frutas frescas fue -0,64.
- ✓ Los nibs de cacao Chuncho y SHU-1 microfermentados presentaron perfiles de cacao finos, con sabores a cacao, floral y buen pos gusto, con una correlación entre aroma/sabor a especias de 0,72 y entre defectos/sabor floral de -0,61.

VI. RECOMENDACIONES

- ✓ Revalorar el cacao Chuncho y el clon SHU-1, por las propiedades funcionales (polifenoles y antocianinas) que posee y por las notas florales y frutales característicos de un cacao fino.
- ✓ Catalogar al clon SHU-1 como un cacao fino de aroma por las características sensoriales que posee.
- ✓ Realizar un estudio del contenido de polifenoles y antocianinas desde la cosecha hasta subproductos de cacao Chuncho.
- ✓ Realizar estudio en poscosecha para los cacaos finos de aroma (tiempo de reposo entre la cosecha y el desgrane de las almendras de cacao).
- ✓ Disminuir el tiempo de reposo entre la cosecha y el quiebre para evitar el aumento de taninos (mayor amargor y astringencia) en cacaos finos.
- ✓ Definir y establecer el concepto apropiado de “nibs de cacao”.

VII. ABSTRACT

The research took place in the meat laboratories and the CIDBAM (acronym in Spanish). The objectives were: to quantify the polyphenols, anthocyanins and to do a sensory characterization of the liquor and nibs from cacao Chuncho cvs. Señorita, Achoccha, Pamuco and Común and from the clon SHU-1, using traditional fermentation and micro fermentation. From the beans, a liquor and nibs were elaborated, for the analysis, a 100mg/mL hydro alcoholic extract was prepared. For the sensory characterization, thirteen attributes were considered, judged by four experts, the results were analyzed through the use of the multivariate analysis of principal components. The greatest content of polyphenols in the cacao liquor and nibs was 18.614 ± 0.105 (traditional-Señorita) and 22.777 ± 0.489 (traditional-Achoccha). The anthocyanins content in the liquor varied between 0.123 ± 0.001 and 0.072 ± 0.001 (traditional-Achoccha and micro fermentation-Pamuco) and in the nibs, 0.219 ± 0.001 and 0.091 ± 0.001 (traditional-Achoccha and micro fermentation-Pamuco). The micro fermentation allowed the liquor from the Chuncho Achoccha, Común and Señorita cacao to develop profiles with a sweet, floral, fresh fruit and dry fruit aroma and good aftertaste and the sensory notes associated with fine cacao, with lower acidity, bitterness and astringency. The correlation coefficients between the bitterness/astringency in the liquor was 0.90; while for the astringency/flavor of fresh fruit it was -0.64. The

Chuncho and SHU-1 micro fermented cacao nibs presented profiles of fine cacao with flavors of cacao, floral and good aftertaste, with a correlation between aroma/flavor of spices of 0.72 and between defects/floral flavor of -0.61.

VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACEVEDO, L., MEJÍA, D., ACOSTA, E., VALENCIA, W., PENAGOS, L. 2017. Efecto de la temperatura del conchado sobre los polifenoles en un chocolate semi-amargo. *Revista de la Asociación de Ciencia y Tecnología de Alimentos*. 25(41): 31-50.
- AFOAKWA, E., OFOSU-ANSAH, E., BUDU, A., MENSAH-BROWN, H., JF, T. 2015. Roasting effects on phenolic content and freeradical scavenging activities of pulp preconditioned and fermented cocoa (*Theobroma cacao*) beans. *African Journal of Food, Agriculture, Nutrition and Development*. Ghana. 15(1): 9635-9650.
- ALDAVE, G. 2016. Efecto de la temperatura y tiempo de tostado en los caracteres sensoriales y en las propiedades químicas de granos de cacao (*Theobroma cacao* L.) procedente de Uchiza, San Martín-Perú para la obtención de nibs. Tesis MSc. Alimentos. Lima, Perú. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. 99 p.
- ALEGRÍA, E. 2015. Evaluación de tratamientos previos al proceso de tostado de semillas de cacao para el diseño del área de producción de pasta de cacao (*Theobroma cacao*). Tesis Ing. Agroindustrial. Quito, Ecuador. Escuela Politécnica Nacional. 160 p.

- ALVARADO, M., PORTILLO, E., BOULANGER, R., BASTIDE, P., MACIA, I. 2014. Sustancias aromáticas en el cacao cosechado en la zona de río Anus, municipio Sucre, estado portuguesa, Venezuela. Revista Facultad de Agronomía. Venezuela. 32(1): 38-43.
- ALVARADO, M., PORTILLO, E., BOULANGER, R., BASTIDE, P., MACIA, I. 2014. Compuestos precursores del aroma en el cacao (*Theobroma cacao* L.) de Chabasquén estado, Venezuela. Revista Facultad de Agronomía. Venezuela. 32(1): 812-823.
- ÁLVAREZ, C., TOVAR, L., GARCÍA, H., MORILLO, F., SÁNCHEZ, P., GIRÓN, C., DE FARIAS, A. 2010. Evaluación de la calidad comercial del grano de cacao (*Theobroma cacao* L.) usando dos tipos de fermentadores. Rev. Científica UDO Agrícola. Venezuela. 10(1): 76-87.
- ARANGO, J. 2017. Evaluación del efecto de técnicas de fermentación en el sabor y aroma de cacao CCN-51 (*Theobroma cacao* L.) en la zona de Tumaco-Nariño. Tesis MSc. Ciencias Agrarias. Bogotá, Colombia. Universidad Nacional de Colombia. 71 p.
- BASTIDAS, E. 2016. Análisis proximal, compuestos fenólicos, alcaloides, ácidos grasos y actividad antioxidante de dos lotes de chocolate Piura Milk, Cacaosuyo. Tesis Qco. Farmacéutico. Lima, Perú. Universidad Peruana Cayetano Heredia. 48 p.
- BERMÚDEZ, K., MENDOZA, C. 2016. Post-cosecha y secado del grano del cacao nacional fino y de aroma para la determinación de perfiles físicos, bromatológicos y organolépticos. Tesis Ing. Agroindustrial. Calceta,

Ecuador. Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López. 72 p.

BORDIGA, M., LOCATELLI, M., TRAVAGLIA, F., COÏSSON, J., MAZZA, G., ARLORIO, M. 2015. Evaluation of the effect of processing on cocoa polyphenols: antiradical activity, anthocyanins and procyanidins profiling from raw beans to chocolate. *International Journal of Food Science and Technology*. Canadá. 50: 840-848.

BRAVO, D. 2010. Evaluación fisicoquímica del comportamiento de las almendras de cacao (*Theobroma cacao* L) de seis clones: ICS -1 (Imperial Collage Selection), ICS – 95 (Imperial Collage Selection), UF – 613 (United Fruit), IMC – 67 (Iquitos Marañón Colection), TSH – 565 (Trinidad Selection Hybrida), CCN-51 (Colección Castro Naranjal) y el cacao criollo durante el proceso de fermentación y secado. Tesis Ing. Agroindustrial. Tarapoto, Perú. Universidad Nacional de San Martin Tarapoto. 111 p.

BRAVO, N., MINGO, F. 2011. Valoración de tres métodos de fermentación y secado para mejorar la calidad y rentabilidad del cacao fino de aroma (*Theobroma cacao* L.) en la parroquia Panguintza del Cantón Centinela del Cóndor, provincia de Zamora Chinchipe. Tesis Ing. Agrícola. Loja, Ecuador. Universidad Nacional de Loja. 224 p.

BRITO, B., CHISTÉ, R., PENA, R., GLORIA, M., LOPES, A. 2017. Bioactive amines and phenolic compounds in cocoa beans are affected by fermentation. *Food Chemistry*. Brasil. 228(1): 484-490.

CAMINO, C. 2014. Estudio del contenido de grasa, alcaloides y polifenoles totales en almendras de cacao nacional fino de aroma en zonas del litoral

- ecuatoriano para comparar su calidad y facilitar su comercialización. Tesis Ing. Bioquímica. Ambato, Ecuador. Universidad Técnica de Ambato. 122 p.
- CARRERA, M. 2014. Análisis sobre el desarrollo de la comercialización internacional del cacao nacional fino o de aroma del 2002 al 2012, su producción e impacto político, económico y social. Tesis Lic. multilingüe en negocios y relaciones internacionales. Quito, Ecuador. Pontificia Universidad Católica del Ecuador. 144 p.
- CASIQUE, C. 2014. Determinación del contenido de polifenoles totales, antocianinas y capacidad antioxidante en alimentos preparados con licor y polvo de cacao. Tesis Ing. Industrias Alimentarias. Tingo María, Perú. Universidad Nacional Agraria de la Selva. 112 p.
- CASTRO, M., HERNÁNDEZ, J., MARCILLA, S., CÓRDOVA, J., SOLARI, F., CHIRE, G. 2016. Efecto del contenido de grasa en la concentración de polifenoles y capacidad antioxidante de *Theobroma cacao* L. cacao. Ciencia e Investigación. Lima, Perú. 19(1): 19-23.
- CEVALLOS-CEVALLOS, J. 2018. Time-related changes in volatile compounds during fermentation of bulk and fine-flavor cocoa (*Theobroma cacao*) beans. Journal of Food Quality. Egipto. 2018 (00): 1-14.
- CHANG, H. 2013. Perfil de sabor de las pastas de chocolate Aurora. Tesis Lic. Ciencias Alimentarias. Habana, Cuba. Universidad de la Habana. 58 p.
- CHÁVEZ, R., ORDOÑEZ, E. 2013. Polifenoles totales, antocianinas y capacidad antioxidante (DPPH y ABTS) durante el procesamiento del licor y polvo de cacao. Revista ECIPerú. Tingo María, Perú. 10(1): 42-50.

- CHETSCHIK, I., KNEUBÜHL, M., CHATELAIN, K., SCHLÜTER, A., BERNATH, K., HÜHN, T. 2017. Investigations on the aroma of cocoa pulp (*Theobroma cacao* L.) and its influence on the odor of fermented cocoa beans. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. Suiza. 00(0): 0-00
- CHIA, J. 2009. Caracterización molecular mediante marcadores ISSR de una colección de 50 árboles clonales e híbridos de cacao (*Theobroma cacao* L.) de la UNAS-Tingo María. Tesis MSc. Biología molecular. Lima, Perú. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. 136 p.
- CODINI, M., DÍAZ, F., GHIRARDI, M., VILLAVICENCIO, I. 2004. Obtención y utilización de la manteca de cacao. *Invenio*. Rosario Argentina. 7(12): 143-148.
- CONDO, L., PAZMIÑO, J. 2015. Diseño experimental en el desarrollo del conocimiento científico de las ciencias agropecuarias. Tomo 1. Riobamba, Ecuador. La Caracola. 101 p.
- CONDORI, D., ASECICIOS, E., GARCIA, L., RUIZ, C., SAAVEDRA, Y., ROJAS, R. 2014. Optimización del proceso postcosecha del cacao "Chuncho" peruano para el mejoramiento de la calidad organoléptica del licor de cacao. *Revista Facultad Nacional de Agronomía*. Medellín, Colombia. 67(2): 1149-1150.
- DÍAZ, L., PINOARGOTE, M., CASTILLO, P. 2011. Análisis de las características organolépticas del chocolate a partir de cacao CCN-51 tratado enzimáticamente y tostado a diferentes temperaturas. Guayaquil, Ecuador. Escuela Superior Politécnica del Litoral. 7 p.

- DÍAZ, S., PINOARGOTE, M. 2012. Análisis de las Características Organolépticas del Chocolate a partir de Cacao CCN51 Tratado Enzimáticamente y Tostado a Diferentes Temperaturas. Tesis Ing. alimentos. Guayaquil, Ecuador. Escuela Superior Politécnica del Litoral. 145p.
- DOSTERT, N., ROQUE, J., CANO, A., LA TORRE, M., WEIGEND, M. 2012. Hoja botánica: cacao. 1 ed. Lima, Perú. Giacomotti comunicación gráfica S.A.C. 20p.
- EGAS, M. 2015. Evaluación y análisis técnico financiero del proceso de prensado de licor de cacao (*Theobroma cacao*) para la obtención de manteca y polvo de cacao. Tesis Ing. Agroindustrial. Quito, Ecuador. Escuela Politécnica Nacional. 162 p.
- EMMANUEL, O., JENNIFER, Q., JEMMY, S., FIRIBU, K. 2012. Influence of pulp-preconditioning and fermentation on fermentative quality and appearance of Ghanaian cocoa (*Theobroma cacao*) beans. International Food Research Journal. Ghana. 19(1): 127-133.
- ESKES, B., AHNERT, D., GARCIA, L., SEGUINE, E., ASSEMAT, S., GUARDA, D., GARCIA, P. 2012. Evidence on the effect of the cocoa pulp flavour environment during fermentation on the flavour profile of chocolates. Revista. Yaoundé, Cameroun.
- ESPARZA, M. 2017. Capacidad antioxidante y polifenoles totales del grano de cacao (*Theobroma cacao* L.) de los distritos de Naranjillo y Rioja. Lic. Nutrición. Trujillo, Perú. Universidad César Vallejo. 51 p.

- Equal Exchange Creative. 2018. Guía para la ficha de catación para análisis sensorial de cacao. Proyecto de desarrollo de cooperativas USAID- Equal Exchange-TCHO.[En línea]: (https://equalexchange.coop/sites/default/files/Tasting-Guide_vF-JUNIO_2018_-ESP.pdf, documento, 25 Ene. 2019).
- FATMA, Y., ALI, R. 2017. Optimization of dark chocolate conching time with response surface methodology. *Journal of Agricultural Science and Food Technology*. Turquía. 3(4): 78-83.
- FERNADEZ, V.; YEE, A.; SULBARÁN, B.; PEÑA, J. 2014. Actividad antioxidante y contenido de polifenoles en chocolates comerciales venezolanos. *Revista Facultad de Agronomía (LUZ)*. Maracaibo, Venezuela. 31(16): 129-144.
- FRANCO, T.; HIDALGO, R. 2003. Análisis estadístico de datos de caracterización morfológica de recursos fitogenéticos. Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos. Cali (Colombia). *Boletín Técnico* nº 8. 94 p.
- FUENTES, O. 2016. Evaluación de la calidad de las almendras del cacao de ascendencia nacional de árboles elites seleccionados en la zona de Vinces y Palenque-Ecuador. Tesis Ing. Agrónomo. Vinces, Ecuador. Universidad de Guayaquil. 116 p.
- GARCÍA, L. 2013. Caracterización molecular de 11 árboles de cacao mediante marcadores Single Nucleotide Polymorphism (SNPs) de la iniciativa Buscando el cacao de oro del Perú. Informe Final de Consultoría para USAID/PDA. Lima, Perú. 17 p.

- GARCÍA, L. 2010. Cultivares de cacao del Perú. Ministerio de Agricultura y DEVIDA. Lima (Perú). Catálogo. 112 p.
- GARCÍA, L. 2008. Estudio de caracterización del potencial genético del cacao en el Perú. Ministerio de Comercio Exterior y Turismo y Unión Europea. Lima, Perú. Informe final. 152 p.
- GARCÍA, H., MARTÍNEZ, R. 2018. Determinación del perfil de sabor de doce cacaos autóctonos (*Theobroma cacao* L.) producidos en siete fincas cacaoteras de el Salvador. Tesis Ing. Agroindustrial. El Salvador, Centro América. Universidad de el Salvador. 94 p.
- GONZÁLEZ, Y., PÉREZ, E., PALOMINO, C. 2012. Factores que inciden en la calidad sensorial del chocolate. Revista Caracas, Venezuela. 13(4): 314-331.
- GUTIÉRREZ, D., ORTIZ, C., MENDOZA, A. 2008. Medición de Fenoles y Actividad Antioxidante en Malezas Usadas para Alimentación Animal. Centro Nacional de Metrología. Santiago de Querétaro, México. 5 p.
- GUZMÁN, J. y GÓMEZ, S. 2014. Evaluación sensorial de cacao (*Theobroma cacao* L.) cultivado en la región del sur del departamento de Bolívar (Colombia). Revista de Investigación Agraria y Ambiental. Colombia. 5(2): 221-235.
- HERNÁNDEZ, R., FERNÁNDEZ, C., BAPTISTA, P. 2014. Metodología de la investigación. 6 ed. D.F., México, Mc Graw-Hill Interamericana. 634 p.
- HERNANDEZ, E. 2010. Tecnología del cacao. Universidad Nacional Abierta y a Distancia. Sogamoso (Colombia). Monografía. 170 p.

- HERRERA C., OSPINA, N. 2016. Nibs de cacao orgánico para mercados verdes. Tesis Procesos Industriales Agroalimentarios. Pereira, Colombia. Universidad Tecnológica de Pereira. 88p.
- HII, C., MENON, A., LAI, C., SHARIF, S. 2016. Kinetics of hot air roasting of cocoa nibs and product quality. *Journal of Food Process Engineering*. Malaysia. 00(0): 1-6.
- IBÁÑEZ, D., LUJAN, D., ROJANO, B., MARTÍNEZ, G., SALCEDO, Y., MARTINES, L. 2016. Fermentación, efectos en la capacidad antioxidante del cacao del Alto Sinú y Montes de María. *Agronomía colombiana*. Colombia. 34(1): 1367-1369.
- JIMENEZ, J. 2017. Efecto del pre-secado sobre el porcentaje de fermentación y calidad sensorial del licor de cacao (*Theobroma cacao* L.). Tesis Ing. Agrónomo. Machala, Ecuador. Universidad Técnica de Machala. 79 p.
- JIMÉNEZ, J., AMORES, F., NICKLIN, C., RODRÍGUEZ, D., ZAMBRANO, F., BOLAÑOS, M., REYNEL, V., DUEÑAS, A., CEDEÑO, P. 2011. Micro fermentación y análisis sensorial para la selección de árboles superiores de cacao. Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias. Quevedo, Ecuador. Boletín Técnico n° 140. 61 p.
- KADOW, D., BOHLMANN, J., PHILLIPS, W., LIEBEREI, R. 2013. Identification of main fine or flavour components in two genotypes of the cocoa tree (*Theobroma cacao* L.). *Journal of Applied Botany and Food Quality*. Canadá. 86(1): 90-98.

- KONGOR, J., HINNEH, M., VAN DE WALLE, D., AFOAKWA, E. 2016. Factors influencing quality variation in cocoa (*Theobroma cacao*) vean flavour profile — A review. Food Research International. Bélgica. 82(1): 44-52.
- LIENDO, R. 2015. Efecto del volteo sobre los perfiles sensoriales del cacao fermentado. Revista Facultad de Agronomía (LUZ). Aragua, Venezuela. 32(1): 41-62.
- LOAYZA, W. 2014. Influencia de la frecuencia de remoción, durante la fermentación, en la calidad sensorial del cacao (*Theobroma cacao* L.) de Satipo. Tesis Ing. Químico. Lima, Perú. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. 87 p
- LÓPEZ-MONZÓN, R. 2016. Desarrollo de un modelo matemático para la fermentación del cacao criollo blanco. Tesis MSc. Ing. Mecánico-Eléctrica. Piura, Perú. Universidad de Piura. 102 p.
- MACHADO, L., ORDOÑEZ, C., ANGEL., Y., GUACA, L., SUÁREZ J. 2018. Organoleptic quality assessment of *Theobroma cacao* L. in cocoa farms in northern Huila, Colombia. Agroindustry and Food Science. Colombia. 67(1): 46-52.
- MANCERO, D., NAPA, M. 2012. Conservación de las características naturales de la pasta de cacao (*Theobroma cacao* L.) mediante la utilización de dos métodos de tostado y molido en el cantón las naves provincia Bolívar. Tesis Ing. Agroindustrial. Guaranda, Ecuador. Universidad Estatal de Bolívar. 110 p.

- MARCIAL, C. 2015. Evaluación de proyecto caso de negocio: Chocochoco. Tesis Lic. Finanzas. Quito, Ecuador. Universidad San Francisco de Quito. 49 p.
- MARCILLO, L. 2016. Optimización del sistema de fermentado y secado de granos de cacao en beneficio de los pequeños productores cacaoteros del recinto la industria, Cantón Urdaneta. Tesis Ing. Industrial. Guayaquil, Ecuador. Universidad de Guayaquil. 112 p.
- MARTÍNEZ, N. 2016. Evaluación de componentes físicos, químicos, organolépticos y del rendimiento de clones universales y regionales de cacao (*Theobroma cacao* L.) en las zonas productoras de Santander, Arauca y Huila. Tesis MSc. Ciencias Agrarias. Bogotá, Colombia. Universidad Nacional de Colombia. 107 p.
- MENDONÇA, A., DANTAS, A., GOUVEA, L., OLIVEIRA, S., ALVES, C., PADILHA, F., MACHADO, S. 2016. Prospecção tecnológica sobre a utilização de cacau fino. Rev. Virtual de Química. Brasil. 8(4): 1094-1103.
- MERA, O.; RUÍZ, M. 2014. Evaluación física, sensorial y bromatológica del licor de cacao en variedades clonales EET-19, EET-48, EET-62, EET-95, EET-96, EET-103 en la ESPAM. Tesis Ing. Agroindustrial. Calceta, Ecuador. Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López. 125 p.
- MILLER, K., STUART, A., SMITH, L., LEE, Y., McHALE, L., FLANAGAN, A., OU, B., and HURTS, W. 2006. Antioxidant activity and polyphenol and procyanidin contents of selected commercially available cocoa-containing

and chocolate products in the United States. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 54 (11): 4062-4068.

MORALES, M., TANGUILA, F. 2011. Investigación participativa para el manejo y control manual de monilia (*Monilia roreni*), y escoba de bruja (*Crinipellis perniciosa*), en cacao fino de aroma (*Theobroma cacao*), en producción en dos comunidades del cantón Archidona, provincia del Napo. Tesis Ing. Agrónomo. Latacunga, Ecuador. Universidad Técnica de Cotopaxi. 241 p.

MUÑOZ, I. 2013. Elaboración de chocolate de cobertura, utilizando licor de cacao nacional. la Maná Ecuador 2013. Tesis Ing. Alimentos. Quevedo, Ecuador. Universidad Técnica Estatal de Quevedo. 107 p.

NARA, N., LACERDA, C., RIBEIRO, D., MARQUES, A., FREITAS, R. 2016. The impact of yeast starter cultures on the microbial communities and volatile compounds in cocoa fermentation and the resulting sensory attributes of chocolate. *Journal of Food Scientists & Technologists*. India. 53(2): 1101-1110.

NAZARIO, O.; ORDOÑEZ, E.; MANDUJANO, Y.; AREVALO, J. 2014. Polifenoles totales, antocianinas, capacidad antioxidante de granos secos y análisis sensorial del licor de cacao (*Theobroma cacao* L.) criollo y siete clones. *Investigación y amazonia*. Tingo María, Perú. 3(1): 51-59.

NAZARIO, O. 2014. Polifenoles totales, antocianinas, capacidad antioxidante de granos secos y análisis sensorial del licor de cacao (*Theobroma cacao* L.) criollo y siete clones. Tesis Ing. Industrias Alimentarias. Tingo María, Perú. Universidad Nacional Agraria de la Selva. 122 p.

- OLIVEIRA, C., MACIEL, L., MIRANDA, M., BISPO, E. 2010. Phenolic compounds, flavonoids and antioxidant activity in different cocoa samples from organic and conventional cultivation. *British Food Journal*. Georgia. 113(9): 1094-1102.
- ORDOÑEZ-GÓMEZ, E., REÁTEGUI-DÍAZ, D., VILLANUEVA-TIBURCIO, J. 2018. Total polyphenols and antioxidant capacity of peel and leaves in twelve citrus. *Scientia Agropecuaria*. Trujillo, Perú. 9(1): 113-121.
- PABÓN, J. 2016. Procesadora y comercializadora de pasta de cacao y sus derivados en Ecuador. Tesis MSc. Dirección de Empresas. Madrid, España. Universidad Internacional de Rioja. 56 p.
- PALLARES-PALLARES, A., PEREA-VILLAMIL, J., LÓPEZ-GIRALDO, L. 2016. Impacto de las condiciones de beneficio sobre los compuestos precursores de aroma en granos de cacao (*Theobroma cacao* L) del clon CCN-51. *Rev. Cúcuta, Colombia*. 21(1): 120-133.
- PELÁEZ, P., GUERRA, S., CONTRERAS, D. 2016. Changes in physical and chemical characteristics of fermented cocoa (*Theobroma cacao*) beans with manual and semi-mechanized transfer, between fermentation boxes. *Scientia Agropecuaria*. Trujillo, Perú. 7(2):111-119.
- PORTILLO, E., VILLASMIL, R., PORTILLO, A., GRAZZIANI, L., CROS, E., ASSEMAT, S., DAVRIEUX, F., BOULANGER, R. 2014. Características sensoriales del cacao criollo (*Theobroma cacao* L.) de Venezuela en función del tratamiento poscosecha. *Rev. Facultad de Agronomía*. Venezuela. 00(1): 742-755.

- PORTILLO, D. 2017. Efecto del procesado en el contenido y perfil de polifenoles de cacao. MSc. en Gestión de seguridad y calidad alimentaria. Valencia, España. Universidad Politécnica de Valencia. 21 p.
- QUEVEDO, J., ROMERO, J., TUZ, I. 2018. Calidad físico química y sensorial de granos y licor de cacao (*Theobroma cacao* L.) usando cinco métodos de fermentación. Revista para la transformación agraria sostenible. Ecuador. 6(1): 116-127.
- QUEZADA, L. 2017. Determinación del efecto del grado de madurez de las mazorcas en la producción y la calidad sensorial de cacao. Tesis Ing. Agrónomo. Machala, Ecuador. Universidad Técnica de Machala. 55 p.
- QUINGA, F. 2014. Reingeniería e implementación de circuitos de control y fuerza usando un plc s7-300 de un molino refinador de licor de cacao en la empresa Nestlé Ecuador s. a. de la ciudad de Guayaquil. Tesis Ing. de Mantenimiento. Riobamba, Ecuador. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. 117 p.
- RAMOS, G., GONZÁLEZ, N., ZAMBRANO, A., GÓMEZ, A. 2013. Olores y sabores de cacaos (*Theobroma cacao* L.) venezolanos obtenidos usando un panel de catación entrenado. Rev. Científica UDO agrícola. Venezuela. 13(1): 114-127.
- REYNEL, V., LOOR, O., BOLAÑOS, M., TEZARA W. 2016. Efectos del tipo de secado en la calidad organoléptica del cacao (*Theobroma cacao* L.) en Esmeraldas, Ecuador. Rev. Científica Interdisciplinaria Investigación y Saberes. Venezuela. 5(1): 22-38.

- RIVERA, R., MECÍAS, F., GUZMÁN, A., PEÑA, M., MEDINA, H., CASANOVA, L., BARRERA, A., NIVELA, P. 2012. Efecto del tipo y tiempo de fermentación en la calidad física y química del cacao (*Theobroma cacao* L.) tipo nacional. Revista en Ciencia y Tecnología. Ecuador. 5(1): 7-12.
- ROJAS, R., RODRÍGUEZ, C., RUIZ, C., PORTALES, R., NEYRA, E., PATEL, K., MOGROVEJO, J., SALAZAR, G., HURTADO, J. 2017. Cacao Chuncho del Cusco. 1 ed. Lima, Perú, Lumiva. 120 p
- ROMERO, C. 2016. Estudio del cacao en el Perú y en el mundo. Ministerio de Agricultura y Riego. Lima, Perú. 90 p.
- RUÍZ, M., MERA, O., PRADO, A., CEDEÑO, W. 2015. Influencia de la época de cosecha en la calidad del licor de cacao tipo nacional. Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López-ESPAMCIENCIA. Manabí, Ecuador. 5(2): 79-87.
- SAFAEIAN, L. YAGHOobi, S. JAVANMARD, S. GHASEMI-DEHKORDI, N. 2017. The effect of hydroalcoholic extract of *Otostegia persica* (Burm.) Boiss. against H₂O₂-induced oxidative stress in human endothelial cells. Journal of Pharmacognosy. Iran. 4(1):51-58
- SALAZAR, L. 2017. Aislamiento y caracterización de microorganismos durante el proceso de fermentación de *Theobroma Cacao* L. de la variedad "Chuncho" obtenida en Cusco, Perú. Tesis Lic. Bióloga. Lima, Perú. Universidad Peruana Cayetano Heredia. 93 p.
- SALAZAR, D.; YANZAPANTA, G.; SAMANIEGO, I.; ESPIN, S. 2014. Variación del contenido de polifenoles, alcaloides y grasa en cacao fino de aroma

- (*Theobroma cacao* L.) proveniente de la amazonia ecuatoriana. Revista Facultad Nacional de Agronomía. Medellín, Colombia. 67(2): 197-201.
- SÁNCHEZ, A., NARANJO, J., CÓRDOVA, V., ÁVALOS, D., ZALDÍVAR, J. 2016. Caracterización bromatológica de los productos derivados de cacao (*Theobroma cacao* L.) en la Chontalpa, Tabasco, México. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas. México. 00(14): 2817-2830.
- SCHMID, P. 2013. Análisis de la situación actual y perspectivas del cacao ecuatoriano y propuesta de industrialización local. Tesis Ing. negocios internacionales. Quito, Ecuador. Universidad Internacional del Ecuador. 147 p.
- SOLÓRZANO, E., AMORES, F., JIMÉNEZ, J., NICKLIN, C., BARZOLA, S. 2015. Comparación sensorial del cacao (*Theobroma cacao* L.) Nacional fino de aroma cultivado en diferentes zonas del Ecuador. Revista de Ciencia y Tecnología. Quevedo, Ecuador. 8(1): 37-47.
- STEINAU, I. 2017. Evaluación de la incidencia de la fermentación en la calidad del grano de cacao trinitario en Caluco, Sonsonate, el Salvador. Tesis Ing. Agroindustrial. El Salvador, Centro América. Universidad de el Salvador. 101 p.
- SUJUNG, H., BYUNG-YONG, K., MOO-YEOL, B. 2016. Physicochemical properties and antioxidant capacity of raw, roasted and puffed cacao beans. Food Chemistry. Tokio, Japón. 194(1): 1089-1094.
- TENEDA, W. Mejoramiento del proceso de fermentación del cacao (*Theobroma cacao* L.) variedad Nacional y variedad CCN-51. Sevilla. Universidad Internacional de Andalucía. 140 p.

- TORRE, A. 2014. Evaluación de la calidad de los granos de cacao (*Theobroma cacao* L.) clonal procedente de frutos amarillos y anaranjado rojizos por tecnología convencional. Tesis Ing. Agroindustrial. Tarapoto, Perú. Universidad Nacional de San Martín. 105 p.
- TORRES, P. 2016. Manual de proceso de calidad de cacao fino de aroma. Satipo, Perú. 46 p.
- TORRES, O.; GRAZIANI, L.; ORTIZ, L.; TRUJILLO, A. 2004. Efecto del tiempo transcurrido entre la cosecha y el desgrane de la mazorca del cacao tipo forastero de Cuyagua sobre características del grano en fermentación. *Revista Agronomía Tropical, Venezuela*. 54 (4): 481-495.
- VÁZQUEZ-OVANDO, A., OVANDO, I., ADRIANO, L., BETANCUR, D., SALVADOR, M. 2016. Alcaloides y polifenoles del cacao, mecanismos que regulan su biosíntesis y sus implicaciones en el sabor y aroma. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición, México*. 66(3): 239-254.
- VERA, J., GOYA, A. 2015. Comportamiento agronómico, calidad física y sensorial de 21 líneas híbridas de cacao (*Theobroma cacao* L.). *Rev. La técnica. Ecuador*. 00(15): 26-37.
- VERTUANI, S., SCALAMBRA, E., VITTORIO, T., MALISARDI, G., BALDISSEROTTO, A., MANFREDINI, S. 2014. Evaluation of antiradical activity of different cocoa and chocolate products—relation with lipid and protein composition. *Journal of Medicinal Food. Italia*. 00(0): 1-5.
- XANTHOPOULOU, M. NOMIKOS, T. FRAGOPOULOU, E. ANTONOPOULOU, S. 2009. Antioxidant and lipoxygenase inhibitory activities of pumpkin seed extracts. *Food Research International. Grecia*. 42 (2009): 641-646.

- YANZAPANTA, A. 2014. Estudio de la variación de los contenidos de polifenoles totales, alcaloides y grasa en almendras de cacao fino de aroma en tres diferentes zonas de producción de la Amazonía ecuatoriana. Tesis Ing. Alimentos. Ambato, Ecuador. Universidad Técnica de Ambato. 86 p.
- YÉPEZ, J. 2017. Caracterización del contenido de polifenoles: catequina, epicatequina y procianidinas B₁, B₂ Y C₁; en cacao CCN-51 de las principales zonas productoras del Ecuador. Tesis Qco. Alimentos. Ecuador. Universidad Central del Ecuador. 114 p.
- ZAPATA, S., TAMAYO-TENORIO, A., ROJANO, B. 2015. Efecto del tostado sobre los metabolitos secundarios y la actividad antioxidante de clones de cacao colombiano. Rev. Facultad Nacional de Agronomía-Medellín. Medellín, Colombia. 68(1) 7497-7507.
- ZAPATA, S., TAMAYO-TENORIO, A., ROJANO, B. 2013. Efecto de la fermentación sobre la actividad antioxidante de diferentes clones de cacao colombiano. Revista Cubana de Plantas Medicinales. Medellín, Colombia. 18(3): 391-404.

IX. ANEXOS

A-I: Ficha de catación


**ANÁLISIS SENSORIAL
DE CACAO**

Ficha de Catación

MUESTRA _____

CATADOR _____

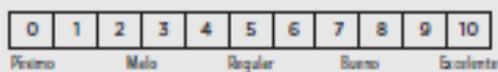
FECHA _____

CATEGORIAS		INTENSIDAD	DESCRIPTORES	CALIDAD (0-10)	PUNTAJE
Aroma		<input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5			x 1 =
Acidez		<input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5			x 1 =
Amargor	INTENSIDAD 0 a 2.5: e 5 en calidad	<input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5			x 1 =
Astringencia	2.5 a 5: s 5 en calidad	<input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5			x 1 =
Defectos		<input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5			x 2 =
Sabor	Cacao/Cacao	<input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5		<input type="checkbox"/> x 2 =	
	Dulce	<input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5			
	Nuez	<input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5			
	Frutas secas	<input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5			
	Frutas frescas	<input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5			
	Floral	<input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5			
	Espicias	<input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5			
	Otros				
Pos gusto		<input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5			x 1 =
COMENTARIOS:			PUNTOS DE CATADOR		x 1 =
PUNTAJE FINAL					

ESCALA DE INTENSIDAD



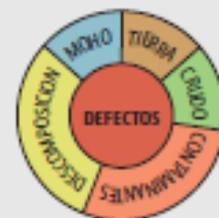
ESCALA DE CALIDAD



TIPS PARA EVALUAR CALIDAD EN DEFECTOS

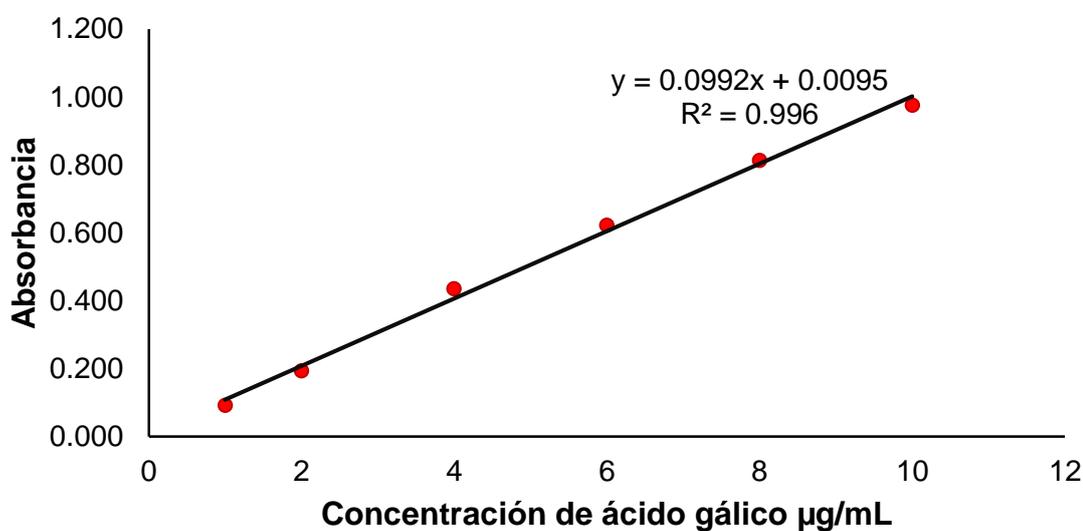
Nombrar el defecto:
Una reducción de puntos en calidad debe ser justificada en Descriptores.

Relación Inversa:
Entre más intenso el sabor defectuoso, se reduce el puntaje en calidad.



licencia Creative Commons Atribución NoComercial-CompartirIgual. No se permite un uso comercial de la obra ni de las posibles obras derivadas, la distribución de las cuales se debe hacer con una licencia igual a la que regula la obra original. Proyecto de Desarrollo de Cooperativas USAID- Igual la change-TCO, Versión 2021.

A-II: Determinación de la curva estándar



A-III Análisis de varianza del contenido de polifenoles totales en licor y nibs de cacao Chuncho y del clon SHU-1.

Licor de cacao

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F cal.	P _{valor}	Sig.
Tratamientos	9	451,285	50,143	708,14	<0,0001	
Error experimental	20	1,416	0,071			
Total	29	452,701				
$R^2=0,9969$		C.V.=2,3168	M.S.E.=0,2661	Media=11,4858		

Nibs de cacao

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F cal.	P _{valor}	Sig.
Tratamientos	9	826,809	91,868	420,51	<0,0001	
Error experimental	20	4,369	0,218			
Total	29	831,178				
$R^2=0,9947$		C.V.=3,6160	M.S.E.=0,4674	Media=12,9262		

A-IV: Análisis de varianza del contenido de antocianinas en licor y nibs de cacao Chuncho y del clon SHU-1.

Licor de cacao

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F cal.	P_{valor}	Sig.
Tratamientos	9	0,007	0,001	201,36	<0,0001	
Error experimental	20	0,000	0,000			
Total	29	0,007				
$R^2=0,9891$		$C.V.=1,8917$	$M.S.E.=0,0020$	$Media=0,1035$		

Nibs de cacao

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F cal.	P_{valor}	Sig.
Tratamientos	9	0,035	0,004	1164,07	<0,0001	
Error experimental	20	0,000	0,000			
Total	29	0,035				
$R^2=0,9981$		$C.V.=1,3906$	$M.S.E.=0,0018$	$Media=0,1306$		

A-V: Análisis de varianza del licor de cacao para diferentes atributos

Atributo aroma

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F cal.	P_{valor}	Sig.
Tratamientos	9	5,900	0,656	1,87	0,0955	ns
Error experimental	30	10,500	0,350			
Total	39	16,400				
$R^2=0,3598$		$C.V.=15,9894$	$M.S.E.=0,5916$	$Media=3,7000$		

Atributo acidez

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F cal.	P _{valor}	Sig.
Tratamientos	9	8,100	0,900	1,80	0,1098	ns
Error experimental	30	15,000	0,500			
Total	39	23,100				
R ² =0,3506		C.V.=22,4478	M.S.E.=0,7071	Media=3,1500		

Atributo amargor

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F cal.	P _{valor}	Sig.
Tratamientos	9	11,900	1,322	3,08	0,0097	ns
Error experimental	30	12,875	0,429			
Total	39	24,775				
R ² =0,4803		C.V.=19,1272	M.S.E.=0,6551	Media=3,4250		

Atributo astringencia

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F cal.	P _{valor}	Sig.
Tratamientos	9	11,631	1,292	2,38	0,0364	ns
Error experimental	30	16,313	0,544			
Total	39	27,944				
R ² =0,4162		C.V.=22,9539	M.S.E.=0,7374	Media=3,2125		

Atributo defectos

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F cal.	P _{valor}	Sig.
Tratamientos	9	22,225	2,469	19,76	<0,0001	**
Error experimental	30	3,750	0,125			
Total	39	25,975				
R ² =0,8556		C.V.=23,1838	M.S.E.=0,3536	Media=1,5250		

Atributo sabor cacao

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F cal.	P _{valor}	Sig.
Tratamientos	9	5,000	0,556	0,98	0,4756	ns
Error experimental	30	17,000	0,567			
Total	39	22,000				
R ² =0,2273		C.V.=21,5078	M.S.E.=0,7528	Media=3,5000		

Atributo sabor dulce

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F cal.	P _{valor}	Sig.
Tratamientos	9	21,525	2,392	8,70	<0,0001	**
Error experimental	30	8,250	0,275			
Total	39	29,775				
R ² =0,7229		C.V.=20,3652	M.S.E.=0,5244	Media=2,5750		

Atributo sabor nuez

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F cal.	P _{valor}	Sig.
Tratamientos	9	7,025	0,781	2,40	0,0347	ns
Error experimental	30	9,750	0,325			
Total	39	16,775				
R ² =0,4188		C.V.=18,5394	M.S.E.=0,5701	Media=3,0750		

Atributo sabor frutas secas

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F cal.	P _{valor}	Sig.
Tratamientos	9	8,625	0,958	3,71	0,0032	*
Error experimental	30	7,750	0,258			
Total	39	16,375				
R ² =0,5267		C.V.=23,9184	M.S.E.=0,5083	Media=2,1250		

Atributo sabor frutas frescas

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F cal.	P _{valor}	Sig.
Tratamientos	9	34,125	3,792	18,20	<0,0001	**
Error experimental	30	6,250	0,208			
Total	39	40,375				
R ² =0,8452		C.V.=21,4793	M.S.E.=0,4564	Media=2,1250		

Atributo sabor floral

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F cal.	P _{valor}	Sig.
Tratamientos	9	13,025	1,447	5,60	0,0002	**
Error experimental	30	7,750	0,258			
Total	39	20,775				
R ² =0,6270		C.V.=26,4034	M.S.E.=0,5083	Media=1,9250		

Atributo sabor especias

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F cal.	P _{valor}	Sig.
Tratamientos	9	36,500	4,056	17,38	<0,0001	**
Error experimental	30	7,000	0,233			
Total	39	43,500				
R ² =0,8391		C.V.=27,6026	M.S.E.=0,4830	Media=1,7500		

Atributo pos gusto

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F cal.	P _{valor}	Sig.
Tratamientos	9	14,100	1,567	5,22	0,0003	**
Error experimental	30	9,000	0,300			
Total	39	23,100				
R ² =0,6104		C.V.=16,3499	M.S.E.=0,5477	Media=3,3500		

A-VI: Análisis de componentes principales de los atributos de licor de cacao

Autovalores

Lambda	Valor	Proporción	Proporción acumulado
1	4,79	0,37	0,37
2	3,15	0,24	0,61
3	2,03	0,16	0,77
4	1,22	0,09	0,86
5	0,80	0,06	0,92
6	0,56	0,04	0,97
7	0,29	0,02	0,99
8	0,10	0,01	1,00
9	0,06	4,3E-03	1,00
10	0,00	0,00	1,00
11	0,00	0,00	1,00
12	0,00	0,00	1,00
13	0,00	0,00	1,00

Autovectores

Variables	e1	e2
Aroma	0,26	0,02
Acidez	-0,17	0,37
Amargor	-0,37	0,17
Astringencia	-0,37	0,02
Defectos	-0,26	0,20
S. cacao	0,07	0,09
S. dulce	0,25	0,39
S. nuez	-0,03	0,51
S. frutas secas	0,34	0,10
S. frutas frescas	0,39	0,14
S. floral	0,31	0,31
S. especias	0,14	-0,49
Pos gusto	0,32	-0,05

Correlaciones con las variables originales.

Variables	CP1	CP2
Aroma	0,57	0,03
Acidez	-0,38	0,66
Amargor	-0,82	0,31
Astringencia	-0,82	0,04
Defectos	-0,57	0,36
S. cacao	0,16	0,16
S. dulce	0,54	0,69
S. nuez	-0,06	0,91
S. frutas secas	0,75	0,17
S. frutas frescas	0,86	0,25
S. floral	0,68	0,55
S. especias	0,31	-0,86
Pos gusto	0,70	-0,09

Correlación cofenética = 0,891

A-VII: Análisis de varianza de nibs de cacao para diferentes atributos

Atributo aroma

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F cal.	P_{valor}	Sig.
Tratamientos	9	3,500	0,389	0,63	0,7618	ns
Error experimental	30	18,500	0,617			
Total	39	22,000				
<hr/>						
$R^2=0,1591$	$C.V.=22,4366$	$M.S.E.=0,7853$	$Media=3,5000$			

Atributo acidez

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F cal.	P_{valor}	Sig.
Tratamientos	9	3,600	0,400	1,50	0,1932	ns
Error experimental	30	8,000	0,267			
Total	39	11,600				
<hr/>						
$R^2=0,3103$	$C.V.=16,6580$	$M.S.E.=0,5164$	$Media=3,1000$			

Atributo amargor

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F cal.	P_{valor}	Sig.
Tratamientos	9	7,900	0,878	1,88	0,0941	ns
Error experimental	30	14,000	0,467			
Total	39	21,900				
<hr/>						
$R^2=0,3607$	$C.V.=22,3977$	$M.S.E.=0,6831$	$Media=3,0500$			

Atributo astringencia

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F cal.	P _{valor}	Sig.
Tratamientos	9	8,000	0,889	3,33	0,0062	*
Error experimental	30	8,000	0,267			
Total	39	16,000				
R ² =0,500		C.V.=17,2133	M.S.E.=0,5164	Media=3,0000		

Atributo defectos

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F cal.	P _{valor}	Sig.
Tratamientos	9	14,525	1,614	9,22	<0,0001	**
Error experimental	30	5,250	0,175			
Total	39	19,775				
R ² =0,7345		C.V.=29,3565	M.S.E.=0,4183	Media=1,4250		

Atributo sabor cacao

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F cal.	P _{valor}	Sig.
Tratamientos	9	2,525	0,281	0,42	0,9165	ns
Error experimental	30	20,250	0,675			
Total	39	22,775				
R ² =0,1109		C.V.=24,7093	M.S.E.=0,8216	Media=3,3250		

Atributo sabor dulce

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F cal.	P _{valor}	Sig.
Tratamientos	9	15,525	1,725	5,59	0,0002	**
Error experimental	30	9,250	0,308			
Total	39	24,775				
R ² =0,6266		C.V.=26,7604	M.S.E.=0,5553	Media=2,0750		

Atributo sabor nuez

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F cal.	P _{valor}	Sig.
Tratamientos	9	6,125	0,681	1,67	0,1414	ns
Error experimental	30	12,250	0,408			
Total	39	18,375				
R ² =0,3333		C.V.=22,2264	M.S.E.=0,6390	Media=2,8750		

Atributo sabor frutas secas

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F cal.	P _{valor}	Sig.
Tratamientos	9	11,725	1,303	4,74	0,0006	**
Error experimental	30	8,250	0,275			
Total	39	19,975				
R ² =0,5870		C.V.=21,1881	M.S.E.=0,5244	Media=2,4750		

Atributo sabor frutas frescas

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F cal.	P _{valor}	Sig.
Tratamientos	9	11,900	1,322	6,61	<0,0001	**
Error experimental	30	6,000	0,200			
Total	39					
R ² =0,6648		C.V.=28,8525	M.S.E.=0,4472	Media=1,5500		

Atributo sabor floral

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F cal.	P _{valor}	Sig.
Tratamientos	9	7,725	0,858	3,55	0,0042	*
Error experimental	30	7,250	0,242			
Total	39	14,975				
R ² =0,5159		C.V.=27,6956	M.S.E.=0,4916	Media=1,7750		

Atributo sabor especias

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F cal.	P_{valor}	Sig.
Tratamientos	9	3,400	0,378	3,78	0,0028	ns
Error experimental	30	3,000	0,100			
Total	39	6,400				
<hr/>						
R ² =0,5313		C.V.=26,3523	M.S.E.=0,3162	Media=1,2000		

Atributo pos gusto

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F cal.	P_{valor}	Sig.
Tratamientos	9	18,500	2,056	4,11	0,0016	*
Error experimental	30	15,000	0,500			
Total	39	33,500				
<hr/>						
R ² =0,5522		C.V.=21,7571	M.S.E.=0,7071	Media=3,2500		

A-VIII: Análisis de componentes principales de los atributos de nibs de cacao

Autovalores

Lambda	Valor	Proporción	Proporción acumulado
1	4,05	0,31	0,31
2	2,51	0,19	0,50
3	2,18	0,17	0,67
4	1,59	0,12	0,79
5	1,45	0,11	0,91
6	0,63	0,05	0,95
7	0,46	0,04	0,99
8	0,10	0,01	1,00
9	0,03	2,5E-03	1,00
10	0,00	0,00	1,00
11	0,00	0,00	1,00
12	0,00	0,00	1,00
13	0,00	0,00	1,00

Autovectores

Variables	e1	e2
Aroma	0,20	0,46
Acidez	0,07	0,42
Amargor	0,30	-0,44
Astringencia	0,36	-0,26
Defectos	0,31	0,04
S. cacao	-0,05	0,43
S. dulce	0,21	0,18
S. nuez	0,26	-0,08
S. frutas secas	0,40	0,22
S. frutas frescas	0,40	0,15
S. floral	-0,21	0,22
S. especias	0,29	0,07
Pos gusto	-0,28	0,09

Correlaciones con las variables originales.

Variables	CP1	CP2
Aroma	0,40	0,72
Acidez	0,14	0,66
Amargor	0,60	-0,70
Astringencia	0,72	-0,42
Defectos	0,61	0,07
S. cacao	-0,09	0,68
S. dulce	0,43	0,28
S. nuez	0,53	-0,13
S. frutas secas	0,81	0,34
S. frutas frescas	0,81	0,24
S. floral	-0,42	0,34
S. especias	0,58	0,10
Pos gusto	-0,56	0,15

Correlación cofenética = 0,767