



## Cuantificación de fenoles, antocianinas y caracterización sensorial de nibs y licor de cinco variedades de cacao, en dos sistemas de fermentación

### Quantification of phenols, anthocyanins and sensory characterization of nibs and liquor of five cocoa varieties, in two fermentation systems

Elizabeth S. Ordoñez<sup>1,\*</sup> ; Yamily Quispe C.<sup>2</sup> ; Luis F. García C.<sup>3</sup> 

<sup>1</sup> Universidad Nacional Agraria de la Selva, Facultad de Ingeniería en Industrias Alimentarias, Carretera Central km. 1,2. Tingo María. Peru.

<sup>2</sup> Universidad Nacional Agraria de la Selva, Facultad de Ingeniería en Industrias Alimentarias-Tingo María. Peru.

<sup>3</sup> Universidad Nacional Agraria de la Selva, Facultad de Agronomía, Carretera Central km. 1,2. Tingo María. Peru.

Received April 22, 2020. Accepted September 13, 2020.

#### Resumen

El Perú ostenta una amplia diversidad de cacaos finos de aroma lo que amerita cuantificar sus fenoles totales, antocianinas y caracterizar sensorialmente el licor y nibs de cinco variedades de cacao, en dos sistemas de fermentación que fueron tradicional y microfermentación. Las muestras estudiadas fueron “Chuncho”, variedad Señorita, Achoccha, Pamuco y Común, y variedad SHU-1. Para la cuantificación de fenoles totales se preparó un extracto hidroalcohólico (100 mg/mL). Para la caracterización sensorial se eligieron trece atributos cuyos resultados se sometieron al análisis multivariado usando el método de componentes principales. La cantidad de fenoles totales fue inferior en el licor comparado a los nibs de cacao, excepto en la microfermentación de las variedades Señorita y Achoccha, y en la fermentación tradicional de la variedad Señorita; siendo el contenido de antocianinas superior comparado a los nibs. El licor de cacao de las variedades Achoccha, Común y Señorita en la microfermentación, desarrollaron notas sensoriales típicos de los cacaos finos, con correlaciones importantes entre amargor/astringencia (0,90) y entre astringencia/frutas frescas (-0,64). Los nibs mostraron perfiles de cacao finos con alta correlación entre aroma/especies (0,72) e intermedia entre defectos/floral (-0,61), considerándose a la variedad SHU-1, como un cacao fino de aroma.

**Palabras clave:** Cacao; fenoles totales; microfermentación; análisis multivariado.

#### Abstract

Perú boasts a wide diversity of fine aroma cocoa that merits quantifying its total phenols, anthocyanins, and characterize sensory the liquor and nibs of cacao, in two fermentation systems: traditional and micro-fermentation. The studying samples were “Chuncho”, Señorita variety, Achoccha, Pamuco and Común, and SHU-1 variety. For the quantification of total phenols was prepared a hydroalcoholic extract (100mg/mL). To the sensory characterization were chosen thirteen attributes whose results were subjected to multivariate analysis using the principal components method. The amount of total phenols was lower in the liquor compared to cocoa nibs, except in the microfermentation of Señorita and Achoccha variety, and in the traditional fermentation of Señorita variety; being the anthocyanin content higher compared to nibs. The cocoa liquor of Achoccha, Común and Señorita varieties in micro-fermentation developed typical sensory notes of fine cocoas, with important correlations between bitterness/astringency (0.90) and between astringency/fresh fruit (-0.64). The nibs showed fine cocoa profiles with high correlation between aroma/spices (0.72) and intermediate between defects/floral (-0.61), considering to SHU-1 variety, like a fine aroma cocoa.

**Keywords:** Cocoa; total phenols; micro-fermentation; multivariate analysis.

#### Cite this article:

Ordoñez, E.S.; Quispe, Y.; García, L.F. 2020. Cuantificación de fenoles, antocianinas y caracterización sensorial de nibs y licor de cinco variedades de cacao, en dos sistemas de fermentación. *Scientia Agropecuaria* 11(4): 473-481.

\* Corresponding author  
E-mail: [elizabeth.ordonez@unas.edu.pe](mailto:elizabeth.ordonez@unas.edu.pe) (E. Ordoñez).

© 2020 All rights reserved  
DOI: [10.17268/sci.agropecu.2020.04.02](https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2020.04.02)

## 1. Introducción

Las semillas del fruto del cacao (*Theobroma cacao* L.), constituyen la materia prima básica para la producción de chocolate, bebidas y productos de panadería (Hu *et al.*, 2016). Actualmente se produce alrededor de cuatro mil quinientos millones de toneladas de granos de cacao en todo el mundo (Cain *et al.*, 2020). Estudios moleculares con argumentos paleoclimáticos, geográficos y etnobotánicos permitieron clasificar al cacao en 4 grupos germoplásmicos naturales: Criollo, Amazonas o Forastero del Alto Amazonas, Guyanas o Forastero del Bajo Amazonas y Nacional, considerándose el segundo y el último grupo como finos de aroma y que representan menos del 8 % de la producción mundial de cacao (Guzmán y Gómez *et al.*, 2014) y un quinto grupo artificial que corresponde al grupo Trinitario, siendo la variedad SHU-1 un nuevo híbrido Trinitario x Trinitario (García, 2008).

La fermentación es un proceso asociado con variables bioquímicas y metabolitos secundarios (teobromina y cafeína), grasas y polifenoles totales (Machado *et al.*, 2018). La fermentación es fundamental para la degradación del mucílago producción de diferentes ácidos orgánicos y compuestos volátiles que se difunden en el interior de los granos y después del proceso de tostado son los responsables del sabor de los productos finales. La fermentación influye en algunas propiedades funcionales como la actividad antioxidante del grano de cacao (Delgado-Ospina *et al.*, 2020); se le atribuye propiedad antioxidante por la presencia de compuestos polifenólicos como las catequinas, procianidinas (oligómeros), antocianidinas, flavanoles y sus glucósidos (D'Souza *et al.*, 2017).

Los polifenoles del cacao y productos elaborados ejercen una influencia positiva en la salud, particularmente en la mitigación de las enfermedades cardiometabólicas, gracias a su contenido de flavanols; mejorando el estado antioxidante del plasma y reduciendo varios biomarcadores de la peroxidación lipídica (Valussi y Minto, 2016). Por otro lado, el alto contenido de monómeros (epicatequina y catequina) y flavanoles oligoméricos (procianidinas), así como metilxantinas (teobromina y cafeína), puede considerar como alimento funcional al cacao y chocolate. Los compuestos bioactivos tienen beneficios comprobados para la salud porque ayudan a reducir la obesidad y reducir el colesterol LDL y el nivel de glucosa (Shahanas *et al.*, 2019).

La calidad de los granos de cacao está determinada por la cantidad y el tipo de compuestos volátiles presentes en ellos (Kongor

*et al.*, 2016). En la fermentación se forman los precursores aromáticos y compuestos bioactivos característicos del chocolate y derivados de cacao (Cevallos-Cevallos *et al.*, 2018). Así mismo, se disminuye el amargor y la astringencia dando origen a los precursores del aroma y sabor a chocolate (Zapata *et al.*, 2015; Pallares-Pallares *et al.*, 2016) Asimismo, los péptidos y aminoácidos generados que son los precursores en el desarrollo del aroma (Caligiani *et al.*, 2016). El cacao Chuncho es nativo de la provincia de La Convención-Cusco y se caracteriza por presentar un buen perfil de aroma y sabor (notas florales y frutales) ausentes en el cacao corriente (Condori *et al.*, 2014; Eskes *et al.*, 2018): sin embargo, los agricultores poco valoran este cacao que se cosecha en una estación del año, no es fermentado técnicamente y la retribución económica iguala al de un cacao corriente. Por otro lado, la variedad SHU-1, es un clon híbrido obtenido en la Estación de Tulumayo de la Universidad Nacional Agraria de la Selva con características sensoriales de cacao fino de aroma y que pronto será patentado. Bajo este contexto se planteó como propósito la cuantificación de los fenoles totales, antocianinas y la caracterización sensorial del licor y los nibs de las variedades de cacao Chuncho: Señorita, Achoccha, Pamuco y Común, y de la variedad SHU-1, procedente de la fermentación tradicional y microfermentación.

## 2. Materiales y métodos

### Muestras

Cacao Chuncho: Las mazorcas se obtuvieron del sector de Puerto Carmen (729 msnm 12°36'42.2" LS y 72°41'14.0" LO) y del sector de Sullucuyoc (1020 msnm 12°38'10.7" LS y 72°34'10.2" LO), ambos del distrito de Quellouno, provincia La Convención, región Cusco. Clon SHU-1: se obtuvo en la Estación de Tulumayo (670 msnm, 9°07'45.9" LS y 76°02'31.0" LO), distrito de Rupa Rupa, provincia de Leoncio Prado, región Huánuco.

### Metodología experimental

**Fermentación tradicional.** Se realizó según el método reportado por Jiménez *et al.* (2011). Los frutos de cacao Chuncho y SHU-1 se cosecharon y dejaron en reposo por 72 h, y para la fermentación se pesó 7 kg de semillas colocándose en cajas de madera que fueron cubiertas con hojas de plátano. La primera remoción fue a 48 h, la segunda 72 h, la tercera 96 h y la cuarta a los 120 h. Para la var. SHU-1 se consideró una quinta remoción a las 144 h, luego se realizó la prueba de corte (de 10 granos al azar, 9 o más granos debían tener color rojo vino con estrías profundas). Los granos se secaron mediante el protocolo ICCO (Condori *et al.*, 2014)

hasta obtener una humedad de 7- 8%, y luego se almacenaron en bolsas trilaminadas.

**Microfermentación:** Se realizó según el método reportado por [Nazario \*et al.\* \(2014\)](#). Para la fermentación se pesó 1 kg de semillas en un envase de plástico con orificios, luego se llevó a una estufa (Memmert, UN75, Alemania). Los cambios de remoción y temperatura fueron: 0 h y 33 °C ± 1 °C, 48 h y 40 °C ± 1 °C, 72 h y 45 °C ± 1 °C, 96 h y 47 °C ± 1 °C, 120 h y 47 °C ± 1 °C, y solo para el SHU-1, la última remoción fue a 144 h y 47 °C ± 1 °C. Para determinar el fin de la fermentación y el secado se procedió de manera similar al método tradicional.

**Obtención de los nibs y licor.** Se tostaron los granos en un tostador MIKEL (Perú) a 115°C/10 min, luego se enfrió y descascarió. Para obtener el licor se molió en un molino (Spectra 11 L/India) hasta obtener una finura de 18 - 20 micras, luego fue moldeado en envases de plástico y enfriado a 16 °C/h. Para los nibs se molió hasta tener 5,4 mm de diámetro; ambos productos se almacenaron a temperatura ambiente.

**Obtención del extracto hidroalcohólico.** Las muestras de licor y nibs de cacao fueron desgrasados por el método Folch con algunas modificaciones. Para el extracto se siguió el método reportado por [Safaeian \*et al.\* \(2017\)](#). Para ello se pesó 1 g de muestra desgrasada aforándose en 10 mL de solución hidroalcohólica al 70% (H<sub>2</sub>O/etanol V/V) obteniéndose una concentración de 100 mg/mL. Luego, la solución se agitó por 24 h en un agitador orbital 3013, GFL (Alemania), se filtró (Watman N° 40 - 2,5 µm) y centrifugó (Hettich, Mikro 22R, Alemania) a 10000 rpm/10 min a 4 °C y el sobrenadante se almacenó en refrigeración hasta su análisis.

**Cuantificación de fenoles totales:** Se realizó por el método colorimétrico de Folin-Ciocalteu. Para el análisis se siguió el método propuesto por [Ordoñez-Gómez \*et al.\* \(2018\)](#) con algunas modificaciones. Para el análisis se partió del extracto hidroalcohólico (100 mg/mL). Luego se realizó diluciones de trabajo (licor: 1/30, nibs: 1/10-1/50), de las que se tomó 100 µL y mezcló con 500 µL de solución fenol Folin Ciocalteu 2 N; después de 8 min se adicionó 400 µL de Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> al 7,5% y almacenó por 2 h a temperatura ambiente en oscuridad. La lectura fue registrada a 740 nm (espectrofotómetro UV/VIS - Thermo Scientific, Genesys 10, USA). Previamente se preparó una curva patrón de ácido gálico (Sigma-Aldrich; 0,1 a 1 µg/mL), el contenido de fenoles totales se reportó en mg de equivalente de ácido gálico (EAG)/g de muestra.

**Cuantificación de antocianinas:** Se realizó por el método de pH diferencial ([Zapata \*et al.\*, 2015](#)) con algunas modificaciones. Se mezcló 100 µL de extracto y 900 µL de buffer (pH 1,0: KCl (Riedel-dehaën), HCl (Merck) y agua destilada y pH 4,5: C<sub>2</sub>H<sub>3</sub>NaO<sub>2</sub> (Riedel-dehaën), HCl y agua destilada). Después de 15 min se realizó la lectura en el espectrofotómetro UV/VIS a longitudes de onda de 510 y 700nm, contra un blanco de agua desionizada. La concentración de las antocianinas fue expresada en mg cianidina-3-glucósido/g muestra.

**Evaluación de atributos sensoriales.** Se realizó mediante un panel de expertos cataadores (cuatro) tres mujeres y un varón, profesionales que conformaron el equipo técnico que estableció la ficha de catación con protocolo estándar para el análisis sensorial de cacao a treves de alianzas estratégicas con cooperativas de Perú, Ecuador y República Dominicana; se utilizó la ficha de catación propuesta por [equel Exchange creative Burgos \*et al.\* \(2018\)](#), considerando trece atributos seleccionados: aroma, acidez, amargor, astringencia, defectos y sabor (cacao, dulzura, nuez, frutas secas, frutas frescas, floral y especias) y post gusto, usando una escala de intensidad del atributo de 0 (ausente) a 5 (extremo). Para la evaluación se siguió las recomendaciones indicadas por [Solórzano \*et al.\* \(2015\)](#), siendo separado para licor y nibs. Las muestras fueron identificadas con códigos numéricos; el licor previamente fue llevado a baño maría a 45 °C. Los cataadores olfatearon las muestras para evaluar el atributo aroma, seguidamente se degustó para los atributos de acidez, amargor, astringencia, defectos y sabor. Luego de ser degustada completamente se evaluó el atributo post gusto. Cada juez registró en la ficha de catación el valor de la intensidad sensorial para cada atributo.

#### **Análisis estadístico**

Los resultados de la cuantificación de polifenoles y antocianinas fueron analizados mediante un diseño completo al azar (DCA) para los tratamientos y donde hubo diferencia estadística se procedió a la comparación de medias usando la prueba de Tukey ( $p < 0,05$ ). Para la evaluación sensorial se utilizó el análisis descriptivo cuantitativo (QDA, y también el análisis multivariado mediante el método de componentes principales (ACP), y el análisis Cluster que generó un dendograma; así como, la correlación lineal de Pearson. Estos análisis se realizaron usando el programa InfoStat 2018P. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.

**Tabla 1**

Cuantificación de fenoles totales y antocianinas del licor y nibs de cacao Chunchu y SHU-1

Muestras	Fenoles totales mg EAG/g muestra		Antocianinas mg cianidin-3- glucósido/g muestra	
	Licor	Nibs	Licor	Nibs
	T-Señorita	18,614 ± 0,105 <sup>a</sup>	13,978 ± 0,378 <sup>d</sup>	0,103 ± 0,001 <sup>d</sup>
T-Achoccha	16,185 ± 0,140 <sup>b</sup>	22,777 ± 0,489 <sup>a</sup>	0,123 ± 0,001 <sup>a</sup>	0,219 ± 0,001 <sup>a</sup>
T-Pamuco	12,558 ± 0,143 <sup>d</sup>	15,590 ± 0,202 <sup>bc</sup>	0,109 ± 0,001 <sup>c</sup>	0,116 ± 0,001 <sup>f</sup>
T-Común	10,553 ± 0,123 <sup>e</sup>	15,371 ± 0,102 <sup>c</sup>	0,098 ± 0,000 <sup>d</sup>	0,125 ± 0,001 <sup>de</sup>
T-SHU-1	12,860 ± 0,344 <sup>d</sup>	16,144 ± 0,330 <sup>bc</sup>	0,115 ± 0,000 <sup>bc</sup>	0,134 ± 0,001 <sup>c</sup>
M-Señorita	7,349 ± 0,073 <sup>g</sup>	6,341 ± 0,295 <sup>f</sup>	0,117 ± 0,001 <sup>b</sup>	0,152 ± 0,001 <sup>b</sup>
M-Achoccha	7,440 ± 0,073 <sup>g</sup>	6,389 ± 0,093 <sup>f</sup>	0,102 ± 0,001 <sup>d</sup>	0,122 ± 0,001 <sup>e</sup>
M-Pamuco	8,850 ± 0,026 <sup>f</sup>	9,122 ± 0,114 <sup>e</sup>	0,072 ± 0,001 <sup>f</sup>	0,091 ± 0,001 <sup>g</sup>
M-Común	6,351 ± 0,166 <sup>h</sup>	6,734 ± 0,162 <sup>f</sup>	0,081 ± 0,001 <sup>e</sup>	0,094 ± 0,001 <sup>g</sup>
M-SHU-1	14,099 ± 0,114 <sup>c</sup>	16,816 ± 0,226 <sup>b</sup>	0,114 ± 0,001 <sup>bc</sup>	0,128 ± 0,001 <sup>d</sup>

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

### 3. Resultados y discusión

#### Fenoles totales

Los resultados de fenoles totales de licor de cacao Chunchu y de la var. SHU-1 varío entre 18,614 ± 0,105 a 6,351 ± 0,166 mg EAG/g muestra (Tabla 1), tradicional-Señorita > microfermentación-Común, siendo estos valores superiores a lo reportado por Rojas *et al.* (2017) en licor de cacao Chunchu encontró de 3,0 a 1,4 mg EAG/g, Achoccha > Señorita > Pamuco > Común. Por otro lado, Delgado-Ospina *et al.* (2020) en dieciocho muestras de cacao criollo reportó de 38,49 a 110,17 mgEAG/g, superior a lo obtenido en este estudio. Esta variación puede deberse a lo indicado por Vázquez-Ovando *et al.* (2016) quien reporta que la cantidad y proporción de los polifenoles y alcaloides puede variar por factores genéticos, ambientales y agronómicos. Los fenoles totales fueron superiores en la fermentación tradicional en comparación a la microfermentación; al respecto en la fermentación tradicional, los microorganismos entran aleatoriamente en la masa proveniente de distintos medios (suelo, cáscara, manos, cajas de fermentación, etc.), por ello el desarrollo del perfil del sabor es escasamente controlable (Salazar, 2017), además Delgado-Ospina *et al.* (2020) señala que las prácticas de poscosecha que se lleva a cabo en las diferentes fincas afectan la microbiota, lo que explica la gran diversidad de productos de descarboxilación encontrados en los granos de cacao después del fermentados y secados.

El mayor contenido de fenoles totales en los nibs de cacao (Tabla 1) lo presentó la fermentación tradicional con Achoccha y el menor microfermentación Señorita, Achoccha y Común, cuyos valores fueron inferiores a lo reportado por Vertuani *et al.* (2014) en nibs de cacao de Costa Rica con 30,9 ± 1,49 mg EAG /g y en cacao convencional 20 ± 0,98 mg EAG /g. Según Kongor *et al.* (2016), el genotipo del grano de cacao influye en el tipo y la cantidad de polifenoles. Al comparar los métodos de fermentación el

contenido de fenoles totales fue mayor en el método tradicional con las variedades Chunchu y SHU-1, este último también fue mayor en micro fermentación. Reportes de otros investigadores precisan que el tiempo y la interacción tiempo-temperatura de fermentación influyen en el contenido de polifenoles totales (Acevedo *et al.*, 2017).

#### Antocianinas

En el licor de cacao varió entre el método tradicional-Achoccha a microfermentación-Pamuco (Tabla 1), habiéndose encontrado mayor cantidad de antocianinas en la fermentación tradicional y menor en la microfermentación, Vázquez-Ovando *et al.* (2016) indican que en la fermentación las antocianinas se reducen por acción de las glicosidas provocando aclaramiento del cotiledón. Para los nibs de cacao Chunchu y SHU-1 (Tabla 1), el rango varió de 0,219 ± 0,001 a 0,091 ± 0,001 mg cianidin-3- glucósido/g muestra, siendo los resultados muy cercanos a lo reportado por Zapata *et al.* (2015) en nibs de cinco genotipos encontró entre 0,17 ± 0,00 a 0,99 ± 0,01 mg cianidina-3- glucósido/g. El contenido de antocianinas fue afectado por los métodos de fermentación, 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 durante la fermentación.

#### Evaluación de los atributos sensoriales en catación de licor de cacao

En la Figuras 1 y 2 se muestra los promedios de cada atributo evaluado y el análisis descriptivo cuantitativo – QDA de perfil sensorial de cada muestra. En los atributos aroma, acidez, amargor y astringencia no se encontró diferencia estadística; siendo el cacao fino el más aromático y suave que el cacao corriente. El atributo amargor estuvo presente tanto en la fermentación tradicional como en la microfermentación; cabe señalar que el amargor se describe como una sensación fuerte relacionada con compues-

tos químicos: purinas, polifenoles, teobromina y cafeína (Solórzano et al., 2015); siendo la relación cafeína/teobromina en granos de cacao Chuncho < 1,5 y en otras variedades de cacao > 1,5 (Quevedo et al., 2018; Rojas et al., 2017). El sabor dulce está presente en el método tradicional-Común y en microfermentación en Señorita, Achoccha y Común, pero poco intenso en SHU-1; este último con caracteres de cacao fino de aroma (híbrido ICS-95 x UF-296). El mayor puntaje en el sabor a frutas secas y frescas fue para microfermentación-Achoccha, el atributo frutas secas se considera a las pasas, ciruelas, higos, cereza y durazno; en el sabor frutas frescas se considera a manzana, plátano, melón, piña, cereza y uvas. Según Fatma y Ali (2017) un cacao fino se caracteriza por la presencia de notas frutales (Eskes et al., 2018). El sabor floral presente en la microfermentación-Achoccha, puede atribuirse a la presencia de alcohol, ésteres (benzoato de etilo y acetato de 2-fenilo) y terpenos (linalol y óxido de linalol) (Machado et al., 2018). Así mismo se encontró un marcado sabor a especias en la microfermentación en Achoccha y Pamuco y fermentación tradicional SHU-1.

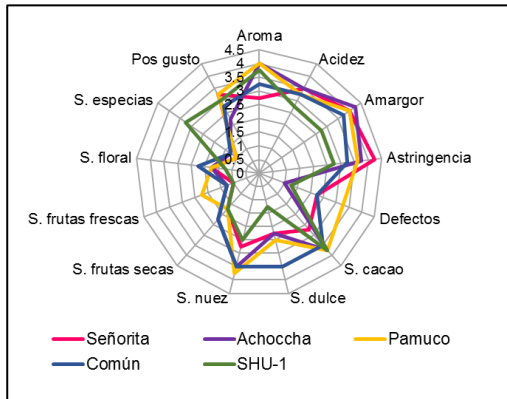


Figura 1. Perfiles sensoriales de los atributos en catación de licor de cacao según sistema de fermentación tradicional.

Tabla 2

Matriz de correlación entre atributos sensoriales del licor de cacao

Atributos	Aroma	Acidez	Amargo	Astringen	Defectos	S. cacao	S. dulce	S. nuez	S. frutas secas	S. frutas frescas	S. floral	S. especias	Post 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 s.	0,32	-0,45	-0,38	-0,36	-0,35	-0,15	0,71	0,14	1,00				
S. frutas f.	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

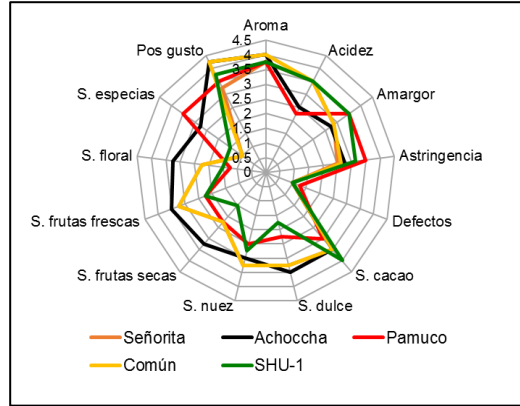
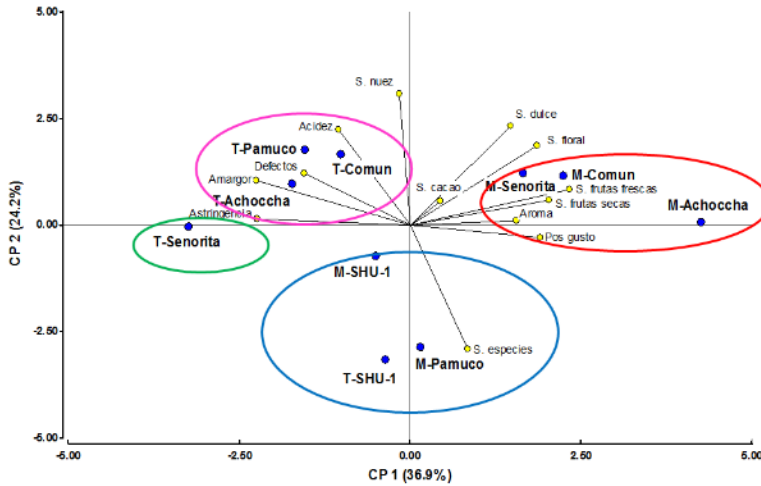


Figura 2. Perfiles sensoriales de los atributos en catación de licor de cacao según sistema de microfermentación.

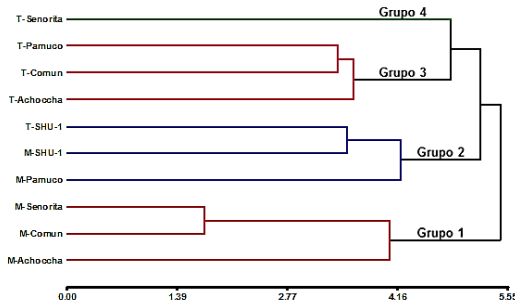
Según la matriz de correlación (Tabla 2) entre variables sensoriales del licor de cacao entre amargor/astringencia fue 0,90, superior a lo reportado por Solórzano et al. (2015) correlación 0,75. Así mismo, entre el sabor dulce/sabor floral fue 0,85, esto puede deberse a que el sabor floral se puede generar durante la fermentación (Chetschik et al., 2017). Por otro lado, se encontró correlación inversa entre el aroma/astringencia (-0,52) y entre astringencia/sabor a fruta fresca (-0,64); durante la fermentación se desarrollan los precursores de aroma provocando la disminución de la astringencia y acidez de los granos de cacao.

Los atributos de catación del licor de cacao según el método de componentes principales (Figura 3), separa al amargor y astringencia de las demás variables y representa el 36,9% (CP1). Así mismo, el sabor a nuez representa el 24,2% de la variabilidad del segundo componente (CP2) y en general ambos componentes representan el 61,1% de la variabilidad total. El CP2 fue representado por el sabor a nuez; en el cacao Chuncho hubo presencia de notas floral, frutal y nuez; con baja astringencia y amargor.



**Figura 3.** Diagrama biplot de los atributos sensoriales de catación de licor de cacao, según el método de componentes principales.

En el dendrograma (Figura 4) se pudo diferenciar cuatro grupos; el primer que involucra a la microfermentación (Achoccha, Común y Señorita); donde resaltan el sabor dulce, floral, frutas frescas, frutas secas, aroma y post gusto. Las altas intensidades de estos atributos permiten calificar a estos cacaos como cacao de alta calidad sensorial (Cevallos-Cevallos et al., 2018; Vázquez-Ovando et al., 2016). El segundo grupo consideró microfermentación de Pamuco y SHU-1 y tradicional SHU-1, con predominancia del sabor a especias, considerándose al Pamuco como un cacao fino de aroma. El tercer grupo considera a la fermentación tradicional de Achoccha, Común y Pamuco y el cuarto grupo fue para Señorita en fermentación tradicional, con presencia de toque de astringencia, que puede estar relacionado con la presencia de antocianinas y epicatequinas (Quevedo et al., 2018); asimismo, se ha reportado que la variación de compuestos volátiles depende en gran medida de los antecedentes genéticos del cacao (Qin et al., 2017).



**Figura 4.** Dendrograma de similitud sensorial del licor de cacao en dos sistemas de fermentación.

Las Figuras 5 y 6 representan el análisis descriptivo cuantitativo (QDA) de los atributos sensoriales de los nibs de cacao con fermentación tradicional y microfermentación. El atributo aroma fue calificado como dominante y el sabor característico, siendo la fermentación la responsable de los precursores de sabor (Hu et al., 2016). El mayor puntaje en sabor dulce fue para tradicional-Común y menor para SHU-1. En todas las muestras, el sabor a nuez estuvo presente, conociéndose que la fermentación es esencial para el desarrollo de precursores de sabor (Hu et al., 2016). En los nibs el atributo sabor a frutas secas y frescas expresado, coincide con otros estudios que indican que los nibs de cacaos finos tienen notas florales y picantes, frutadas y de especias y nuez (Kongor et al., 2016; Eskes et al., 2018). Las correlaciones más altas entre variables sensoriales de catación de nibs de cacao (Tabla 3) fueron entre el aroma/sabor a especias (0,72), amargor/astringencia (0,69), sabor dulce/sabor frutas secas (0,65). Se señalado que durante la fermentación del cacao la producción de precursores de sabor a chocolate aumenta con la reducción significativa del amargor (Moreira et al., 2016). Así mismo, durante la fermentación, se generan sabores de flores, frutas y miel (Batista et al., 2015). Las correlaciones inversas fueron entre amargor/sabor a cacao (-0,54), astringencia/posgusto (-0,51) y defectos/sabor floral (-0,61). Estos resultados pueden ser explicados por Mendonça et al. (2016) quien indica que los polifenoles son componentes importantes del sabor del cacao, responsables del amargor y la astringencia.

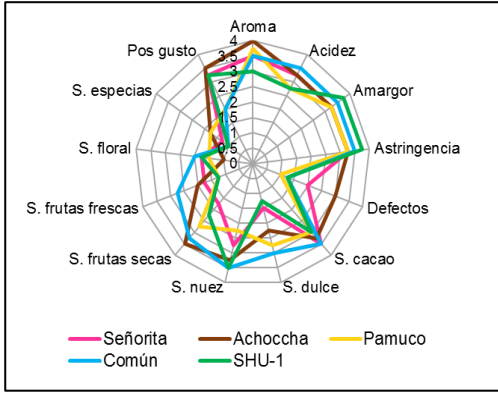


Figura 5. Perfiles sensoriales en la catación de nibs según sistema fermentación tradicional.

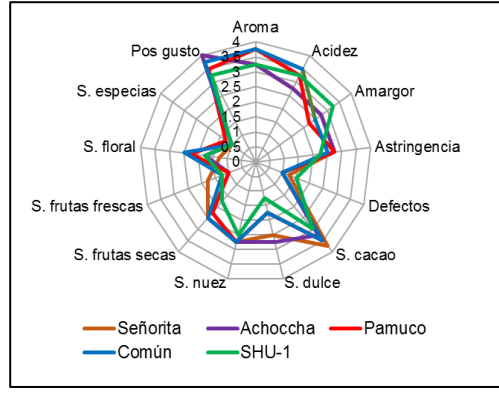


Figura 6. Perfiles sensoriales de catación de nibs según sistema de microfermentación.

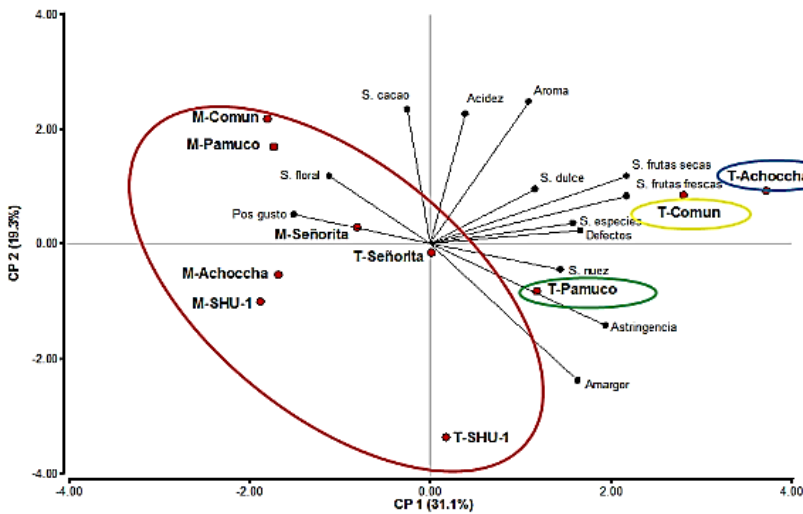


Figura 7. Diagrama biplot de los atributos sensoriales de catación de nibs de cacao, según el método de componentes principales.

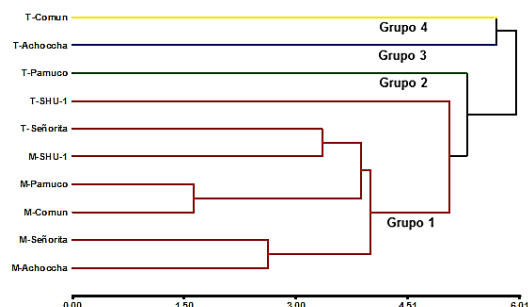
Tabla 3 Matriz de correlación entre atributos sensoriales de los nibs de cacao

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 seca	0,55	0,17	0,16	0,41	0,34	0,11	0,65	0,46	1,00				
S. Frutas fresca	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	
Post 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

Del análisis de componentes principales de los atributos de catación en nibs de cacao y el diagrama biplot de variables (Figura 7), el primer componente (CP1) separa el atributo post gusto de las demás variables y representa el 31,1% de la variabilidad total,

al respecto Hu et al. (2016) indica que la fermentación es esencial para el desarrollo de sabores deseables y precursores de aroma. Así mismo, el atributo aroma representa el 19,3% de la variabilidad del segundo componente (CP2) este atributo resaltó en

los nibs de cacao chuncho y SHU-1. Según Herrera y Ospina (2016) la caracterización del impacto de los compuestos volátiles y su impacto sobre la calidad aromática del cacao, reflejan la importancia de la fermentación y secado. En general ambos componentes representan el 50,4% de la variabilidad total.



**Figura 8.** Dendrograma de similaridad sensorial de nibs de cacao en dos sistemas de fermentación.

Según el dendrograma que involucra a las variedades de cacao según métodos de fermentación y los atributos sensoriales de catación (Figura 8) podemos diferenciar cuatro grupos; el primero representa el 70% resaltando los atributos de sabor cacao, floral, post gusto. Comparado con el cacao Nacional, este es muy particular y diferente pues reflejan suavidad y finura del cacao. El segundo representa el 10% y fue la muestra de Pamuco con fermentación tradicional destacando el sabor a nuez, astringencia y amargor. En el tercer grupo también representó el 10% y resaltó la muestra de Achoccha con fermentación tradicional, en la catación estuvo presente el sabor a frutas secas y frescas. Al respecto es sabido que la fermentación induce a numerosas reacciones que conducen a la formación de características organolépticas como el aroma a cacao aumenta y disminuye la astringencia (Saunshi et al., 2019), así mismo, un cacao fino de aroma posee un alto potencial aromático y bajo contenido de sustancias amargas (Reynel et al., 2016).

#### 4. Conclusiones

El mayor contenido de fenoles totales en el licor se obtuvo por la fermentación tradicional en var. Señorita y en los nibs de la var. Achoccha; mientras que las antocianinas en el licor y nibs de cacao estuvieron comprendidas entre tradicional-Achoccha y microfermentación-Pamuco. La microfermentación permitió que el licor de cacao var. Achoccha, Común y Señorita desarrollaran perfiles de sabor dulce, floral, frutas frescas y secas; aroma y buen post gusto, menor acidez, amargor y astringencia, y con notas

sensoriales asociadas a cacaos finos; además, hubo una correlación directa significativa entre amargor/astringencia y correlación inversa entre la astringencia/sabor de frutas frescas. Los nibs de cacao Chuncho y SHU-1 microfermentados presentaron perfiles de cacao finos, con sabores a cacao, floral y buen post gusto. Finalmente se deja como propuesta estudios adicionales de caracterización morfológica, molecular y fitoquímica necesarios para la conservación y utilización de estos recursos fitogenéticos nativos.

#### ORCID

E.S. Ordoñez  <https://orcid.org/0000-0003-4502-5626>

Y. Quispe  <https://orcid.org/0000-0003-2365-7008>

L.F. García  <https://orcid.org/0000-0003-3856-8796>

#### Referencias bibliográficas

- Acevedo, L.; Mejía, D.; Acosta, E.; et al. 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.
- Batista, N.; Ramos, C.; Dias, D.; et al. 2015. 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 Science and Technology* 53(2): 1101-1110.
- Brito, B.; Chisté, R.; Pena, R.; et al. 2017. Bioactive amines and phenolic compounds in cocoa beans are affected by fermentation. *Food Chemistry* 228(1): 484-490.
- Burgos, M.D.; Al Monte de los Santos, B.; Salazar, H.; et al. 2018. Guía para la ficha de catación para análisis sensorial de cacao. Proyecto de desarrollo de cooperativas USAID-Equal Exchange-TCHO. Perú. 24 pp.
- Cain, N.; Marji, C.; Von Wethenau, K.; et al. 2020. Food targeting: Determination of the cocoa shell content (*Theobroma cacao* L.) in cocoa products by LC-QqQ-MS/MS. *Metabolites* 10(3): 91.
- Caigiani, A.; Marsiglia, A.; Prandi, B.; et al. 2016. Influence of fermentation level and geographical origin on cocoa bean oligopeptide pattern. *Food Chemistry* 211: 431-439.
- Cevallos-Cevallos, J.; Gysel, L.; Maridueña-Zavala, M.; et al. 2018. Time-related changes in volatile compounds during fermentation of bulk and fine-flavor cocoa (*Theobroma cacao*) beans. *Journal of Food Quality* 1-14.
- Chetschik, I.; Kneubuhl, M.; Chatelain, K.; et al. 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* 66(10): 2467-2472.
- Condori, D.; Asencios, E.; García, L.; et al. 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* 67(2): 1149-1150.
- Delgado-Ospina, J.; Di Mattia, C.D.; Paparella, A.; et al. 2020. Efecto of fermentation, drying and roasting on biogenic amines and other biocompounds in Colombian criollo cocoa beans and shells. *Foods* 9(4): 1-20.
- D'Souza, R.; Grimbs, S.; Behrends, B.; et al. 2017. Origin-based polyphenolic fingerprinting of *Theobroma cacao* L. in unfermented and fermented beans. *Food Research International* 99: 550-559.
- Eskes, A.B.; Rodríguez, A.A.; Condori, D. C.; et al. 2018. Large genetic diversity for fine-flavor traits unveiled in cacao (*Theobroma cacao* L.) with special



- attention to the native chuncho variety in Cusco, Perú. *Agrotropica* 30(3): 157-174.
- Fatma, Y.; Ali, R. 2017. Optimization of dark chocolate conching time with response surface methodology. *Journal of Agricultural Science and Food Technology* 3(4): 78-83.
- 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 pp.
- Guzmán, J.; 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.
- Herrera, C.; Ospina, N. 2016. Nibs de cacao orgánico para mercados verdes. Tesis Procesos Industriales Agroalimentarios. Pereira, Colombia. Universidad Tecnológica de Pereira. 88 pp.
- Hu, S., Kim, B.; Baik, M.; et al. 2016. Physicochemical properties and antioxidant capacity of raw, roasted and puffed cacao beans. *Food Chemistry* 194: 1089-1094.
- Jiménez, J.; Amores, F.; Nicklin, C.; et al. 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 pp.
- Kongor, J.; Hinnah, M.; Van De Walle, D.; et al. 2016. Factors influencing quality variation in cocoa (*Theobroma cacao* L.) vean flavour profile – A review. *Food Research International* 82: 44-52.
- Machado, L.; Ordoñez, C.; Angel, Y.; et al. 2018. Organoleptic quality assessment of *Theobroma cacao* L. in cocoa farms in northern Huila, Colombia. *Agroindustry and Food Science* 67(1): 46-52.
- Mendonça, A.; Dantas, A.; Gouvea, L.; et al. 2016. Prospecção tecnológica sobre a utilização de cacau fino. *Rev. Virtual de Química* 8(4): 1094-1103.
- Moreira, I.; Miguel, M.; Ramos, C.; et al. 2016. Influence of cocoa hybrids on volatile compounds of fermented beans, microbial diversity during fermentation and sensory characteristics and acceptance of chocolates. *Journal of Food Quality* 39(6): 839-849.
- 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* 3(1): 51-59.
- Ordoñez-Gómez, E.; Reátegui-Díaz, D.; Villanueva-Tiburcio, J. 2018. Polifenoles totales y capacidad antioxidante en cáscara y hojas de doce cítricos. *Scientia Agropecuaria* 9(1): 113-121.
- 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* 21(1): 120-133.
- Qin, X-W.; Lai, J-X.; Tan, L-H.; et al. 2017. Characterization of volatile compounds in Criollo, Forastero and Trinitario cocoa seeds (*Theobroma cacao* L.) in China. *International Journal of Food Properties* 20(10): 2261-2275.
- Quevedo, J.; Romero, J.; Tuz, I. 2018. Calidad fisicoquímica y sensorial de granos y licor de cacao (*Theobroma cacao* L.) usando cinco métodos de fermentación. *Revista para la transformación agraria sostenible* 6(1): 116-127.
- Reynel, V.; Loor, O.; Bolaños, M.; et al. 2016. Efectos del tipo de secado en la calidad organoléptica del cacao (*Theobroma cacao* L.) en Esmeraldas, Ecuador. *Rev. Científica Interdisciplinaria Investigación y Saberes* 5(1): 22-38.
- Rojas, R.; Rodríguez, C.; Ruiz, C.; et al. 2017. Cacao Chuncho del Cusco. 1 ed. Lima, Perú, Lumiva. 120 pp.
- Safaeian, L.; Yaghoobi, S.; Javanmard, S.; et al. 2017. The effect of hydroalcoholic extract of *Otostegia persica* (Burm.) Boiss. against H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>-induced oxidative stress in human endothelial cells. *Journal of Pharmacognosy* 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 pp.
- Saunshi, Y.; Sandhya, M.; Rastogi, N.; et al. 2019. Starter consortia for on-farm cocoa fermentation and their quality attributes. *Preparative biochemistry and biotechnology* 50(3): 272-280.
- Shahanas, E.; Panjikkaran, S.; Aneena, E. et al. 2019. Health benefits of bioactive compounds from cocoa (*Theobroma cacao*). *Agricultural review* 40(2): 143-149.
- Solórzano, E.; Amores, F.; Jiménez, J.; et al. 2015. Comparación sensorial del cacao (*Theobroma cacao* L.) Nacional fino de aroma cultivado en diferentes zonas del Ecuador. *Revista de Ciencia y Tecnología* 8(1): 37-47.
- Valussi, M.; Minto, C. 2016. Cacao as a globalised functional food: Review on cardiovascular effects of chocolate consumption. *The Open Agriculture Journal* 10(Suppl 1): 36-51.
- Vázquez-Ovando, A.; Ovando, I.; Adriano, L.; et al. 2016. Alcaloides y polifenoles del cacao, mecanismos que regulan su biosíntesis y sus implicaciones en el sabor y aroma. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición* 66(3): 239-254.
- Vertuani, S.; Scalambra, E.; Vittorio, T.; et al. 2014. Evaluation of antiradical activity of different cocoa and chocolate products: Relation with lipid and protein composition. *Journal of Medicinal Food* 17(4): 512-516.
- Zapata, B.S.; Tamayo, T.A.; Rojano, B.A. 2015. Efecto del tostado sobre los metabolitos secundarios y la actividad antioxidante de clones de cacao colombiano. *Revista facultad de Agronomía* 68(1): 7497-7507.