

**UNIVERSIDAD NACIONAL  
TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS**



**FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AGRARIAS  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL  
TESIS PARA OBTENER  
EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO AGROINDUSTRIAL  
CARACTERIZACIÓN FÍSICA Y SENSORIAL DE  
ALMENDRAS DE CACAO (*Theobroma Cacao* L.) DE  
ASCENDENCIA NATIVA DE ÁRBOLES ÉLITES  
SELECCIONADOS DE LAS PARCELAS CACAOTERAS  
DE LA COOPERATIVA APROCAM-BAGUA, AMAZONAS**

**Autor: Bach. Jhon Antony More Calderon**

**Asesor: M. Sc. Armstrong Barnard Fernández Jerí**

**Coasesor: Ing. Freddy Mendoza Reap**

**Registro: (.....)**

**CHACHAPOYAS – PERÚ**

**2021**



## **DEDICATORIA**

Dios por ser mi guía y haberme cuidado en todo tiempo, por darme salud para cumplir mis objetivos, el que me acompaña y siempre me levanta de mi continuo tropiezo, al creador de las personas que más amo.

A mi Madre, Leni Calderón lo dedico con profunda gratitud y amor, porque eres mi mayor impulso y más grande riqueza, por tu sabiduría, por inculcarme principios éticos y morales necesarios para mi formación personal social e intelectual.

A mis abuelos Julio y Rosa por su comprensión. y apoyo incondicional.

## **AGRADECIMIENTO**

Al Todopoderoso por darme la vida, perseverancia y permitirme alcanzar los objetivos que me he propuesto a lo largo de mi formación universitaria.

A todo el personal de la Cooperativa de Servicios Múltiples APROCAM quienes fueron fundamental para elaborar esta investigación a través de su conocimiento y experiencia, y sobre todo por la consideración mostrada.

Al M. Sc. Armstrong Barnard Fernández Jerí, quien fue mi maestro en mi formación universitaria y que, en su condición de asesor, a través de sus enseñanzas y sugerencias ha fortalecido mis conocimientos para la culminación de este trabajo.

Un agradecimiento muy especial al Ing. Freddy Mendoza Reap que en condición de Coasesor, por brindarme las orientaciones y consejos que me ayudaron en la realización del presente trabajo de tesis.

A los integrantes de mi jurado de tesis, muchas gracias por sus observaciones y sugerencias a lo largo de este proceso.

A la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas por proporcionarme sus aulas, profesores y conocimientos para tener una educación superior de calidad y que ha contribuido en mi formación profesional durante toda mi estancia hasta la actualidad.

# **AUTORIDADES DE LA UNTRM**

Dr. Policarpio Chauca Valqui

**Rector**

Dr. Miguel Ángel Barrena Gurbillón

**Vicerrector Académico**

Dra. Flor de Teresa García Huamán

**Vicerrectora de Investigación**

Dr. Erick Aldo Auquiñivín Silva

**Decano de la Facultad de**

**Ingeniería y Ciencias Agrarias**

## **VISTO BUENO DEL ASESOR DE TESIS**

Quien suscribe actualmente docente de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas que suscribe, hace constar que ha asesorado la tesis titulada **Caracterización física y sensorial de almendras de cacao (*Theobroma cacao* L.) de ascendencia nativa de árboles élitos seleccionados de las parcelas cacaoteras de la Cooperativa APROCAM-Bagua, Amazonas**; del Bachiller de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Agrarias, egresado de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial:

- **Bach. Jhon Antony More Calderón**

Por lo cual se da el visto bueno al informe de la Tesis señalada para su pase correspondiente para que sea sometida a la revisión por parte del Jurado Evaluador, manifestando mi voluntad de apoyar al tesista en el levantamiento de observaciones y en la sustentación de tesis.

**Chachapoyas, 30 de marzo del 2021**

---

**M. Sc. Armstrong Barnard Fernández Jerí**

Docente Asociado de la UNTRM-A

## **VISTO BUENO DEL COASESOR DE TESIS**

El que suscribe, de profesión Ingeniero Agrónomo de la Universidad Nacional Agraria de la Selva; hace constar que ha coasesorado la tesis titulada **Caracterización física y sensorial de almendras de cacao (*Theobroma cacao* L.) de ascendencia nativa de árboles élitos seleccionados de las parcelas cacaoteras de la Cooperativa APROCAM-Bagua, Amazonas**; del Bachiller de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Agrarias, egresado de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial:

- **Bach. Jhon Antony More Calderón**

Por lo cual se da el visto bueno al informe de la Tesis señalada para su pase correspondiente para que sea sometida a la revisión por parte del Jurado Evaluador, manifestando mi voluntad de apoyar al tesista en el levantamiento de observaciones y en la sustentación de tesis.

**Chachapoyas, 30 de marzo del 2021**

---

**Ing. Freddy Mendoza Reap**

Ingeniero Agrónomo

## **JURADO EVALUADOR**

---

Ms. Grobert Amado Guadalupe Chuqui

**Presidente**

---

Ms. Robert Javier Cruzalegui Fernández

**Secretario**

---

Ms. Roberto Carlos Mori Zababurú

**Vocal**



**ANEXO B-K**

**DECLARACIÓN JURADA DE NO PLAGIO DE TESIS  
PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL**

Yo Jhon Antony More Calderón

identificado con DNI N° 48505444

Estudiante( )/Egresado (X) de la Escuela Profesional de

Ingeniería Agroindustrial

de la Facultad de

Facultad de Ingeniería y Ciencias Agrarias

de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas.

**DECLARO BAJO JURAMENTO QUE:**

1 Soy autor de la Tesis titulada

Caracterización física y sensorial de almendras de cacao (Theobroma cacao L.)

de ascendencia nativa de árboles elite seleccionados de las parcelas cacaoteras

de la Cooperativa APROCAM - Bagua, Amazonas

que presento para

obtener el Título Profesional de Ingeniero Agroindustrial

- 2 La Tesis no ha sido plagiada ni total ni parcialmente, y para su realización se han respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas
- 3 La Tesis presentada no atenta contra derechos de terceros.
- 4 La Tesis presentada no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional
- 5 La información presentada es real y no ha sido falsificada, ni duplicada, ni copiada.

Por lo expuesto, mediante la presente asumo toda responsabilidad que pudiera derivarse por la autenticidad, originalidad y veracidad del contenido de la Tesis para obtener el Título Profesional, así como por los derechos sobre la obra y/o invención presentada. Asimismo, por la presente me comprometo a asumir además todas las cargas pecuniaras que pudieran derivarse para la UNTRM en favor de terceros por motivo de acciones, reclamaciones o conflictos derivados del incumplimiento de lo declarado o las que encuentren causa en el contenido de la Tesis.

De identificarse fraude, piratería, plagio, falsificación o que la Tesis para obtener el Título Profesional haya sido publicado anteriormente; asumo las consecuencias y sanciones civiles y penales que de mi acción se deriven.

Chachapoyas, 07 de diciembre de 2020



Firma del(a) tesista

**ANEXO 3-O****CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DE LA TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL**

Los suscritos, miembros del Jurado Evaluador de la Tesis titulada:

Caracterización física y sensorial de almendras de cacao (Theobroma cacao L.)  
de ascendencia nativa de arboles etiles. Seleccionados de las parcelas cacaoteras de la cooperativa Agrícola  
Bagua - Amazonas.

presentada por el estudiante ( )/egresado (X) Juan Antonio Mora Calderón

de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial

con correo electrónico institucional 0310250101@untrm.edu.pe.


después de revisar con el software Turnitin el contenido de la citada Tesis, acordamos:


- La citada Tesis tiene 17 % de similitud, según el reporte del software Turnitin que se adjunta a la presente, el que es menor (X) / igual ( ) al 25% de similitud que es el máximo permitido en la UNTRM.
- La citada Tesis tiene 17 % de similitud, según el reporte del software Turnitin que se adjunta a la presente, el que es mayor al 25% de similitud que es el máximo permitido en la UNTRM, por lo que el aspirante debe revisar su Tesis para corregir la redacción de acuerdo al Informe Turnitin que se adjunta a la presente. Debe presentar al Presidente del Jurado Evaluador su Tesis corregida para nueva revisión con el software Turnitin.



Chachapoyas, 22 de Febrero del 2021

  
SECRETARIO

  
PRESIDENTE

  
VOCAL

OBSERVACIONES:

El Ing. Oscar Mañes responsable del turnitin de la UNTRM  
tuvo la amabilidad de pasar el informe de tesis por el programa del turnitin la copia 17%.





# ÍNDICE

DEDICATORIA .....	iii
AGRADECIMIENTO .....	iii
AUTORIDADES DE LA UNTRM.....	v
VISTO BUENO DEL ASESOR DE TESIS.....	vi
VISTO BUENO DEL COASESOR DE TESIS .....	vii
JURADO EVALUADOR.....	vii
DECLARACIÓN JURADA DE NO PLAGIO.....	viii
CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DE LA TESIS.....	ix
ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS .....	xi
ÍNDICE.....	xii
ÍNDICE TABLAS .....	xiv
ÍNDICE DE FIGURAS .....	xv
RESUMEN .....	xvi
ABSTRACT.....	xvii
I. INTRODUCCIÓN .....	18
II. MATERIALES Y MÉTODOS.....	20
2.1. Muestra.....	20
2.2. Diseño de la Investigación.....	20

2.3. Métodos y técnicas .....	22
2.4. Análisis estadístico.....	25
III. RESULTADOS .....	26
3.1. Identificar árboles elites de las parcelas cacaoteras de la Cooperativa APROCAM-Bagua, Amazonas.....	26
3.2. Determinación de las características físicas de almendras de cacao ( <i>T. cacao</i> L.) de ascendencia nativa de árboles elites.. .....	28
3.3. Determinación del perfil sensorial de almendras de cacao ( <i>T. cacao</i> L.) de ascendencia nativa de árboles elites. ....	30
IV. DISCUSIÓN .....	34
V. CONCLUSIONES.....	39
VI. RECOMENDACIONES.....	40
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	40
ANEXOS .....	46
Anexo A. Datos físicos evaluados de los 20 árboles elites de cacao criollo.....	46
Anexo B. Análisis estadístico .....	47
Anexo C. Galería fotográfica .....	49

## ÍNDICE TABLAS

Tabla 1. Datos de las parcelas seleccionadas para las muestras de cacao .....	20
Tabla 2. Operacionalización de variables .....	20
Tabla 3. Atributos sensoriales en las almendras de cacao .....	24
Tabla 4. Escala de intensidad en la degustación sensorial.....	25
Tabla 5. Caracterización de las parcelas cacaoteras .....	26
Tabla 6. Evaluación de humedad, número de granos y peso de grano .....	46
Tabla 7. Análisis de los valores y vectores propios de la matriz de correlación .....	47
Tabla 8. Vectores propios .....	47

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Características físicas evaluadas en las almendras de Cacao Criollo presentes en 20 árboles elites de la Cooperativa APROCAM .....	28
Figura 2. Prueba de corte en 20 árboles elites de Cacao Criollo de la Cooperativa APROCAM.....	29
Figura 3. Perfil sensorial de los atributos básicos de los 20 árboles elites de Cacao Criollo de la Cooperativa APROCAM .....	30
Figura 4. Perfil sensorial de los atributos específicos de los 20 árboles elites de Cacao Criollo de la Cooperativa APROCAM .....	31
Figura 5. Análisis de componentes principales de los atributos sensoriales presentes en 20 árboles elites de Cacao Criollo de la Cooperativa APROCAM .....	33
Figura 6. Gráfica de valores atípico.....	47
Figura 7. Gráfica de sedimentación .....	48

## RESUMEN

El presente estudio tuvo como objetivo caracterizar física y sensorialmente almendras de cacao (*Theobroma cacao* L.) de ascendencia nativa de árboles élitos seleccionados de las parcelas cacaoteras de la Cooperativa APROCAM-Bagua, Amazonas. Para ello se trabajó con almendras de cacao criollo de 20 plantas elite de cacao de la provincia Bagua, por ello la investigación fue de tipo no experimental, de un factor de estudio (árboles elite), a través del cual se determinó la calidad física (humedad, peso de grano, prueba de corte) y sensorial de almendras (atributos básicos y específicos). Se reportó que la humedad que presenta las almendras cacao de los árboles élitos seleccionados (6,5% a 7,7%) están dentro de lo aceptable (menor a 8%), el promedio de los números de granos en 100 gramos indica un adecuado manejo agrícola y un origen del material genético adecuado, y el índice de grano (1,20 a 1,80) en 18 árboles élitos comprendidos en el rango determinando son aceptables, en la prueba de corte se reporta un elevado porcentaje de almendras fermentadas que impacta en la calidad sensorial directamente. La calidad sensorial en las almendras indica que los atributos de floral, frutal y cacao son percibidos con mayor intensidad y que hacen que las almendras sean aptas para la producción de chocolate fino.

**Palabras clave:** *Árboles elite, atributos, cacao, calidad.*



## ABSTRACT

The objective of this study was to characterize physically and sensorially cocoa almonds (*Theobroma cacao* L.) of native ancestry from elite trees selected from cocoa plots of the APROCAM-Bagua Cooperative, Amazonas. For this, we worked with criollo cocoa almonds from 20 elite cocoa plants in Bagua province, therefore the research was non-experimental, of a study factor (elite trees), through which the physical quality was determined (humidity, grain weight, cut test) and sensorial of almonds (basic and specific attributes). It was reported that the humidity presented by the cocoa almonds of the selected elite trees (6,5% to 7,7%) is within the acceptable (less than 8%), the average of the number of beans in 100 grams indicates a adequate agricultural management and an origin of the suitable genetic material, and the grain index (1,20 to 1,80) in 18 elite trees included in the determining range are acceptable, in the cut test a high percentage of fermented almonds is reported which impacts sensory quality directly. The sensorial quality in the almonds indicates that the attributes of floral, fruit and cocoa are perceived with greater intensity and that make the almonds suitable for the production of fine chocolate.

**Key words:** *Elite trees, attributes, cocoa, quality.*

## I. INTRODUCCIÓN

El cacao de nombre científico *Theobroma cacao* L. es nativo de regiones tropicales húmedas. De los cuales se destaca el cacao criollo por sus granos finos debido a las notas especiales de aroma floral y afrutado, mientras que los otros grupos morfogenéticos abarca a los granos de cacao Forastero (grado a granel) y su híbrido, Trinitario (buena calificación), donde se observa que el sabor de cacao fino está en demanda de las industrias mundiales de chocolate de sabor fino (Chire et al., 2016; Gómez, 2019; Qin et al., 2017; J. Vera et al., 2014; Wickramasuriya & Dunwell, 2018).

En el cacao, la calidad es uno de los aspectos de mayor importancia en el proceso productivo cacaotero debido a que existe una diversidad de plantaciones en colores, sabores, formas y tamaños hacen de cada planta que su perfil sensorial sea diferente; por lo que la tendencia es uniformizar la calidad en el manejo poscosecha en los granos que permitan realizar una serie de transformaciones físicas y químicas que le permiten desarrollar su calidad exigida por el mercado (Burbano et al., 2018; García & Muñoz, 2017; Peláez et al., 2016; Quevedo et al., 2018; Rojas & López, 2019; Tran et al., 2015; y Vera et al., 2014).

Debido a las exigencias de la calidad de las almendras de cacao, el estudio de materiales elites es primordial por su caracteres morfológicos y de productividad pues con estos se debe mejorar las semillas y tener mejores plantaciones (Justo, 2019 y Vera et al., 2018). Estas exigencias se traducen en términos de características físicas, en la opinión de García & Muñoz (2017) y Quevedo et al. (2018) se deben tener en cuenta la apariencia, humedad, prueba de corte, índice de granos, tamaño del grano, mohos, insectos, entre otros.

En estudios previos sobre la calidad física; Bravo (2010), García & Muñoz (2017), Gutiérrez & Gonzales (2018), Vera et al. (2014) y Zambrano et al. (2010) reportaron que en granos fermentado y secos de cacao criollo, estos presentan colores castaños y cotiledones agrietados que indican un buen beneficio del cacao, en comparación al trinitario y Forastero que presentan colores pardo oscuro con cotiledones agrietados, además el cacao criollo presenta un rendimiento en peso mayor en comparación al resto; esto se debe principalmente a un adecuado manejo poscosecha.

De otro lado, la calidad sensorial es esencial para el consumo de cacao como afirman Barrientos et al. (2019), García & Muñoz (2017) y Machado et al. (2018) refiriendo a los procesos poscosecha que se realizan en las almendras generan el perfil sensorial en el cacao que tienen aroma y sabor amargo, ácido, astringente, y a nueces, lo que se puede deber a la presencia de polifenoles.

Investigaciones de Machado et al. (2018) y Sánchez (2007) mencionan que el cacao presenta características bromatológicas aceptable, evidenciando que los compuestos volátiles, metabolitos secundarios y polifenoles totales inciden en la calidad del producto. Por ello según la Fundación Mundial del Cacao este producto ha aumentado su demanda considerablemente por lo que es una fuente importante de ingresos para los países productores, es por ello que su cultivo, manejo poscosecha y procesamiento es primordial para obtener un cacao con características que sean atractivos para el consumidor (Liberto et al., 2019 y Wickramasuriya & Dunwell, 2018)

Como lo hacen notar Wickramasuriya & Dunwell (2018), el cacao es producido por 6 millones de agricultores a nivel mundial y de los cuales la producción hace depender económicamente a más de 40 millones personas, de la producción mundial entre el 80 a 90% provienen de pequeños agricultores. Dentro de estos países productores, el Ministerio de Agricultura y Riego señala que el Perú es el segundo exportador de cacao orgánico a nivel mundial, destacando por el principal exportador de cacao fino de aroma, producto este que es procesado en Tumbes, Huánuco y Amazonas (Rojas & López, 2019).

Por lo que a través de la presente investigación se evaluó la calidad física y sensorial de almendras de cacao (*Theobroma cacao* L.) de ascendencia nativa de árboles élites seleccionados de las parcelas cacaoteras de la Cooperativa APROCAM-Bagua, Amazonas; con la finalidad de dar a conocer las características físicas y el perfil sensorial de las almendras de cacao en la zona cacaotera de la región para afianzarse como un producto bandera a nivel nacional e internacional.

## II. MATERIALES Y MÉTODOS

### 2.1. Muestra

La muestra fue recolectada de 20 plantas de cacao criollo provenientes de los distritos de La Peca y Copallín (Provincia Bagua), las parcelas son pertenecientes a la Cooperativa APROCAM, su ubicación es la siguiente:

Tabla 1. Datos de las parcelas seleccionadas para las muestras de cacao

<b>Distrito</b>	<b>Localidad</b>	<b>Nombre</b>	<b>Propietario de la parcela</b>	<b>Código</b>
Copallín	La Fortaleza	El Valle	Vicente Valle Arbildo	VVA-02
Copallín	La Palma	La Palma	Santos Cruz Flores	SCF-01
Copallín	Lluhuana	San Miguel	Miguel Ramírez Cubas	MRC-02
Copallín	Lluhuana	San Miguel	Miguel Ramírez Cubas	MRC-04
Copallín	Lluhuana	San Miguel	Miguel Ramírez Cubas	MRC - 05
Copallín	Lluhuana	San Miguel	Miguel Ramírez Cubas	MRC-06
Copallín	Lluhuana	San Miguel	Miguel Ramírez Cubas	MRC - 08
Copallín	Lluhuana	San Miguel	Miguel Ramírez Cubas	MRC-10
Copallín	Lluhuana	La Fortuna	Diony Tenorio Mego	DTM-02
Copallín	Pan de azúcar	El Mirador	Apolinar Bustamante León	ABL-01
Copallín	Pan de azúcar	El Mirador	Apolinar Bustamante León	ABL-02
Copallín	Pan de azúcar	El Mirador	Apolinar Bustamante León	ABL-03
Copallín	Pan de azúcar	El Laurel	Segundo Bustamante León	SBL-03
Copallín	Pan de azúcar	El Paraíso	Fermín Parra Gonzales	FPG-02
La Peca	Humbate	Familia Bonilla	José Britaldo Bonilla Barboza	JBB-02
La Peca	Humbate	Familia Bonilla	José Britaldo Bonilla Barboza	JBB-04
La Peca	Humbate	Recuerdo	Juan Cayao Castañeda	JCC-02
La Peca	Humbate	Recuerdo	Juan Cayao Castañeda	JCC-06
La Peca	Humbate	La Esperanza	Segundo Chuquimango Burga	SCHB-01
La Peca	Chonza laguna	San Isidro	Alberto Rojas Carrasco	ARC-02

## 2.2. Diseño de la investigación

El presente estudio fue no experimental, de un factor de estudio, a través del cual se determinó la calidad física y sensorial de almendras de cacao de ascendencia nativa de árboles élitos seleccionados en las parcelas cacaoteras de la Cooperativa APROCAM, Amazonas.

Para la presente investigación se tuvo en cuenta como variable de estudio los árboles élitos provenientes de las parcelas seleccionadas (provenientes de los distritos Copallín y La Peca), y se evaluó a la calidad de las almendras de cacao.

Tabla 2. Operacionalización de variables

<b>Variable</b>	<b>Descripción operacional</b>	<b>Dimensión</b>	<b>Indicador</b>
Parcelas cacaoteras (árboles elite)	Parcelas con cultivos de cacao criollo (árbol sano y bien formado, frondoso y con ramas bien distribuidas)	Parcelas cacaoteras (árboles elite)	Árboles élitos
<b>Variable</b>	<b>Descripción operacional</b>	<b>Dimensión</b>	<b>Indicador</b>
Calidad de las almendras de cacao	La calidad está determinada por factores: ambientales, genéticos, agronómicos y agroindustriales	Física	Contenido de agua Peso de grano Prueba de corte
		Sensorial	Evaluación sensorial

### 2.3. Métodos y técnicas

Para la selección de árboles elite se tuvo en cuenta las siguientes consideraciones según Ballesteros (2011) modificado para la investigación:

- Se identificaron árboles superiores a los 15 años de edad y que estén en competencia.
- Debe presentar buena distribución en los cojines florales en la parte de los troncos y ramas primarias.
- El árbol seleccionado debe poseer buena arquitectura. Además, el número de frutos que tenga el árbol (2 meses antes del pico de la cosecha) debe ser superior a 80 frutos/árbol.
- Debe presentar índices de mazorca menores de 18 por kilo de cacao seco e índice de semillas mayores de 1.5 gramos por grano.
- Además los árboles para ser elites debe tener alta tolerancia a plagas y enfermedades, así como al estrés de sequía y humedad

En base a estas indicaciones para la selección, posteriormente se realizó el trabajo conjuntamente con los especialistas de la Cooperativa APROCAM, Amazonas.

**Identificación del material seleccionado:** Con los criterios establecidos y conjuntamente con los productores de las fincas seleccionadas, se procedió a la observación de los árboles elites y a su posterior señalización mediante la colocación de los siguientes datos:

- Nombre del propietario
- Nombre de la finca y ubicación
- Codificación de los materiales según propietario

Para la presente investigación se emplearon las siguientes técnicas:

- a. Contenido de agua:** Para determinar la humedad se utilizó la técnica descrita por Intriago et al. (2019) modificada para la presente investigación, la cual consistió en:

- Se pesó y trituroó 10 g de cacao mediante el empleo de un mortero durante 1 minuto hasta que se obtuvo un tamaño de partícula menor o igual a 5mm, evitando que se forme una pasta.
- Luego se introdujo en la balanza wile para la obtención del contenido de agua de las almendras en % de humedad.

**b. Peso de grano:** Se determinó el número de granos en 100 gramos y peso promedio por grano (índice de grano-IG).

- **Número de granos (almendras) en 100 gramos:** De acuerdo al protocolo descrito por Vera et al. (2018):

Se tomó al azar almendras, las mismas que fueron pesadas en una balanza hasta obtener 100g; posteriormente se registró el número de almendras necesarias para completar 100g.

- **Índice de grano:** Se utilizó lo indicado por Intriago et al. (2019) y Vera et al. (2018) el cual consistió en: Se tomó el peso ponderado de 100 almendras de cacao de forma aleatoria, y se obtuvo la siguiente relación:

$$IG = \frac{\text{Peso de almendras de cacao}}{\text{Número de almendras}}$$

**c. Prueba de corte:** Se siguió el protocolo descrito por Vera et al. (2018) y Vera & Goya (2015) modificado, el cual consistió en:

Se seleccionaron 50 almendras al azar, luego con ayuda de un estilete se cortó por la mitad a cada una de ellas para colocarlas en una superficie plana de color blanco para tener mayor apreciación de la coloración, una vez que se realizó esto se clasifico el número de almendras en los siguientes niveles:

- Bien fermentados
- Levemente fermentados
- Pizarrosos

**d. Calidad sensorial:** Para determinar el perfil sensorial se recurrió a un panel de tres catadores entrenados miembros del panel de catadores de cacao ICAM, para ello se siguió la metodología descrita por Vallejo et al. (2018) modificada para la presente investigación la cual consistirá en lo siguiente:

- Se pesaron 300 g de cacao de cada muestra y se tostaron en horno de secado por convección natural de aire.
- Los granos fueron puestos en bandejas tipo malla de acero 33 inoxidable, para poder optimizar el flujo de aire por los granos y poder obtener un tostado más homogéneo. El cacao criollo se tostó a 120°C durante 25 min.
- Luego se obtuvo el licor de cacao, para esto se procesaron en un molino, hasta obtener un tamaño de partícula entre 20-25  $\mu$ .
- Los licores se depositaron en recipientes herméticos, identificados con los datos de cada muestra y se almacenarán a 7°C.

Se evaluaron los siguientes atributos sensoriales:

Tabla 3. Atributos sensoriales en las almendras de cacao

	<b>Atributo</b>	<b>Descripción</b>
<b>Básicos</b>	Dulce o caramelo	Se percibe en la punta de la lengua, parecido al agua azucarada.
	Amargo	Se detecta en la parte posterior de la lengua y la garganta, su sabor es fuerte.
	Astringente	Es una sensación fuerte de sequedad en la boca; se detecta en toda la boca, lengua, garganta y hasta en los dientes.
	Acido	Percibido a los lados y en el centro de la lengua, se lo puede relacionar con las frutas cítricas y vinagre.
<b>Específicos</b>	Cacao	Es un sabor típico a chocolate, grano de cacao bien fermentado, secos, tostado y libre de defectos
	Afrutado	Es un sabor a fruta madura, este describe a un aroma dulce para los sentidos gustativos.
	Floral	Se presenta un sabor agradable, similar al olor de las flores.
	Nueces	Se caracteriza por tener un sabor a nuez o almendra
	Crudo o verde	Es un sabor brusco con sabor crudo.

El crudo o verde es un atributo sensorial adquirido, en estos tres perfiles de atributos (básicos, específicos y adquiridos), se calificará la degustación del licor de cacao y se usó una escala de 0 a 10:



Tabla 4. Escala de intensidad en la degustación sensorial

<b>Escala</b>	<b>Criterio</b>
<b>0</b>	Ausente
<b>1 a 2</b>	Bajo
<b>3 a 5</b>	Medio
<b>6 a 8</b>	Alto
<b>9 a 10</b>	Muy fuerte

#### **2.4. Análisis estadístico**

En el presente trabajo de investigación se aplicó la estadística descriptiva, para caracterizar a las variables de estudio. Se construyeron tablas y figuras para ilustrar los datos. Asimismo, en cuanto a la evaluación sensorial realizada se empleó análisis de componentes principales; esto nos permitió observar la similitud entre los individuos o grupos de individuos.

### III. RESULTADOS

#### 3.1. Identificar árboles elites de las parcelas cacaoteras de la Cooperativa APROCAM-Bagua, Amazonas.

Tabla 5. Caracterización de las parcelas cacaoteras

Parcela	Código	Área (has)	msnm	Especie en asocio	T°/año	Precipitación/ año	Genética
San miguel	MRC-08	2	850	Cacao, maderables, cítricos, frutales	25.2 C°	1125 mm.	Criollo nativo
San miguel	MRC - 05	2	850	Cacao, maderables, frutales, cítricos.	25.2 C°	1125 mm.	Criollo nativo
Bonilla	JBB-04	2	950	Cacao, maderables, plátano.	21.4 C°	1335 mm.	Criollo nativo
El mirador	ABL-03	4	1251	Cacao, maderables, frutales, café, maíz.	22 C°	1125 mm.	Criollo nativo
El mirador	ABL -01	4	1251	Cacao, maderables, frutales, café, maíz.	22 C°	1125 mm.	Criollo nativo
Bonilla	JBB -02	2	950	Cacao, maderables, plátano.	21.4 C°	1335 mm.	Criollo nativo
Recuerdo	JCC-06	3	900	Cacao, maderables, frutales.	21.4 C°	1335 mm.	Criollo nativo
San miguel	MRC- 06	2	850	Cacao, maderables, frutales.	25 C°	1125 mm.	Criollo nativo
La esperanza	SCHB-01	1	870	Cacao, maderables, Frutales y café.	23 C°	1335 mm.	Criollo nativo
San isidro	ARC-02	2	1670	Cacao, maderables, frutales.	25.2 C°	1125 mm.	Criollo nativo
El valle	VVA-02	2	1670	Cacao, maderables, frutales.	25.2 C°	1125 mm.	Criollo nativo
El laurel	SBL-03	2	1251	Cacao, maderables, frutales.	22 C°	1125 mm.	Criollo nativo
Recuerdo	JCC-02	3	900	Cacao, maderables, frutales.	21.4 C°	1335 mm.	Criollo nativo
El paraíso	FPG-02	1.25	1251	Cacao, maderables, frutales.	22 C°	1125 mm.	Criollo nativo

San miguel	MRC-10	2	850	Cacao, maderables, frutales.	25.2 C°	1125 mm.	Criollo nativo
San miguel	MRC-06	2	850	Cacao, maderables, frutales.	25.2 C°	1125 mm.	Criollo nativo
El mirador	ABL-02	4	1251	Cacao, maderables, frutales.	22 C°	1125 mm.	Criollo nativo
La palma	SCF-01	1	1225	Cacao, maderables, frutales, café, yuca.	23 C°	1125 mm.	Criollo nativo
La fortuna	DTM-02	2.5	850	Cacao, maderables, frutales, cítricos.	25.2 C°	1125 mm.	Criollo nativo
San miguel	MRC-04	2	850	Cacao, maderables, frutales, cítricos.	25.2 C°	1125 mm.	Criollo nativo

Para la identificación de los árboles elites se procedió a caracterizar agroecológicamente las parcelas cacaoteras de APROCAM, que según la tabla 5 se observa que se tiene entre 1 a 4 hectáreas de producción mediante especies en asocio que está conformado por cacao, maderables, frutales y cítrico en su mayoría además la genética en todos los casos fue cacao criollo nativo, a partir de ello y según lo indicado en la técnicas se identificaron los árboles elites que posteriormente fueron analizados físico y sensorialmente en el presente estudio.

### 3.2. Determinación de las características físicas de almendras de cacao (*T. cacao* L.) de ascendencia nativa de árboles élitos.

Las características físicas de almendras de cacao de ascendencia nativa de árboles élitos se presenta en la figura siguiente:

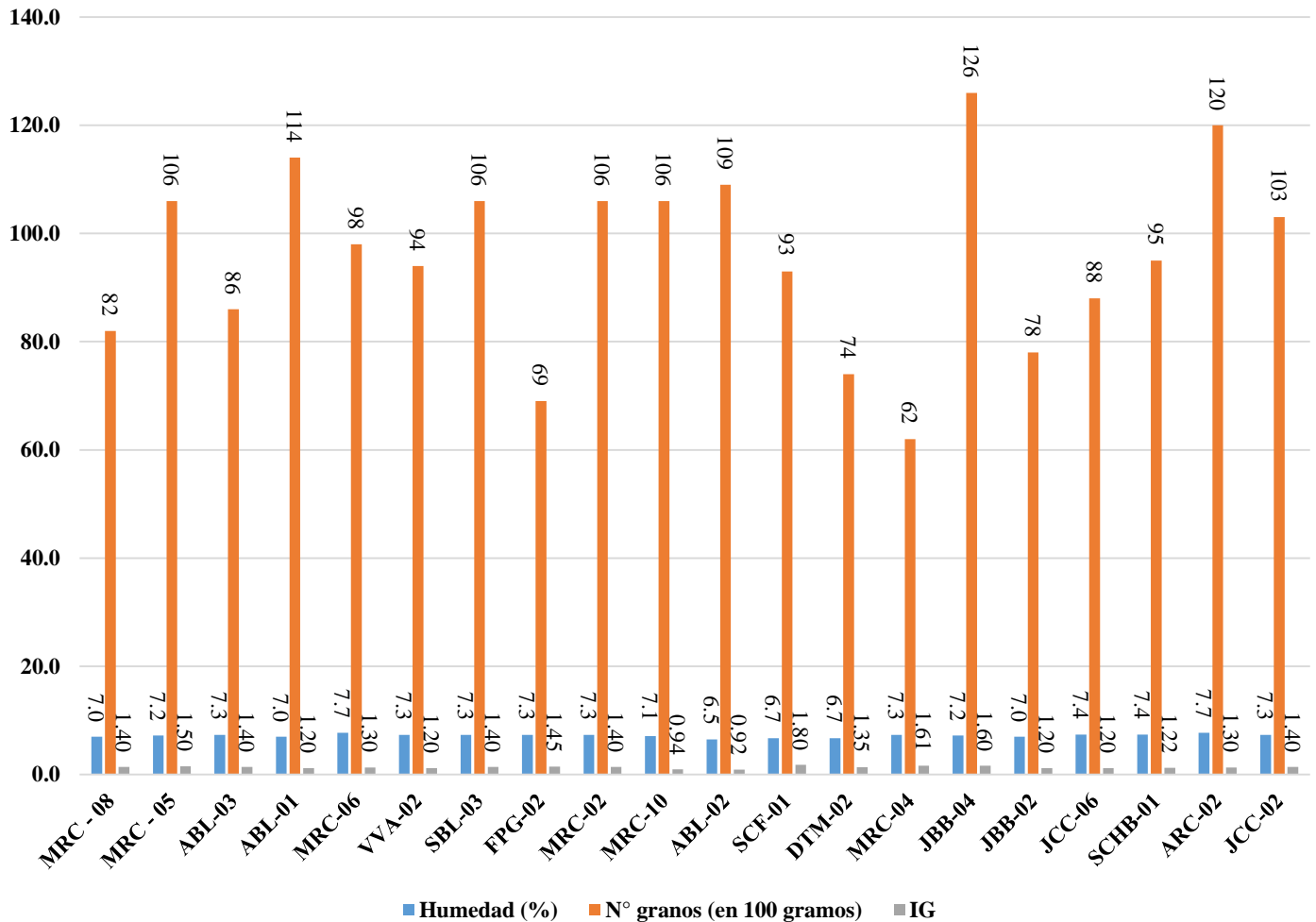


Figura 1. Características físicas evaluadas en las almendras de Cacao Criollo presentes en 20 árboles élitos de la Cooperativa APROCAM

En la figura 1 se observa que en cuanto al contenido de agua en almendras de cacao criollo estuvieron alrededor de 7%, de las cuales las muestras de los distritos de Copallín (Lluhuana, MRC-06) y La Peca (Chonza Laguna, ARC-02) muestran mayor humedad 7,7% en comparación la muestra ABL-02 de la parcela El Mirador (Copallín). De otro lado se observa que en todos los árboles élitos de La Peca las almendras presentan un contenido mayor a 7% (JBB-04, JBB-02, JCC-06, SCHB-01, ARC-02, JCC-02).

Con respecto al número de granos, el promedio general de fue 95,8 con un coeficiente de variación de 17,7% (ver anexos). Además, el árbol elite de La Peca (Humbate, JBB-04) presenta un mayor número de granos en comparación a la muestra MRC-04. En la figura 1 también se observa que los árboles elites de La Peca muestran un número de granos en todos los casos mayor a 75 (JBB-04, JBB-02, JCC-06, SCHB-01, ARC-02, JCC-02).

Para la característica índice de grano, el árbol elite del distrito de Copallín (La Palma, SCF-01) presento un índice de 1,8 mayor con respecto al respecto de índices obtenidos, de otro lado en la muestra ABL-02 del mismo distrito (parcela El Mirador) presentó un menor índice de grano. En el caso de los árboles del distrito de La Peca, se presentó un mayor índice de grano del árbol elite de la Parcela Familia Bonilla (Humbate, JBB-04).

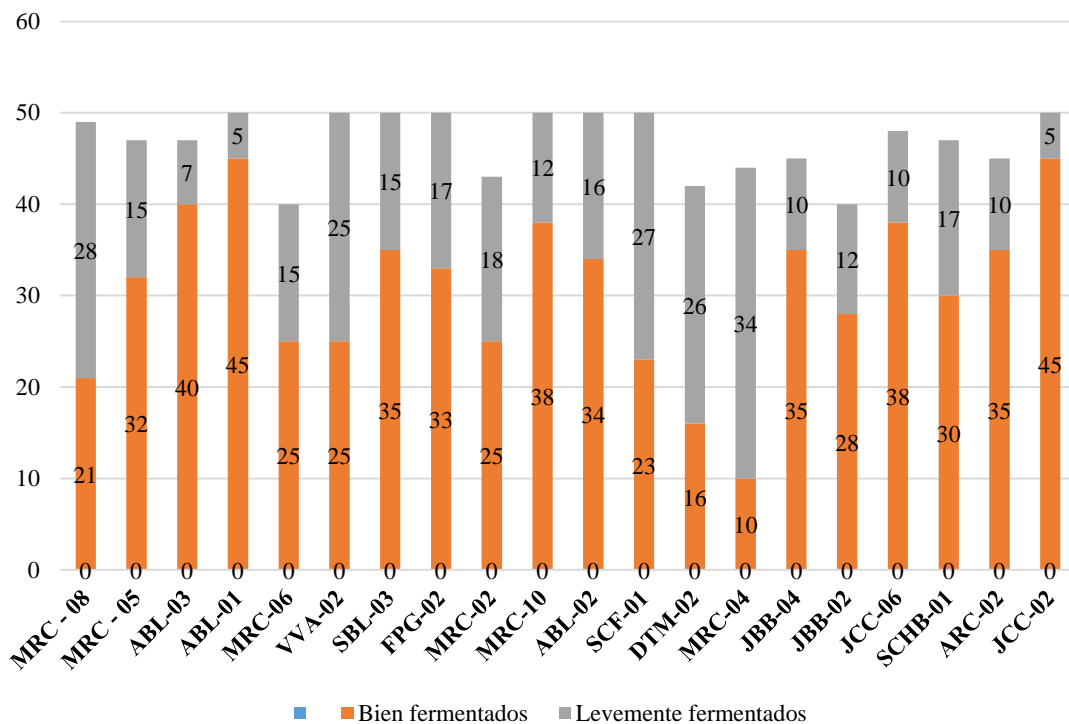


Figura 2. Prueba de corte en 20 árboles elites de Cacao Criollo de la Cooperativa APROCAM

En cuanto a la prueba de corte; en la figura 2 se observa que las almendras de 8 árboles elites de cacao criollo no presentan granos de coloración pizarrosa, de las cuales 7 pertenecen al distrito de Copallín (ABL-01, VVA-02, SBL-03, FPG-02, MRC-10, ABL-02, SCF-01) y una al distrito de La Peca (JCC-02).

De otro lado, las muestras ABL-01 (Copallín) y JCC-02 (La Peca) presentaron un mayor número de granos en la prueba de corte bien fermentados en comparación a las muestras de las parcelas de La Fortuna y San Miguel (Copallín) que presentan granos bien fermentados por debajo de los 20. Además, referente a los granos levemente fermentados las almendras del árbol elite MRC-04 (Parcela San Miguel) presenta un mayor número de estos a diferencia de las almendras de los árboles elites ABL-01 y JCC-02 (05).

### 3.3. Determinación del perfil sensorial de almendras de cacao (*T. cacao* L.) de ascendencia nativa de árboles élitos.

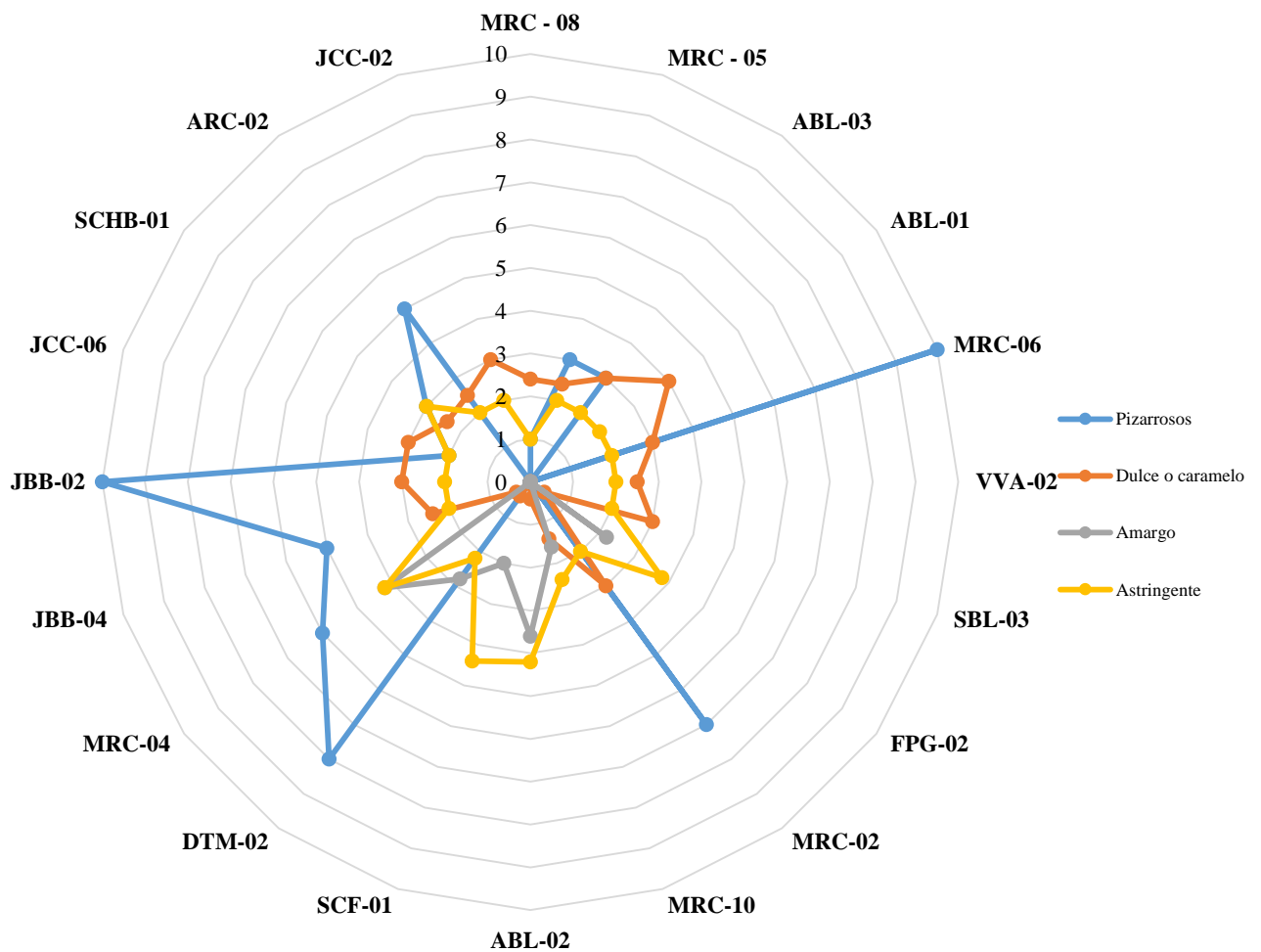


Figura 3. Perfil sensorial de los atributos básicos de los 20 árboles élitos de Cacao Criollo de la Cooperativa APROCAM

Para el perfil sensorial de las almendras muestra diferencias entre sus atributos básicos y específicos. Se observa en la figura 3 que el cacao de la muestra MRC-04 obtuvo un puntaje alto en cuanto a los atributos básicos de amargor, astringencia y acidez.

Asimismo, se observa que en lo referente al atributo dulce o caramelo el cacao de la muestra ABL-01 muestra un mayor puntaje (4,0) en comparación a la ausencia que se percibió en la SCF-01; en cuanto a la amargura, en seis árboles élitos solo se percibieron dicho atributo (FPG-02, MRC-10, ABL-02, SCF-01, DTM-02, MRC-04), y que en las almendras de los árboles élitos pertenecientes al distrito de La Peca este atributo no fue percibido en la evaluación sensorial.

En el atributo de astringencia se observó según la figura 3 que en los árboles elites pertenecientes a La Peca su percepción estuvo entre 2,0 y 3,0 de puntos, a diferencia de lo hallado en Copallín donde tres muestras obtuvieron puntajes mayores a 4,0 (ABL-02, SCF-01, MRC-04). Para la acidez sensorialmente percibida se determinó que estuvo en un rango de puntuación de 1,0 a 4,2, donde la muestra FPG-02 mostró un mayor puntaje.

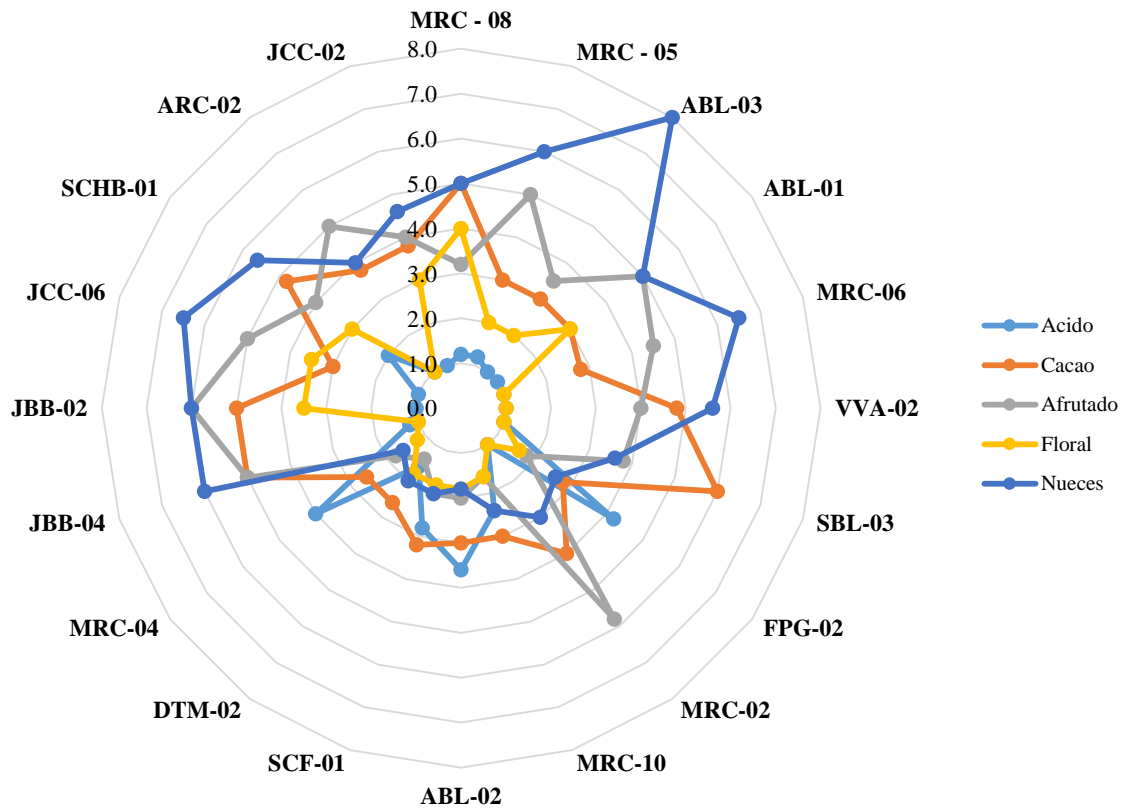


Figura 4. Perfil sensorial de los atributos específicos de los 20 árboles elites de Cacao Criollo de la Cooperativa APROCAM

Sobre los atributos específicos evaluados, en la figura 4 se observa que el cacao sensorialmente estuvo en un rango de 2,6 a 6,0, donde las almendras del árbol SBL-03 (Copallín, Pan de azúcar). Para la percepción afrutada se determinó que la muestra perteneciente a La Peca (Humbate, JBB-02) obtuvo un mayor puntaje 6,0 en comparación al resto de muestras.

En los granos de cacao su atributo floral la mayor puntuación fue para MRC-08 (Copallín, Lluhuana), en general dicho atributo su puntaje fluctuó desde 1,0 a 4,0; para la percepción de nueces, en la muestra ABL-03 se percibió un mayor atributo en comparación a las almendras pertenecientes a MRC-04. En el atributo crudo o verde, la puntuación obtenida



estuvo por debajo de 1,4, en 14 árboles elites los granos para la evaluación sensorial no hubo percepción de este último atributo (ver figura 4).

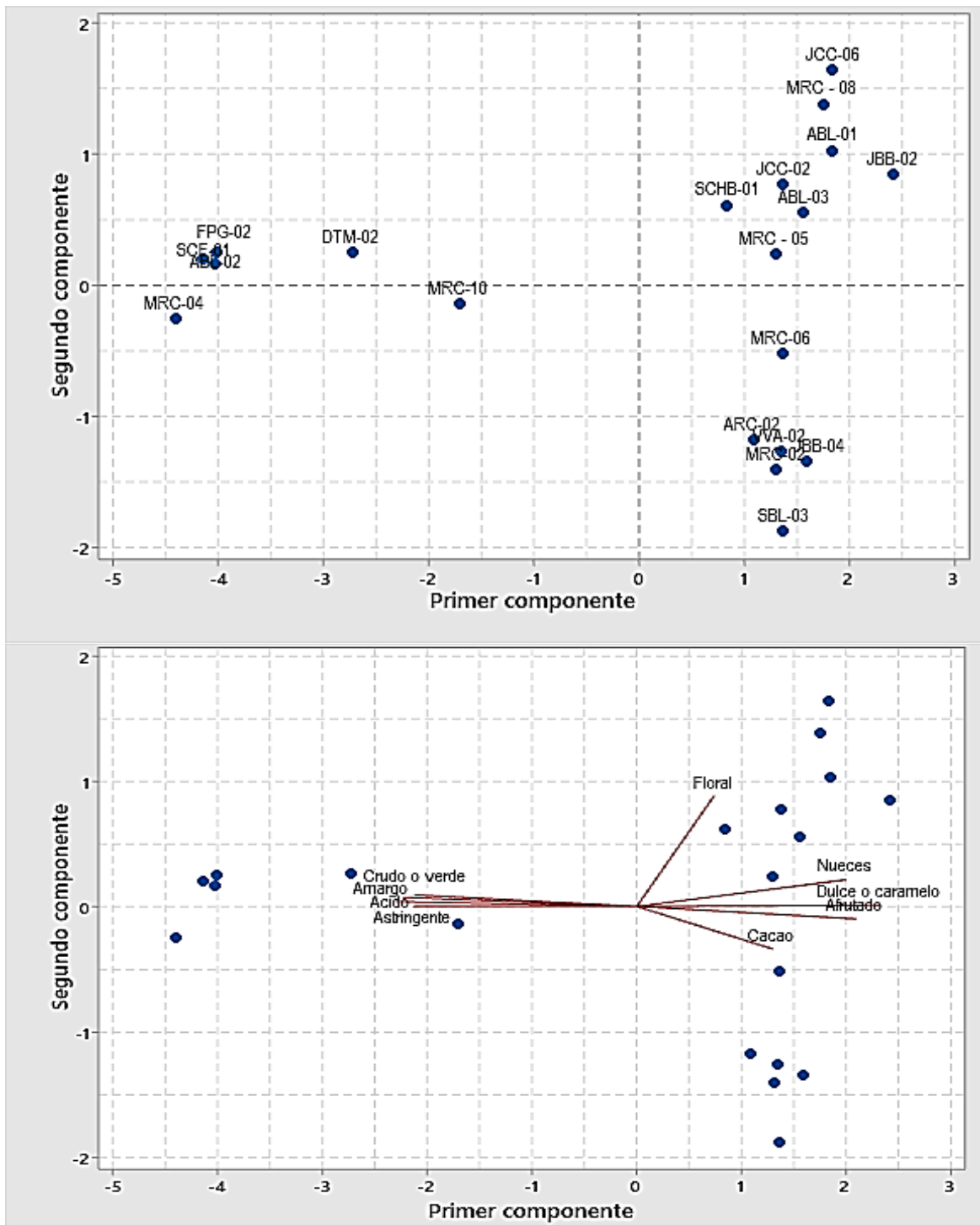


Figura 5. Análisis de componentes principales de los atributos sensoriales presentes en 20 árboles elites de Cacao Criollo de la Cooperativa APROCAM

La figura 5 nos permite agrupar las diferentes muestras en los 20 árboles elites de cacao criollo dependiendo de los atributos, de esta manera se diferencian sus perfiles sensoriales. Para interpretarla recurriremos a la información complementaria de los anexos (Anexo B, ver tabla 6), donde se observa que el primer componente principal representa 66,1% de la varianza total. Los atributos que se correlacionan más con el primer componente principal (PC1) son dulce (0,39), afrutado (0,352), nueces (0,336). El primer componente principal se correlaciona positivamente con estos tres atributos. Por lo tanto, aumentar los valores de dichos atributos aumenta el valor del primer componente principal, esto se evidencia en la figura 5 donde estos atributos antes indicados tienen influencias positivas grandes en el componente 1.

Las almendras de la muestra DTM-02 tiende a una mejor combinación para los atributos de crudo o verde y amargo; la muestra MRC-10 posee una tendencia a una mejor astringencia y acidez. En el caso de la muestra SCHB-01 presenta una posible mejor tendencia para el atributo floral, el MRC-05 existe una relativa cercanía para nueces y el MRC-06 relativamente para cacao.

## IV. DISCUSIÓN

En el estudio se determinó que la humedad determinada en los 20 árboles elite estuvo en un rango de 6,5% a 7,7% que es similar a lo encontrado por Bravo (2010) y Zambrano et al. (2010) donde indican que el cacao criollo presenta una humedad inferior al 8%; de otro lado, el promedio de las muestras procesadas presentan un valor de 7,2% lo cual está dentro de lo anteriormente indicado. En recientes estudios de García & Muñoz (2017), Guimac (2017) y Machado et al. (2018) se establece que el contenido de humedad del grano de cacao en la fermentación es de 60% este durante el secado debe ser reducido del 6% al 7%, que según lo obtenido en la figura 1, 06 muestras provenientes de los árboles elites seleccionados están dentro del rango (MRC-08, ABL-01, ABL-02, SCF-01, DTM-02 y JBB-02) y que las restantes son superior al 7% pero considerados dentro de lo aceptado (menor al 8%); estos valores bajos obtenidos en los árboles elites demuestran que la humedad mantenida a esos valores de referencia ayudan a la preservación, transporte y comercialización debido a que no la hace altamente susceptibles al ataque de patógenos (Bravo, 2010 y García & Muñoz, 2017)

El número de granos mínimo encontrado fue de 62 (MRC-04) y con un máximo de 126 (JBB-04) en todas las muestras analizadas, este rango establecido en la investigación guarda relación con lo obtenido por Fuentes (2016), Vera et al. (2018) y Vera et al. (2019) quienes en sendos estudios establecieron un número de granos de 64 y 124,50. Además, a partir la figura 1 el promedio global de número de granos en los granos seleccionados es de 95,8, valor similar a lo reportado en granos de árboles elites en el estudio de Sánchez (2007) y Vera et al. (2018) que fue de 96 y 93,4 respectivamente, que según Fuentes (2016) indica un manejo adecuado de prácticas agrícolas y un origen del material genético adecuado para la selección como árbol elite.

De los resultados obtenidos, dos muestras de árboles elites presentan índice de grano por debajo de 1,0 (MRC-10 fue 0,94 y en ABL-02 fue 0,92) similar a lo reportado Vera et al. (2019), los cuales no son aceptables según lo reportado por Vera & Goya (2015) quienes encontrar el índice debe ser superior al 1,0 desde el punto de vista filogenético e industrial y por ello es común descartar estos materiales (Ballesteros, 2011). En el resto de muestras los valores estuvieron comprendido de 1,20 a 1,80; rango que está dentro de lo indicado por Andrade et al. (2019), Jiménez et al. (2018) y Quevedo et al. (2018) que para cacao

criollo está entre 1,26 a 2,7. En los 18 árboles elite que presentaron un índice mayor a 1,2, dichas muestras son aceptables según Quevedo et al. (2018); de otro lado, las 20 muestras presentaron un índice promedio de 1,34 similar a lo encontrado en árboles elite según Nieves & Angulo (2017) que fue 1,50 a 1,88 y Vera et al. (2018) que fue de 1,19 a 2,0.

De acuerdo a la figura 1, en el estudio se evidencia la superioridad del árbol elite del distrito de Copallín (La Palma, SCF-01) con un índice de 1,8 mayor; el cual, según Estivarez & Maldonado (2019) y Fuentes (2016) se debe a condiciones edáficas y un buen manejo agronómico, y que evidencia un mayor número de frutos por árbol (relación directamente proporcional) en términos de rendimiento del árbol.

En lo referente a los resultados obtenidos en la prueba de corte, las muestras de ABL-01 y JCC-02 presentan un número granos bien fermentados (45) que representan un 90%; asimismo, en 11 muestras los granos bien fermentados están en un porcentaje comprendidos entre 64 y 90% (ver figura 2) lo cual está dentro de los reportado por Fuentes (2016) y Vera & Goya (2015) que establecen entre 62,2% y 75%; de estos se observa que el material recolectado evidencia árboles que presentan un elevado porcentaje de almendras fermentadas lo cual impacta en la calidad sensorial directamente (Vallejo et al., 2018); de otro lado, en cuanto a los granos pizarrosos en 18 árboles elite (ver figura 2) el número de granos estuvo entre 0 y 5 que indica según Bravo (2010) un bajo porcentaje de granos que han quedado sin fermentar en las muestras analizadas. Por último, en promedio se presenta un porcentaje de 61,3% bien fermentados, 32,4% levemente fermentados y 6,3% que está dentro de lo permitido según Vera & Goya (2015).

En cuanto a los atributos básicos de amargor, astringencia y acidez la muestra MRC-04 obtuvo un alto puntaje (ver figura 3) esta muestra indica que estos atributos son pronunciados en las almendras de cacao del árbol elite que coincide con Jiménez et al. (2018) en cuanto al perfil sensorial en árboles elite de *T. cacao* L.. El atributo dulce tuvo una mayor percepción en ABL-01 (4,0) en comparación a la ausencia que se percibió en la SCF-01; en cuanto a la amargura, en seis árboles elites solo se percibieron dicho atributo (FPG-02, MRC-10, ABL-02, SCF-01, DTM-02, MRC-04); la astringencia estuvo comprendida entre 1,0 y 4,4 de puntos, y en tres muestras obtuvieron puntajes

mayores a 4,0 (ABL-02, SCF-01, MRC-04); y la acidez sensorialmente estuvo en un rango de puntuación de 1,0 a 4,2 (FPG-02 mostró un mayor puntaje). Sin embargo, entre estos atributos en las distintas muestras exista una gran variabilidad en el puntaje que se evidencia que distintas muestras han sobresalido en su percepción que guarda relación con lo reportado por Solórzano et al. (2015).

Es fundamental lograr una mayor intensidad sensorial de los atributos específicos (cacao, floral, frutal y nuez) pues se logra una mayor calidad organoléptica (Jiménez et al., 2018); en el estudio se observa que la percepción de cacao estuvo en un rango de 2,6 a 6,0 (ver figura 4), donde las almendras de SBL-03 tiene una mayor intensidad del atributo, en la percepción afrutada la muestra JBB-02 obtuvo un mayor puntaje 6,0 en comparación al resto de muestras; el atributo floral la mayor puntuación fue para MRC-08, en general dicho atributo estuvo entre 1,0 a 4,0; para el atributo nueces, la muestra ABL-03 tiene una mayor intensidad; y en el atributo crudo estuvo por debajo de 1,4, y en 14 árboles elites los granos para la evaluación sensorial no hubo percepción de este último atributo. Se observa que los atributos de floral, frutal y cacao son percibidos con mayor intensidad que según Vallejo et al. (2018) son atributos particulares para el sabor del chocolate fino.

La figura 5 evidencia que el primer componente principal (PC1) representa 66,1% de la varianza total, la cual está relativamente próximo al PCA para los atributos sensoriales (85,4%) reportado por Machado et al. (2018). En cuanto a los atributos que se correlacionan más con el PC1 son los sabores de dulce (0,39), afrutado (0,352) y nueces (0,336), estos resultados se presentan en forma similar a lo reportado por Solórzano et al. (2015) que cuanto a que las variables frutal, y nueces muestran mayor correlación, sin embargo no coinciden en los atributos cacao, amargor y nuez. Sin embargo en cuanto a la alta correlación que presenta el atributo dulce en la investigación, coincide con lo observado por Vallejo et al. (2018); por último en la figura 5 el PC1 se correlaciona positivamente con estos atributos, por lo tanto, al aumentar los valores de dichos atributos aumenta el valor del PC1, que coincide nuevamente con lo reportado por Vallejo et al. (2018), pues se observa buena combinación los sabores frutal, floral, nuez y un buen nivel de sabor dulce.

Asimismo, las almendras de la muestra DTM-02 tiende a una mejor combinación para los atributos de crudo o verde y amargo; la muestra MRC-10 posee una tendencia a una mejor astringencia y acidez. En el caso de la muestra SCHB-01 presenta una posible mejor tendencia para el atributo floral, el MRC-05 existe una relativa cercanía para nueces y el MRC-06 relativamente para cacao. Sin embargo, como se mencionó anteriormente existe una gran variabilidad en cuanto a la percepción de los atributos en cada una de las muestras, de lo reportado se puede indicar según Coronado-Jorge et al. (2016), Solórzano et al. (2015) y Vera & Goya (2015) que el amargor en aquellos árboles elites donde fue mayor posiblemente se deba a una fermentación deficiente, pero que la acidez que presentan las almendras es señal de la presencia de ácidos (volátiles y no volátiles) y en varios árboles elites (ver figura 4) se ha presentado un sabor a cacao, floral, afrutado, amargor y astringencia moderado.

## V. CONCLUSIONES

En cuanto a la calidad física del grano, se concluye que la humedad que presentan las almendras de cacao de los árboles elites seleccionados están entre (6,5% a 7,7%) lo cual está dentro de lo aceptable (menor a 8%), los números de granos en 100 gramos evidencia que el promedio global están (95,8) indica un adecuado manejo agrícola y un origen del material genético adecuado, y referente al índice de grano están entre (1,20 a 1,80) en 18 árboles elites son aceptables, y en la prueba de corte se reporta un elevado porcentaje de almendras fermentadas que impacta en la calidad sensorial directamente.

La calidad sensorial en las almendras de los árboles elite seleccionados se obtuvo que los atributos básicos de amargor, astringencia y acidez la muestra MRC-04 (Copallin, Lluhuana, San Miguel) obtuvo una alta intensidad de percepción sensorial respecto al resto de atributos estudiados, de otro lado, en las muestras analizadas se concluye que los atributos de floral, frutal y cacao son percibidos con mayor intensidad y que hacen que las almendras sean aptas para la producción de chocolate fino.

Se logró realizar la caracterización física y sensorial en los granos de cacao nativo de las 20 muestras catadas por los 3 profesionales entrenados, tuvieron los mismos días de fermento y las mismas horas de remoción en el secado, así como también los mismos parámetros en el proceso de catación, pero se obtuvieron resultados diferentes, esto se debe a la altitud donde se encuentran las plantas seleccionadas, genética de las plantas, riego en las parcelas y el trabajo agronómico que realiza el socio año tras año.

La astringencia y acidez de la muestra MRC-04 (Copallin, lluhuana, San Miguel), se debe porque al contorno de la planta se encuentran plantas cítricas y algunas plantas de cacao CCN51 que tiene características de acidez, astringencia y amargor que al polinizarse recibe esas características según el catador Marcelo Gutiérrez.

## **VI. RECOMENDACIONES**

Se recomienda estudiar el perfil volátil de los compuestos en almendras de cacao, para encontrar posibles relaciones con la calidad sensorial del cacao.

Complementar el estudio de árboles elites mediante la investigación de las condiciones edáficas y manejo agronómico adecuado que permita mejorar la calidad física de acuerdo a las exigencias del mercado.

Es necesario evaluar el efecto de la procedencia de las muestras de cacao de árboles elite en términos de altitud, material genético y composición química para identificar zonas con mayores atributos para una producción de chocolate fino.

Se recomienda a los representantes de la Cooperativa APROCAM contar con un jardín semillero de las plantas más sobresalientes en este estudio y realizar parcelas demostrativas replicada por yemas de 0.5 hectáreas por sectores.



## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Andrade, J. A., Rivera-García, J., Chire-Fajardo, G. C., & Ureña-Peralta, M. O. (2019). Propiedades físicas y químicas de cultivares de cacao (*Theobroma cacao* L.) de Ecuador y Perú. *Enfoque UTE*, 10(4), 1-12. <https://doi.org/10.29019/enfoque.v10n4.462>
- Ballesteros, W. (2011). *Caracterización morfológica de árboles elite de cacao (Theobroma cacao L.) en el municipio de Tumaco, Nariño, Colombia* [Tesis de Maestría, Universidad de Nariño]. <http://biblioteca.udenar.edu.co:8085/atenea/biblioteca/86414.pdf>
- Barrientos, L. D. P., Oquendo, J. D. T., Garzón, M. A. G., & Álvarez, O. L. M. (2019). Effect of the solar drying process on the sensory and chemical quality of cocoa (*Theobroma cacao* L.) cultivated in Antioquia, Colombia. *Food Research International*, 115, 259-267. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2018.08.084>
- Bravo, D. C. (2010). *Evaluación fisicoquímica del comportamiento de las almendras de cacao (Theobroma cacao L.) de sesis 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 de Grado, Universidad Nacional de San Martín]. <http://repositorio.unsm.edu.pe/handle/11458/2269>
- Burbano, R., Calero, A. S., Ramírez, C. A., & Sánchez, M. (2018). Efecto de dos tipos de fermentadores en la calidad de cacao (*Theobroma cacao* L.) cultivado en la Provincia de Orellana y Sucumbíos. *1er Congreso internacional alternativas tecnológicas para la producción agropecuaria sostenible en la amazonía ecuatoriana*, 1(1), 1-8. <http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/5470>
- Chire, G. C., Verona, P. A., & Guzmán, J. H. (2016). Cambios en el color durante el beneficio del grano de cacao (*Theobroma cacao* L.) peruano procedente de Piura. *Ciencia e Investigación*, 19(1), 29-34. <https://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/farma/article/view/13625>

- Coronado-Jorge, M., Cerna, A., Santander, W. E., & Paucar, W. (2016). Influencia de la diversidad varietal y el estado de madurez sobre la calidad sensorial de granos de Cacao (*Theobroma cacao* L.) producidos en la región de San Martín. *Hilea Amazónica*, *1*(2), 138-156. <http://revistas.unsm.edu.pe/index.php/Ia/article/view/AC17>
- Estivarez, M. E., & Maldonado, C. (2019). Criterios de selección para cacao nacional Boliviano (*Theobroma cacao* L.), en Alto Beni-Bolivia. *Revista de Investigación e Innovación Agropecuaria y de Recursos Naturales*, *6*(2), 29-36. [http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S2409-16182019000200005&lng=es&nrm=iso&tlng=es](http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S2409-16182019000200005&lng=es&nrm=iso&tlng=es)
- Fuentes, O. R. (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 de Grado, Universidad de Guayaquil]. <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/18526/1/tesis%20de%20orly%20fuentes%20lorenty.pdf>
- García, L. A., & Muñoz, W. A. (2017). *Diagnóstico de los parámetros físicos del cacao en centros de acopio en la zona de influencia de los valles Carrizal-Chone* [Tesis de Grado, Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí-Manuel Felix López]. <http://repositorio.espam.edu.ec/xmlui/handle/42000/533>
- Gómez, B. M. (2019). *Caracterización de 30 accesiones de Theobroma cacao L. seleccionados en pequeños cultivos de cacao en El Salvador mediante marcadores moleculares microsátélites* [Tesis de Grado, Universidad de El Salvador]. <http://ri.ues.edu.sv/id/eprint/20323/1/19201118.pdf>
- Guimac, L. (2017). *Caracterización fisicoquímica y organoléptica del cacao criollo nativo (Theobroma cacao L.) de las parcelas cacaoteras de APROCAM* [Tesis de Grado, Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas]. <http://repositorio.untrm.edu.pe/handle/UNTRM/1348>
- Gutierrez, R. R., & Gonzales, G. (2018). *Evaluación de la aplicación de tecnologías para la fermentación y secado del cacao (Theobroma cacao L) tipo CCN-51 y criollo en su porcentaje de fermentación y secado, en la provincia de Tambopata-MDD*

[Tesis de Grado, Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios].  
<http://repositorio.unamad.edu.pe/handle/UNAMAD/376>

- Intriago, F. G., Talledo, M. V., Cuenca, G. J., Macías, J. R., Álvarez, J. R., & Menjívar, J. C. (2019). Evaluación del contenido de metales pesados en almendras de cacao (*Theobroma cacao* L) durante el proceso de beneficiado. *Revista de Producción, Ciencias e Investigación*, 3(26), 17-23. <https://doi.org/10.29018/issn.2588-1000vol3iss26.2019pp17-23>
- Jiménez, J. C., Tuz, I. G., Quevedo, J. N., & García, R. M. (2018). Presecado: Su efecto sobre la calidad sensorial del licor de cacao (*Theobroma cacao* L.). *Revista científica Agroecosistemas*, 6(2), 63-73. <http://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes/index>
- Justo, L. E. (2019). *Caracterización botánico-agronómica de seis clones de cacao (Theobroma cacao L.) de la colección Mendis Paredes en Castillo Grande* [Tesis de Grado, Universidad Nacional Agraria de la Selva]. [https://agronomia.unas.edu.pe/sites/default/files/TS\\_LEJD\\_2019.pdf](https://agronomia.unas.edu.pe/sites/default/files/TS_LEJD_2019.pdf)
- Liberto, E., Cordero, C., & Bicchi, C. (2019). 4th Conference on Cocoa Coffee and Tea (CoCoTea 2017) – The world in a cup. *Food Research International*, 115, 302. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2018.12.005>
- Machado, L., Ordoñez, C. M., Angel, K., Guaca, L., & Suárez, J. C. (2018). Organoleptic quality assessment of *Theobroma cacao* L. in cocoa farms in northern Huila, Colombia. *Acta Agronómica*, 67(1), 46-52. <https://doi.org/10.15446/acag.v67n1.66572>
- Nieves, I. G. E., & Angulo, L. B. M. (2017). Prospección y caracterización de árboles promisorios de cacao (*Theobroma cacao* L.) en el río Onzole. *Dominio de las Ciencias*, 3(Extra 3), 100-125. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6102846>
- Peláez, Pedro. 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*, 07(02), 111-119. <https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2016.02.04>

- Qin, X.-W., Lai, J.-X., Tan, L.-H., Hao, C.-Y., Li, F.-P., He, S.-Z., & Song, Y.-H. (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. <https://doi.org/10.1080/10942912.2016.1236270>
- Quevedo, J. N., Romero, J. A., & Tuz, I. G. T. (2018). Calidad físico química y sensorial de granos y licor de cacao (*Theobroma cacao* L.) usando cinco métodos de fermentación. *Revista Científica Agrosistemas*, 6(1), 115-127. <https://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes>
- Rojas, V. W., & López, A. (2019). *Caracterización físico sensorial del cacao (Theobroma cacao L.) proveniente de tres genotipos de la colección ARPROCAT (CAT), Zarumilla-Tumbes* [Tesis de Grado, Universidad Nacional de Tumbes]. <http://repositorio.untumbes.edu.pe/handle/UNITUMBES/15/browse?value=an%C3%A1lisis+sensorial&type=subject>
- Sánchez, V. (2007). *Caracterización organoléptica de cacao (Theobroma cacao L.) para la selección de árboles con perfiles de sabor de interés comercial* [Tesis de Grado, Universidad Técnicas Estatal de Quevedo]. [http://infocafes.com/portal/wp-content/uploads/2017/03/Caracterizacion\\_organoleptica\\_cacao-\\_Theobroma-cacao-L.\\_seleccion\\_arboles\\_-perfiles\\_sabor\\_interes\\_comercial.pdf](http://infocafes.com/portal/wp-content/uploads/2017/03/Caracterizacion_organoleptica_cacao-_Theobroma-cacao-L._seleccion_arboles_-perfiles_sabor_interes_comercial.pdf)
- Solórzano, E., Amores, F., Jiménez, J. J., Nicklin, C., & Barzola, S. (2015). Comparación sensorial del cacao (*Theobroma cacao* L.) Nacional fino de aroma cultivado en diferentes zonas del Ecuador. *Ciencia y Tecnología.*, 8(1), 37-47. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5319282.pdf>
- Tran, P. D., Van de Walle, D., De Clercq, N., De Winne, A., Kadow, D., Lieberei, R., Messens, K., Tran, D. N., Dewettinck, K., & Van Durme, J. (2015). Assessing cocoa aroma quality by multiple analytical approaches. *Food Research International*, 77, 657-669. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2015.09.019>
- Vallejo, C. A., Loayza, G. L., Morales, W., & Vera, J. (2018). Sensory profile of genotypes of cocoa (*Theobroma cacao* L.) un the parish of Valle Hermoso—Ecuador. *Revista ESPAMCIENCIA para el agro*, 9(2), 103-113. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7020076>

- Vera, J. F., Véliz, B. M., & Herrera, N. L. (2019). Physical quality of almonds in twenty-one interconnectional crosses of cocoa (*Theobroma cacao* L.) in Ecuador. *Universidad y Sociedad*, *11*(2), 402-408. <http://rus.ucf.edu.cu/index.php/rus>
- Vera, J., & Goya, A. (2015). Comportamiento agronómico, calidad física y sensorial de 21 líneas híbridas de cacao (*Theobroma cacao* L.). *La Técnica: Revista de las Agrociencias*, *15*, 26. [https://doi.org/10.33936/la\\_tecnica.v0i15.539](https://doi.org/10.33936/la_tecnica.v0i15.539)
- Vera, J., Ramos, R., & Pinargote, J. J. (2018). Caracterización física y sensorial de treinta materiales élitos de cacao (*Theobroma cacao* L.) en la cuenca alta de río Guayas – Ecuador. *Revista CONAMTI*, *5*(22), 115-124. [https://www.researchgate.net/publication/328650797\\_Caracterizacion\\_fisica\\_y\\_sensorial\\_de\\_treinta\\_materiales\\_elites\\_de\\_cacao\\_Theobroma\\_cacao\\_L\\_en\\_la\\_cuenca\\_alta\\_de\\_rio\\_Guayas\\_-\\_Ecuador](https://www.researchgate.net/publication/328650797_Caracterizacion_fisica_y_sensorial_de_treinta_materiales_elites_de_cacao_Theobroma_cacao_L_en_la_cuenca_alta_de_rio_Guayas_-_Ecuador)
- Vera, J., Vallejos, C., Párraga, D., Morales, W., Macías, J., & Ramos, R. (2014). Atributos físicos-químicos y sensoriales de las almendras de quince clones de cacao nacional (*Theobroma cacao* L.) en el Ecuador. *Ciencia y Tecnología*, *7*(2), 21-34. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5090269>
- Wickramasuriya, A. M., & Dunwell, J. M. (2018). Cacao biotechnology: Current status and future prospects. *Plant Biotechnology Journal*, *16*(1), 4-17. <https://doi.org/10.1111/pbi.12848>
- Zambrano, A., Gómez, Á., Ramos, G., Romero, C., & Lacruz, C. (2010). Characterization of physical quality parameters in criollo, trinitario and forastero cocoa beans during the drying process. *Agronomía Tropical*, *60*(4), 389-396. [http://ve.scielo.org/scielo.php?pid=S0002-192X2010000400009&script=sci\\_abstract&tlng=en](http://ve.scielo.org/scielo.php?pid=S0002-192X2010000400009&script=sci_abstract&tlng=en)

## ANEXOS

### Anexo A. Datos físicos evaluados de los 20 árboles elites de cacao criollo

Tabla 6. Evaluación de humedad, número de granos y peso de grano

Distrito	Localidad	Nombre de la parcela	Codificación	Contenido de agua (%)	Numero de granos en 100 gramos	Peso de grano (IG)	
Copallín	Lluhuana	San Miguel	MRC - 08	7.0%	82 granos	1.4 g	
Copallín	Lluhuana	San Miguel	MRC - 05	7.2%	106 granos	1.5 g	
Copallín	Pan de azúcar	El Mirador	ABL-03	7.3%	86 granos	1.4 g	
Copallín	Pan de azúcar	El Mirador	ABL-01	7.0%	114 granos	1.2 g	
Copallín	Lluhuana	San Miguel	MRC-06	7.7%	98 granos	1.3 g	
Copallín	La Fortaleza	El Valle	VVA-02	7.3%	94 granos	1.2 g	
Copallín	Pan de azúcar	El Laurel	SBL-03	7.3%	106 granos	1.4 g	
Copallín	Pan de azúcar	El Paraíso	FPG-02	7.3%	69 granos	1.45 g	
Copallín	Lluhuana	San Miguel	MRC-02	7.3%	106 granos	1.4 g	
Copallín	Lluhuana	San Miguel	MRC-10	7.1%	106 granos	0.94 g	
Copallín	Pan de azúcar	El Mirador	ABL-02	6.5%	109 granos	0.92 g	
Copallín	La palma	La Palma	SCF-01	6.7%	93 granos	1.8 g	
Copallín	Lluhuana	La Fortuna	DTM-02	6.7%	74 granos	1.35 g	
Copallín	Lluhuana	San Miguel	MRC-04	7.3%	62 granos	1.61 g	
La Peca	Humbate	Familia Bonilla	JBB-04	7.2%	126 granos	1.6 g	
La Peca	Humbate	Familia Bonilla	JBB-02	7.0%	78 granos	1.2 g	
La Peca	Humbate	Recuerdo	JCC-06	7.4%	88 granos	1.2 g	
La Peca	Humbate	La esperanza	SCHB-01	7.4%	95 granos	1.22 g	
La Peca	Chonza laguna	San Isidro	ARC-02	7.7%	120 granos	1.3 g	
La Peca	Humbate	Recuerdo	JCC-02	7.3%	103 granos	1.4 g	
				<b>Promedio</b>	<b>7.2</b>	<b>95.8</b>	<b>1.3</b>
				<b>C.V. (%)</b>	<b>4.2%</b>	<b>17.7%</b>	<b>15.7%</b>

## Anexo B. Análisis estadístico

### Análisis de componente principal: Dulce o caramelo; Amargo; Astringente; Acido; Cacao; Afrutado; Floral; Nueces; Crudo o verde

Tabla 7. Análisis de los valores y vectores propios de la matriz de correlación

Valor propio	5.9479	0.9828	0.7664	0.4544	0.3373	0.2987	0.1089	0.0710	0.0326
Proporción	0.661	0.109	0.085	0.050	0.037	0.033	0.012	0.008	0.004
Acumulada	0.661	0.770	0.855	0.906	0.943	0.976	0.988	0.996	1.000

Tabla 8. Vectores propios

Variable	PC1	PC2
Dulce o caramelo	0.390	0.009
Amargo	-0.387	0.040
Astringente	-0.358	-0.001
Acido	-0.376	0.074
Cacao	0.219	-0.347
Afrutado	0.352	-0.101
Floral	0.124	0.898
Nueces	0.336	0.217
Crudo o verde	-0.357	0.094

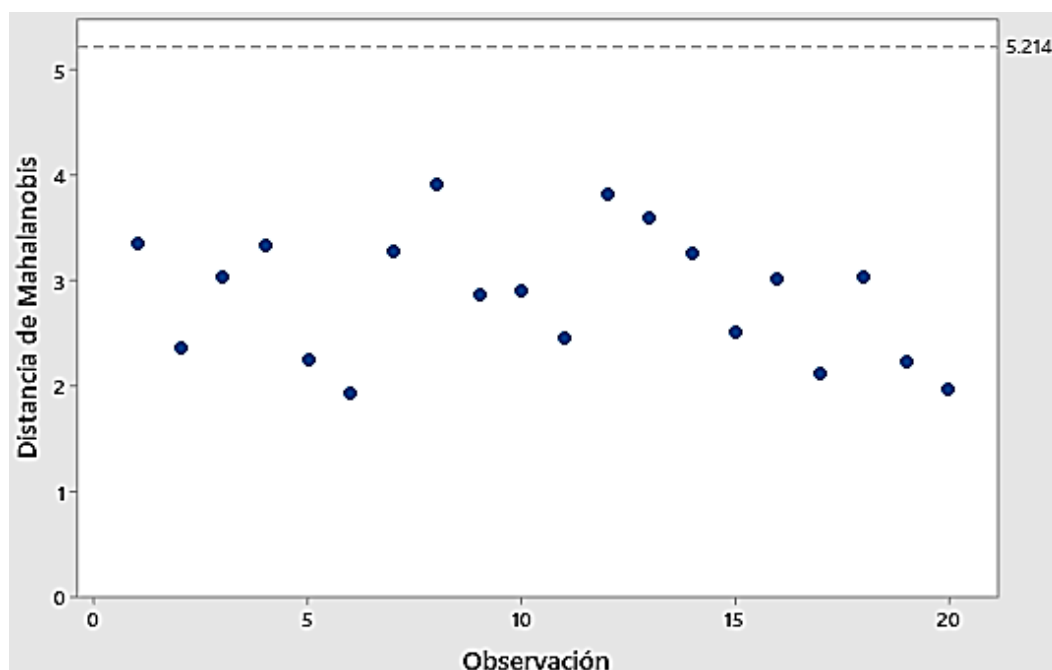


Figura 6. Gráfica de valores atípico

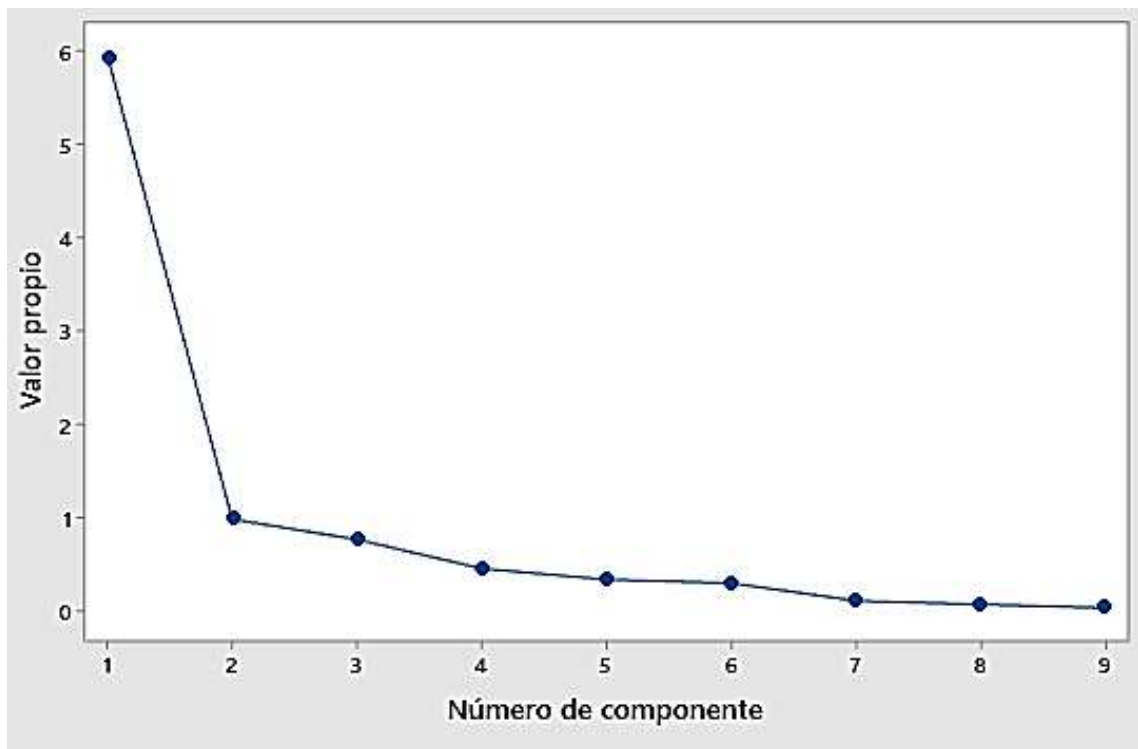


Figura 7. Gráfica de sedimentación



### Anexo C. Galería fotográfica



Fotografía 1. Codificación de las plantas elites





Fotografía 2. Recolección de mazorcas



Fotografía 3. Reconocimiento de las mazorcas en cada planta





Fotografía 4. Cajones para la fermentación y secado de la Cooperativa APROCAM



Fotografía 5. Muestras para catación



Fotografía 6. Pruebas de corte realizadas





Fotografía 7. Catación realizado de la pasta de cacao