



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS**  
**CARRERA AGROINDUSTRIA**

**“CARACTERIZACIÓN DE CALIDAD DE GENOTIPOS DE  
CACAO (THEOBROMA CACAO L.) EN LA PROVINCIA DE  
ORELLANA”**

**Trabajo de Integración Curricular**

Tipo: Trabajo Experimental

Presentado para optar al grado académico de:

**INGENIERA AGROINDUSTRIAL**

**AUTORA**

**TANIA NALLELY TENEMAZA CALLE**

Riobamba – Ecuador

2022



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS**  
**CARRERA AGROINDUSTRIA**

**“CARACTERIZACIÓN DE CALIDAD DE GENOTIPOS DE  
CACAO (THEOBROMA CACAO L.) EN LA PROVINCIA DE  
ORELLANA”**

**Trabajo de Integración Curricular**

Tipo: Trabajo Experimental

Presentado para optar al grado académico de:

**INGENIERA AGROINDUSTRIAL**

**AUTORA: TANIA NALLELY TENEMAZA CALLE**

**DIRECTORA: Bqf. MARÍA VERÓNICA GONZÁLEZ CABRERA**

Riobamba – Ecuador

2022

© 2022, Tania Nallely Tenemaza Calle

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

Yo, Tania Nallely Tenemaza Calle, declaro que el presente Trabajo de Integración Curricular es de mi autoría y los resultados del mismo son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autora asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este Trabajo de Integración Curricular; el patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 15 de diciembre de 2022



**Tania Nallely Tenemaza Calle**  
**225011684-1**

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS**  
**CARRERA AGROINDUSTRIA**

El Tribunal del Trabajo de Integración Curricular certifica que: El Trabajo de Integración Curricular; Tipo: Trabajo Experimental, “**CARACTERIZACIÓN DE CALIDAD DE GENOTIPOS DE CACAO (THEOBROMA CACAO L.) EN LA PROVINCIA DE ORELLANA**”, de responsabilidad de la señorita: **TANIA NALLELY TENEMAZA CALLE**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del Trabajo de Integración Curricular, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

	FIRMA	FECHA
Dr. Juan Marcelo Ramos Flores, MSc <b>PRESIDENTE DEL TRIBUNAL</b>		2022-12-15
Bqf. María Verónica González Cabrera, MSc. <b>DIRECTORA DE TRABAJO</b> <b>INTEGRACIÓN CURRICULAR</b>		2022-12-15
Dra. Georgina Ipatia Moreno Andrade, MSc. <b>ASESORA DE TRABAJO</b> <b>INTEGRACIÓN CURRICULAR</b>		2022-12-15

## **DEDICATORIA**

A Dios por haberme permitido llegar hasta este punto de mi vida y cumplir con mis objetivos, por la sabiduría y salud. Dedicada con mucho amor y cariño a mis padres Manuel Tenemaza y Nancy Calle quienes con su sacrificio, esfuerzo y comprensión me han sacado adelante y han creído en mí siempre, brindándome su amor, confianza y apoyo incondicional, por enseñarme a luchar día a día y por inculcarme valores y principios necesarios para mi formación personal y profesional, gracias a ellos soy la mujer que soy y sin ellos nada hubiera sido posible. A mis hermanos y familia que me ha tenido presente en sus oraciones y me han motivado a salir adelante, a mi gran amor y a mis amigos que han estado presentes durante esta etapa.

Nallely

## AGRADECIMIENTO

En primer lugar, mi agradecimiento a DIOS por darme la vida, sabiduría y bendición para alcanzar mis metas propuestas a lo largo de mi formación universitaria. A mis padres gratitud infinita pues han fomentado en mí el deseo de soñar, superar y triunfar y porque sin ellos este anhelo no sería posible. A la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias Pecuarias, Escuela de Ingeniería en Agroindustria por la formación profesional y ética brindada por parte de grandes profesionales, a la Bqf. Verónica González y Dra. Georgina Moreno, quienes fueron mis maestras en mi formación universitaria y que, en sus condiciones de directora y asesora, a través de sus orientación y sugerencias han reforzado mis conocimientos para la finalización de este trabajo. Un gran agradecimiento al Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, Estación Experimental Central de la Amazonía que como parte del proyecto de Investigación y difusión de tecnologías para la producción agroecológica y bienestar de las familias de la Circunscripción Territorial Especial Amazónica (CTEA), me han permitido ejecutar mi trabajo de titulación en tan prestigiosa institución y a su vez financiado todos los gastos corrientes a través del Fondo de Investigación de la Agrobiodiversidad, Semillas y Agricultura Sustentable (FIASA), al departamento de Café y Cacao, y el departamento de Calidad de Alimentos al mando del Ing. Armando Burbano responsable del laboratorio de Calidad de Alimentos- INIAP quien ha sido un guía y apoyo en la ejecución del trabajo de titulación impartiendo sus conocimientos y experiencias hacia mí; y a quienes forman parte del laboratorio, por todo la ayuda brindada durante la ejecución de la investigación. Finalmente, a mis amigos con quienes hemos tenido un apoyo mutuo y compartido momentos que quedaran como buenos recuerdos.

Nallely

## ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	x
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	xi
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xi
RESUMEN.....	xii
INTRODUCCIÓN .....	1

### CAPÍTULO I

1. DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA .....	2
1.1. Antecedentes.....	2
1.2. Planteamiento del problema .....	3
1.3. Justificación.....	4
1.4. Objetivos.....	5
1.4.1. <i>Objetivo general</i> .....	5
1.4.2. <i>Objetivos específicos</i> .....	5

### CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL.....	6
2.1. Origen .....	6
2.2. Cultivares de cacao en el ecuador .....	6
2.3. Beneficio de cacao.....	8
2.3.1. <i>Fermentación</i> .....	8
2.3.2. <i>Etapas de fermentación</i> .....	8
2.3.2.1. <i>Hidrólisis o alcohólica</i> .....	8
2.3.2.2. <i>Oxidación</i> .....	9
2.3.3. <i>Cajones de fermentación</i> .....	9
2.3.4. <i>Secado</i> .....	10
2.4. Pruebas de calidad de los granos.....	10
2.4.1. <i>Parámetros de calidad</i> .....	10
2.4.2. <i>Muestreo</i> .....	11
2.4.3. <i>Tamaño y uniformidad de los granos</i> .....	12
2.4.4. <i>Porcentaje de fermentación</i> .....	12
2.4.5. <i>Contenido de almendra y de cascarilla</i> .....	13
2.5. Calidad química del grano.....	13
2.5.1. <i>Extracto etéreo</i> .....	13
2.5.2. <i>Ceniza</i> .....	13

2.5.3.	<i>Proteínas</i> .....	14
2.5.4.	<i>pH del cotiledón</i> .....	14
2.5.5.	<i>polifenoles totales</i> .....	14

### CAPÍTULO III

3.	<b>MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	15
3.2.	<b>Unidades experimentales</b> .....	15
3.3.	<b>Materiales, equipos, insumos y reactivos</b> .....	16
3.3.1.	<i>Materiales</i> .....	16
3.3.2.	<i>Equipos</i> .....	16
3.3.3.	<i>Insumos</i> .....	17
3.3.4.	<i>Reactivos</i> .....	17
3.4.	<b>Tratamientos y diseño experimental</b> .....	17
3.5.	<b>Mediciones experimentales</b> .....	18
3.5.1.	<i>Parámetros físicos</i> .....	18
3.5.2.	<i>Parámetros Químicos</i> .....	19
3.5.3.	<i>Análisis sensorial</i> .....	19
3.6.	<b>Análisis estadísticos y pruebas de significancia</b> .....	19
3.7.	<b>Procedimiento experimental</b> .....	20
3.7.1.	<i>Recolección de almendras de cacao</i> .....	20
3.7.2.	<i>Preparación de las muestras de cacao</i> .....	20
3.7.3.	<i>Fermentación de las almendras de cacao</i> .....	20
3.7.4.	<i>Secado de las almendras de cacao</i> .....	20
3.8.	<b>Metodología de evaluación</b> .....	21
3.8.1.	<i>Parámetros físicos de las almendras</i> .....	21
3.8.1.1.	<i>Tamaño de la almendra</i> .....	21
3.8.1.2.	<i>Peso de almendra</i> .....	21
3.8.1.3.	<i>Porcentaje de fermentación</i> .....	21
3.8.1.4.	<i>Porcentaje de testa</i> .....	21
3.8.2.	<i>Parámetros químicos de las almendras</i> .....	22
3.8.2.1.	<i>Polifenoles totales</i> .....	22
3.8.2.2.	<i>Proteína</i> .....	22
3.8.2.3.	<i>pH del cotiledón</i> .....	22
3.8.2.4.	<i>Grasa</i> .....	22
3.8.2.5.	<i>Cenizas</i> .....	22
3.8.3.	<i>Sensorial</i> .....	23

### CAPITULO IV

4.	<b>MARCO DE ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS</b> .....	24
----	---	----

<b>4.1.</b>	<b>Caracterización física de 24 clones de cacao .....</b>	<b>24</b>
<b>4.2.</b>	<b>Tamaño de la almendra (Largo-ancho).....</b>	<b>25</b>
<b>4.3.</b>	<b>Peso de la almendra.....</b>	<b>26</b>
<b>4.4.</b>	<b>Porcentaje de testa.....</b>	<b>27</b>
<b>4.5.</b>	<b>Porcentaje de fermentación .....</b>	<b>28</b>
<b>4.6.</b>	<b>Caracterización física-química de 24 clones de cacao .....</b>	<b>29</b>
<b>4.7.</b>	<b>pH del cotiledón .....</b>	<b>30</b>
<b>4.8.</b>	<b>Ceniza .....</b>	<b>31</b>
<b>4.9.</b>	<b>Grasa.....</b>	<b>32</b>
<b>4.10.</b>	<b>Proteína.....</b>	<b>33</b>
<b>4.11.</b>	<b>Polifenoles totales.....</b>	<b>34</b>
<b>4.12.</b>	<b>Análisis sensorial.....</b>	<b>35</b>
	<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>36</b>
	<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>38</b>
	<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	
	<b>ANEXOS</b>	

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1-2:</b>	Norma INEN 176 .....	11
<b>Tabla 2-3:</b>	Esquema del experimento.....	18
<b>Tabla 3-3:</b>	Esquema de la ADEVA.....	19
<b>Tabla 4-4:</b>	Evaluación de clones de cacao de la zona norte de la Amazonía ecuatoriana. ....	24
<b>Tabla 5-4:</b>	Parámetros Físico-químicos de clones de cacao de la zona norte .....	29

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

<b>Ilustración 1-2:</b>	Variedades de cacao.....	6
<b>Ilustración 2-2:</b>	Tipo de cajones de fermentación .....	9
<b>Ilustración 3-2:</b>	Método del cuarteo.....	12
<b>Ilustración 4-3:</b>	Selección de clones zona norte de la Amazonía ecuatoriana.....	15
<b>Ilustración 5-4:</b>	Resultado físico de la determinación de largo en clones de cacao. ....	25
<b>Ilustración 6-4:</b>	Resultado físico de la determinación de ancho a clones de cacao. ....	25
<b>Ilustración 7-4:</b>	Resultado físico del peso de la almendra de los clones de cacao.....	26
<b>Ilustración 8-4:</b>	Resultado físico del porcentaje de testa de los clones de cacao.....	27
<b>Ilustración 9-4:</b>	Resultado físico del porcentaje de fermentación de los cotiledones en clones de cacao.....	28
<b>Ilustración 10-4:</b>	Resultado físico del pH de los cotiledones en los clones de cacao. ....	30
<b>Ilustración 11-4:</b>	Resultado químico del porcentaje de ceniza en los clones de cacao.....	31
<b>Ilustración 12-4:</b>	Resultado químico del porcentaje de grasa contenido granos de cacao.....	32
<b>Ilustración 13-4:</b>	Resultado químico del contenido de proteína de los cotiledones en los clones de cacao.....	33
<b>Ilustración 14-4:</b>	Resultado químico del contenido de polifenoles en los clones de cacao. ....	34
<b>Ilustración 15-4:</b>	Resultado sensorial en clones de cacao. ....	35
<b>Ilustración 16-4:</b>	Resultado de categoría sabor en clones de cacao.....	35
<b>Ilustración 17-4:</b>	Resultado de calidad en los clones de cacao.....	36

## **ÍNDICE DE ANEXOS**

- ANEXO A:** FICHA DE ANÁLISIS SENSORIAL
- ANEXO B:** RESULTADOS DE ANÁLISIS FÍSICOS DE LOS CLONES DE CACAO
- ANEXO C:** RESULTADOS DE ANÁLISIS QUÍMICOS DE LOS CLONES DE CACAO
- ANEXO D:** PERFIL SENSORIAL DE LA CATEGORÍA AROMA
- ANEXO E:** PERFIL SENSORIAL DE LA CATEGORÍA ACIDEZ
- ANEXO F:** PERFIL SENSORIAL DE LA CATEGORÍA AMARGOR
- ANEXO G:** PERFIL SENSORIAL DE LA CATEGORÍA ASTRINGENCIA
- ANEXO H:** PERFIL SENSORIAL DE LA CATEGORÍA DEFECTO
- ANEXO I:** PERFIL SENSORIAL DE LA CATEGORÍA SABOR
- ANEXO J:** PERFIL SENSORIAL DE LA CATEGORÍA POS GUSTO
- ANEXO K:** FERMENTACIÓN DE MUESTRAS
- ANEXO L:** ANÁLISIS FÍSICOS
- ANEXO M:** ANÁLISIS QUÍMICOS
- ANEXO N:** PRUEBAS SENSORIALES

## RESUMEN

El objetivo de la investigación fue Caracterizar la calidad física, química y organoléptica de 24 clones de cacao (*Theobroma Cacao L.*) colectados en la zona norte de la Amazonía ecuatoriana, en el Instituto Nacional De Investigaciones Agropecuarias INIAP- Estación Central de la Amazonía EECA, lugar en el que se desarrolló el proceso de beneficiado de cacao en cada tratamiento y repetición. Se evaluaron parámetros físico-químicos correspondientes a: tamaño de la almendra, peso de la almendra en 100 granos, porcentaje de testa, porcentaje de fermentación, ceniza, grasa, proteína, polifenoles totales y pH del cotiledón. En el análisis sensorial se empleó una ficha de cata para evaluar los atributos de aroma, acidez, amargor, astringencia, defecto sabor y pos gusto empleando una escala de intensidad de 0 a 5 puntos y otra escala de calidad de 0 a 20 puntos, estos datos facilitaron la elaboración de perfiles de catada categoría. Para el análisis de los datos se utilizó el Software estadístico InfoStat utilizando el análisis de varianza (ANOVA) Tukey ( $p < 0,05$ ). Los resultados demostraron que las características físicas, químicas y el perfil sensorial varían considerablemente entre clones, siendo los más representativos en calidad física EET-426x EET-378, MM-A09, G5T2P6, MM-A11 y CCN-51, en cuanto a calidad química sobresalen NL-A15, AG-A02-chupar, MM-A08, INIAP-678 y AG-A04 estrella. Para los resultados sensoriales se realizó gráfico de barras para ilustrar los perfiles sensoriales de cada genotipo, destacando los clones NL-A08, NL-A15, CCN-51x EET-233 como los mejores con calidad organoléptica. Se recomienda realizar análisis principales metilxantinas de cacao (teobromina y cafeína) para determinar superioridad de calidad.

**Palabras Claves:** <CACAO>, <CALIDAD>, <SENSORIAL>, <FÍSICA>, <QUÍMICA>, <(THEOBROMA CACAO L.)>, <CLONES >, < PERFIL SENSORIAL >



Mg. César Castillo



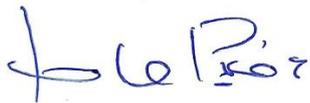
1141-DBRA-UPT-2023

## ABSTRACT

The research aimed to characterize the physical, chemical, and organoleptic quality of 24 cocoa clones (*Theobroma Cacao L.*) collected in the northern part of the Ecuadorian Amazon. The process of cocoa processing in each treatment and its repetition was carried out at the Instituto Nacional De Investigaciones Agropecuarias INIAP- Estación Central de la Amazonía EECA (National Institute of Agricultural Research INIAP- Estación Central de la Amazonía EECA). The physicochemical parameters evaluated were kernel size, kernel weight in 100 kernels, testa percentage, fermentation percentage, ash, fat, protein, total polyphenols, and pH of the cotyledon. In the sensory analysis, a tasting card was used to evaluate the attributes of aroma, acidity, bitterness, astringency, defect flavor, and aftertaste using an intensity scale from 0 to 5 points and another quality scale from 0 to 20 points; these data facilitated the elaboration of tasting category profiles. The statistical software InfoStat was used for data analysis using Tukey ( $p < 0.05$ ) analysis of variance (ANOVA). The results showed that the physical and chemical characteristics and the sensory profile varied considerably among clones, the most representative in physical quality being EET-426xEET-378, MM-A09, G5T2P6, MM-A11, and CCN-51, and in chemical quality NL-A15, AG-A02-chupar, MM-A08, INIAP-678, and AG-A04 Estrella. For the sensory results, bar graphs were made to illustrate the sensory profiles of each genotype, highlighting clones NL-A08, NL-A15, CCN-51xEET-233 as the best with organoleptic quality. It is recommended to perform primary analyses of cocoa methylxanthines (theobromine and caffeine) to determine quality superiority.

**Keywords:** <CACOA>, <QUALITY>, <SENSORY>, <PHYSICAL>, <CHEMISTRY>, <(THEOBROMA CACAO L)>, <CLONES>, <SENSORY PROFILE>

1141-DBRA-UPT-2023



Dra. Gloria Isabel Escudero Orozco MsC.  
0602698904

## INTRODUCCIÓN

El cacao es el único tipo que se utiliza comercialmente, la importancia de este árbol reside en sus granos o almendras utilizados como materia prima en la industria alimentaria, cosmética y farmacéutica y lo que determina su "calidad" son las características físicas, químicas del grano y su sabor, es preciso mencionar que el beneficio del cacao depende en gran medida de un correcto manejo, control y condiciones óptimas de fermentación y secado, puesto que en la etapa de fermentación se ejecutan reacciones bioquímicas y reacciones oxidativas que originan precursores de aroma y sabor a chocolate lo que determina su calidad (Vílchez, 2016, p. 61).

Los compradores mundiales de cacao demandan del mercado un grano de cacao de mayor calidad que satisfaga un conjunto de requisitos físicos y químicos durante el proceso de fermentación (tamaño, peso, grosor de la cáscara, color, contenido de grasa, secado, libre de residuos, moho, olores desfavorables y calidad organoléptica). Para reflejar los efectos combinados de la variedad, el suelo, el clima, el manejo agronómico y la tecnología poscosecha utilizada, se necesita más control en el procesamiento del cacao en las fincas (Jimenez et al., 2018, pp. 63-73).

Sin embargo, las almendras de cacao fino han presentado una disminución en su oferta dado que las huertas tradicionales se han visto insuficientes o reemplazadas por la variedad CCN-51 que es un clon de alta producción u otras variedades clonales de las cuales no se cuenta con suficiente información. Tomando en cuenta lo mencionado la presente investigación tuvo como objetivo caracterizar la calidad de las almendras de 24 clones de cacao (*Theobroma Cacao L.*) colectados de la zona norte de la Amazonía ecuatoriana, utilizando el método de fermentación por cajón durante 5 días y un secado estándar con ambiente controlado para de esta forma exponer a las mismas condiciones a todos los tratamientos, pudiendo así conocer los aspectos físico-químicas y sensoriales que adquirieron luego del proceso de post cosecha, identificando el genotipo más resistente a enfermedades con calidades de almendras comercializables en los mercados nacionales e internacionales.

# CAPÍTULO I

## 1. DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA

### 1.1. Antecedentes

El cacao es uno de los cultivos más antiguos en cuanto a producción y exportación a mercados internacionales, donde es reconocido por sus características de aroma y sabor, y apreciado por su calidad y finura para la fabricación de diferentes productos derivados, además de ser demandado por otras industrias como la farmacéutica y cosmética (Bermúdez & Mendoza, 2016). La producción de cacao, tanto como “monocultivo” como “cultivo relacionado”, se extiende por la mayor parte del país, teniendo una mayor concentración en las provincias del litoral, en las estribaciones de la Cordillera Occidental de los Andes y en las provincias del nororiente del Ecuador; siendo Sucumbíos, Orellana y Napo (Garzón, 2013 Citado por Gutiérrez, 2016). De acuerdo con López (2017, p. 18) en los últimos años en las provincias de Orellana y Sucumbíos ha existido un incremento en la superficie sembrada de un aproximado de 20.000 ha de cacao tipo Nacional, lo que significaría que esta zona podría ser una de las principales proveedoras de cacao tipo Nacional para exportación.

De acuerdo con Motamayor et al. (2008) actualmente se reconoce diez grupos en la comercialización de cacao: Marañon, Curaray, Criollo, Iquitos, Nanay, Contanama, Amelonado, Purús, Guiana y el llamado Nacional, cuyas características organolépticas individuales distintivas hacen contribuciones únicas y específicas al perfil de sabor de los productos de chocolate. En finca de productores se pueden encontrar un sinnúmero de materiales, identificados por números y letras, procedentes de ensayos investigación, pudiendo citar al CCN-51, clon EET800, EETP801, Súper Árbol, entre otros, los cuales se encuentra en su gran mayoría en Amazonía norte.

El INIAP-EECA por medio del Programa de Cacao y Café ha trabajado hasta la actualidad en procesos de mejoramiento genético, mediante la selección de árboles individuales producto de cruza dirigidas, así como también de clones promisorios y a su vez con procesos de selección participativa que involucra a productores locales mediante la evaluación e identificación de árboles elites altamente productivos, tolerantes a enfermedades y además con calidad.

Además del genotipo, la calidad de la almendra de cacao depende del grado de fermentación, de componentes como nutrientes, compuestos biológicamente activos como, flavonoides, polifenoles, metilxantinas y otros compuestos volátiles (Vargas et al., 2021: pp. 3-11). Los parámetros que influyen en los fabricantes de chocolate a la hora de elegir un determinado tipo de cacao son

aspectos físicos tales como, el tamaño del grano, el porcentaje de cubierta de la semilla, contenido graso, dureza de la manteca, la humedad, características organolépticas, etc (Álvarez et al., 2007). La grasa es uno de los componentes principales, con contenidos que datan entre 49 y 56% (Perea et al., 2011, pp. 35-42), estas cantidades varían según el genotipo, las condiciones climáticas y la época de cosecha, encontrándose valores distintos de grasa y contenido de ácidos grasos en cada caso (Perea et al., 2011, pp. 35-42). Además, el contenido graso según Samaniego et al. (2021, p. 901-911) varía de  $45,61 \pm 1,27$  a  $52,13 \pm 0,58$  g/100 g en peso seco y es mayor en provincias y cantones de la región amazónica que en los de la región de la Costa del Pacífico.

Por otro lado, un estudio realizado por Andrade et al. (2019, pp 1-12) en granos de cacao de Ecuador y Perú las dimensiones de los granos de cacao de Ecuador fueron menores (largo 21.96 mm y ancho 12.32 mm) a las de los granos de cacao de Perú (largo 24.97 mm y ancho 13.80 mm).

El contenido de polifenoles le otorga una cualidad funcional al cacao un estudio realizado por Bardón (2017) demuestra que el cacao contiene alcaloides de base púrica, de la familia de las metilxantinas correspondiente a teobromina, cafeína y teofilina, que le otorgan características sensoriales y estimulantes. La teobromina representa entre el 0,8 y el 2% del contenido total, Samaniego (2021, p. 901-911) encontró que los contenidos de teobromina y cafeína fueron mayores en cacaos de la región amazónica, mostrando un contenido más alto de metilxantina.

## **1.2. Planteamiento del problema**

En el país el cacao es uno de los principales productos de exportación, el 60% de las ventas de cacao en el mercado internacional corresponde al cacao fino de aroma, por ello, es un producto codiciado para la industria europea, así como para la producción de chocolate fino en Norteamérica. Según datos del Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC) el sector cacaotero apoya con el 5% de la población económicamente activa (PEA), mientras que el 15% de la PEA rural compone una base primordial en la economía familiar del país (Vargas et al., 2021, pp. 3-11).

La calidad del cacao que al final se industrializará tiene su inicio en el campo, y este dependerá de elementos como tipo genético, condiciones naturales del sitio donde se encuentran las plantaciones y el buen manejo en el proceso de fermentación y secado (Acebo, 2016, p.42).

Este grano está presente en el país en una gran variedad de microclimas y regiones donde se cultiva el cacao, dispersos por todo el territorio nacional. Esto tiene un impacto decisivo en las propiedades del producto, además de ofrecer una gran variación en la composición genética, química y sensorial. Por lo tanto, se debe evaluar la expresión de rasgos asociados con la calidad

genotípica del cacao. (INIAP, 2018).

Por lo anterior el presente trabajo de investigación pretende evaluar las propiedades fisicoquímicas y organolépticas de treinta genotipos de cacao que se pretende producir en Ecuador, acorde a las normas INEN y requerimientos del INIAP, obteniendo así datos que permitan identificar la mejor variedad de este estudio y por consecuente garantizar la calidad materia prima.

### **1.3. Justificación**

El cultivo de cacao se constituye un importante rubro para el país ya que genera importantes ingresos económicos al sector agropecuario tanto para la zona costera, parte de la sierra y la Amazonía ecuatoriana; entre las que se encuentran la provincia de Sucumbíos y Orellana, donde existen pequeñas fincas productoras, que, por la diversidad en sus cultivos, acompañado con las condiciones ecológicas y los elementos edafoclimáticos infieren en las características de internas del grano de cacao.

Estudiar el origen y la calidad de nuevos materiales del cacao se está volviendo de suma importancia para satisfacer la demanda de productos de cacao de alta calidad, ricos en bioactivos y de origen único. Si bien las diferencias entre los países productores de cacao han sido profundamente evaluadas, poco se sabe a nivel de país y más aún a nivel de amazonia. En el caso del cacao en la Amazonía norte ecuatoriana, el INIAP-EECA a través del programa de café y cacao, inició una selección preliminar de accesiones provenientes de fincas de la parte norte de la Amazonía ecuatoriana. Esta selección permitió la clonación, traslado y establecimiento de nuevos materiales de cacao en los predios de la EECA, dando inicio a la búsqueda de genotipos de cacao, altamente productivos y tolerantes a enfermedades; sin embargo, no existe información sobre la calidad física, química, organoléptica y de compuestos bioactivos de los clones mejor adaptados a la zona.

Por lo tanto, en esta investigación se pretende identificar genotipos individuales o grupos de ellos que presenten características sobresalientes por sus propiedades físicas, químicas, componentes bioactivos y perfil organoléptico. De tal forma que se cuente con materiales adaptadas a la zona y con buenas características de calidad, capaces de replicar y recomendar en nuevos establecimientos de parcelas de producción a nivel de investigación y comercial. Con ello se protegerá el estatus de país que se ha ido perdiendo por el predominio cada vez mayor de materiales de cacao corrientes.

## **1.4. Objetivos**

### **1.4.1. Objetivo general**

Caracterizar la calidad de 24 genotipos de cacao (*Theobroma Cacao L.*) colectados en la provincia de Orellana.

### **1.4.2. Objetivos específicos**

- Evaluar los parámetros físicos químicos de 24 clones de cacao colectadas en la zona norte de la Amazonía ecuatoriana.
- Evaluar los perfiles organolépticos de 24 clones de cacao con evaluadores semientrenados.
- Identificar los clones de cacao con mejor calidad intrínseca del grano.

## CAPÍTULO II

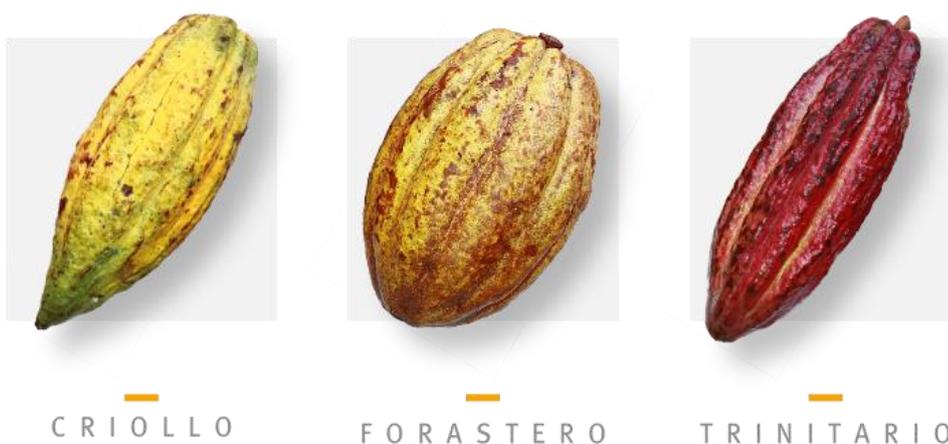
### 2. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

#### 2.1. Origen

Muchas culturas diferentes son parte de la cultura ecuatoriana, pero no hay duda de que el cacao tiene un lugar especial en nuestra historia. No solo es uno de los principales exportadores del mundo por su valor económico y relevancia internacional, sino que investigaciones arqueológicas han demostrado que su origen y domesticación se encuentran en la Amazonía ecuatoriana. La evidencia sugiere que el origen del cacao es mucho más antiguo que la región mesoamericana (hace 3.500 años). En la región mesoamericana puede haberse perdido debido a su valor e importancia como producto de la interacción entre diferentes culturas (Güilcapi, 2021).

#### 2.2. Cultivares de cacao en el Ecuador

El cacao es una planta originaria de las selvas de América Central y del Sur, creciendo principalmente en climas ecuatoriales, donde podemos distinguir tres grandes grupos como son los Criollos, Forasteros y Trinitarios. De los criollos puros hoy quedan pocos árboles; Forasteros, que incluyen en un gran grupo variedades cultivadas, semi-silvestres y silvestres, entre las cuales Amelonado es la variedad más comúnmente cultivada en grandes extensiones, con variedades como: común en Brasil, Amelonado de África Occidental, Matina o Ceylán de Costa. Rica y México y Arriba o cacao nacional de Ecuador. Los Trinitarios que se consideran como Forasteros, sin embargo, son una mezcla de los Criollos y Forasteros (Dirección de Inteligencia Comercial e Inversiones, 2013; citado en López, 2017, p. 18).



**Ilustración 1-2:** Variedades de cacao

Fuente: Pérez, 2009

En el Ecuador existen dos tipos de cacao: Fino de Aroma, conocido como “nacional”, por lo que se le conoce mundialmente como clasificación Fino o Aroma, y el CCN-51 es un cacao clonado de origen ecuatoriano y de mayor rendimiento que el fino de Aroma (López, 2017, p. 18).

### **2.2.1. Cacao criollo**

Pequeños, con escasa vegetación y baja productividad, los criollos desaparecieron con el tiempo; porque es muy resistente a plagas y enfermedades. Su cultivo se ha extendido desde México y Centroamérica a todo el mundo. El fruto es verde o rojo cuando está inmaduro y amarillo o rojo oscuro cuando está maduro. Las semillas son blancas o rosadas cuando se cosechan por primera vez y se vuelven bronceadas a medida que fermentan y se secan (Egas, 2010). La fermentación tarda de dos a tres días, son muy aromáticas y tienen el nombre comercial de "Cacao Fino", que es un chocolate apetitoso con sabor a nuez y afrutado (Graziani de Fariñas et al., 2002, pp.343-362).

### **2.2.2. Cacao forastero**

Forasteros, también conocido como cacao amazónico y/o cacao amargo, es originario de América del Sur y es originario de la cuenca alta del Amazonas entre los ríos Napo, Putumayo y Caquetá. Es la variedad más cultivada en las regiones productoras de cacao de África y Brasil, y representa más del 80 % de la producción mundial de cacao (Martinez, 2008: p.5). Es un cacao común con un alto contenido en taninos, caracterizado por pequeñas vainas que inicialmente son de color verde pálido o rosa antes de volverse amarillas, con puntas redondeadas y una cáscara lisa o ligeramente rugosa y delgada (Plúa & Comejo, 2008).

Es más productiva, más resistente a plagas y enfermedades, y más resistente a la sequía, estas almendras producen un chocolate con un sabor básico de cacao (Díaz & Pinoargote, 2012). Una de las réplicas típicas es la colección Castro Naranjal, que se originó en Ecuador. Homero Castro logró seleccionar diferentes híbridos con las características deseadas en su finca “Teobroma” en Naranjal, procediendo luego a clonar algunos de ellos a los que denominó con las siglas CCN-51, también surgieron de un cruce entre los clones ICS-95 x IMC-67 (Imperial College Selection y Iquitos Mixed Cabacillo) y luego cruzaron este híbrido con cacao que encontró en el Oriente ecuatoriano y lo denominó “Canelos”. y este clon es de cosecha temprana, comienza a producir a los 24 meses, no necesita polinización cruzada para fructificar como la mayoría de los otros clones y es resistente a la 23 escoba de bruja (Crespo & Andía, 1997).

### **2.2.3. Cacao trinitario**

Los árboles de este híbrido son resistentes a diferentes elementos adversos, y el color de sus granos puede variar desde casi blanco hasta completamente morado. La variedad representa del 10 al 15 por ciento de la producción mundial de cacao y se cultiva en varios países, principalmente en Trinidad, que se ha convertido en el principal productor de esta variedad (Quintero & Díaz, 2004, pp.47-59).

### **2.2.4. Cacao nacional**

El cacao nacional del Ecuador es conocido internacionalmente como "Arriba" por su especial sabor y aroma desde la época colonial. Hasta la década de 1910, este producto era homogéneo y sin defectos, no había competidores en el mercado y todas las almendras sabían muy bien y la fermentación de 24 horas era suficiente. Sin embargo, actualmente la calidad de la población nacional de cacao se encuentra en declive debido a la expansión del clon CCN-51 en pequeñas y medianas fincas, el cual, por su alto rendimiento, debe ser utilizado como material de trasplante para cubrir espacios de huertas o plantas. pequeñas parcelas de tierra que forman parte de una unidad de producción (Quiroz, 2012, p.12).

## **2.3. Beneficio de cacao**

### **2.3.1. Fermentación**

Este es el proceso por el que pasan los granos de cacao (en baba), que provoca la muerte del embrión, la remoción de la pulpa que envuelve al grano y el proceso bioquímico que le da su característico aroma, sabor y color. La fermentación se puede realizar de diferentes formas, las más utilizadas en nuestro medio son: cajas de madera, sacos de cabuya, montones y marquesinas (Bermúdez et al., 2016, p 6).

### **2.3.2. Etapas de fermentación**

#### *2.3.2.1. Hidrólisis o alcohólica*

En este proceso el azúcar presente en el mucílago es transformado en alcohol y anhídrido carbónico por medio de las levaduras que actúan durante las primeras 24 a 48 horas, a la vez comienza a elevarse la temperatura alcanzando de 30 a 40 °C. Cuando la concentración de alcohol aumenta a alrededor del 12% debido al consumo de todo el azúcar presente en la baba, el oxígeno comienza a penetrar en la masa, el pH sube y la levadura muere. Las levaduras contienen enzimas

"pectinolíticas", que les permiten hidrolizar la pectina, reduciendo la viscosidad de la pulpa, facilitando la absorción de gases. En este ambiente aeróbico y de baja acidez, a través del consumo de ácido cítrico, promueve el crecimiento de bacterias acéticas que ingresan a la masa fermentada, las bacterias acéticas convierten el etanol en ácido acético, se difunden en el grano y matan los gérmenes a alta temperatura (Siancas, 2020, p 17-19).

#### 2.3.2.2. Oxidación

Cuando el oxígeno llega a las células del cotiledón durante la etapa de oxidación-condensación, el color de la superficie de la almendra se vuelve marrón, y esto sucede en toda la almendra a medida que se seca, y el oxígeno ingresa a los cotiledones con mayor facilidad. La fermentación termina cuando los granos aparecen hinchados, los embriones mueren, el exceso de humedad se reduce considerablemente y la temperatura desciende a la temperatura ambiente.

#### 2.3.3. Cajones de fermentación

Según la compañía nacional de chocolates (2019) El proceso de fermentación debe llevarse a cabo en una infraestructura libre de olores hecha de madera blanca y seca, y los procesos que requieren el uso de productos químicos deben estar ubicados bajo techo y en espacios cerrados. Las cajas deben elevarse a una altura de 15 a 20 cm del piso, tener orificios en el fondo para drenar azúcar o granos de cacao y tener una profundidad de no más de 70 cm y un ancho de 80 cm. Las formas más populares de ahorrar dinero son los fermentadores en línea y en escalera, y otra alternativa ideal a la mezcla de cacao, pero más costosa, es el tablón rotatorio.



**Ilustración 2-2:** Tipo de cajones de fermentación

A. Cajones de fermentación lineal (izquierda). B. Cajones de fermentación tipo escalera (centro). C. Cajones de fermentación tipo tambor (derecha)

**Fuente:** CNCh, 2019

#### **2.3.4. Secado**

El proceso de secado se ha de realizar con cuidado para asegurar la preparación adecuada de los granos para su almacenamiento y transporte, y para impedir su contaminación con mohos, bacterias del género *Salmonella*, HAP y otros contaminantes. El secado debe iniciarse inmediatamente después del periodo de fermentación con el fin de evitar la sobre fermentación y la pérdida consiguiente del sabor a cacao. Aunque el cacao se seca directamente bajo la luz solar natural, es posible que se requiera un secado artificial además o en lugar de la exposición al sol, según las condiciones climáticas. Independientemente del tipo de secado, debe ser un proceso minucioso para que el contenido de humedad se reduzca por debajo del 8% de manera oportuna. Los tiempos de secado varían según las condiciones locales y/o el uso de secadores artificiales, pero se recomienda el secado al sol durante 6 a 10 días. (CAOBISCO et al., 2015, pp 33-62).

- **Secado natural.**

Este tipo de secado se realiza por radiación solar o utilizando un tendedero (madera/cemento), cuando los rayos del sol inciden directamente sobre la superficie, el producto se vuelve grumoso, este tipo de secado requiere mucho tiempo y gran área de aplicación (Orna et al., 2018, pp. 159-174).

- **Secado artificial.**

El uso de maquinaria es necesario cuando se optimiza el tiempo de secado y los costos de mano de obra, especialmente cuando no se puede realizar el secado natural debido a la poca cantidad de luz solar requerida para este proceso, especialmente en invierno cuando el clima cambia erráticamente. Tenga en cuenta que, con este método, el área de secado es más pequeña en comparación con el secado natural, lo que da como resultado un mayor rendimiento (Gonzalés & Vázquez, 2012 citado en Orna et al., 2018, pp. 159-174).

#### **2.4. Pruebas de calidad de los granos**

##### **2.4.1. *Parámetros de calidad***

La norma INEN 176 establece los requisitos de calidad para los granos de cacao además de los criterios para su clasificación.

**Tabla 1-2:** Norma INEN 176

Requisitos	Cacao Fino			Cacao CCN51	
	A.S.S.S	A.S.S	A.S.E	C.S.S	C.S.C
Humedad, máximo, %*	7	7	7	7	7
Peso de 100 granos, g	> 130	> 120 a 130	100 a 120	> 125	110-125
Granos fermentados, mínimo, %	75	65	53	68	55
Granos violetas, máximo, %	15	21	25	18	26
Granos pizarrosos, máximo, %	9	12	18	12	15
Granos mohosos, máximo, %	1	2	4	2	4
TOTALES (análisis sobre 100 granos), mínimo	100	100	100	100	100
Granos defectuosos, máximo, %	0	1	3	1	3
Material relacionado al cacao, máximo, %	1	1	1	1	1
Material extraño, máximo, %	0	0	0	0	0

Fuente: NTE INEN 176, 2018

#### 2.4.2. Muestreo

Según Aguilar (2016, p. 7) en el caso de la reducción de la muestra, normalmente una muestra de 2,0 kg de granos de cacao es suficiente para el análisis de calidad. Sin embargo, el tamaño de la muestra puede variar según el cliente y las pruebas realizadas (prueba de corte, prueba sensorial, prueba de contenido de cadmio y análisis químico para la detección de residuos de agroquímicos, etc.). La reducción de la muestra por el método del cuarteo consiste en extender la muestra sobre una superficie limpia y dividirla en cuatro cuadrantes (A, B, C y D); luego, los granos seleccionados al azar se extraen de dos cuadrantes opuestos. Si la muestra sigue siendo demasiado grande, se redistribuyen por todo el campo y se dividen en cuatro cuadrantes, de los cuales se eliminan aleatoriamente los dos cuadrantes opuestos. Este proceso se repite hasta que se obtiene la muestra mixta requerida de aproximadamente 1,5 a 2,0 kg.



**Ilustración 3-2:** Método del cuarteo

Fuente: Aguilar, 2016

#### 2.4.3. *Tamaño y uniformidad de los granos*

Los granos de cacao deben pesar al menos 1,0 g. Los granos de cacao más pequeños tienen un mayor contenido de cáscara y, por lo tanto, los granos más pequeños pueden contener un porcentaje más bajo de grasa. Se puede utilizar grano fino (siempre que el lote sea homogéneo), pero requiere la adaptación del proceso de fabricación, lo que es inconveniente, costoso y reduce la eficiencia de la planta. Por lo tanto, los frijoles deben venderse según el tamaño, por ejemplo, menos de 100 semillas por 100 gramos, entre 100 y 110 semillas, más de 120/100 gramos, etc (CAOBISCO et al., 2015, pp 33-62).

#### 2.4.4. *Porcentaje de fermentación*

Según la NTE INEN 0176 (2018) el grado de fermentación se clasifica dentro de las siguientes categorías:

- Las semillas fermentadas tienen cotiledones de color marrón o marrón rojizo con surcos profundos o cotiledones de color púrpura claro con surcos poco profundos.
- Semillas moradas. Semillas con cotiledones morados en al menos la mitad de los cotiledones

expuestos.

- Granos pizarrosos (pastosos). Las semillas sin fermentar son de color gris oscuro o gris verdoso en el interior y firmes en la mitad o más de la superficie expuesta.
- Granos de cacao mohosos Granos cuya estructura interna ha sido parcial o totalmente destruida por el moho.
- Granos de cacao defectuosos Los granos de cacao tienen los siguientes defectos: granos de cacao dañados, granos de cacao dañados (perforados), granos de cacao germinados, frijoles negros, etc.

#### **2.4.5. Contenido de almendra y de cascarilla**

Como su nombre lo indica, corresponde a las fracciones que conforman el cotiledón o almendra y la cáscara o cascarilla. Para su medida, se toman 100 granos de cacao, se pesan (PT), se descascarillan y se cuantifica cada una de las fracciones obtenidas: almendra (peso de la almendra, PA) y cascarilla (peso de la cascarilla, PC). Su contenido se expresa en porcentaje (%): Almendra (%) =  $(PA/PT) \times 100$ ; Cascarilla (%) =  $(PC/PT) \times 100$ . (Perea, 2019, p 126).

### **2.5. Calidad química del grano**

#### **2.5.1. Extracto etéreo**

Los extractos esenciales o grasas brutas son un grupo de sustancias presentes en los alimentos, extraídas mediante disolventes orgánicos (ésteres de ácidos grasos, fosfolípidos, lecitina, esteroides, ceras, ácidos grasos libres). El proceso de extracción consiste en introducir una muestra no acuosa (deshidratada) en un proceso de extracción continuo (Soxhlet) utilizando solventes orgánicos de extracción como hexano, éter de petróleo y éter dietílico. El contenido de grasa del cacao fresco es del 50 al 55% y después del tostado es del orden del 48 al 52%, compuesto principalmente por glicéridos como los ácidos oleico, láurico, palmítico, esteárico y araquídico (Bedoya & Londoño, 2016, pp 37-38).

#### **2.5.2. Ceniza**

Bermúdez y Mendoza (2016) mencionan que el contenido de cenizas distingue al cacao premium del cacao normal, ya que el primero tiene un porcentaje superior al 3% y el segundo inferior al 2,5%. Este parámetro se determina mediante la destrucción de la materia orgánica por calcinación.

### **2.5.3. *Proteínas***

Las proteínas son moléculas biológicas compuestas principalmente de carbono, hidrógeno, oxígeno y nitrógeno. También pueden contener azufre, y en algunas proteínas, entre otros, fósforo, hierro, magnesio y cobre. Pueden considerarse como polímeros de pequeñas moléculas llamadas aminoácidos y, por lo tanto, monómeros. Los aminoácidos se encuentran unidos entre ellos por enlaces peptídicos. Se utilizará el método Kjeldahl para la determinación de proteínas (Bedoya & Londoño, 2016, pp 37-38).

### **2.5.4. *pH del cotiledón***

La pulpa de cacao por presentar condiciones adecuadas (azúcar y acidez), son aprovechadas en la fermentación, y que por acción de microorganismos se lleva a cabo la fermentación en la pulpa, que contiene carbohidratos (glucosa, fructosa, sacarosa) y un valor de acidez (pH) entre 3,3 y 4,0 debido a la presencia de ácido cítrico (Vílchez, 2016, p 61).

### **2.5.5. *polifenoles totales***

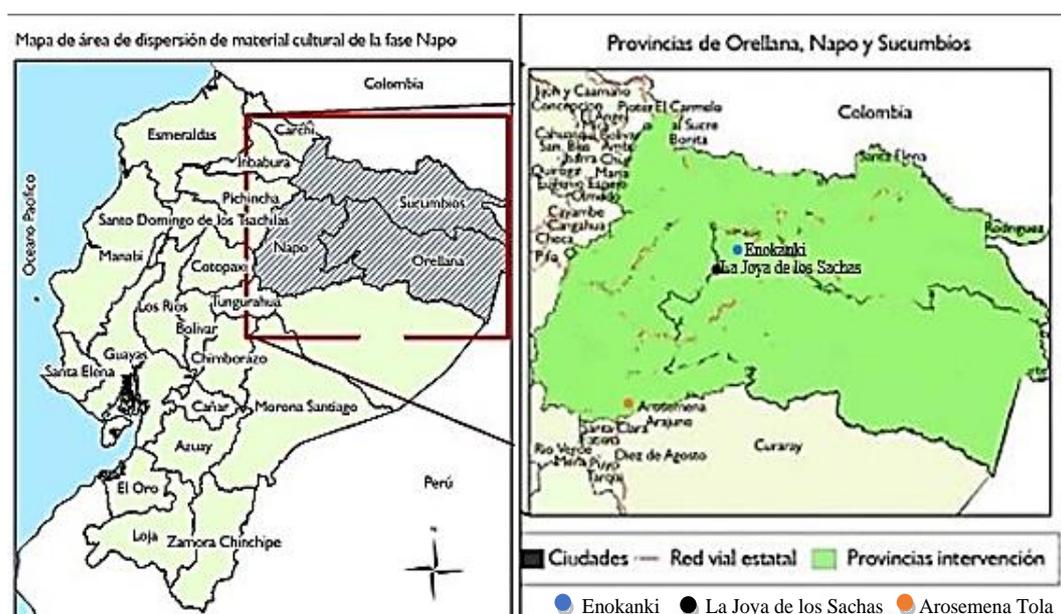
Los polifenoles de interés del cacao provienen de flavonoides como las catequinas (37 %), las antocianinas (4 %) y las procianidinas (58 %), peroxidación lipídica n lipídica mediante la reducción de radicales libres y quelar metales (Negaresh & Marin, 2013, p. 93-98). La cáscara también contiene taninos, antocianinas y proantocianidinas, conocidas por sus potentes efectos antioxidantes (Ordoñez et al., 2019).

## CAPÍTULO III

### 3. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. Localización y duración del experimento

El estudio se desarrolló en los laboratorios de calidad de alimentos en las instalaciones del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), Estación Experimental Central de la Amazonía (EECA), ubicada en el km 3 de la vía San Carlos, Cantón La Joya de los Sachas en la Provincia de Orellana. Esta investigación tuvo una duración de 109 días aproximadamente, en los que se realizó el beneficio del cacao, los análisis físico-químicos y sensoriales, siendo previamente tomados de 3 ubicaciones (Ver Ilustración 4-3) de la zona norte de la Amazonía, Arosemena Tola, Enokanki y de los programas de mejoramiento genético del INIAP.



**Ilustración 4-3:** Selección de clones zona norte de la Amazonía ecuatoriana.

Fuente: Viteri, 2020

#### 3.2. Unidades experimentales

Para efectuar el presente estudio se utilizó 24 unidades experimentales de cacao fermentado y seco de 250 g de muestra por tratamiento dando un total de 5 760 g. Los clones evaluados se encuentran establecidos en el ensayo del programa de Cacao y Café de la EECA.

### **3.3. Materiales, equipos, insumos y reactivos**

#### **3.3.1. *Materiales***

##### **Campo**

- Cajones de fermentación 50x50
- Bolsas de tela
- Paletas de madera (remoción)
- Esfero
- Hojas de registro

##### **Laboratorio**

- Moldes
- Fundas plásticas
- Etiquetas
- Crisoles
- Matraz Erlenmeyer 250 ml
- Tubos de digestión Kjeldatherm
- Vaso de precipitación
- Pinzas
- Cuchara de laboratorio
- Desecador

#### **3.3.2. *Equipos***

##### **Campo**

- Termómetro
- Refractómetro digital
- Potenciómetro

##### **Laboratorio**

- Balanza analítica
- Balanza de precisión
- Higrómetro

- Guillotina MAGRA 12, TESERBA, B. MATTHAEI
- Horno de convección por gravedad
- Refrigerador
- Agitador magnético
- Triturador
- Espectrofotómetro
- Extractor Soxhlet
- Unidad de digestión Kjeldatherm
- Unidad de destilación
- Bomba de vacío
- Equipo de titulación

### **3.3.3. Insumos**

- Cacao
- Agua destilada

### **3.3.4. Reactivos**

- Hidróxido de sodio (NaOH)
- Ácido sulfúrico
- Verde de bromocresol
- Ácido bórico al 4% p.a
- Indicador mixto
- Naranja de metilo p.a
- Tableta catalizadora KJELTABS CT
- Buffer 4 y 7
- Éter de petróleo

## **3.4. Tratamientos y diseño experimental**

Se evaluaron genotipos de cacao fermentados por el método de cajón durante 5 días y con un tiempo de secado de 7 días, por lo que se considerarán 24 tratamientos experimentales y cada uno con 3 repeticiones, además se utilizó como diseño experimental el análisis de varianza (ANOVA).

**Tabla 2-3:** Esquema del experimento

<b>CLON</b>	<b>Tratamiento</b>	<b>R</b>	<b>*T.U.E</b>	<b>T. Total</b>
AG-A02 chupar	T1	3	80 g	240 g
AG-A03	T2	3	80 g	240 g
AG-A01	T3	3	80 g	240 g
AG-A04 estrella	T4	3	80 g	240 g
MM-A08	T5	3	80 g	240 g
MM-A09	T6	3	80 g	240 g
MM-A010	T7	3	80 g	240 g
MM-A011	T8	3	80 g	240 g
NL-A19	T9	3	80 g	240 g
NL-A15	T10	3	80 g	240 g
NL-A08	T11	3	80 g	240 g
NL-A12	T12	3	80 g	240 g
INIAP-678	T13	3	80 g	240 g
EET-426 x EET-378	T14	3	80 g	240 g
CCN-51 x EET-233	T15	3	80 g	240 g
G5T2P6	T16	3	80 g	240 g
G7T16P9	T17	3	80 g	240 g
G5T4P1	T18	3	80 g	240 g
EET-446 x EET-400	T19	3	80 g	240 g
EET-451 x EET-387	T20	3	80 g	240 g
EET-446 x CCN-51	T21	3	80 g	240 g
CCN-51	T22	3	80 g	240 g
EET-800	T23	3	80 g	240 g
EET-801	T24	3	80 g	240 g
<b>TOTAL</b>				<b>5760 g</b>

\*TUE: Tamaño de la Unidad Experimental

Realizado por: Tenemaza, Tania, 2022

### 3.5. Mediciones experimentales

#### 3.5.1. *Parámetros físicos*

- Tamaño de la almendra            cm
- Peso de almendra                    g
- Porcentaje de cascarilla            %
- Porcentaje de fermentación        %

### 3.5.2. *Parámetros Químicos*

- Ceniza %
- Grasa %
- Proteína %
- Polifenoles totales mg AG/g
- pH del cotiledón ---

### 3.5.3. *Análisis sensorial*

- Aroma 5 puntos
- Sabor 5 puntos
- Amargor 5 puntos
- Astringencia 5 puntos
- Acidez 5 puntos
- Pos gusto 5 puntos
- Defecto 5 puntos

### 3.6. **Análisis estadísticos y pruebas de significancia**

- Los resultados experimentales obtenidos del trabajo de investigación se organizaron en un cuadro resumen que contiene los datos de todas las variables y éstos se procesaron mediante técnicas de estadística descriptiva.
- Los parámetros físico- químicos se analizaron mediante un análisis de varianza (ADEVA).
- Separación de medias mediante la prueba de TUKEY con una probabilidad  $p \leq 0,05$
- Para los datos del análisis sensorial se analizó mediante un gráfico radial, utilizando dos escalas, una intensidad y otra de calidad

**Tabla 3-3:** Esquema de la ADEVA

<b>Fuente de variación</b>	<b>Grados de libertad</b>
Total	71
Tratamientos	23
Error	48

Realizado por: Tenemaza, Tania, 2022

### **3.7. Procedimiento experimental**

#### **3.7.1. *Recolección de almendras de cacao***

Se colectaron muestras maduras y sanas de cada clon, de la colección del Programa de Café y Cacao de la Estación Experimental Central de la Amazonía (EECA) del INIAP. La ejecución de los análisis físicos (tamaño de la almendra, peso de la almendra en 100 granos, porcentaje de testa, porcentaje de fermentación), químicos (ceniza, grasa, proteína, polifenoles totales, pH del cotiledón) se llevaron a cabo en el Laboratorio de Calidad de Alimentos de la EECA.

#### **3.7.2. *Preparación de las muestras de cacao***

Una vez cosechadas las mazorcas de los diferentes genotipos se extrajeron las semillas sanas y maduras con el fin de obtener 2,4 kg de muestra por cada tratamiento, las mismas que fueron colocadas en bolsas de tela y etiquetadas para el inicio de la fermentación.

#### **3.7.3. *Fermentación de las almendras de cacao***

Se ejecutó por medio de aplicación de la técnica de micro fermentación, que consiste en colocar, en cajas de madera de dimensiones de 50 cm x 50 cm x 50 cm (largo, alto y ancho), bolsas con 2,4 kg que contienen cacao fresco; estas se dispusieron sobre una primera capa de masa de cacao, para ser apiladas unas sobre otras y cubiertas con masa de cacao fresco, quedando estas bolsas en el centro de las cajas. Los cajones fueron cubiertos con hojas de plátano y sacos de polipropileno para evitar la pérdida de calor que se produce durante la fermentación. El proceso fermentativo tuvo una duración de 5 días con la realización remociones periódicas cada 24 horas exceptuando el segundo día. Se tomaron mediciones de temperatura para verificar el estado de la fermentación. La masa de cacao provino de una mezcla de cacao Nacional de los diferentes ensayos de investigación del INIAP-EECA (Avila et al., 2013, pp. 8-35).

#### **3.7.4. *Secado de las almendras de cacao***

Terminado el proceso fermentativo, se sometieron los granos a un secado en estufas durante 7 días, simulando las condiciones de secado natural. En las primeras 12 horas se sometieron a una temperatura de 50 °C, posterior se mantuvo a una temperatura de 45 °C por 96 horas, subsiguientemente se dejó a temperatura ambiente por 12 horas y finalmente se mantuvo a 45 °C por 24 horas más, cumpliendo así el secado hasta que las almendras alcance una humedad de 7% para el almacenamiento (Avila et al., 2013, pp. 8-35).

### 3.8. Metodología de evaluación

#### 3.8.1. *Parámetros físicos de las almendras*

##### 3.8.1.1. *Tamaño de la almendra*

Para esta variable se tomaron al azar 30 almendras de cada tratamiento que con la ayuda de un calibrador se determinó el largo y ancho.

##### 3.8.1.2. *Peso de almendra*

Se recolecto al azar 100 almendras fermentadas y secas y se registrará su peso en gramos, usando una balanza de precisión. El mismo que se usó en la prueba de corte para obtener el porcentaje de fermentación (Vera et al., 2015, p. 26).

##### 3.8.1.3. *Porcentaje de fermentación*

Se evaluaron visualmente 100 almendras de cacao cortadas longitudinalmente empleando la prueba de corte en la que se usó una guillotina, posterior se las clasifico sobre una base de color blanco de acuerdo con las características mencionadas en la norma INEN 176 en bien fermentadas, medianamente fermentadas y violetas. El valor final de fermentación se expresa en porcentaje.

##### 3.8.1.4. *Porcentaje de testa*

Es la parte de la cáscara después del secado de las mazorcas de cacao. Para determinar este porcentaje se tomaron 100 almendras, se separó la cascarilla y se pesaron los cotiledones y la cáscara por separado. La diferencia se dividió para el peso de las almendras completas y se multiplico por 100. Los rangos de referencia son: mínimo 10% y máximo 15% (Loor et al., 2016, pp 21-30).

#### **Fórmula**

$$\% \text{ de Cascarilla} = \frac{P1-P2}{P1} \times 100$$

P1= Peso de las almendras

P2= Peso de los cotiledones sin cascarilla

### **3.8.2. Parámetros químicos de las almendras**

#### *3.8.2.1. Polifenoles totales*

Se evaluó el contenido de polifenoles totales a partir del polvo de cacao desengrasado, empleando un método oficial para el análisis de parámetros químicos asociados a la calidad de cacao, para lo cual se pesó 0,50 gr de muestra y se sometió a extracción por agitación magnética con una solución acuosa de metanol al 70%, por 45 minutos, el extracto obtenido se filtró en un matraz aforado y del mismo se tomó una alícuota en un tubo de ensayo con 6 mL de agua destilada y 1 mL de reactivo Folin-Ciocalteu (reposo 3 min) y 2 de carbonato de sodio al 20%, que dio lugar a reacción colorimétrica que se cuantificó en un Espectrofotómetro UV-VIS a una longitud de Onda de 760 nm (Espin & Samaniego, 2016).

#### *3.8.2.2. Proteína*

Se cuantificará el contenido de proteína con la determinación de nitrógeno total en las muestras de cacao utilizando el método AOAC oficial Method 970.22, Determinación de Nitrógeno total en productos de Cacao (AOAC, 2012).

#### *3.8.2.3. pH del cotiledón*

Para el valor de la acidez residual del cacao su evaluación se realizará en los cotiledones transformados en cacao en polvo, para lo cual se tomará 10g y se mezclará con agua destilada en proporciones de 10 a 1, de la solución se toman 10 ml. Las lecturas se realizarán con un potenciómetro (Loor et al., 2016, pp 21-30).

#### *3.8.2.4. Grasa*

Se extrajo la materia grasa del polvo de cacao utilizando Éter de Petróleo mediante extracción continua en Soxhlet por doce horas, luego se recupera el solvente del extracto etéreo y a continuación se secará la grasa en una estufa por dos horas, la grasa seca se pasará a un desecador a enfriar y posterior pesado (Espin & Samaniego, 2016).

#### *3.8.2.5. Cenizas*

Se analizó el contenido de ceniza aplicando el método AOAC 972.15 que consistió en pesar la muestra seca una vez realizada la determinación de humedad y se la colocará en un crisol que pasará a ser secado a 105°C en la estufa, posterior se dejará enfriar en un desecador.

Luego se tomará de 1 a 2 gramos de muestra molida y seca en un crisol previamente tarado y deshumedecido, finalmente colocará en la mufla a calcinar a 500°C durante 4 horas (AOAC, 2012).

### **3.8.3. Sensorial**

Las muestras se prepararon sometiendo los granos a los procesos de descascarillado y molienda. La evaluación sensorial la realizó el panel de catación semientrenados, utilizando una Ficha de Catación para Análisis Sensorial de Cacao (Ver Anexo A), este instrumento ayuda a conocer el potencial, las cualidades, y el perfil sensorial de una modelo.

Esta ficha contiene dos tipos de escalas. La función de la Escala de intensidad es detallar el perfil de la muestra, mientras la Escala de Calidad nos permite determinar el potencial de la muestra (Burgos et al., 2018). Identificar los componentes básicos del sabor amargo, agrio, ácido, verde/crudo y sabores característicos de cacao, flores, frutas, castañas, caramelo.

## CAPITULO IV

### 4. MARCO DE ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

#### 4.1. Caracterización física de 24 clones de cacao

**Tabla 4-4:** Evaluación de clones de cacao de la zona norte de la Amazonía ecuatoriana.

Tipo de cacao	Tamaño de la almendra				Peso de la almendra (g)		Porcentaje de testa (%)		Porcentaje de fermentación (%)	
	Largo (mm)		Ancho (mm)							
<b>AG-A02 chupar</b>	25,88	ab	9,54	ab	147,07	cd	15,13	cde	88,00	cdefgh
<b>AG-A03</b>	25,26	abcd	8,05	def	138,72	def	14,28	defg	88,66	cdefg
<b>AG-A01</b>	24,62	bcdef	7,21	f	124,77	hi	15,19	de	93,00	bc
<b>AG-A04 estrella</b>	24,21	def	9,48	ab	147,5	c	14,05	efg	88,66	cdefg
<b>MM-A08</b>	21,15	g	9,46	ab	112,69	j	14,02	efg	80,66	ijk
<b>MM-A09</b>	24,02	def	10,45	a	136,83	efg	14,43	defg	88,33	cdefg
<b>MM-A010</b>	25,13	abcde	9,44	ab	132,06	fgh	17,66	b	85,66	efghi
<b>MM-A011</b>	24,1	def	8,97	bcde	112,6	j	10,97	h	95,33	ab
<b>NL-A19</b>	20,69	g	7,9	ef	98,72	k	21,14	a	75,33	k
<b>NL-A15</b>	23,75	ef	9,21	abcde	125,31	hi	14,59	def	89,33	cdef
<b>NL-A08</b>	24,81	abcdef	8,09	cdef	117,09	ij	17,7	b	90,66	bcde
<b>NL-A12</b>	24,68	bcdef	8,95	bcde	138,11	efg	14,45	def	80,33	ijk
<b>INIAP-678</b>	21,17	g	7,01	f	75,76	l	18,66	b	59,66	l
<b>EET-426x EET-378</b>	26,12	a	9,94	ab	161,00	a	13,88	efg	84,00	fghij
<b>CCN-51x EET-233</b>	25,73	abc	9,4	abc	156,7	ab	15,25	cde	82,33	hij
<b>G5T2P6</b>	23,7	f	10,4	a	129,67	gh	12,23	gh	99,00	a
<b>G7T16P9</b>	24,57	bcdef	8,01	def	109,52	j	16,49	bcd	83,00	ghij
<b>G5T4P1</b>	24,31	cdef	9,5	ab	130,82	fgh	13,82	efg	92,00	bcd
<b>EET-446x EET-400</b>	23,49	f	8,78	bcde	130,28	fgh	15,08	cde	86,66	defgh
<b>EET-451x EET-387</b>	23,94	def	9,27	abcd	125,85	h	13,34	efg	85,33	efghij
<b>EET-446x CCN-51</b>	22,02	g	7,89	ef	97,8	k	15,32	cde	82,33	hij
<b>CCN-51</b>	24,62	bcdef	8,81	bcde	160,16	a	12,54	fgh	84,33	fghij
<b>EET-800</b>	24,8	abcdef	8,85	bcde	148,12	bc	14,42	defg	79,66	jk
<b>EET-801</b>	25,66	abc	9,43	ab	140,73	cde	17,00	bc	87,66	cdefgh
<b>Prob</b>	0,0001		0,0001		0,0001		0,0001		0,0001	
<b>E.E</b>	0,26		0,26		1,58		0,41		1,05	

Prob. > 0.05: No existen diferencias estadísticas.

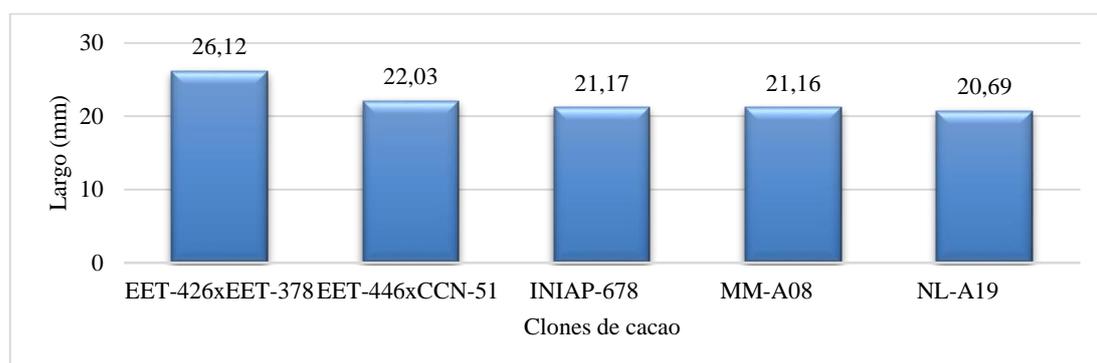
Prob. < 0.05: Existen diferencias Significativas

Prob. < 0.01: Existen diferencias altamente Significativas

Medias con una letra común en la misma columna no son significativamente diferentes (p>0,05)

**Realizado por:** Tenemaza, Tania, 2022

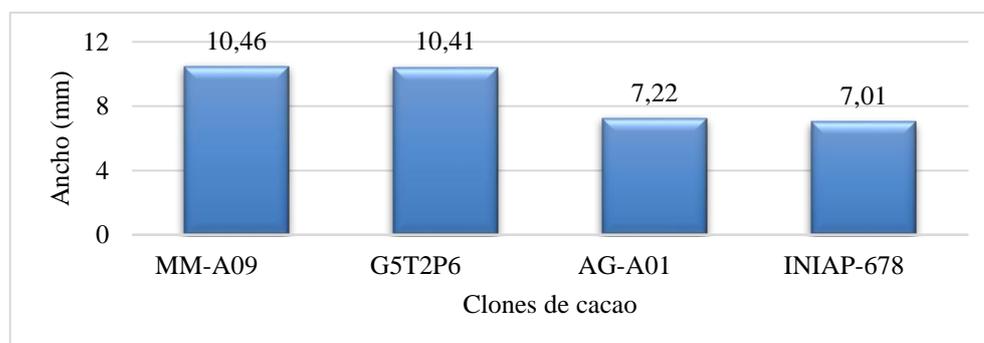
## 4.2. Tamaño de la almendra (Largo-ancho)



**Ilustración 5-4:** Resultado físico de la determinación de largo en clones de cacao.

**Realizado por:** Tenemaza, Tania, 2022

Las medidas de tamaño de las almendras de cacao mostraron diferencias altamente significativas ( $P < 0,01$ ), denotando el valor numérico más alto respecto al largo con el clon EET-426XEET-378 (26,12 mm), por el contrario, los tamaños menores corresponden a los clones EET-446xCCN-51 (22,03 mm), INIAP-678 (21,17 mm), MM-A08 (21,16 mm), NL-A19 (20,69 mm) (Ver Ilustración 5-4), siendo estos estadísticamente diferentes. Estos resultados se asemejan a los reportados por Andrade et al. (2019) en un estudio realizado en base a las propiedades físicas y químicas de cultivares de cacao de Ecuador y Perú reportaron valores: largo 21.96 mm, ancho 12.32 mm y espesor 8.19 mm para cacao nacional.

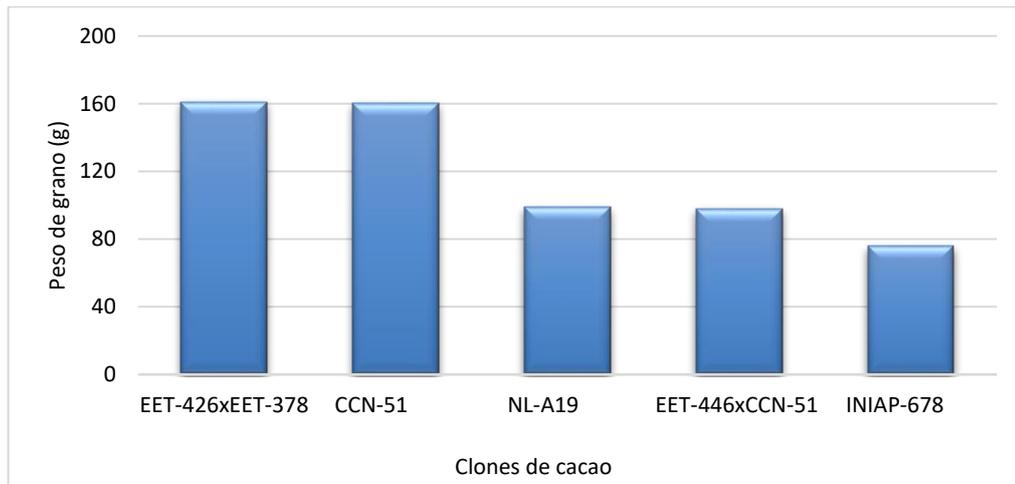


**Ilustración 6-4:** Resultado físico de la determinación de ancho a clones de cacao.

**Realizado por:** Tenemaza, Tania, 2022

En relación al ancho los clones MM-A09 (10,46 mm) y G5T2P6 (10,41 mm) se identificaron como los mejores valores, mientras que el clon AG-A01 (7,22 mm) e INIAP-678 (7,01 mm) presentaron menores resultados (Ilustración 6-4) por lo que se establece mediante el ANOVA diferencias altamente significativas. Vera et al. (2019, p. 26) en su investigación de calidad física de almendras en veintidós cruces interclonales de cacao obtuvieron valores de largo (24,70 mm) y ancho de almendra más altos a los reportados obteniendo un promedio general de 12,5 mm.

### 4.3. Peso de la almendra

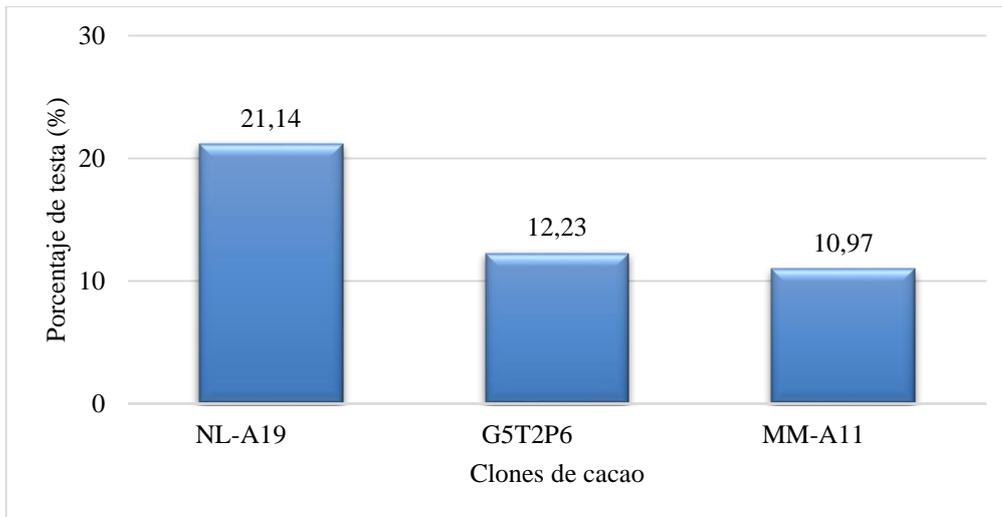


**Ilustración 7-4:** Resultado físico del peso de la almendra de los clones de cacao.

Realizado por: Tenemaza, Tania, 2022

Con respecto al peso de 100 almendras estos valores presentaron diferencias altamente significativas ( $P < 0,01$ ), estas diferencias numéricas denotan un mayor peso en los clones CCN-51 y EET-426xEET-378 con 160,6 y 161g respectivamente, por otro lado, el clon INIAP-678 fue el que mostro el valor más bajo 75,76 g. Los valores de peso obtenidos se ajustan a los especificados por la norma técnica ecuatoriana INEN 176 en la que establece criterios de clasificación de calidad para los granos de cacao fermentados y secos, encontrando que en su mayoría se encuentran en un rango entre 100 y  $>130$  g dentro de la categoría cacao fino (A.S.S.S; A.S.S; A.S.E), sin embargo CCN-51 se clasifica como Cacao Superior Selecto (C.S.S.) exceptuando a los clones NL-A19, EET-446xCCN-51, INIAP-678 los cuales no cumplen con los parámetros establecidos. El peso de los granos encontrados en este estudio difiere de los resultados reportados por Vera et al. (2019, p. 26) quien al evaluar la calidad física de almendras en veintiún cruces interclonales de cacao en Ecuador estableció un peso máximo de 141 g y el mínimo de 109,33 g. Por ende, estos resultados muestran que el peso del grano de cacao depende del material clonal. Según lo expuesto por Aguilar (2016, p.7) el peso es uno de los parámetros más importantes para la industria procesadora de chocolate y derivados, ya que a mayor tamaño del grano se tendrá un mayor rendimiento, dado consecuentemente porque esta variable posee una relación inversa con el contenido de testa o cascarilla y la acumulación de suficientes nutrientes en los cotiledones, lo que también afecta la calidad de horneado y el sabor final del chocolate.

## Porcentaje de testa

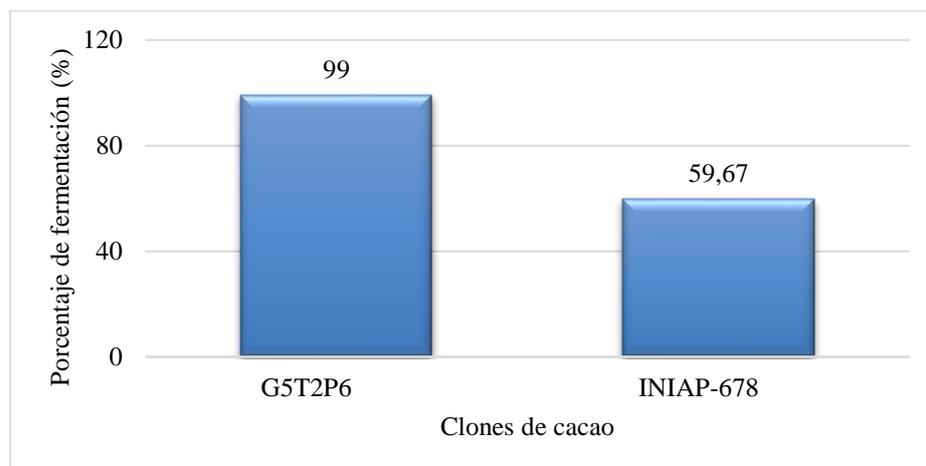


**Ilustración 8-4:** Resultado físico del porcentaje de testa de los clones de cacao.

**Realizado por:** Tenemaza, Tania, 2022

Según los resultados el porcentaje de testa o cascarilla presentó diferencias significativas entre los clones evaluados. El clon G5T2P6 y MM-A11 mostraron el menor porcentaje con un promedio de 12,23 y 10,97%, a diferencia del clon NL-19 el cual presentó el mayor contenido de cascarilla 21,14% valor que se encuentra fuera de los límites establecidos por Looor et al. (2016, pp 21-30). donde menciona un máximo del 15%. Siendo estos valores mucho más altos a los reportado por Chevez (2015) en clones élites de cacao en la zona costera del país con un promedio de 9,86% de testa, mientras que Párraga (2015) realizó una evaluación de la calidad de la almendra de cacao usando dos tipos de fermentación en dos estaciones climáticas obteniendo un promedio de 38% en la estación seca y un 19,15% en la estación lluviosa, cabe señalar que los valores encontrados distan de los obtenidos en este estudio. Cross (2000) menciona que este parámetro varía de acuerdo con el genotipo del cacao, desde 6 hasta 16% y tiene gran relevancia para la calidad del producto puesto que no tiene ningún uso industrial y es considerado un desecho, por lo que son de mayor aceptación los granos con menor contenido de la misma, que en este caso sería el clon MM-A11.

#### 4.4. Porcentaje de fermentación



**Ilustración 9-4:** Resultado físico del porcentaje de fermentación de los cotiledones en clones de cacao.

**Realizado por:** Tenemaza, Tania, 2022

El mayor porcentaje de fermentación lo presentó G5T2P6 con un 99%, por su contraparte INIAP 678 obtuvo el menor valor con 59,67% (Ver Ilustración 9-4), debido a la diferencia numérica entre el mayor y menor valor se establece que existen diferencias altamente significativas entre los clones. Las almendras de cacao cumplen con el valor máximo especificado en la norma INEN 176 que de acuerdo a la coloración de los cotiledones establece la respectiva clasificación de calidad, siendo así que se inscriben en la categoría A.S.S.S. (75%) como cacao fino e incluso encontrando clones que sobrepasan estos límites; el clon INIAP 678 es el único que se encontró fuera de estos límites. Estos resultados se aproximan a los encontrados por Jimenez et al. (2018, pp. 63-73) quienes evaluaron la técnica del pre-secado sobre la calidad física y sensorial del licor de cacao alcanzando una media máxima y mínima de 97,67 y 66,67% para el clon CCN-51 con presecado y sin presecado respectivamente. No obstante Vera y Goya (2015) al analizar el comportamiento agronómico, calidad física y sensorial de 21 líneas híbridas de cacao obtuvieron promedios de 62,25 y 61% en los híbridos DYRCYT-H-253 y DYRCYT-H-266 respectivamente clasificándose como almendras con buena fermentación, además en su estudio establecen que a mayor tiempo de fermentación se tendrá un menor contenido de almendras violetas y que otro factor influyente es la cantidad de masa a fermentar en los cajones pues esta determina el tiempo óptimo de fermentación que por lo general son cinco días.

#### 4.5. Caracterización física-química de 24 clones de cacao

**Tabla 5-4:** Parámetros Físico-químicos de clones de cacao de la zona norte

Tipo de cacao	pH cotiledón		Ceniza		Grasa		Proteína		Polifenoles totales	
<b>AG-A02 chupar</b>	4,97	klm	3,1	de	49,43	a	12,48	efgh	60,27	def
<b>AG-A03</b>	5,28	bc	3,38	abcde	44,91	cdefgh	13,56	abcdef	42,29	ghij
<b>AG-A01</b>	4,91	mn	3,71	a	43,66	efghi	14,25	ab	58,44	defg
<b>AG-A04 estrella</b>	5,00	jklm	3,3	bcde	48,97	abc	13,3	bcdefg	86,15	a
<b>MM-A08</b>	5,13	efghi	3,2	cde	49,39	ab	13,44	bcdef	82,02	ab
<b>MM-A09</b>	5,2	cdefg	3,46	abcd	45,34	bcdefg	14,13	abc	73,09	abcd
<b>MM-A010</b>	5,1	ghij	3,38	abcde	45,23	cdefg	12,15	fghi	71,17	abcd
<b>MM-A011</b>	5,53	a	3,59	abc	43,49	efghj	13,29	bcdefg	25,4	j
<b>NL-A19</b>	5,07	hijk	3,5	abcd	43,62	efghj	13,98	abcd	55,83	defghi
<b>NL-A15</b>	5,35	b	3,76	a	43,06	fghi	13,3	bcdefg	38,67	ij
<b>NL-A08</b>	5,24	cde	3,74	a	47,56	abcde	13,83	abcde	43,03	fghi
<b>NL-A12</b>	5,03	ijkl	3,48	abcd	48,21	abcd	12,76	cdefgh	39,55	ij
<b>INIAP-678</b>	5,17	defgh	3,65	ab	44,29	defgh	15,03	a	72,8	abcd
<b>EET-426xEET-378</b>	5,09	hij	3,28	bcde	42,57	fghi	11,8	hi	78,21	abc
<b>CCN-51xEET-233</b>	5,2	cdef	3,22	cde	42,17	ghi	13,28	bcdefg	57,45	defgh
<b>G5T2P6</b>	5,27	bcd	3,54	abc	40,83	hi	13,3	bcdefg	57,7	defgh
<b>G7T16P9</b>	4,83	no	3,47	abcd	39,86	i	10,96	fghi	57,94	defgh
<b>G5T4P1</b>	5,29	bc	3	e	46,46	abcdef	12,25	i	41,02	hij
<b>EET-446xEET-400</b>	4,92	mn	3,41	abcd	46,21	bcdefg	12,64	defgh	66,93	bcde
<b>EET-451x EET-387</b>	5,26	bcd	3,56	abc	44,87	cdefgh	13,46	defgh	58,86	defg
<b>EET-446x CCN-51</b>	4,95	lm	3,43	abcd	42,51	fghi	11,53	hi	50,26	efghi
<b>CCN-51</b>	5,13	fghi	3,1	de	47,41	abcde	12,75	cdefgh	58,35	defg
<b>EET-800</b>	4,81	no	3,14	de	44,81	defgh	11,88	ghi	63,59	cde
<b>EET-801</b>	4,79	o	3,46	abcd	45,61	bcdefg	12,25	efghi	42	ghij
<b>Prob</b>	0,0001		0,0001		0,0001		0,0001		0,0001	
<b>E.E</b>	0,26		0,26		1,58		0,41		1,05	

Prob. > 0.05: No existen diferencias estadísticas.

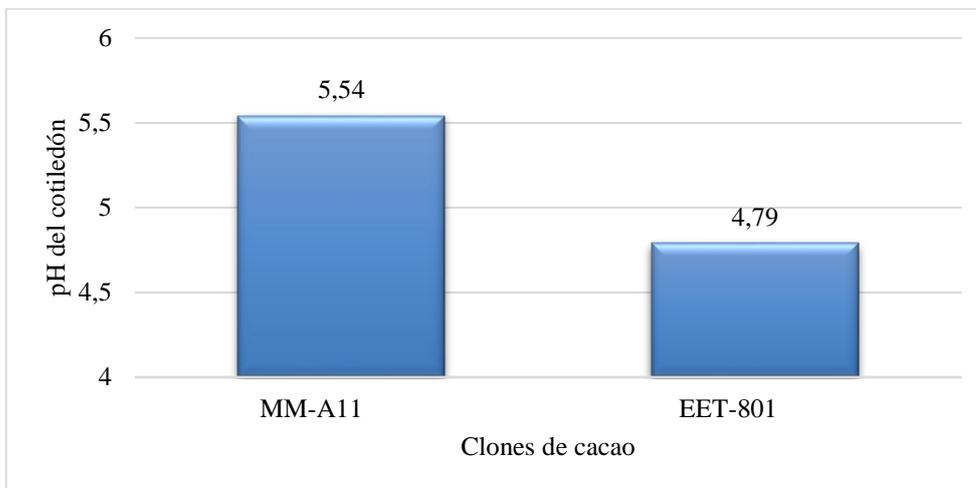
Prob. < 0.05: Existen diferencias Significativas

Prob. < 0.01: Existen diferencias altamente Significativas

Medias con una letra común en la misma columna no son significativamente diferentes (p>0,05)

**Realizado por:** Tenemaza, Tania, 2022

#### 4.6. pH del cotiledón

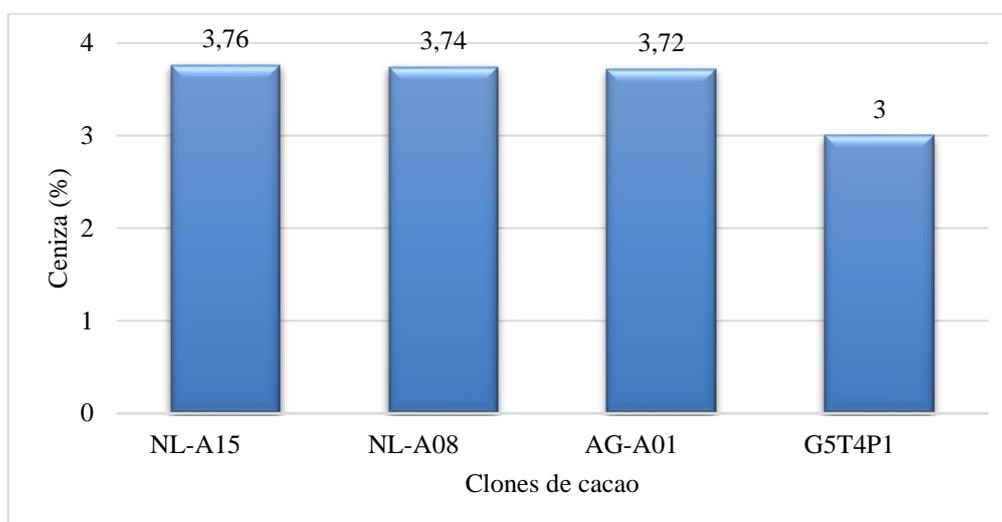


**Ilustración 10-4:** Resultado físico del pH de los cotiledones en los clones de cacao.

**Realizado por:** Tenemaza, Tania, 2022

Los resultados revelaron un pH bajo para el clon menor EET-801 (4,79), mientras que MM-A11 (5,54) y NL-A15 (5,36) presentaron los valores de medias más elevado y difiriendo estadísticamente con los demás tratamientos. Se puede denotar que los valores de pH obtenidos se encuentran por encima de 4,5 lo que significa que la calidad del cotiledón no se vio afectada por la fermentación y que permite establecer que los granos de cacao tienen un alto potencial aromático, así lo establece Meyer et al. (1989, p. 285-304) quienes al aplicaron un método de preacondicionamiento de cacao para perjudicar la acidificación fuerte del nibs durante la fermentación lo que les permitió establecer que a valores bajos de pH en las almendras disminuyen el potencial aromático en el cacao por lo contrario valores aproximados a 5,0 - 5,5 lo incrementan, dicho esto, los clones de cacao en estudio poseen un alto potencial aromático y se encuentran dentro de los parámetros requeridos por la industria. Estos resultados se asemejan a los obtenidos por Ramírez (2010) quien al evaluar el comportamiento fisicoquímico de las almendras de seis clones de cacao luego del proceso de fermentación y secado obtuvo datos de pH entre 5,04 y 6,24; al igual que Portillo et al. (2007, pp. 522-546) quienes señalan que las remociones de 24 horas durante el proceso fermentativo favorecen el incremento de pH dentro de los rangos mencionados.

#### 4.7. Ceniza

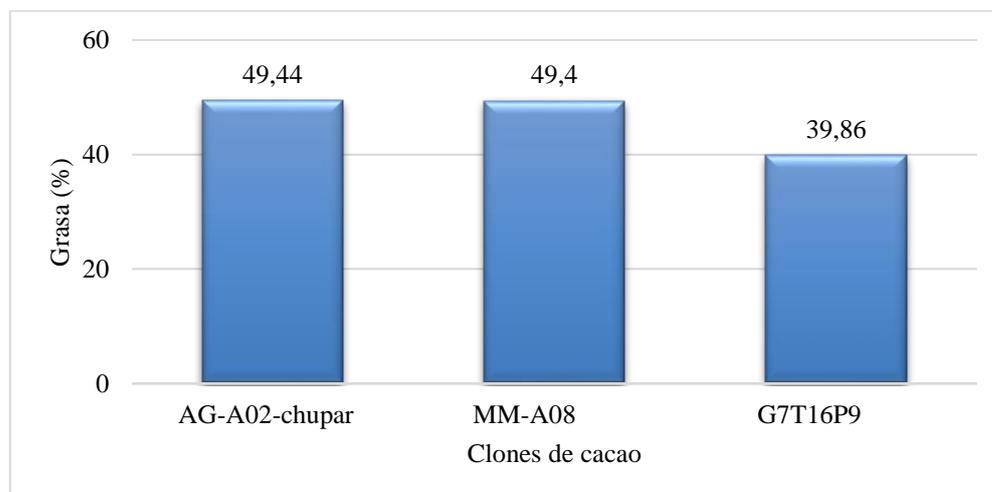


**Ilustración 11-4:** Resultado químico del porcentaje de ceniza en los clones de cacao.

**Realizado por:** Tenemaza, Tania, 2022

Los porcentajes de ceniza presentaron diferencias altamente significativas entre los clones, siendo AG-A01, NL-A08 y NL-A15 los que presentaron medias altas entre 3,72; 3,74 y 3,76% en su orden, a diferencia del clon G5T4P1 que mostró un contenido de 3% (Ver Ilustración 11-4) por esta diferencia numérica de las medias se establece diferencias altamente significativas entre los clones. resultados que son similares a los reportados por Perea (2011, pp. 35-42) en la caracterización fisicoquímica de materiales regionales de cacao colombiano; en este sentido Verdesoto (2009, p. 66) en su estudio de caracterización química preliminar de cacao establece que este parámetro es un indicador del grado de fermentación que reciben los granos de cacao ya que durante este proceso pierde alrededor del 25% de las cenizas iniciales, además, si la muestra posee porcentajes mayores al 3% este se clasifica como cacao fino y valores menores al 2,5 % se expresan como cacao ordinario o corriente. Por lo que se evalúa que los cacaos de este estudio ingresan dentro la clasificación cacao fino.

#### 4.8. Grasa

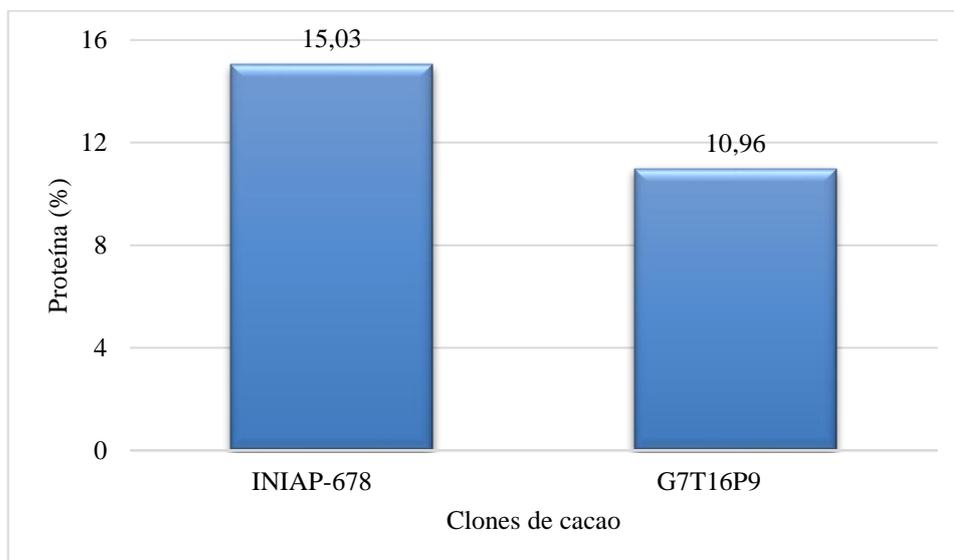


**Ilustración 12-4:** Resultado químico del porcentaje de grasa contenido granos de cacao.

**Realizado por:** Tenemaza, Tania, 2022

En el contenido de grasa hubo diferencias altamente significativas entre los clones, por cuanto AG-A02-chupar y MM-A08 presentaron contenidos de grasa de 49,43 y 49,39% respectivamente que se clasifican como alto; mientras que el clon G7T16P9 registró el 39,86% que corresponde al menor valor (Ver Ilustración 12-4), mientras que los otros valores se encuentran dentro de los mencionados, resultados que concuerdan con el reporte de Samaniego et al. (2021, p. 901-911) quienes al evaluar muestras de cacao de 85 fincas de la Costa Pacífica y Amazónica indicaron que el contenido de grasa oscila entre 45,61 y 52,13%; por el contrario Vera et al. (2015: pp 21-34) al evaluar 15 clones de cacao del Ecuador estableció que el contenido de grasa varía entre 20,31 y 41,44% en los granos de cacao. En el mismo sentido Verdesoto (2009, p. 66) menciona que los cacaos forasteros, finos y cacao arriba presentan un contenido de grasa de 52, 50 y 48% en su orden, siendo este parámetro de mayor importancia por cuanto establece la duración del periodo fermentativo en su procesamiento industrial. Según Riaño et al. (2016) la manteca de cacao se usa ampliamente en las industrias farmacéutica, cosmética y alimentaria; Se obtiene como resultado del procesamiento de granos de cacao en chocolate y es responsable de características tan valiosas como dureza, solubilidad rápida y completa en la boca, brillo y durabilidad debido a la combinación de ingredientes: ácidos palmítico, esteárico y oleico.

#### 4.9. Proteína

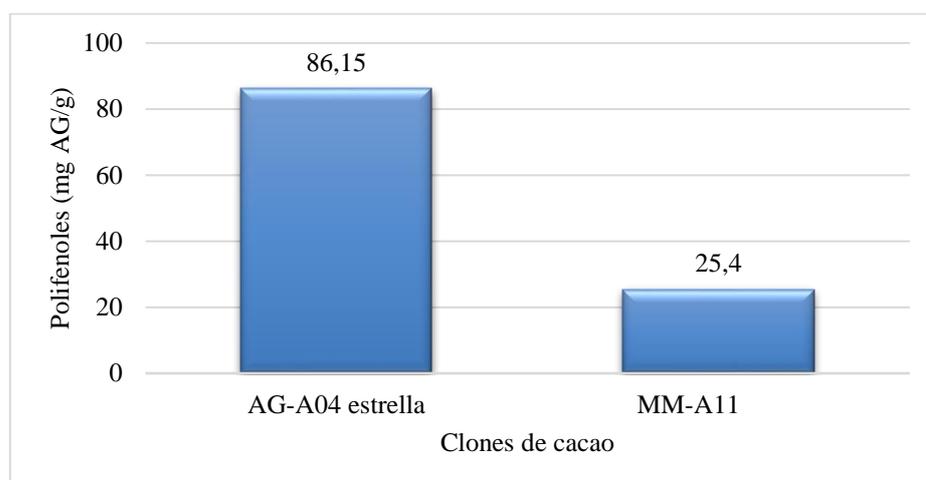


**Ilustración 13-4:** Resultado químico del contenido de proteína de los cotiledones en los clones de cacao.

**Realizado por:** Tenemaza, Tania, 2022

El mayor porcentaje de proteína se reporta con el clon INIAP-678 (15,03%), al otro extremo se encuentra el clon G7T16P9 con un 10,96% con el contenido más bajo (Ver Ilustración 13-4) como resultado se dispone que existen diferencias altamente significativas entre los materiales clonales; valores que difieren a los encontrados por Chevez (2015) en clones élites de cacao en la zona en Quevedo quien establece un porcentaje máximo de 10,47%, en tal sentido los cacaos amazónicos de esta disertación registran un alto contenido proteico, Martínez (2016) plantea que estas diferencias generadas se deben principalmente al genotipo por las variaciones dadas en la composición del grano, condiciones ambientales y de cultivo. Según lo reportado por Rawel et al. (2019), el contenido de proteína de los cotiledones de granos de cacao de diferentes variedades se encuentran de la siguiente manera: para Criollo 10%, Trinitario entre 8.8% y 10.7% y Forastero en 10.2–11.4%, menciona además que estas proteínas contenidas dentro del grano de cacao intervienen en las reacciones químicas que ocurren durante la fermentación y el secado estando relacionadas con el aroma final del chocolate, y se encuentra relacionado también con condiciones de desarrollo, la cosecha, tiempo, y proceso de beneficiado del cacao los que contribuyen a las variaciones en la formación de los atributos del sabor final del cacao.

#### 4.10. Polifenoles totales

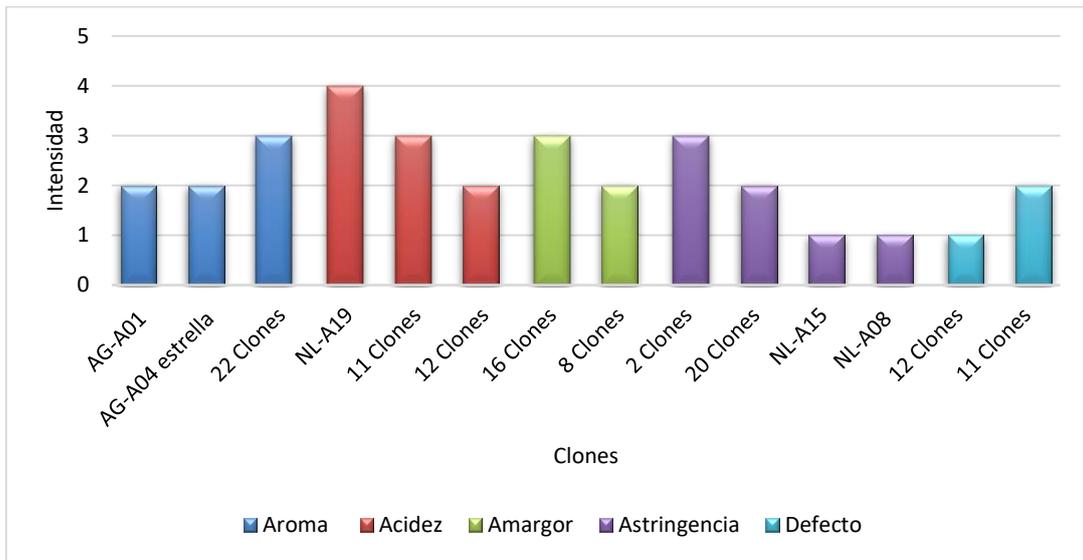


**Ilustración 14-4:** Resultado químico del contenido de polifenoles en los clones de cacao.

**Realizado por:** Tenemaza, Tania, 2022

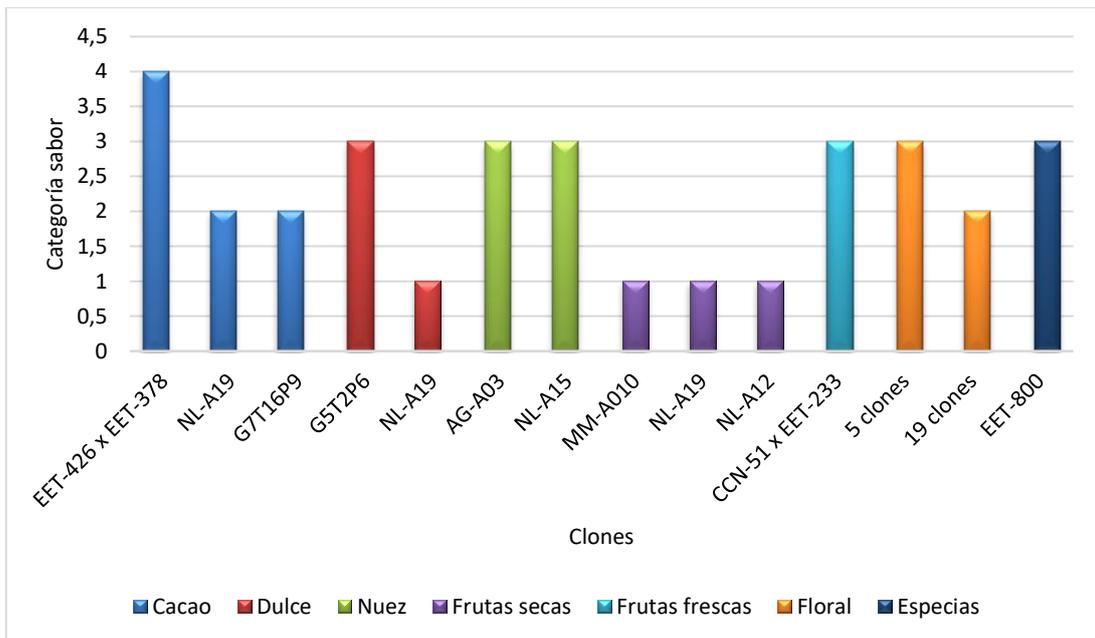
En cuanto al contenido total de polifenoles se obtuvo el valor numérico más alto con el clon AG-A04 estrella (86,15 mg AG/g) y un contenido muy bajo para el clon MM-A11 (25,4 mg AG/g) denotando que existen diferencias altamente significativas, con un promedio general del ácido gálico de 57,54 mg/g y un coeficiente de variación de 9,54%. Estos resultados son comparables con los recolectados por Samaniego et al. (2020, p. 88) en granos de cacao tanto de la Costa Pacífica como de la región Amazónica donde los datos variaron de 33,55 a 71,66 mg GAE/g presentando de esta manera un alto contenido fenólico en la región amazónica, De acuerdo a investigaciones realizadas por Nazario et al. (2013, pp. 51-59) los valores máximos de reportados 57,21; 62,20; 77 mg GAE/g respectivamente se encuentran dentro de las medias obtenidas en este estudio. Sin embargo, se observó que presentan una variabilidad significativa entre los genotipos. Según Kongor et al. (2016) el contenido de bioactivos en los granos de cacao depende de factores como el tipo de cacao (genotipo), factores agronómicos, tratamientos poscosecha y procesos industriales. Según lo mencionado por De Vuyst & Weckx (2016, pp.5-17) los compuestos polifenólicos contenidos en los granos de cacao (88-92%) están involucrados en la creación del aroma y el sabor de los granos de cacao y los productos procesados a partir de ellos; Son responsables de producir sabores amargos, astringentes y, en menor medida, agrídulces, verdes y afrutados, y su contenido está influenciado por su contenido en la planta y en los granos de cacao, como en respuesta a factores ambientales como los rayos UV-B, lesiones y daños causados por microorganismos patógenos.

#### 4.11. Análisis sensorial



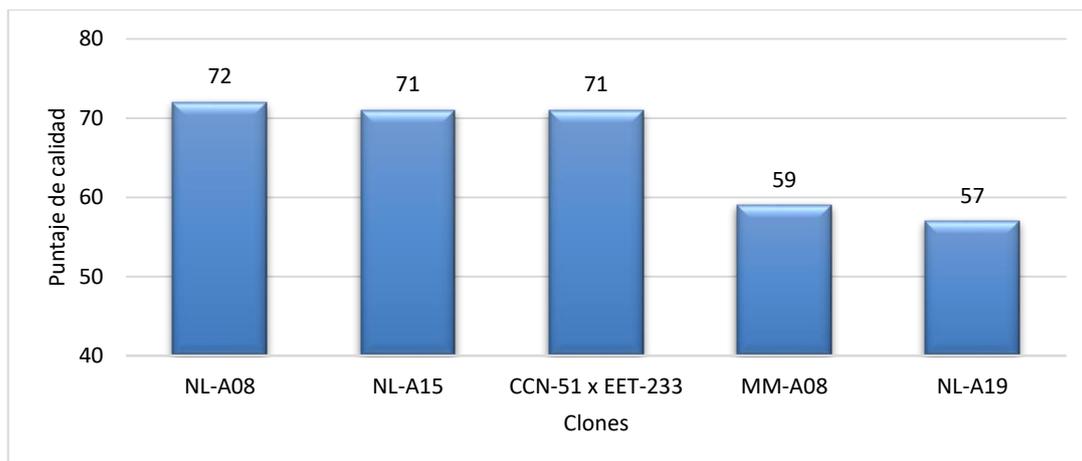
**Ilustración 15-4:** Resultado sensorial en clones de cacao.

Realizado por: Tenemaza, Tania, 2022



**Ilustración 16-4:** Resultado de categoría sabor en clones de cacao.

Realizado por: Tenemaza, Tania, 2022



**Ilustración 17-4:** Resultado de calidad en los clones de cacao

**Realizado por:** Tenemaza, Tania, 2022

El perfil sensorial de las almendras de cacao presenta diferencias en sus categorías (aroma, acidez, amargor, astringencia, defectos, sabor y pos gusto). En lo concerniente a la categoría Aroma esta no presenta gran variabilidad en los clones mostrando un puntaje de 3 lo que indica que el aroma es característico de la muestra, a excepción de los clones AG-A01 y AG-A04 estrella que tuvieron una puntuación de 2 (presente). Por otro lado, la categoría de acidez si presenta una mayor variabilidad en los valores resaltando el clon NL-A19 con una puntuación de 4 (Dominante) en la pasta de cacao, mientras que los demás se clasificaron en una escala de intensidad de presente y característico de la muestra (2 y 3). De la misma manera, el amargor y astringencia se puntuaron entre 2 y 3 (presente y característico de la muestra respectivamente), excluyendo los clones NL-A15 y NL-A08 identificados como los cacaos menos astringentes, sin embargo, estos son características propias del cacao e importantes pues influyen en la calidad del mismo y tienen una relación inversa puesto que cuanto mayor sea la presencia de estas categorías en el grano de cacao menor será su calidad. La categoría defectos permitió identificar la presencia de posibles sabores defectuosos o que no sean característicos del cacao, encontrando al clon G5T2P6 con 0 defectos mientras que el resto de tratamientos recibieron calificaciones de 1 y 2 puntos (apenas detectable y presente). El perfil de sabor (ANEXO I) nos permite identificar que el clon EET-426xEET-378 tuvo mejor puntuación en sabor a chocolate o cacao con un puntaje de 4 siendo dominante, notas dulces G5T2P6, nuez AG-A03 y NL-A015, frutas secas CCN-51xEET-233, especias EET-800 arrojaron una puntuación de 3 (característico de la muestra). Como una evaluación general de calidad los panelistas determinaron un potencial sensorial en los clones NL-A08, NL-A15 y CCN-51xEET-233.

## CONCLUSIONES

- Se encontró una gran variabilidad para las características físicas y químicas entre los clones evaluados, confirmando la gran variabilidad genética que existe en el cacao de Orellana correspondiente a la zona norte de la Amazonía ecuatoriana, además según la metodología propuesta cumplieron con los requisitos de calidad en granos de cacao según la normativa ecuatoriana NTE 176 en cuanto a los parámetros de peso de 100 granos y porcentaje de fermentación ubicándose entre los valores más altos de la evaluación, y asimismo mostraron similitud con otros autores en más de uno de los parámetros físico-químicos establecidos como criterios de calidad del cacao para las calidades ASSS, ASS, ASE por lo que en su gran mayoría se caracterizaron con un gran potencial como cacao fino.
- Se encontró una amplia variación entre los distintos clones de cacao, no obstante, todos los clones presentaron perfiles organolépticos permisibles, pero con la calificación de calidad percibida por los evaluadores se encontró que los mejores en calidad sensorial corresponden a NL-A08, NL-A15 y CCN-51xEET-233.
- Los clones de cacao con mejor calidad intrínseca del grano se clasifican de acuerdo al tamaño de largo con el clon EET-426xEET-378 y ancho MM-A09 y G5T2P6; unos mayores pesos obtuvieron los clones CCN-51 y EET-426XEET-378, teniendo una relación entre tamaño y peso. En el contenido de testa G5T2P6 y MM-A11 presentaron los menores valores, este contenido debe ser bajo por los requerimientos de la industria, gran parte de los materiales clonales expusieron un porcentaje de fermentación dentro de la normativa. En el parámetro de pH del cotiledón se revelaron valores  $>4,5$ , en el contenido de ceniza todos reportaron  $>3\%$ , estas dos variables indican que el proceso fermentativo fue adecuado para los granos de cacao. AG-A02 chupar y MM-A08 presentaron los mayores valores de grasa, sin embargo, no sobrepasaron el 50% lo que les clasifica como tipo de cacao arriba; el mayor porcentaje de proteína se reporta con el clon INIAP-678 y finalmente la mayor presencia de polifenoles se denoto en el clon AG-A04 estrella.

## **RECOMENDACIONES**

Se recomienda que, a partir de los clones mejores evaluados en este estudio, se generen nuevas investigaciones tomando en cuenta el adecuado proceso de fermentación y secado de cada clon pues es necesario estandarizar tiempos y temperaturas óptimas para cada uno, en base a ello podrán desarrollar adecuadamente los sabores y aromas característicos y demandados por la industria chocolatera.

Se requiere evaluar otros parámetros funcionales como el contenido de teobromina, cafeína, catequina, epicatequina que permitan establecer irrefutablemente los granos de mejor calidad en los distintos materiales clonales.

## BIBLIOGRAFÍA

**ACEBO, Mauro.** Estudios industriales y orientación estratégica para la toma de decisiones para la Industria de cacao [en línea]. Escuela Politécnica del Litoral. 2016, p.42. [consulta: 18 julio 2022]. Disponible en: <https://www.espae.edu.ec/publicaciones/estudios-industriales-orientacion-estrategica-para-la-toma-de-decisiones-industria-de-cacao/>.

**AGUILAR, Héctor.** *Manual para la Evaluación de la Calidad del Grano de Cacao*. s.l., Honduras: FHIA, 2016, pág. 7.

**ÁLVAREZ, C., et al.** “Caracterización física y química de almendras de cacao fermentadas, secas y tostadas cultivadas en la región de Cuyagua, estado Aragua”. *Agronomía Tropical* [en línea], 2007, 57(4), pp. 249-256. [consulta: 14 septiembre 2022]. ISSN 0002-192X. Disponible en: [http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0002-192X2007000400001](http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0002-192X2007000400001).

**ANDRADE, J; et al.** Propiedades físicas y químicas de cultivares de cacao (*Theobroma cacao* L.) de Ecuador y Perú. Enfoque UTE [en línea], 2019, 10(4), pp. 1-12. [Consulta: 2 noviembre 2022]. ISSN 1390-9363. DOI 10.29019/enfoque.v10n4.462. Disponible en: [http://scielo.senescyt.gob.ec/scielo.php?pid=S1390-65422019000400001&script=sci\\_arttext](http://scielo.senescyt.gob.ec/scielo.php?pid=S1390-65422019000400001&script=sci_arttext).

**AOAC.** *Official Methods of Analysis of AOAC International* [en línea]. 19. Gaithersburg: AOAC International. 2012. [Consulta: 15 septiembre 2022]. ISBN 68131. Disponible en: <http://www.eoma.aoc.org/>.

**AVILA, A; et al.** *Aprendiendo e innovando sobre la cosecha, fermentación y secado del cacao*. Managua, Nicaragua: Printex, 2013, pp. 8-35.

**BARDÓN, María.** Selección de cacaos (*Theobroma cacao* L.) según índice de teobromina – cafeína, determinación de metilxantinas, catequinas en grano fresco, fermentado, seco, licor y análisis sensorial del licor [en línea] (trabajo de titulación). Universidad Nacional Agraria De La Selva, Tingo María, Perú, 2017.

**BEDOYA, C., & LONDOÑO, J.** Metodologías para el análisis bromatológico, físico y químico del cacao fermentado y seco, dentro del marco normativo internacional [en línea] (trabajo de titulación). 2016. S.l.: s.n. [consulta: 18 julio 2022]. Disponible en: <http://hdl.handle.net/10567/2064>.

**BERMÚDEZ, K.J. & MENDOZA, C.A.** Post-cosecha y secado del grano del cacao nacional fino y de aroma para la determinación de perfiles físicos, bromatológicos y organolépticos [en línea]. ESPAMMFL. 2016. [consulta: 13 septiembre 2022]. Disponible en: <https://repositorio.espam.edu.ec/bitstream/42000/562/2/TAI116.pdf>.

**BURGOS, D; et al.** Guía para la ficha de catación para análisis sensorial de cacao. 2018. S.l.: s.n.

**CAOBISCO; et al.** *Granos de Cacao: Requisitos de Calidad de la Industria del Chocolate y Cacao* [en línea]. S.l.: s.n. vol. 69. 2015. pp 33-62. ISBN 9782960181722. Disponible en: [http://www.cocoaquality.eu/data/Cacao en Grano Requisitos de Calidad de la Industria Apr 2016\\_es.pdf](http://www.cocoaquality.eu/data/Cacao%20en%20Grano%20Requisitos%20de%20Calidad%20de%20la%20Industria%20Apr%202016_es.pdf).

**CHEVEZ, H.D.** Caracterización físico-química y sensorial de treinta materiales élites de cacao (*Theobroma cacao L.*) [En Línea] (Proyecto De Investigación). Universidad Técnica Estatal De Quevedo, Quevedo, Ecuador. 2015. [Consulta: 30 noviembre 2022]. Disponible en: <https://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/987%0Ahttp://www.bibliotecasdelecuador.com/Record/ir-:43000-987/Description>.

**CNCh.** *Cosecha, beneficio y calidad del grano de cacao (Theobroma cacao L.)* [en línea]. S.l.: s.n. 2019. ISBN 978-958-57845-8-1,978-958-57845-7-4. Disponible en: <http://hdl.handle.net/20.500.12324/35706>.

**CRESPO, E. & ANDÍA, F.** Cultivo y beneficio del cacao CCN-51 [en línea]. Quito-Ecuador: Editorial el Conejo, 1997. [consulta: 17 mayo 2022]. Disponible en: <https://catalog.hathitrust.org/Record/101241658/Cite>.

**CROSS, E.** Factores Condicionantes de la Calidad del Cacao [en línea]. S.l.: s.n. 2000. [Consulta: 30 noviembre 2022]. Disponible en: <https://biblioteca.fundesyam.info/biblioteca.php?id=4425>.

**DE VUYST, L. & WECKX, S.** "El proceso de fermentación del grano de cacao: desde el análisis del ecosistema hasta el desarrollo del cultivo iniciador". *Journal of Applied Microbiology* [en línea], 2016, (Belgica) 121(1), pp 5-17. [consulta: 6 agosto 2022]. ISSN 13652672. DOI 10.1111/JAM.13045. Disponible en: <http://www.alanrevista.org/ediciones/2016/3/art-10/>.

**DÍAZ, S. & PINOARGOTE, M.** Análisis de las Características Organolépticas del Chocolate a partir de Cacao CCN51 Tratado Enzimáticamente y Tostado a Diferentes Temperaturas (trabajo de titulación). ESPOL, Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción, Alimentos. Guayaquil – Ecuador. 2012.

**EGAS, J.** Efecto de la inoculación con azotobacter sp en el crecimiento de las plantas injertadas de cacao (*Theobroma cacao*), genotipo nacional, en la provincia de esmeraldas [en línea] (trabajo de titulación). Escuela Politecnica Nacional, Ingeniería química y Agroindustria, 2010. Quito – Ecuador [consulta: 16 mayo 2022]. Disponible en: <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/2307/1/CD-3051.pdf>.

**ESPÍN, S Y SAMANIEGO, I.** *Manual para el análisis de parámetros químicos asociados a la calidad del cacao*. Manual Nro 105, Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, Estación Experimental Santa Catalina. 2016.

**GRAZIANI DE FARIÑAS, L; et al.** "Características físicas del fruto de cacaos tipos criollo, forastero y trinitario de la localidad de cumboto, venezuela. *Agronomía Tropical*". *Scielo* [en línea], 2002, (Venezuela) 52(3). pp 343-362 [consulta: 17 mayo 2022]. ISSN 0002-192X. Disponible en: [http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0002-192X2002000300006&lng=es&nrm=iso&tlng=es](http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0002-192X2002000300006&lng=es&nrm=iso&tlng=es).

**GÜILCAPI, Marco.** *Orígenes del cacao ecuatoriano* [blog]. [Consulta: 14 de Marzo de 2022]. Disponible en: <https://www.proamazonia.org/origenes-del-cacao-ecuatoriano/>.

**GUTIÉRREZ, Génesis.** Diagnostico de la cadena de produccion y comercializacion tradicional del cultivo de cacao (*Theobroma cacao*) en la parroquia Ricaurte- Provincia de Manabi en el periodo 2015 (Proyecto de Investigación). Universidad Técnica De Cotopaxi, Ciencias Agropecuarias Y Recursos Naturales, Agronomía. Latacunga-Ecuador. 2016.

**INIAP.** *Cacao*. [Consulta: 15 septiembre 2022]. Disponible en: <http://tecnologia.iniap.gob.ec/index.php/explore-2/mcafec/rcacao>

**JIMENEZ, J; et al.** "Presecado: su efecto sobre la calidad sensorial del licor de cacao (*theobroma cacao* l.)". *Revista Científica Agrosistemas* [en línea], 2018, (Ecuador) 6(2), pp. 63-73. [Consulta: 5 septiembre 2022]. Disponible en: <https://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes/article/view/195/224>.

**KONGOR, J.E; et al.** "Factores que influyen en la variación de la calidad en el perfil de sabor del grano de cacao ( *Theobroma cacao* ): una revisión". *Food Research International*. 2016, (Bélgica) 82, pp 44-52.

**LOOR, R; et al.** *Mejoramiento y homologación de los procesos y protocolos de investigación, validación y producción de servicios en cacao y café* [en línea]. Ecuador: Repositorio Digital INIAP, 1(433), 2016. pp. 21-30. [Consulta: 15 septiembre 2022]. Disponible en: <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/5093/4/iniapeetpPM433.pdf>.

**LÓPEZ, Anahí.** *Producción y Comercialización de Cacao Fino de Aroma en el Ecuador - Año 2012-2014* [en línea]. 2017. p. 18. [Consulta: 9 septiembre 2022]. Disponible en: <https://www.scpm.gob.ec/sitio/wp-content/uploads/2019/03/ESTUDIO-DEL-CACAO-IZ7-version-publica-ultima.pdf>

**MARTÍNEZ, N.C.** Evaluación de componentes físicos, químicos, organolépticos y del rendimiento de clones universales y regionales de cacao (*Theobroma cacao* L.) en las zonas productoras de Santander, Arauca y Huila 2016 [en línea] (Trabajo de titulación). Universidad Nacional de Colombia, Bogotá D.C., Colombia. 2016. p. 107. Disponible en: <http://www.bdigital.unal.edu.co/52543/>.

**MARTINEZ, W.** Caracterización morfológica y molecular del Cacao Nacional Boliviano y de selecciones élites del Alto Beni, Bolivia [en línea] (Trabajo de titulación). (Maestría) CATIE, Turrialba, Costa Rica, 2008. p. 5.

**MEYER, B; et al.** "Almacenamiento de granos postcosecha: Un método para el preacondicionamiento de pulpa para perjudicar la acidificación fuerte del nib durante la fermentación del cacao en Malasia". *Journal of the Science of Food and Agriculture* [en línea], 1989, (Malasia) 48(3), pp. 285-304. [Consulta: 20 agosto 2022]. ISSN 10970010. Disponible en: DOI 10.1002/jsfa.2740480305.

**MOTAMAYOR, J; et al.** "Diferenciación Geográfica y Genética de la Población del Árbol del Chocolate Amazónico (*Theobroma cacao* L)". *PLoS ONE* [en línea], 2008, (United State of America) 3(10). ISSN 19326203. Disponible en: DOI 10.1371/journal.pone.0003311.

**NAZARIO, O; et al.** "Polifenoles totales, antocianinas, capacidad antioxidante de granos secos y análisis sensorial del licor de cacao (*Theobroma cacao* L.) criollo y siete clones. Investigación y Amazonía". *Investigación y Amazonía* [en línea], 2013, (Perú) 3(1), pp. 51-59. [Consulta: 1

diciembre 2022]. ISSN 2223-8429. Disponible en:  
<https://revistas.unas.edu.pe/index.php/revia/article/viewFile/85/69>.

**NEGARESH, S. & MARÍN, I.** "El cacao y la salud humana : propiedades antioxidantes del cacao nicaragüense y productos alimenticios comercializados". *Agroforestería en las Américas* [en línea], (Nicaragua) 49, 2013. [consulta: 16 mayo 2022]. Disponible en:  
<https://repositorio.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/6144/12.Negaresh.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

**NTE INEN 176.** *GRANOS DE CACAO. REQUISITOS*. 2018.

**ORDOÑEZ, Elizabeth; et al.** "Cuantificación de polifenoles totales y capacidad antioxidante en cáscara y semilla de cacao (*Theobroma cacao* L.), tuna (*Opuntia ficus indica* Mill), uva (*Vitis Vinífera*) y uvilla (*Pourouma cecropiifolia*)". *Scientia Agropecuaria* [en línea], (Perú) 10(2), 2019. [consulta: 2 mayo 2022]. Disponible en:  
[http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2077-99172019000200003](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2077-99172019000200003)

**ORNA CHÁVEZ, J.E; et al.** "Diseño y construcción de una secadora automática para cacao a base de aire caliente tipo rotatorio para una capacidad de 500 kg". *Enfoque UTE* [en línea], (Ecuador) 9(2), 2018. [consulta: 18 mayo 2022]. ISSN 1390-9363. DOI 10.29019/enfoqueute.v9n2.185. Disponible en:  
<https://ingenieria.ute.edu.ec/enfoqueute/index.php/revista/article/view/185/335>.

**PÁRRAGA, C.** Calidad física y organoléptica de almendras de cacao (*Theobroma cacao* L.) mediante métodos de fermentación y estaciones climáticas, Fortaleza del Valle [en línea] (Trabajo de titulación). Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, Calceta. 2015.

**PEREA, J; et al.** Caracterización fisicoquímica de materiales regionales de cacao Colombiano. *Bioteología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial* [en línea], (Colombia) 9(1), 2011, pp. 35-42. [Consulta: 6 diciembre 2022]. Disponible en:  
<https://revistas.unicauca.edu.co/index.php/bioteologia/article/view/764/391>.

**PEREA, Janeth.** *El cacao desde la ciencia: de la semilla al chocolate*. Bucaramanga : Ediciones UIS, 2019. p. 126.

**PÉREZ, J.M.** *Ecotipos de Theobroma cacao. Manual de Aplicación de Descriptores Agromorfológicos para la Identificación y Registro de Cultivares Salvadoreños de Theobroma cacao* [en línea]. 2009. [consulta: 18 junio 2022]. Disponible en: <https://cacaohermanos.wordpress.com/2017/05/28/ecotipos-de-theobroma-cacao/>.

**PLÚA, J.C. & CORNEJO, F.** "Diseño de una Línea Procesadora de Pasta de Cacao Artesanal (Theobroma cacao)". *Revista Tecnológica ESPOL – RTE*, 2008.

**PORTILLO, E; et al.** "Análisis Químico del Cacao Criollo Porcelana (Theobroma cacao L.) en el Sur del Lago de Maracaibo". *Revista de la Facultad de Agronomía* [en línea], 2007, (Caracas) 24(3), pp. 522-546. [Consulta: 6 diciembre 2022]. ISSN 0378-7818. Disponible en: [http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0378-78182007000300008&lng=es&nrm=iso&tlng=es](http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-78182007000300008&lng=es&nrm=iso&tlng=es).

**QUINTERO, M. & DÍAZ, K.** "El mercado mundial del cacao". *Agroalimentaria* [en línea], 2004, (Venezuela) 9(18). [consulta: 17 mayo 2022]. ISSN 1316-0354. Disponible en: [http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1316-03542004000100004&lng=es&nrm=iso&tlng=es](http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1316-03542004000100004&lng=es&nrm=iso&tlng=es).

**QUIROZ, J.** *Influencia de la agronomía y cosecha sobre la calidad del cacao* [en línea]. S.l.: s.n, 2012. [consulta: 17 junio 2022]. Disponible en: <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/2049/1/iniaplsbt147i.pdf>.

**RAMÍREZ, D.** Evaluación fisicoquímica del comportamiento de las almendras de cacao (Theobroma cacao L) de seis clones: ICS -1 (Imperial Collage Selection), ICS – 95 (Imperial Collage Selection), UF – 613 (United Fruit), IMC – 67 (Iquitos Marañón Colection), TSH – 565 . [en línea] (trabajo de titulación), Universidad Nacional De San Martín Tarapoto, TARAPOTO - PERÚ, 2010. Disponible en: [https://repositorio.unsm.edu.pe/bitstream/handle/11458/2269/TP\\_IAI\\_00232\\_2010.pdf?sequence=1&isAllowed=yfile:///C:/Users/Personal/Downloads/IAIA-SIA-COR-2010.pdf](https://repositorio.unsm.edu.pe/bitstream/handle/11458/2269/TP_IAI_00232_2010.pdf?sequence=1&isAllowed=yfile:///C:/Users/Personal/Downloads/IAIA-SIA-COR-2010.pdf).

**RAWEL, H; et al.** "Proteínas del grano de cacao: caracterización, cambios y modificaciones debido a la maduración y el procesamiento posterior a la cosecha". *Nutrients* [en línea], 2019 ,(Germania) 11(2). [consulta: 19 septiembre 2022]. ISSN 20726643. DOI 10.3390/NU11020428. Disponible en: [/pmc/articles/PMC6413064/](https://pmc/articles/PMC6413064/).

**RIÑO, H; et al.** "Contenido de grasa total, perfil de ácidos grasos y triglicéridos proveniente de cacao finos de aroma: Colombia, Ecuador, Perú, Venezuela". *ProQuest* [en línea], 2016, (Medellín) 23. [consulta: 19 septiembre 2022]. Disponible en: <https://www.proquest.com/docview/1783662050>.

**SAMANIEGO, I; et al.** "Efecto del área de cultivo sobre el contenido de metilxantinas y flavan-3-oles en granos de cacao de Ecuador". *Journal of Food Composition and Analysis* [en línea], 2020, (España) 88(103448). ISSN 08891575. Disponible en: DOI 10.1016/j.jfca.2020.103448.

**SAMANIEGO, I; et al.** "Efecto del área de cultivo sobre el contenido de grasa y la composición de ácidos grasos de los granos de cacao ecuatoriano". *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 2021, 72(7), pp. 901-911. ISSN 14653478. Disponible en: DOI 10.1080/09637486.2021.1884204.

**SIANCAS, Bianca.** Efecto del tiempo de aguante y tipo de fermentador en la calidad del cacao criollo (*Theobroma cacao* L.) en la asociación de productores monterinos, montero ayabaca (Trabajo de titulación). Universidad Nacional de Piura, Ingeniería Industrial, Ingeniería Agroindustrial e Industrias Alimentarias, Piura-Perú, 2020. pp. 17-19.

**VARGAS, O; et al.** "Análisis comparativo del impacto económico del cultivo del cacao en Ecuador del primer semestre 2019 frente al primer trimestre 2020". *Revista Científica Multidisciplinaria InvestiGo* [en línea], 2022, 3(5), pp. 17-31 [consulta: 15 julio 2022]. ISSN 2631-2662. DOI 10.56519/rci.v3i5.54. Disponible en: <https://remca.umet.edu.ec/index.php/REMCA/article/view/390>.

**VERA, J. & GOYA, A.** "Comportamiento agronómico, calidad física y sensorial de 21 líneas híbridas de cacao (*Theobroma cacao* L.)". *La Técnica: Revista de las Agrociencias*. ISSN 2477-8982, 2015, 15, pp. 26. ISSN 1390-6895. Disponible en: DOI 10.33936/la\_tecnica.v0i15.539.

**VERA, J.F; et al.** "Atributos físicos-químicos y sensoriales de las almendras de quince clones de cacao nacional (*Theobroma cacao* L.) en el Ecuador". *Ciencia y Tecnología* [en línea], 2015, (Ecuador) 7(2), pp. 21-34. [Consulta: 15 septiembre 2022]. ISSN 1390-4051. DOI 10.18779/cyt.v7i2.99. Disponible en: <https://revistas.uteq.edu.ec/index.php/cyt/article/view/139/153>.

**VERA, J; et al.** "Calidad física de almendras en veintiún cruces interclonales de cacao (Theobroma cacao L.) en Ecuador". *Universidad y Sociedad* [en línea], 2019, (Ecuador) 11(2), pp. 402-408. ISSN 2218-3620. Disponible en: <http://rus.ucf>.

**VERDESOTO, P.** Caracterización química preliminar de cacao (Theobroma cacao) de los municipios de Omoa y La Masica, Honduras. Zamorano [en línea] (Trabajo de titulación). Zamorano, Agroindustria Alimentaria, Zamorano-Honduras, 2009, p. 66. [Consulta: 29 noviembre 2022]. Disponible en: <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/316/1/AGI-2009-T045.pdf>.

**VÍLCHEZ, Nilber.** Efecto del material del fermentador, en el grado de fermentación de granos de cacao (Theobroma cacao L, Clon: CCN - 51) [en línea] (Trabajo de titulación). Universidad Nacional de San Martín, Tarapoto, 2016. p. 61.

**VITERI, T.** 2020. Entre naturalismos y metáforas: el código icónico en la pintura corporal de las urnas funerarias de la fase Napo. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi: Ciências Humanas*, 2020, (Ecuador) 15(3). ISSN 21782547. Disponible en: DOI 10.1590/2178-2547-BGOELDI-2019-0122.



# ANEXOS

## ANEXO A. FICHA DE ANÁLISIS SENSORIAL

**Muestra:** \_\_\_\_\_  
**Catador:** \_\_\_\_\_  
**Fecha:** \_\_\_\_\_

Se le esta presentando a usted muestras de cacao, pruebe por favor la muestra que se le proporciona y evalúe de acuerdo con la siguiente escala:

**INTENSIDAD**

- 0= Ausente
- 1= Apenas detectable
- 2=Presente
- 3=Caracteriza la muestra
- 4=Dominante
- 5=Extremo

**CALIDAD**

- PÉSIMO** = aproximadamente entre 0-2
- MALO** = aproximadamente entre 2-4
- REGULAR** = aproximadamente entre 4-6
- BUENO** = aproximadamente entre 6-8
- EXCELENTE** = aproximadamente entre 8-10

Categorías		Intensidad	Descriptor	Calidad (0-10)	Puntaje	
<b>Aroma</b>		0 1 2 3 4 5 			<b>x1=</b>	
<b>Acidez</b>		0 1 2 3 4 5 			<b>x1=</b>	
<b>Amargor</b>	<b>INTENSIDAD</b> 0 a 2: ≥5 en calidad 3 a 5: ≤5 en calidad	0 1 2 3 4 5 			<b>x1=</b>	
<b>Astringencia</b>		0 1 2 3 4 5 			<b>x1=</b>	
<b>Defecto</b>		0 1 2 3 4 5 			<b>x2=</b>	
<b>Sabor</b>	Cacao	0 1 2 3 4 5 		□	<b>x2=</b>	
	Dulce	0 1 2 3 4 5 				
	Nuez	0 1 2 3 4 5 				
	Frutas secas	0 1 2 3 4 5 				
	Frutas frescas	0 1 2 3 4 5 				
	Floral	0 1 2 3 4 5 				
	Espicias	0 1 2 3 4 5 				
<b>Pos gusto</b>		0 1 2 3 4 5 			<b>x1=</b>	
Puntos de catador					<b>x1=</b>	
<b>PUNTAJE FINAL</b>						

Comentarios:.....  
 .....  
 .....

## ANEXO B. RESULTADOS DE ANÁLISIS FÍSICOS DE LOS CLONES DE CACAO

### Largo

#### Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Largo	72	0,94	0,91	1,88

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	152,43	23	6,63	32,41	<0,0001
Muestra	152,43	23	6,63	32,41	<0,0001
Error	9,82	48	0,2		
Total	162,25	71			

#### Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=1,42313

Error: 0,2045 gl: 48

Clon de cacao	Medias	n	E.E.						
EET-426xEET-378	26,12	3	0,26 A						
AG-A02-chupar	25,88	3	0,26 A	B					
CCN-51xEET-233	25,73	3	0,26 A	B	C				
EET-801	25,67	3	0,26 A	B	C				
AG-A03	25,26	3	0,26 A	B	C	D			
MM-A10	25,14	3	0,26 A	B	C	D	E		
NL-A08	24,81	3	0,26 A	B	C	D	E	F	
EET-800	24,8	3	0,26 A	B	C	D	E	F	
NL-A12	24,69	3	0,26	B	C	D	E	F	
AG-A01	24,62	3	0,26	B	C	D	E	F	
CCN-51	24,62	3	0,26	B	C	D	E	F	
G7T16P9	24,57	3	0,26	B	C	D	E	F	
G5T4P1	24,32	3	0,26		C	D	E	F	
AG-A04 estrella	24,22	3	0,26			D	E	F	
MM-A11	24,11	3	0,26			D	E	F	
MM-A09	24,02	3	0,26			D	E	F	
EET-451xEET-387	23,95	3	0,26			D	E	F	
NL-A15	23,76	3	0,26				E	F	
G5T2P6	23,7	3	0,26					F	
EET-446xEET-400	23,49	3	0,26					F	
EET-446xCCN-51	22,03	3	0,26						G
INIAP-678	21,17	3	0,26						G

MM-A08	21,16	3	0,26	G
NL-A19	20,69	3	0,26	G

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

## Ancho

### Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Ancho	72	0,87	0,81	4,73

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	56,72	23	2,47	13,82	<0,0001
Muestra	56,72	23	2,47	13,82	<0,0001
Error	8,57	48	0,18		
Total	65,29	71			

### Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=1,32952

Error: 0,1785 gl: 48

Clon de cacao	Medias	n	E.E.						
MM-A09	10,46	3	0,24	A					
G5T2P6	10,41	3	0,24	A					
EET-426xEET-378	9,95	3	0,24	A	B				
AG-A02-chupar	9,54	3	0,24	A	B				
G5T4P1	9,5	3	0,24	A	B				
AG-A04 estrella	9,48	3	0,24	A	B				
MM-A08	9,47	3	0,24	A	B				
MM-A10	9,45	3	0,24	A	B				
EET-801	9,44	3	0,24	A	B				
CCN-51xEET-233	9,4	3	0,24	A	B	C			
EET-451xEET-387	9,28	3	0,24	A	B	C	D		
NL-A15	9,22	3	0,24	A	B	C	D	E	
MM-A11	8,97	3	0,24		B	C	D	E	
NL-A12	8,96	3	0,24		B	C	D	E	
EET-800	8,86	3	0,24		B	C	D	E	
CCN-51	8,82	3	0,24		B	C	D	E	
EET-446xEET-400	8,78	3	0,24		B	C	D	E	
NL-A08	8,09	3	0,24			C	D	E	F
AG-A03	8,06	3	0,24				D	E	F
G7T16P9	8,01	3	0,24				D	E	F



MM-A08	112,69	3	1,58		J
MM-A11	112,6	3	1,58		J
G7T16P9	109,52	3	1,58		J
NL-A19	98,72	3	1,58		K
EET-446xCCN-51	97,8	3	1,58		K
INIAP-678	75,76	3	1,58		L

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

## Porcentaje de testa

## Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV	
Porcentaje de testa		72	0,93	0,9	4,68

## Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	332,06	23	14,44	29,04	<0,0001
Muestra	332,06	23	14,44	29,04	<0,0001
Error	23,87	48	0,5		
Total	355,93	71			

## Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=2,21915

Error: 0,4972 gl: 48

Clon de cacao	Medias	n	E.E.				
NL-A19	21,14	3	0,41	A			
INIAP-678	18,67	3	0,41		B		
NL-A08	17,71	3	0,41		B		
MM-A10	17,66	3	0,41		B		
EET-801	17,00	3	0,41		B	C	
G7T16P9	16,49	3	0,41		B	C	D
EET-446xCCN-51	15,33	3	0,41			C	D E
CCN-51xEET-233	15,25	3	0,41			C	D E
AG-A01	15,19	3	0,41			C	D E
AG-A02-chupar	15,13	3	0,41			C	D E
EET-446xEET-400	15,09	3	0,41			C	D E
NL-A15	14,59	3	0,41				D E F
NL-A12	14,45	3	0,41				D E F
MM-A09	14,44	3	0,41				D E F G
EET-800	14,43	3	0,41				D E F G
AG-A03	14,29	3	0,41				D E F G

AG-A04 estrella	14,06	3	0,41	E	F	G	
MM-A08	14,03	3	0,41	E	F	G	
EET-426xEET-378	13,88	3	0,41	E	F	G	
G5T4P1	13,82	3	0,41	E	F	G	
EET-451xEET-387	13,35	3	0,41	E	F	G	
CCN-51	12,55	3	0,41		F	G	H
G5T2P6	12,23	3	0,41			G	H
MM-A11	10,97	3	0,41				H

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

## Porcentaje de fermentación

### Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Porcentaje de fermentación.		72	0,96	0,94
				2,12

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	4031,5	23	175,28	53,25	<0,0001
Muestra	4031,5	23	175,28	53,25	<0,0001
Error	158	48	3,29		
Total	4189,5	71			

### Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=5,70984

Error: 3,2917 gl: 48

Clon de cacao	Medias	n	E.E.						
G5T2P6	99	3	1,05	A					
MM-A11	95,33	3	1,05	A	B				
AG-A01	93	3	1,05	B	C				
G5T4P1	92	3	1,05	B	C	D			
NL-A08	90,67	3	1,05	B	C	D	E		
NL-A15	89,33	3	1,05		C	D	E	F	
AG-A03	88,67	3	1,05		C	D	E	F	G
AG-A04 estrella	88,67	3	1,05		C	D	E	F	G
MM-A09	88,33	3	1,05		C	D	E	F	G
AG-A02-chupar	88	3	1,05		C	D	E	F	G
EET-801	87,67	3	1,05		C	D	E	F	G
EET-446xEET-400	86,67	3	1,05			D	E	F	G
MM-A10	85,67	3	1,05				E	F	G

EET-451xEET-387	85,33	3	1,05	E	F	G	H	I	J		
CCN-51	84,33	3	1,05		F	G	H	I	J		
EET-426xEET-378	84	3	1,05		F	G	H	I	J		
G7T16P9	83	3	1,05			G	H	I	J		
CCN-51xEET-233	82,33	3	1,05				H	I	J		
EET-446xCCN-51	82,33	3	1,05				H	I	J		
MM-A08	80,67	3	1,05					I	J	K	
NL-A12	80,33	3	1,05					I	J	K	
EET-800	79,67	3	1,05						J	K	
NL-A19	75,33	3	1,05							K	
INIAP-678	59,67	3	1,05								L

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

## ANEXO C. RESULTADOS DE ANÁLISIS QUÍMICOS DE LOS CLONES DE CACAO

### pH cotidélón

#### Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV	
pH cotidélón		72	0,98	0,97	0,67

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo		2,39	23	0,1	87,76 < 0,0001
Muestra		2,39	23	0,1	87,76 < 0,0001
Error		0,06	48	1,20E-03	
Total		2,45	71		

#### Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,10826

Error: 0,0012 gl: 48

Clon de cacao	Medias	n	E.E.
MM-A11	5,54	3	0,02 A
NL-A15	5,36	3	0,02 B
G5T4P1	5,3	3	0,02 B C
AG-A03	5,29	3	0,02 B C
G5T2P6	5,28	3	0,02 B C D
EET-451xEET-387	5,27	3	0,02 B C D
NL-A08	5,24	3	0,02 C D E

CCN-51xEET-233	5,21	3	0,02	C	D	E	F											
MM-A09	5,21	3	0,02	C	D	E	F	G										
INIAP-678	5,17	3	0,02		D	E	F	G	H									
MM-A08	5,14	3	0,02			E	F	G	H	I								
CCN-51	5,13	3	0,02				F	G	H	I								
MM-A10	5,1	3	0,02					G	H	I	J							
EET-426xEET-378	5,09	3	0,02						H	I	J							
NL-A19	5,08	3	0,02						H	I	J	K						
NL-A12	5,04	3	0,02							I	J	K	L					
AG-A04 estrella	5	3	0,02								J	K	L	M				
AG-A02-chupar	4,97	3	0,02									K	L	M				
EET-446xCCN-51	4,96	3	0,02										L	M				
EET-446xEET-400	4,93	3	0,02											M	N			
AG-A01	4,92	3	0,02											M	N			
G7T16P9	4,84	3	0,02												N	O		
EET-800	4,82	3	0,02												N	O		
EET-801	4,79	3	0,02													O		

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

## Ceniza

### Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV	
Ceniza		72	0,8	0,7	3,75

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo		3,06	23	0,13	8,11 <0,0001
Muestra		3,06	23	0,13	8,11 <0,0001
Error		0,79	48	0,02	
Total		3,85	71		

### Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,40305

Error: 0,0164 gl: 48

Clon de cacao	Medias	n	E.E.
NL-A15	3,76	3	0,07 A
NL-A08	3,74	3	0,07 A
AG-A01	3,72	3	0,07 A

INIAP-678	3,66	3	0,07 A	B			
MM-A11	3,6	3	0,07 A	B	C		
EET-451xEET-387	3,56	3	0,07 A	B	C		
G5T2P6	3,55	3	0,07 A	B	C		
NL-A19	3,5	3	0,07 A	B	C	D	
NL-A12	3,49	3	0,07 A	B	C	D	
G7T16P9	3,48	3	0,07 A	B	C	D	
MM-A09	3,46	3	0,07 A	B	C	D	
EET-801	3,46	3	0,07 A	B	C	D	
EET-446xCCN-51	3,43	3	0,07 A	B	C	D	
EET-446xEET-400	3,41	3	0,07 A	B	C	D	
AG-A03	3,39	3	0,07 A	B	C	D	E
MM-A10	3,38	3	0,07 A	B	C	D	E
AG-A04 estrella	3,3	3	0,07	B	C	D	E
EET-426xEET-378	3,28	3	0,07	B	C	D	E
CCN-51xEET-233	3,23	3	0,07		C	D	E
MM-A08	3,21	3	0,07		C	D	E
EET-800	3,14	3	0,07			D	E
AG-A02-chupar	3,1	3	0,07			D	E
CCN-51	3,1	3	0,07			D	E
G5T4P1	3	3	0,07				E

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

## Grasa

### Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV	
Grasa		72	0,85	0,78	2,89

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	467,05	23	20,31		12,01 <0,0001
Muestra	467,05	23	20,31		12,01 <0,0001
Error	81,19	48	1,69		
Total	548,24	71			

**Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=4,09297**

*Error: 1,6914 gl: 48*

Clon de cacao	Medias	n	E.E.									
AG-A02-chupar	49,44	3	0,75	A								
MM-A08	49,4	3	0,75	A	B							
AG-A04 estrella	48,97	3	0,75	A	B	C						
NL-A12	48,21	3	0,75	A	B	C	D					
NL-A08	47,57	3	0,75	A	B	C	D	E				
CCN-51	47,42	3	0,75	A	B	C	D	E				
G5T4P1	46,47	3	0,75	A	B	C	D	E	F			
EET-446xEET-400	46,21	3	0,75	A	B	C	D	E	F	G		
EET-801	45,62	3	0,75	A	B	C	D	E	F	G		
MM-A09	45,34	3	0,75		B	C	D	E	F	G		
MM-A10	45,23	3	0,75			C	D	E	F	G		
AG-A03	44,92	3	0,75			C	D	E	F	G	H	
EET-451xEET-387	44,88	3	0,75			C	D	E	F	G	H	
EET-800	44,82	3	0,75				D	E	F	G	H	
INIAP-678	44,29	3	0,75				D	E	F	G	H	
AG-A01	43,67	3	0,75					E	F	G	H	I
NL-A19	43,62	3	0,75					E	F	G	H	I
MM-A11	43,49	3	0,75					E	F	G	H	I
NL-A15	43,07	3	0,75						F	G	H	I
EET-426xEET-378	42,57	3	0,75						F	G	H	I
EET-446xCCN-51	42,51	3	0,75						F	G	H	I
CCN-51xEET-233	42,18	3	0,75							G	H	I
G5T2P6	40,84	3	0,75								H	I
G7T16P9	39,86	3	0,75									I

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

## Proteína

### Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Proteína	72	0,86	0,79	3,61

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo		63,55	23	2,76	12,57 <0,0001
Muestra		63,55	23	2,76	12,57 <0,0001
Error		10,55	48	0,22	
Total		74,11	71		

### Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=1,47559

Error: 0,2198 gl: 48

Clon de cacao	Medias	n	E.E.							
INIAP-678	15,03	3	0,27	A						
AG-A01	14,26	3	0,27	A	B					
MM-A09	14,14	3	0,27	A	B	C				
NL-A19	13,99	3	0,27	A	B	C	D			
NL-A08	13,83	3	0,27	A	B	C	D	E		
AG-A03	13,56	3	0,27	A	B	C	D	E	F	
EET-451xEET-387	13,47	3	0,27		B	C	D	E	F	
MM-A08	13,45	3	0,27		B	C	D	E	F	
AG-A04 estrella	13,31	3	0,27		B	C	D	E	F	G
G5T2P6	13,3	3	0,27		B	C	D	E	F	G
NL-A15	13,3	3	0,27		B	C	D	E	F	G
MM-A11	13,29	3	0,27		B	C	D	E	F	G
CCN-51xEET-233	13,29	3	0,27		B	C	D	E	F	G
NL-A12	12,76	3	0,27			C	D	E	F	G H
CCN-51	12,76	3	0,27			C	D	E	F	G H
EET-446xEET-400	12,64	3	0,27				D	E	F	G H
AG-A02-chupar	12,48	3	0,27					E	F	G H
EET-801	12,25	3	0,27						F	G H I
G5T4P1	12,25	3	0,27						F	G H I
MM-A10	12,16	3	0,27						F	G H I
EET-800	11,88	3	0,27							G H I
EET-426xEET-378	11,8	3	0,27							H I
EET-446xCCN-51	11,53	3	0,27							H I
G7T16P9	10,96	3	0,27							I

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

## Polifenoles totales

### Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV	
Polifenoles totales		72	0,92	0,88	9,54

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	16099,6	23	699,98	23,24	<0,0001
Muestra	16099,6	23	699,98	23,24	<0,0001
Error	1445,57	48	30,12		
Total	17545,18	71			

### Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=17,27090

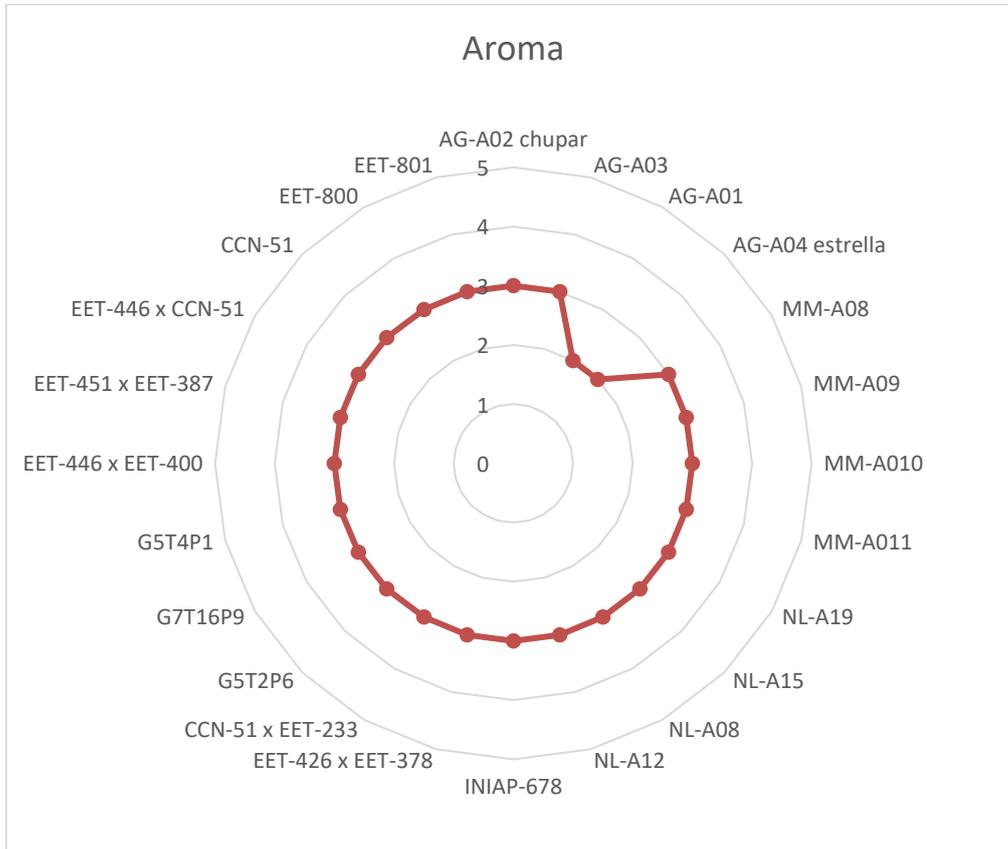
Error: 30,1161 gl: 48

Clon de cacao	Medias	n	E.E.										
AG-A04 estrella	86,15	3	3,17 A										
MM-A08	82,02	3	3,17 A	B									
EET-426xEET-378	78,21	3	3,17 A	B	C								
MM-A09	73,09	3	3,17 A	B	C	D							
INIAP-678	72,8	3	3,17 A	B	C	D							
MM-A10	71,18	3	3,17 A	B	C	D							
EET-446xEET-400	66,93	3	3,17	B	C	D	E						
EET-800	63,59	3	3,17		C	D	E						
AG-A02-chupar	60,27	3	3,17			D	E	F					
EET-451xEET-387	58,86	3	3,17			D	E	F	G				
AG-A01	58,45	3	3,17			D	E	F	G				
CCN-51	58,35	3	3,17			D	E	F	G				
G7T16P9	57,95	3	3,17			D	E	F	G	H			
G5T2P6	57,71	3	3,17			D	E	F	G	H			
CCN-51xEET-233	57,45	3	3,17			D	E	F	G	H			
NL-A19	55,84	3	3,17			D	E	F	G	H	I		
EET-446xCCN-51	50,27	3	3,17				E	F	G	H	I		
NL-A08	43,03	3	3,17					F	G	H	I		
AG-A03	42,3	3	3,17						G	H	I	J	
EET-801	42,01	3	3,17						G	H	I	J	
G5T4P1	41,02	3	3,17							H	I	J	
NL-A12	39,55	3	3,17								I	J	
NL-A15	38,67	3	3,17									I	J
MM-A11	25,4	3	3,17										J

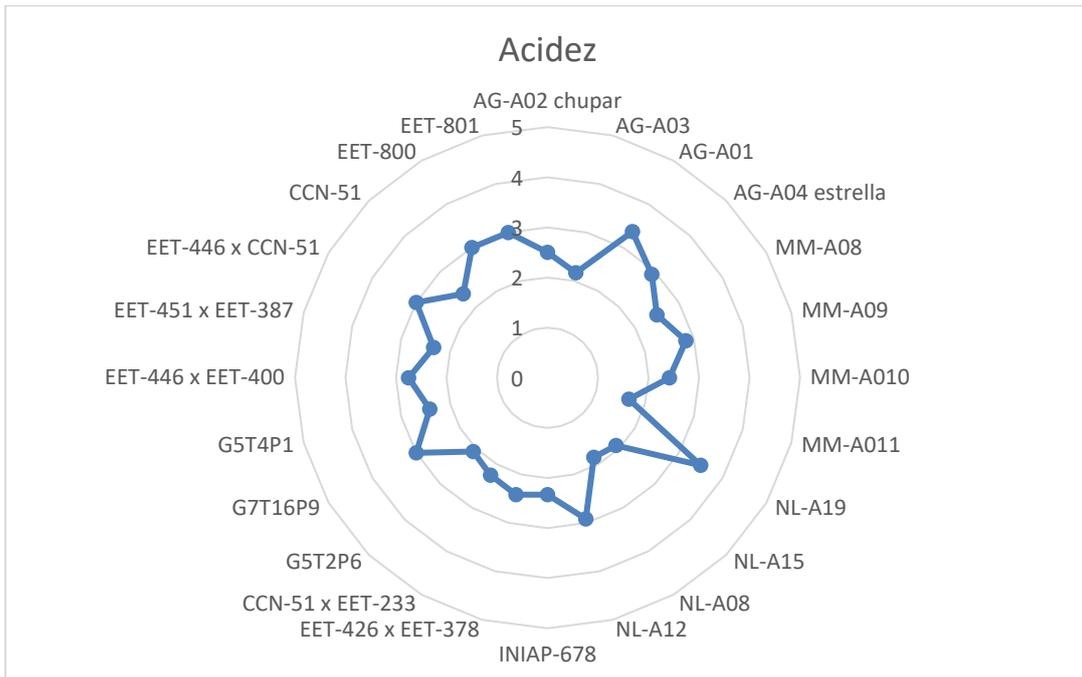
Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

## Parámetros sensoriales

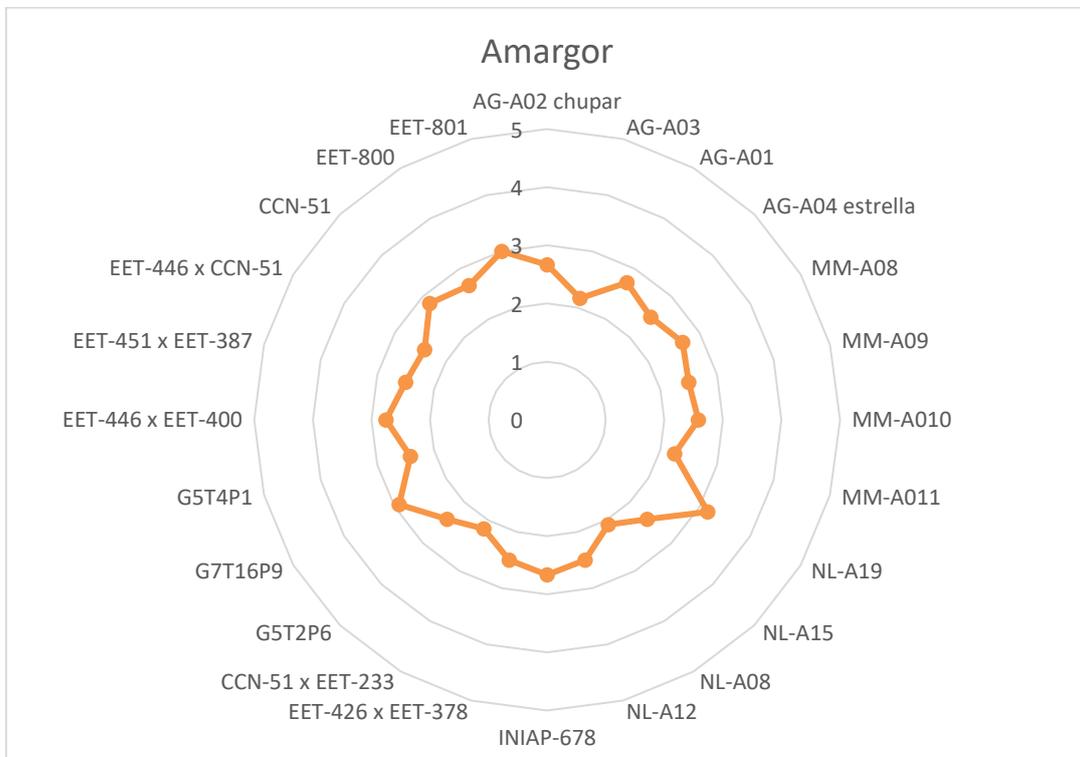
### ANEXO D. PERFIL SENSORIAL DE LA CATEGORÍA AROMA



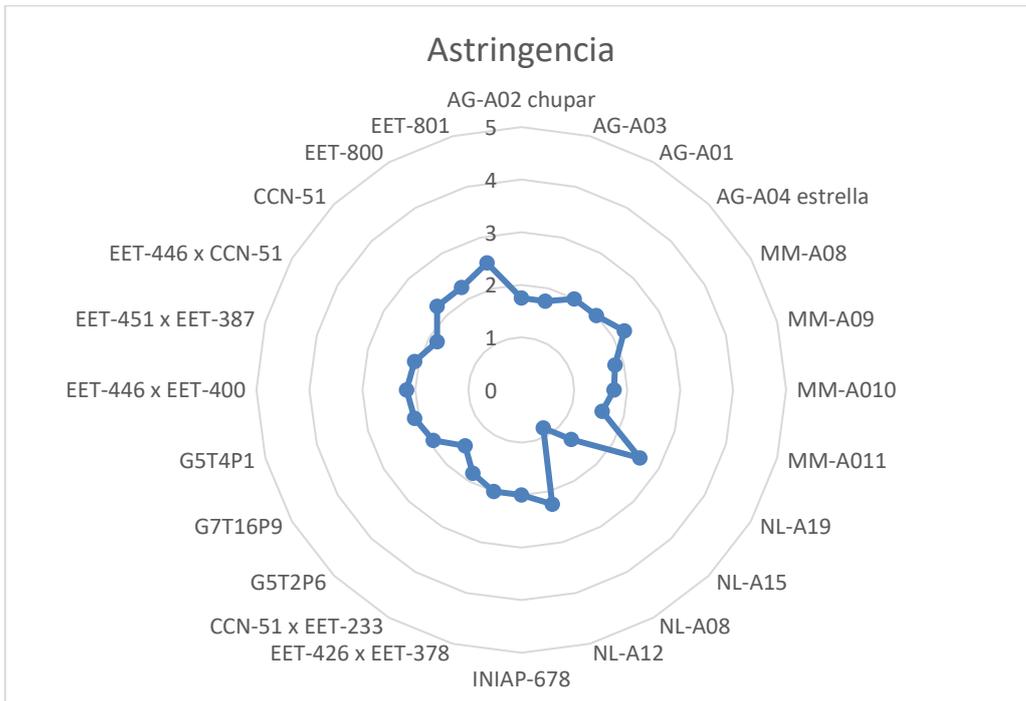
**ANEXO E. PERFIL SENSORIAL DE LA CATEGORÍA ACIDEZ**



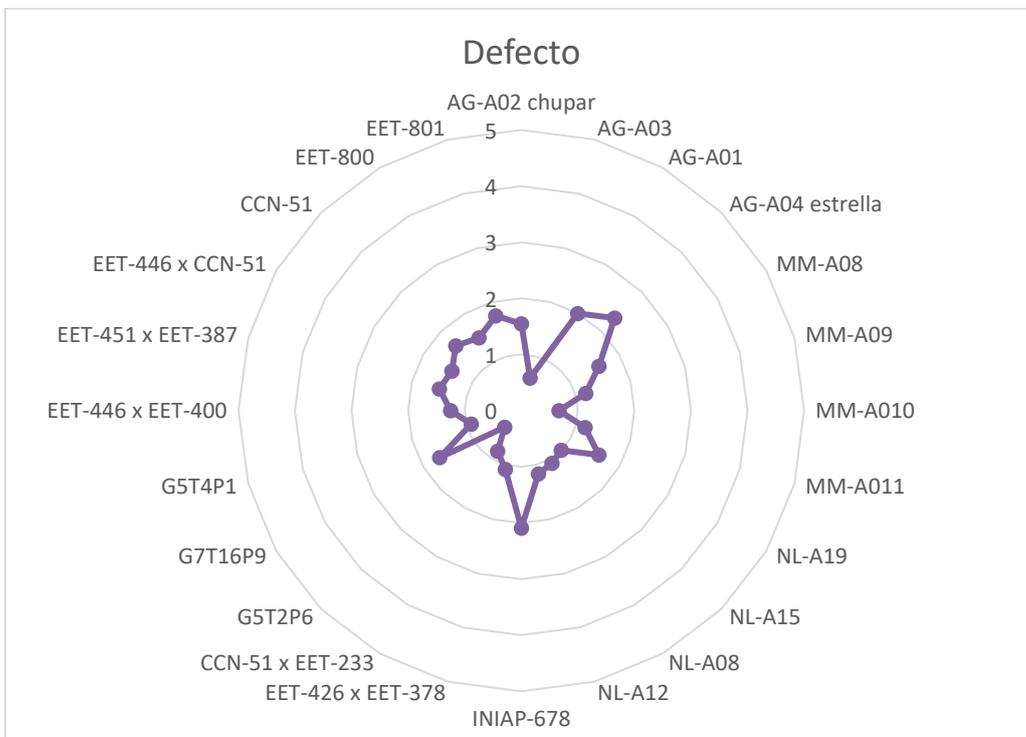
**ANEXO F. PERFIL SENSORIAL DE LA CATEGORÍA AMARGOR**



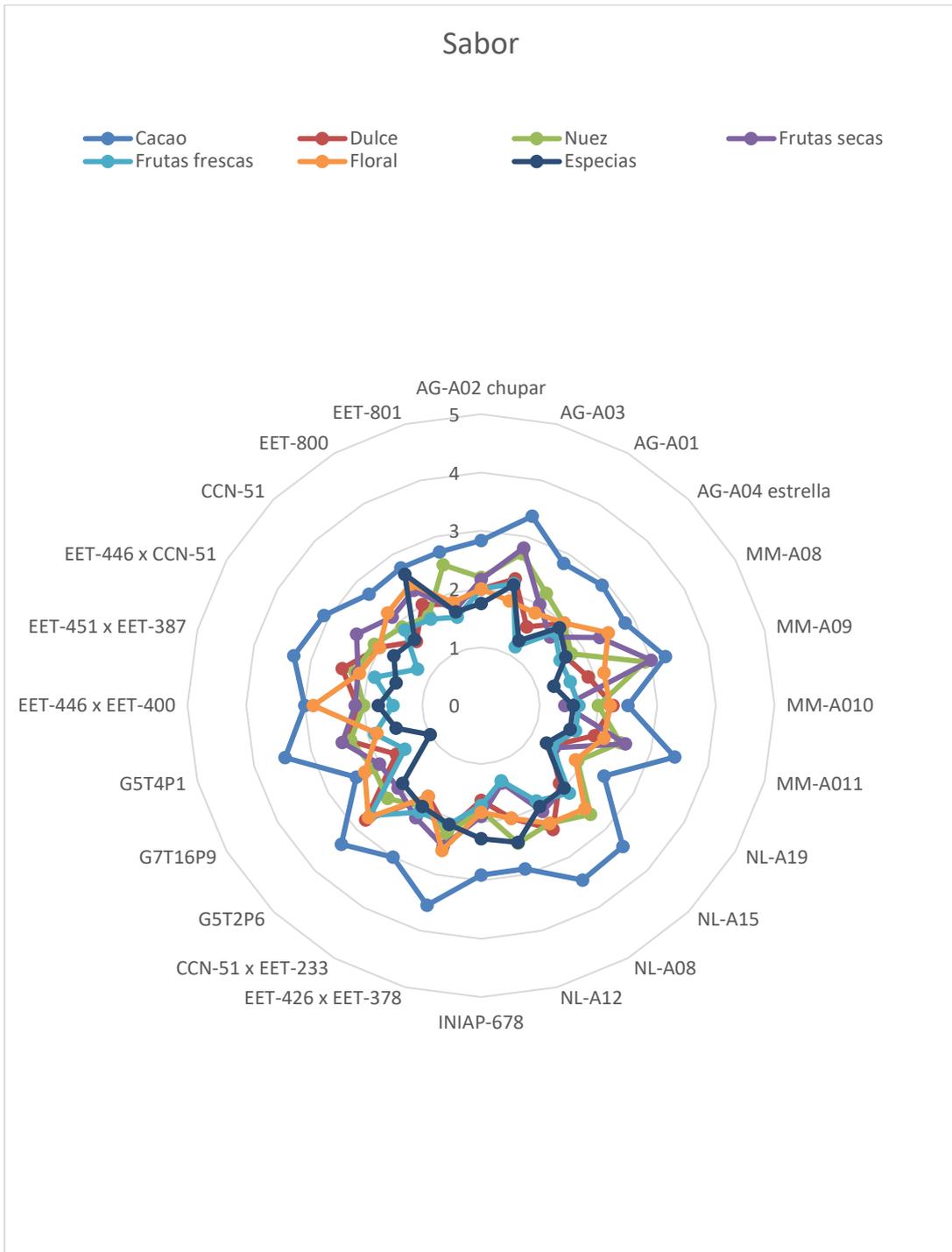
**ANEXO G. PERFIL SENSORIAL DE LA CATEGORÍA ASTRINGENCIA**



**ANEXO H. PERFIL SENSORIAL DE LA CATEGORÍA DEFECTO**



# ANEXO I. PERFIL SENSORIAL DE LA CATEGORÍA SABOR



## ANEXO J. PERFIL SENSORIAL DE LA CATEGORÍA POS GUSTO



## ANEXO K. FERMENTACIÓN DE MUESTRAS



# ANEXO L. ANÁLISIS FÍSICOS





**ANEXO M. ANÁLISIS QUÍMICOS**





**ANEXO N. PRUEBAS SENSORIALES**

