

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA  
LA MOLINA**

**ESCUELA DE POSGRADO**

**MAESTRÍA EN AGRICULTURA SUSTENTABLE**



**“CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS Y ATRIBUTOS  
SENSORIALES DE ECOTIPOS PROMISORIOS DE CACAO FINO  
DE AROMA - ZONA NOR ORIENTAL DEL PERÚ”**

**Presentada por:**

**ROICER COLLAZOS SILVA**

**TESIS PARA OPTAR EL GRADO DE MAESTRO  
*MAGISTER SCIENTIAE* EN AGRICULTURA SUSTENTABLE**

**Lima – Perú**

**2023**

## Document Information

Analyzed document	tesis Roicer Collazos.pdf (D157416721)
Submitted	2023-01-31 01:01:00
Submitted by	Beatriz Alma Hatta Sakoda
Submitter email	bhs@lamolina.edu.pe
Similarity	14%
Analysis address	bhs.unalm@analysis.arkund.com

## Sources included in the report

<b>W</b>	URL: <a href="https://repositorio.untrm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14077/2211/Oliva%20Cruz%20Segundo%20M...">https://repositorio.untrm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14077/2211/Oliva%20Cruz%20Segundo%20M...</a> Fetched: 2022-11-15 02:17:43	 <b>80</b>
<b>SA</b>	<b>TESIS CLONES DE LICOR DE CACAO aprobada 06-03-14.docx</b> Document TESIS CLONES DE LICOR DE CACAO aprobada 06-03-14.docx (D10209852)	 <b>6</b>
<b>SA</b>	<b>GONZALES LOOR - DOCUMENTO FINAL.docx</b> Document GONZALES LOOR - DOCUMENTO FINAL.docx (D156820306)	 <b>1</b>
<b>SA</b>	<b>PLAN DE TESIS 2015 gabriela loayza.docx</b> Document PLAN DE TESIS 2015 gabriela loayza.docx (D14252241)	 <b>2</b>
<b>SA</b>	<b>CACAOURKUND MENDOZA.docx</b> Document CACAOURKUND MENDOZA.docx (D14638880)	 <b>1</b>
<b>SA</b>	<b>-TESIS-UCSG- ALFREDO CUADRO.docx</b> Document -TESIS-UCSG- ALFREDO CUADRO.docx (D10856957)	 <b>1</b>
<b>SA</b>	<b>1A_Otárola_Gamarra_Antonio_Doctorado_2018.doc.docx</b> Document 1A_Otárola_Gamarra_Antonio_Doctorado_2018.doc.docx (D40410187)	 <b>1</b>
<b>SA</b>	<b>-TESIS-UCSG- ALFREDO CUADRO.docx</b> Document -TESIS-UCSG- ALFREDO CUADRO.docx (D11368479)	 <b>3</b>
<b>SA</b>	<b>Darwin Torres Segura-PT-IIA.pdf</b> Document Darwin Torres Segura-PT-IIA.pdf (D142978525)	 <b>3</b>
<b>SA</b>	<b>PLAN DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN - REYES NEVADO RICHARD DANIEL.docx</b> Document PLAN DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN - REYES NEVADO RICHARD DANIEL.docx (D110456459)	 <b>4</b>
<b>W</b>	URL: <a href="https://doi.org/10.3390/molecules25143177">https://doi.org/10.3390/molecules25143177</a> Fetched: 2023-01-31 01:03:00	 <b>2</b>
<b>W</b>	URL: <a href="http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&amp;pid=S2224-54212014000300003&amp;lng=es&amp;nrm=iso...">http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&amp;pid=S2224-54212014000300003&amp;lng=es&amp;nrm=iso...</a> Fetched: 2023-01-31 01:03:00	 <b>4</b>
<b>W</b>	URL: <a href="https://www.chocolates.com.co/wp-content/uploads/2019/09/Cartilla-Cosecha-Benef-Calidad-SEP-2019.pdf">https://www.chocolates.com.co/wp-content/uploads/2019/09/Cartilla-Cosecha-Benef-Calidad-SEP-2019.pdf</a> Fetched: 2023-01-31 01:03:00	 <b>1</b>

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA  
LA MOLINA**

**ESCUELA DE POSGRADO**

**MAESTRÍA EN AGRICULTURA SUSTENTABLE**

**“CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS Y ATRIBUTOS  
SENSORIALES DE ECOTIPOS PROMISORIOS DE CACAO FINO  
DE AROMA - ZONA NOR ORIENTAL DEL PERÚ”**

**TESIS PARA OPTAR EL GRADO DE MAESTRO  
*MAGISTER SCIENTIAE***

**Presentada por:**

**ROICER COLLAZOS SILVA**

**Sustentada y aprobada ante el siguiente jurado:**

Dr. Ricardo Borjas Ventura  
**PRESIDENTE**

Dr. Americo Guevara Perez  
**ASESOR**

Dr. Alberto Julca Otiniano  
**MIEMBRO**

Mg.Sc. Carlos Elias Peñafiel  
**MIEMBRO**

*Absolutamente consciente que el esfuerzo y la educación cambia la historia de las personas. Quiero dedicar este trabajo a todas aquellas personas, que de una manera u otra han contribuido en mi formación personal y profesional, en especial a mi entorno más cercano.*

*A mi maravillosa madre Francisca Celinda Silva Vigo, digno ejemplo de amor y valentía a quien le debo todo en la vida.*

*A mis hijos Filiph Roicer y Thiago Mathías, quienes son mi inspiración para nunca rendirme y llegar a ser un ejemplo para ellos.*

*A mi esposa Rosario, que siempre me alienta y me acompaña.*

*A mis hermanos Keith, Eric y Janine, quienes siempre están conmigo brindándome su apoyo incondicional. Todos ellos son una parte fundamental en mi vida, cuya presencia me motiva a seguir adelante.*

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios, por haberme dado la vida y junto a ella una hermosa familia y amigos que le dan el verdadero sentido.

Al Instituto de Investigación para el Desarrollo Sostenible de Ceja de Selva – INDES-CES de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza, por haberme dado la oportunidad de trabajar muchos años y aprender que la investigación y la innovación son el camino para el desarrollo de nuestra sociedad, a los técnicos, profesionales y administrativos que me han apoyado en este y otros trabajos. De forma muy especial al Director Ejecutivo – Dr. Segundo Manuel Oliva Cruz, un maestro y amigo que siempre incentiva e impulsa el desarrollo personal y profesional de su equipo técnico.

A mi Asesor, Dr. Américo Guevara Pérez, por todo su apoyo y enseñanzas, demostrando siempre su vocación de servicio y gran calidad humana.

A la Universidad Nacional Agraria La Molina - UNALM, por haberme permitido ser parte de la Escuela de Posgrado en la Maestría de Agricultura Sustentable, donde tuve la oportunidad de conocer personas de gran calidad humana y profesional de quienes he aprendido mucho y me han ayudado a llegar a esta etapa de mi vida.

# ÍNDICE GENERAL

I.	INTRODUCCIÓN .....	1
II.	REVISIÓN DE LITERATURA .....	3
	2.1. EL CULTIVO DE CACAO Y SU IMPORTANCIA .....	3
	2.2. DIVERSIDAD GENÉTICA.....	4
	2.3. CACAO AMAZONAS PERÚ .....	5
	2.4. PROCESO DE COSECHA Y POST COSECHA DEL CACAO .....	6
	2.4.1. Cosecha .....	6
	2.4.2. Desgrane .....	7
	2.4.3. Fermentación.....	7
	2.4.4. El secado .....	9
	2.4.5. Almacenado .....	11
	2.4.6. Evaluación de la calidad del cacao .....	11
III.	MATERIALES Y MÉTODOS .....	14
	3.1. UBICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN .....	14
	3.2. EQUIPOS Y MATERIALES .....	15
	3.2.1. Equipos .....	15
	3.2.2. Materiales.....	16
	3.3. CARACTERIZACIÓN DE ECOTIPOS DE CACAO .....	16
	3.3.1. Criterios de selección de ecotipos promisorios de cacao fino de aroma... 16	
	3.3.2. Caracterización física de frutos y atributos sensoriales de la pulpa fresca de ecotipos promisorios de CFA .....	19
	3.4. Determinación de características químicas y atributos sensoriales de la pasta de cacao procedente de la zona nororiental del Perú .....	25
	3.4.1. Preparación de la muestra .....	25
	3.4.2. Determinación de características químicas .....	27
	3.4.3. Determinación de atributos sensoriales de la pasta de cacao.....	29
	3.5. DETERMINACIÓN DE LA VARIABILIDAD DE LOS ECOTIPOS PROMISORIOS DE CACAO FINO DE AROMA .....	32
	3.6. ANÁLISIS ESTADÍSTICOS.....	32
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	33
	4.1. SELECCIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE ECOTIPOS PROMISORIOS DE CACAO FINO DE AROMA EN LA ZONA NORORIENTAL DEL PERÚ....	33

4.1.1.	Selección de ecotipos promisorios.....	33
4.1.2.	Caracterización de los ecotipos promisorios, mediante descriptores.....	35
4.2.	CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS Y ATRIBUTOS SENSORIALES DE LA PASTA DE CACAO PROCEDENTE DE LA ZONA NORORIENTAL DEL PERÚ.....	52
4.2.1.	Características químicas.....	52
4.2.2.	Determinación de los atributos sensoriales de la pasta de cacao.....	61
4.3.	VARIABILIDAD DE ECOTIPOS PROMISORIOS DE CACAO FINO DE AROMA.....	65
V.	CONCLUSIONES.....	80
VI.	RECOMENDACIONES.....	81
VII.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	82
VIII.	ANEXOS.....	97

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Número de muestras de ecotipos de cacao colectados por región y provincias....	15
Tabla 2: Información de 30 ecotipos promisorios de cacao fino de aroma de la zona nor oriental del Perú.....	18
Tabla 3: Descriptores morfológicos de frutos y semillas .....	20
Tabla 4: Descriptores de productividad del CFA .....	23
Tabla 5: Descriptores sensoriales del cacao nativo fino de aroma .....	24
Tabla 6: Caracterización morfológica de frutos de 30 ecotipos promisorios de cacao fino de aroma de la zona nor oriental del Perú, 2018 .....	38
Tabla 7: Características morfológica de la semilla de 30 ecotipos promisorios de CFA de la zona nor oriental del Perú.....	43
Tabla 8: Características organolépticas de 30 ecotipos promisorios de CFA de la zona nor oriental del Perú.....	47
Tabla 9: Valores medios para los datos cuantitativos correspondientes a las características de productividad .....	51
Tabla 10: Características químicas de la pasta de cacao de 30 ecotipos de CFA.....	58
Tabla 11: Características sensoriales de la pasta de cacao .....	63
Tabla 12: Características de los grupos genéticos en función de los descriptores de productividad.....	67
Tabla 13: Características de los grupos genéticos en función de las variables cuantitativas del perfil químico de la pasta de cacao.....	68
Tabla 14: Características de los grupos en función de las variables cuantitativas de los descriptores organolépticas de la pasta de cacao.....	69
Tabla 15: Asociación de los descriptores morfológicos de fruto, semilla y características de producción con la formación de los grupos.....	71
Tabla 16: Asociación de las características organolépticas de la pulpa de 30 ecotipos de CFA con la formación de los grupos.....	72
Tabla 17: Características de los 4 grupos de CFA promisorios .....	78

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Cosecha selectiva de mazorcas del cacao .....	6
Figura 2. Cosecha selectiva de mazorcas del cacao .....	7
Figura 3. Cajones de fermentación de cacao .....	8
Figura 4. Secado de grano fermentado de cacao – CEPROAA -Amazonas .....	9
Figura 5. Prueba de corte para evaluar la calidad del grano fermentado y seco de cacao – CEPROAA –Amazonas.....	13
Figura 6. Mapa del ámbito del estudio .....	14
Figura 7. Descriptores del fruto de cacao: ápice del fruto y constricción basal del fruto ...	21
Figura 8. Descriptores del fruto de cacao: forma del fruto y profundidad del surco.....	21
Figura 9. Descriptores del fruto de cacao: Rugosidad del fruto .....	22
Figura 10. Descriptores de la semilla del cacao .....	22
Figura 11. Hoja de evaluación sensorial de almendras de cacao.....	25
Figura 12. Proceso de preparación de la muestra para la obtención de la pasta de cacao...	27
Figura 13. Hoja de evaluación sensorial de pasta de cacao.....	31
Figura 14. Puntuación obtenida de 20 ecotipos de cacao de la colección Indes y 10 de la colección CAP. ....	34
Figura 15. Características morfológicas: (a) color del fruto inmaduro, (b) características de forma del fruto, de 30 ecotipos promisorios de CFA de la zona nor oriental del Perú. ....	36
Figura 16. (a) Forma del ápice del fruto y (b)características de rugosidad del fruto, de 30 ecotipos promisorios de CFA de la zona nororiental del Perú .....	37
Figura 17. Constricción basal del fruto (a) y características de grosor de la cascara (b), de 30 ecotipos promisorios de CFA de la zona nor oriental del Perú .....	40
Figura 18. (a) Disposición de un par de lomos del fruto, (b) Características de profundidad de surcos primarios, de 30 ecotipos promisorios de CFA de la zona nororiental del Perú	41
Figura 19. Características morfológicas del tamaño de fruto de 30 ecotipos promisorios de CFA de la zona nororiental del Perú .....	42
Figura 20. Características morfológicas de forma en sección longitudinal de la semilla (a) y forma transversal de las semillas (b), de 30 ecotipos promisorios de CFA de la zona nororiental del Perú. ....	44
Figura 21. Características morfológicas de tamaño de la semilla (a) y del color del cotiledón (b), de 30 ecotipos promisorios de CFA de la zona nororiental del Perú.....	45
Figura 22. Características sensoriales de dulzura (a) y características de acidez (b), de 30	

ecotipos promisorios de CFA de la zona nororiental del Perú. ....	48
Figura 23. Características sensoriales de amargor (a) y características de astringencia (b), de 30 ecotipos promisorios de CFA de la zona nororiental del Perú .....	49
Figura 24. Características florales (a) y características frutales (b), de 30 ecotipos promisorios de CFA de la zona nororiental del Perú.....	50
Figura 25. Histogramas de tres caracteres de productividad de 30 ecotipos de CFA .....	52
Figura 26. Análisis de componentes principales en función a características químicas de la pasta de cacao de 30 ecotipos de CFA .....	60
Figura 27. Análisis de conglomerados de 30 ecotipos promisorios de CNFA según sus características morfológicas del fruto y semilla, descriptores de productividad y las características sensoriales del fruto, características químicas y perfil sensorial de la pasta	66
Figura 28. Análisis de correspondencias múltiples (ACM) entre las características de fruto y semilla.....	73
Figura 29. Análisis de correspondencias para las características organolépticas de la pulpa de cacao .....	74
Figura 30. Análisis de componentes principales en función a características organolépticas de la pasta de cacao de 30 ecotipos de CFA.....	75
Figura 31. Perfil sensorial de la pasta de cada grupo de cacao encontrado.....	76

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Puntuación de 146 ecotipos de cacao fino de aroma de la zona nor oriental del Perú .....	98
Anexo 2: Información de 30 genotipos considerados promisorios distribuidos en tres regiones, Cajamarca, Amazonas y San Martín.....	102
Anexo 3: Métodos utilizados para determinar las características químicas .....	103
Anexo 4: Resultados de determinación de teobromina y cafeína.....	111
Anexo 5: Mapa de ubicación de 30 ecotipos promisorios de cacao fino de aroma en Amazonas, Cajamarca y San Martín .....	116
Anexo 6: Características fisicoquímicas y perfil sensorial de ecotipos promisorios de cacao fino de aroma – zona nor oriental del Perú.....	117
Anexo 7: Registro fotográfico de diferentes etapas de la investigación.....	147

## RESUMEN

El objetivo principal de esta investigación fue evaluar las características físicas, química y atributos sensoriales de pasta de cacao, procedente de ecotipos promisorios de cacao fino de aroma de la zona nor oriental del Perú (Amazonas, Cajamarca y San Martín), para ello, se seleccionó y caracterizó ecotipos promisorios de cacao fino de aroma, evaluándose las características físicas mediante descriptores estandarizados del fruto, semilla, características organolépticas y de productividad. Las características químicas de la pasta se obtuvieron mediante las metodologías de la AOAC; y los atributos sensoriales de la pasta mediante jueces expertos. Se seleccionaron y caracterizaron 20 ecotipos de la colección INDES y 10 de la colección de los Cacaos con Denominación de Origen Amazonas Perú; de ellos, el 80 por ciento y 77 por ciento de los ecotipos presentaron el color de fruto inmaduro verde y la forma elíptica de los frutos, respectivamente. El 90 por ciento tienen par de lomos equidistantes, el 50 por ciento profundidades intermedias de surcos primarios y el 77 por ciento presentaron frutos grandes. Para el perfil sensorial aroma, destacaron los ecotipos, INDES 53 ( $5.64 \pm 0.48$ ) y CAP-92 ( $6.79 \pm 0.39$ ), para el puntaje total, los ecotipos CAP-40 y CAP-50 reportaron los mayores puntajes con  $72.64 \pm 2.75$  y  $71.79 \pm 3.00$ , respectivamente. La variabilidad de los ecotipos dependió de las variables categóricas: forma de ápice, disposición de un par de lomos, forma de sección longitudinal, color de cotiledón, tamaño de semilla, dulzura, amargor, astringencia, notas florales y frutales; y las variables numéricas dependieron de: peso seco de semilla, índice de mazorca, actividad antioxidante, aroma, acidez, astringencia, amargor, post gusto, puntaje del catador y puntaje total; estas variables permitieron encontrar 4 grupos bien definidos, donde el grupo 4 sobresale por presentar bajo amargor y astringencia, niveles altos de notas frutales y florales en la pulpa, con semillas de tamaño grande, peso muy bajo de semilla (1.66) e índice de mazorca de 12.64.

**Palabras clave:** Cacao, ecotipos promisorios, organolépticas, productividad.

## ABSTRACT

The main objective of this was evaluate the physical, chemical characteristics and sensory attributes of cocoa paste from promising ecotypes of fine aroma cocoa from the northeastern zone of Peru (Amazonas, Cajamarca and San Martin), for this research, ecotypes of fine aroma cocoa were selected and characterized, and the physical characteristics were evaluated through standardized descriptors of the fruit, seed, organoleptic and productivity characteristics. The chemical characteristics of the paste were obtained using AOAC methodologies; and the sensory attributes of the paste were evaluated by expert judges. Twenty ecotypes were selected and characterized from the INDES collection and 10 from the Cacaos with Denomination origin from Amazonas Peru collection; of these, 80 percent and 77 percent of the ecotypes had immature green fruit color and elliptical fruit shape respectively. 90 percent had equidistant spines, 50 percent had intermediate depth of primary grooves and 77 percent had large fruit. For the sensory profile, INDES 53 ( $5.64 \pm 0.48$ ) and CAP-92 ( $6.79 \pm 0.39$ ) ecotypes stood out; for the total score, CAP-40 and CAP-50 ecotypes reported the highest scores with  $72.64 \pm 2.75$  and  $71.79 \pm 3.00$ , respectively. The variability of the ecotypes depended on the categorical variables: apex shape, spine pair arrangement, longitudinal section shape, cotyledon color, seed size, sweetness, bitterness, astringency, floral and fruity notes; and on the numerical variables seed dry weight, cob index, antioxidant activity, aroma, acidity, astringency, bitterness, bitterness, aftertaste, taster score and total score; these variables allowed finding 4 well-defined groups, where group 4 stands out for presenting low bitterness and astringency, high levels of fruity and floral notes in the pulp, with large seed size, very low seed weight (1.66) and a cob index of 12.64.

**Keywords:** Cocoa, promising ecotypes, organoleptic, productivity.

## I. INTRODUCCIÓN

El cacao (*Theobroma cacao* L.) forma parte de la familia Malvaceae y del género *Theobroma* (Prabhakaran-Nair 2010). Su centro de origen es América del Sur y es considerado como uno de los recursos más importantes de Mesoamérica, ya que se domesticó y se usó como bebida ritual en esta región (Hipólito-Romero *et al.* 2017). Asimismo, es un producto importante en el mundo, siendo el principal ingrediente en la fabricación del chocolate por su valor y calidad, los cuales están relacionados con sabores únicos y complejos que posee el cacao (Aprotosoiaie *et al.* 2016).

El Perú es una de las principales zonas donde existen grandes cultivos de cacao con especial relevancia para la economía de este país. De hecho, el cacao es un cultivo internacional importante y económicamente importante que se ha relacionado con varios beneficios tales como antialérgico, antiaterogénico, antiinflamatorio, antimicrobiano, antioxidante, antitrombótico, cardioprotector y vasodilatador. Propiedades, relacionadas con los compuestos bioactivos que contiene (Cádiz-Gurrea *et al.* 2020).

La Amazonía alberga amplia variabilidad y diversidad genética donde se puede encontrar cacao silvestre, cultivado y otras especies del género *Theobroma* en poblaciones dispersas. Además de los rasgos morfológicos que los distinguen de los forasteros, la selección de ecotipos altamente productivos y la apreciada calidad aromática de sus almendras le brinda un sitio en el mercado internacional, con potencial de expansión, dadas las tendencias mundiales de crecimiento en el consumo de cacao (Saavedra *et al.* 2017).

La calidad de *Theobroma cacao* L. está influenciada por diferentes variables tanto en el cultivo como en los procesos de poscosecha, es por ello que a este último se le debe brindar especial atención por ser la etapa en que se forman los precursores del sabor y aroma, determinantes en la calidad y diferenciación del cacao en la industria del chocolate (Barrientos *et al.* 2019).

Las características reológicas y propiedades físicas de la pasta de cacao, el sabor y aroma de las almendras y de los derivados de éstas (especialmente el chocolate), son los que impulsaron y lograron la popularidad del cacao.

El sabor a chocolate se forma a partir de las características genéticas, el proceso de beneficio (especialmente la fermentación y secado realizado por el productor), y la torrefacción efectuada por la industria. Del Rosario-Castro *et al.* (2017) y Riaño *et al.* (2016), reportan que existen muchos factores como el origen geográfico, condiciones edafo-climáticas, manejo agronómico, tipo de cultivar e índice de cosecha que influyen en las características físicas y químicas de las grasas totales y el perfil de ácidos grasos del cacao

Esta investigación tiene por objetivo seleccionar y caracterizar ecotipos promisorios de cacao fino de aroma, evaluar las características fisicoquímicas y atributos sensoriales de la pasta de cacao y determinar la variabilidad de los ecotipos promisorios de cacao fino de aroma de la zona nor oriental del Perú.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1. EL CULTIVO DE CACAO Y SU IMPORTANCIA

Actualmente en el mundo, el cacao es cultivado por 5.5 millones de agricultores, distribuidos en más de 40 países de África, Asia y América (Julca *et al.* 2021). El cacao es cultivado con un fin comercial a 15° al norte y 15° al sur de la línea ecuatorial. Sin embargo, también se encuentra desde el sur de la línea ecuatorial hasta latitudes subtropicales. Necesita temperaturas promedio que va desde 23 °C a 30 °C durante todo el año, siendo el óptimo de 25 °C (Romero y Urrego-Vargas 2016). La precipitación se convierte en un factor importante en el cultivo de cacao, al requerir entre 1 400 y 3 000 mm, por tanto, cuando la precipitación está por debajo de 100 mm se genera problemas en el cultivo debido al déficit hídrico, lo que conlleva a problemas en la floración y brote de hojas (García-Carrión 2010).

La altitud óptima para producir cacao fino de aroma se encuentra entre los 500 a 900 msnm; sin embargo, se puede producir desde el nivel del mar hasta altitudes inferiores a los 1 200 msnm (CAC.PANGO 2016); además, la mayor diversidad de cacao con presencia de notas florales y frutales entre medias y altas se puede encontrar en altitudes superiores a los 501 msnm (Oliva-Cruz *et al.* 2021). Por otro lado, el Perú al encontrarse cerca de la línea ecuatorial, puede formar microclimas aptos para el cultivo de cacao hasta los 1 400 msnm (Arvelo-Sánchez *et al.* 2017).

El Perú ocupa entre el octavo y noveno puesto como productor de cacao y es el segundo productor de cacao orgánico a nivel mundial. En el ámbito nacional, el cacao es el sexto cultivo con mayor importancia, es cultivado por más de 138 000 productores, en un área que supera las 140 000 hectáreas (ha), siendo San Martín, Junín, Ucayali, Huánuco, Cusco, Amazonas y Ayacucho las principales regiones productoras. Así mismo, este cultivo gana importancia económica y social debido a que permite ingreso de divisas por un valor aproximado de US\$ 260 millones anuales, y se utiliza en programas de reconversión del cultivo de coca, permitiendo legalizar las actividades de los agricultores (MINAGRI 2018).

El origen del cacao es muy controversial debido a que es muy difícil encontrar los ancestros silvestres del cacao moderno; diversos autores tradicionalmente se han referido a las zonas de Mesoamérica como el posible centro de origen del cacao; sustentado por los múltiples hallazgos arqueológicos realizados en el cerro Manatí, en el centro de la cultura Olmeca y en las selvas bajas del sur de México datadas en 1750 a.C (Attolini 2011), así como en hallazgos relacionados en Belice, Colha y Uaxactún, Guatemala; y en el Valle de Ulúa (Honduras), considerando a estos hallazgos como los más antiguos indicios del cultivo y domesticación del cacao (Coe y Coe 2011).

Sin embargo, investigaciones y hallazgos recientes sugieren que como mínimo una variedad de cacao tiene como centro de origen la alta Amazonía y que se utiliza desde hace más de 5000 años (Ochoa 2017; Oliva *et al.* 2020). Al estudiar la diversidad de especies del cacao en la zona nor oriental del Perú, Oliva *et al.* (2021), encontraron cinco grupos fenotípicamente diferentes, y debido a esta gran variedad de especies se propone a esta zona como un posible centro de origen del cacao.

## **2.2. DIVERSIDAD GENÉTICA**

*Theobroma cacao* es un árbol que se desarrolla en el trópico y es nativo de América del Sur. La familia Theobroma está formada por alrededor de 20 especies diferentes quienes poseen un ancestro común y características similares. Sin embargo, *Theobroma bicolor* y *Theobroma grandiflorum* también son usados para elaborar productos similares al chocolate, por poseer propiedades muy similares (Frizo 2018).

En 1944, el botánico británico Ernest Entwistle Cheesman definió dos grupos genéticos de cacao: Criollos y Forasteros, basándose en las características morfológicas y en su centro de origen, hibridaciones naturales de estos dos grupos permitieron formar un tercer grupo a los cuales denominó Trinitario, clasificación que sigue vigente hasta la actualidad (Ramos-Ospino y Gómez-Álvarez 2019).

En el mundo se cultivan principalmente tres grupos de cacao: (1) Criollos, (2) Forasteros y (3) Trinitario. El grupo de los Criollos son el primer grupo de cacao doméstico en el mundo. Se tiene evidencias que el grupo de los Criollos fue cultivado por la cultura Maya en América central. El grupo de los Forasteros está formado por diferentes poblaciones localizadas en la región Amazónica, desde Colombia hasta Guyanas. Por su parte, el grupo de los Trinitarios

fueron obtenidos por la recombinación de los Criollos con los Forasteros hace 3800 años (Powis 2011; citado por Ruiz-Eraza 2014).

Pese a esta clasificación de tres grandes grupos, Motamayor *et al.* (2008) proponen una clasificación más amplia y moderna la cual permite entender mejor la amplia variedad genética del cacao, proponiendo así que el cacao está dividido en 10 grupos genéticos: (1) Amelonado, (2) Contamaná, (3) Criollo, (4) Curaray, (5) Guyana, (6) Iquitos, (7) Marañón, (8) Nacional, (9) Nanay y (10) Purús, que se encuentran distribuidos en América central y América del Sur.

### **2.3. CACAO AMAZONAS PERÚ**

La denominación de origen “Cacao Amazonas Perú” fue otorgada al cacao Amazonense por parte del Instituto de Defensa del Consumidor y la Propiedad Intelectual (INDECOPI), para distinguir el grano seco fermentado de la variedad conocida como "cacao nativo". Este producto catalogado como Cacao Amazonas Perú (CAP) se produce, extrae y elabora, en los distritos de Imaza, Copallín, La Peca, Aramango, El Parco y Bagua, ubicados en la provincia de Bagua; asimismo en la provincia de Utcubamba en los distritos de Cajaruro, Bagua Grande, Cumba, El Milagro y Lonya Grande (INDECOPI 2016). El Cacao Amazonas Perú presenta características particulares en atención a su conexión entre el origen geográfico y la interacción de los factores naturales y humanos, influenciados por la altitud que va desde los 450 hasta los 1200 msnm, en un territorio que se caracteriza por tener un clima de bosque subtropical y bosque seco ecuatorial, siendo las zonas de vida Monte Espinoso Tropical, Bosque Muy Seco, Bosque Seco Pre Montano, Bosque Seco Montano, respectivamente, en el que se encuentra material genético de cacao muy diverso y heterogéneo de procedencia local y foránea, introducida por agricultores y migrantes (FIP 2016).

La denominación de origen “Cacao Amazonas Perú” supuso realizar un diagnóstico detallado de las plantaciones de cacao existentes en zonas productoras de cacao de las provincias de Bagua y Utcubamba y la evaluación organoléptica de los granos cosechados. Los resultados mostraron que los rendimientos por unidad de superficie eran bajos, empero su calidad era superior a los promedios conocidos, por tal motivo, se desarrolló trabajos de identificación de árboles élitos e instalación de bancos de germoplasma para recuperar y conservar el material genético local; en mérito a ello y tras elaborar los estudios correspondientes, el Instituto de Defensa del Consumidor y la Propiedad Intelectual

(Indecopi) declara la protección de la Denominación de Origen Cacao Amazonas Perú, a través de la Resolución N° 014866-2016/DSD-INDECOPI (FIP 2016).

## **2.4. PROCESO DE COSECHA Y POST COSECHA DEL CACAO**

### **2.4.1. Cosecha**

En Perú el periodo de cosecha está comprendido entre los meses de abril a agosto la cosecha mayor, y entre setiembre y marzo la cosecha menor. La cosecha consiste en cortar las mazorcas maduras del árbol, estas mazorcas deben haber alcanzado su madurez fisiológica lo cual permitirá que el fruto exprese los aromas característicos de la especie. Generalmente los frutos alcanzan la madurez a los cinco a seis meses después de la polinización, el principal criterio para reconocer la madurez de un fruto es el cambio de coloración de la cascara, los de color verde pasan a amarillo y los rojos a anaranjado, los frutos de color violeta oscuro presentan mayor dificultad para reconocer el punto de madures. La acción de cortar y separar el fruto del árbol debe hacerse con cuchillos, tijeras, tijeras telescópicas con buen filo, y el pedúnculo debe cortarse cercano al fruto (Julca *et al.* 2021).

El éxito de la post cosecha del cacao depende de una recolección oportuna de las mazorcas, cuando estas se encuentren completamente maduras, los frutos muy madurados en algunos casos poseen semillas germinadas, poca pulpa, que al mezclarse con el resto de cacaos en buen estado afectan la calidad final del cacao fermentado (Puyutaxi *et al.* 2009). Lo mismo sucede con las mazorcar que contengan granos deteriorados como pudriciones ocasionadas por daños físicos y/o plagas o enfermedades (Figura 1).



**Figura 1. Cosecha selectiva de mazorcas del cacao**

Por tanto, los aromas finos son determinados por el genotipo (BID, n.d.); sin embargo, los detalles de sabor y aroma del cacao también depende de un adecuado manejo del cultivo, manejo post cosecha adecuado y adecuadas condiciones naturales (suelo, clima, temperatura, entre otros) (Porillo *et al.* 2006).

#### **2.4.2. Desgrane**

La apertura del fruto se realiza en campo con la ayuda de un mazo de madera o un machete que carece de filo para evitar daños a la almendra (Compañía Nacional de Chocolates 2019). Además, para evitar daños de las almendras y mantener la calidad, la extracción debe de ser realizado con los dedos (Figura 2).



**Figura 2. Cosecha selectiva de mazorcas del cacao**

#### **2.4.3. Fermentación**

La fermentación es la etapa con mayor importancia en el tratamiento de los granos de cacao, es un proceso de acciones microbianas que inicialmente están dominadas por levaduras y posteriormente superadas por bacterias del ácido láctico; estas especies declinan después de 48 horas de fermentación y son reemplazadas por bacterias de ácido acético (De Melo Pereira *et al.* 2013). Las almendras de cacao forman las sustancias responsables del sabor a chocolate en los cotiledones, que pueden estar asociados a las notas florales (floral, frutal, nuez, malta, etc.) (Puyutaxi *et al.* 2009). Mediante este proceso se mata la capacidad germinativa de la semilla y se provocan reacciones y cambios bioquímicos (De Melo Pereira *et al.* 2013).

La fermentación debe realizarse en lugares ventilados, sin exceso de viento y en un lugar destinado solo para el fermentado del cacao alejado de cualquier sustancia que pueda afectar la calidad final del cacao (Puyutaxi *et al.* 2009). La fermentación involucra básicamente 3 fases: Anaeróbica (sin presencia de oxígeno) que tiene lugar en las 48 horas iniciales; Aeróbica (en presencia de oxígeno) donde el ácido láctico se incrementa considerablemente y la temperatura llega a 40 °C; finalmente la fase de Oxidación donde la temperatura se mantiene entre 48 y 50 °C y se debe realizar volteos constantes de los granos (BID, n.d.).

#### **a. Métodos de fermentación**

El proceso de fermentación del cacao generalmente se lleva a cabo en cajones fabricados de madera, y el tiempo que dura el proceso de fermentación puede variar de dos a ocho días, dependiendo de la variedad, de los países, regiones productoras de cacao, volumen de producción, clima, y recursos económicos (Schwan y Wheals 2004; BID, n.d); según Julca *et al.* (2021) los tipos criollos requieren de tres a cuatro días y los forasteros de seis a ocho días para una adecuada fermentación. Los métodos de fermentación más comunes son: en montones, en sacos, en cajones, el método Rohan y el empleo de tendales (UNALM 2012).

Los cajones fermentadores son los más utilizados en las áreas productoras de cacao, están construidas de madera lo cual asegura un cacao de calidad, con buen olor, sabor y apariencia, los tamaños son diversos, y están en función al volumen de cacao a procesar, para 50 a 60 kg de cacao recomiendan un cajón de 60 x 60 x 60 cm (Julca *et al.* 2021). Después de la fermentación, las almendras pueden contener un 60 por ciento de humedad, que será disminuido en la etapa del secado de los mismos.



**Figura 3. Cajones de fermentación de cacao**

#### 2.4.4. El secado

El secado debe garantizar que la humedad se reduzca hasta valores de seis a siete por ciento, lo cual ayudará a disminuir la acidez volátil acumulada en las almendras después de la fermentación, facilitará la conservación y evitará proliferación de hongos (Puyutaxi *et al.* 2009; Vázquez-Ovando *et al.* 2016).

Este proceso también influye de forma significativa sobre la calidad final de cacao; por lo tanto, debe recibir la importancia del caso, así mismo completa la fase de oxidación del grano de cacao, que empieza al inicio de la exposición al sol y se gradúa conforme va aumentando las horas de exposición en los últimos días que puede estar entre 8 a 10 días (Jiménez 2000).

##### a. Métodos de secado

- **Secado natural (al sol)**

Este tipo de secado se hace exponiendo las almendras a los rayos solares, para ello se colocan los granos fermentados, extendidos sobre una plataforma de madera o mallas. Los granos se colocan en capas de 5 a 10 cm de espesor y se remueven constantemente, para que siempre circule aire fresco que evita la formación de moho y ayuda a que el secado sea de la forma más homogénea posible, este proceso puede durar entre 5 a 7 días, depende de las condiciones climáticas (Figura 4) (Engels *et al.* 1980).



**Figura 4. Secado de grano fermentado de cacao – CEPROAA -Amazonas**

El secado natural tiene algunas limitaciones, una de ellas es la contaminación con agentes externos como estiércol de aves domésticas o aves silvestres, que se posan en los secadores motivados por el color y forma de los granos, este tipo de contaminación es muy riesgosa ya que a través del estiércol se propaga organismos como la salmonella (Aguilar 2017).

- **Secado artificial**

Este tipo de secado sirve para zonas con constantes lluvias, en plantaciones de gran extensión, épocas de picos de cosecha, y son una buena alternativa para sustituir al secado natural (IICA 2017). Para el secado artificial del cacao se utilizan distintas fuentes de calor, preferentemente las generadas a partir de la combustión de carburantes como el gas natural (Parra 2014). En algunos países como Ecuador para el secado artificial se utilizan mayoritariamente secadores artificiales estacionarios. Enríquez (2004), menciona algunos tipos de secadores artificiales: estufas, secadoras con leña, secadoras de combustión, secadoras eléctricas y la secadora de cacao tipo Samoa.

**b. Composición química del cacao seco y fermentado**

El cacao contiene cerca de 300 compuestos volátiles incluyendo esteroides, hidrocarbocetonas, monocarbonilos, piroles, y otros más. Se ha dicho que los importantes componentes de sabor son los esteroides alifáticos, polifenoles, carbonilos aromáticos insaturados, diketopiperazinas, pirazinas y teobromina Saavedra *et al.* (2017). Por su parte, Calderón 2002 indica que la composición química de almendras de cacao fermentadas y secas contienen agua (5 por ciento), grasa (54 por ciento), cafeína (0.2 por ciento), teobromina (1.2 por ciento), polihidroxifenoles (6 por ciento), proteína bruta (11.6 por ciento), mono-oligosacáridos (1 por ciento), almidón (6 por ciento), pentosanos (1.5 por ciento), celulosa (9 por ciento), ácidos carboxílicos (1.5 por ciento), cenizas (2.6 por ciento) y otras sustancias (0.5 por ciento).

La calidad de los procesos de fermentación y secado repercuten considerablemente sobre la composición química del cacao, a estos factores se suman el componente genético, origen geográfico, grado de madurez en la que se cosechó las mazorcas (Diaz y Pinoargote 2012). Generalmente, cuando no se realiza un proceso adecuado de fermentación y secado los granos del cacao son susceptibles a la contaminación por hongos (Copetti 2014). Además de causar alteración en las propiedades sensoriales, los hongos filamentosos en el cacao pueden producir micotoxinas. Las micotoxinas son compuestos tóxicos del metabolismo secundario de algunos hongos. Tanto la aflatoxina como la ocratoxina A se han reportado en el cacao (Akinfala 2020).

La ocratoxina A (OTA) es una toxina generada por hongos, especialmente del género *Aspergillus* y *Penicillium*, con propiedades nefrotóxicas, inmunotóxicas, teratogénicas y carcinogénicas; que ataca diversos cultivos, entre ellos el cacao (Malir 2013). Las aflatoxinas pertenecen a la familia de las micotoxinas, que son sustancias químicas producidas por cepas toxigénicas de hongos, principalmente *Aspergillus flavus* y *Aspergillus parasiticus*. Estas sustancias pueden causar enfermedad y muerte, tanto en animales como en seres humanos.

Copetti *et al.* (2010), reportan que los altos contenidos de Ocratoxina A (OTA) en cacao se encuentran íntimamente relacionados con las condiciones de cosecha y postcosecha, específicamente durante la fermentación y el secado.

En todas las zonas productoras, el proceso de beneficiado del cacao se realiza en la mayoría de los casos, sin control sanitario, por lo que la contaminación por hongos toxigénicos es muy probable y puede ocurrir en varias etapas de proceso. Las micotoxinas que mayormente han sido reportadas, son producidas por algunas especies de hongos filamentosos de los géneros *Aspergillus* y *Penicillium*, que están presentes de forma natural en el grano de cacao, por lo que es recomendable desarrollar buenas prácticas de manipulación, control de humedad y ventilación para evitar la proliferación de dichos organismos (Copetti 2014).

#### **2.4.5. Almacenado**

El cacao seco es colocado en tarimas de madera a una altura considerable del nivel del piso, para evitar que estas absorban restos de productos extraños y puedan perjudicar la calidad. El almacenamiento de cacaos fino de aroma se debe hacer en bodegas bien ventiladas e impermeable, con una humedad relativa inferior a 65 por ciento y una temperatura por debajo de 22 °C (INSITU 2020). El almacenamiento por periodos superiores a los 6 meses produce el deterioro de los componentes no grasos de las almendras ocasionando la oxidación de la grasa por acción adversas de microorganismo (Jiménez 2000), así mismo, esta etapa ocasiona que los ácidos grasos libres incrementen su concentración.

#### **2.4.6. Evaluación de la calidad del cacao**

En los últimos años el concepto de calidad ha ido cambiando y adquiriendo protagonismo en los diferentes ámbitos, en la producción y comercio, se puede decir que calidad es cumplir con las especificaciones, sin embargo, las especificaciones no siempre son lo que el cliente desea.

Según Vera *et al.* (2014), la valoración comercial de las almendras generalmente se da por pruebas subjetivas como las pruebas de cortes y como complemento se usa pruebas de degustación, pero también se puede usar pruebas objetivas como la verificación de residuos de plaguicidas, contenido de agua y cantidad de manteca.

Según las normas que rigen la tipificación de la calidad de los granos o almendras de cacao, se debe tomar una muestra al azar y cortar los granos de cacao en forma longitudinal (NTP-ISO 2018).

#### **a. Parámetros de calidad**

Cuando se desea comercializar cacao de alta calidad, se busca que cumplan con requisitos mínimos de calidad, los cacaos finos de aroma, adicional a su origen en tipos de cacao específicos, debe garantizar que los requerimientos de calidad, los cuales son resultados del manejo post cosecha, en especial el beneficio (fermentado y secado) (BID, n.d.).

#### **b. Calidad física de las almendras de cacao**

Puyutaxi *et al.* (2009), afirman que las características que influyen sobre la calidad física de las almendras son el contenido de humedad, la apariencia, daños fitosanitarios, presencia de materiales extraños, entre otros. El mismo autor menciona que muchas de las características se ven afectadas principalmente por el medio ambiente donde se desarrollan las mazorcas y el manejo agronómico, puesto que este último debe garantizar suplir las necesidades nutricionales e hídricas de las plantas, ya que esto repercutirá en el desarrollo de las semillas.

Así mismo, Puyutaxi *et al.* (2009) afirman que, según los estándares internacionales, un índice de semilla para que sea aceptable debe ser superior a 1 g, Ghana, país considerado como referente mundial en cuanto a calidad física posee un índice de semilla que llega hasta 1.15 g. por otro lado el cacao ecuatoriano llega hasta 1.26 g.

#### **c. Prueba de corte para el análisis de fermentación**

Esta prueba permite establecer el nivel de fermentación que han alcanzado las almendras, así como mostrar determinados defectos que causan sabores negativos, y señala el grado de fermentación que tiene efecto sobre el sabor intrínseco de la almendra (IICA 1993). Esta prueba permitirá aislar el posible efecto de oxidación que ocurre en los cotiledones, que hace cambiar naturalmente los colores internos (Figura 5).

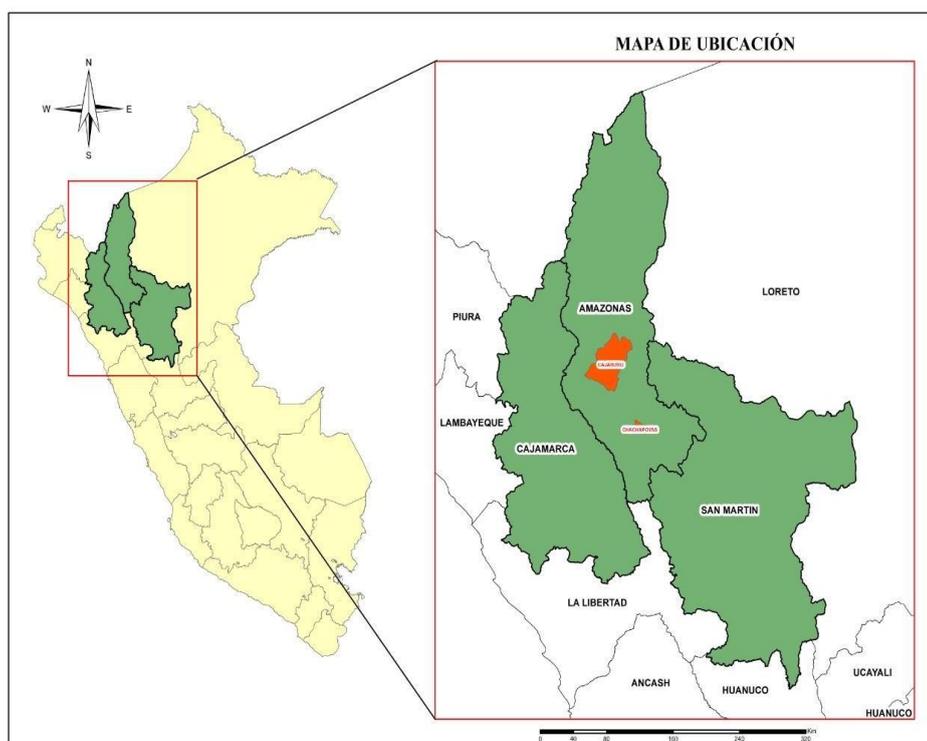


**Figura 5. Prueba de corte para evaluar la calidad del grano fermentado y seco de cacao – CEPROAA –Amazonas**

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. UBICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

El estudio se llevó a cabo en tres regiones de la zona nor oriental del Perú, región Amazonas, Cajamarca y San Martín, con una superficie de 39 250 km<sup>2</sup>, 33 317.54 km<sup>2</sup> y 51 253 km<sup>2</sup>, respectivamente; y 422 629, 1 529 755 y 840 790 habitantes según el INEI (2012) (Figura 6).



**Figura 6. Mapa del ámbito del estudio**

Las colectas se realizaron en las provincias de Bagua, Utcubamba, Condorcanqui, Luya, Chachapoyas y Rodríguez de Mendoza en la región Amazonas; provincias de Jaén y San Ignacio en la región Cajamarca; la provincia de Lamas y Mariscal Cáceres en la región San Martín (Tabla 1).

**Tabla 1: Número de muestras de ecotipos de cacao colectados por región y provincias**

<b>Región</b>	<b>Provincia</b>	<b>Número de muestras</b>
Amazonas	Bagua	31
	Utcubamba	73
	Chachapoyas	10
	Rodríguez de Mendoza	05
Cajamarca	Jaén	06
San Martín	Lamas	02
	Mariscal Cáceres	19

Las actividades correspondientes a beneficio, fermentación, secado y evaluación sensorial, se realizaron en las instalaciones de la planta de torrefacción de la Central de Productores Agropecuarios de Amazonas (CEPROAA), con sede en el distrito de Cajaruro, provincia de Utcubamba, región Amazonas. Por su parte, los análisis químicos se llevaron a cabo en el laboratorio de calidad de cacao de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas, ciudad de Chachapoyas.

## **3.2. EQUIPOS Y MATERIALES**

### **3.2.1. Equipos**

- Molino coloidal de laboratorio
- Mufla, modelo FO110CR, marca yamato
- Bomba calorimétrica, marca Parr, modelo 6050
- Extractor de grasa, marca JP SELECTA, modelo DET-GRAS N
- UHPLC 1290II, modelo Infinity II, Agilent Technologies.
- Cromatógrafo de gases acoplado espectrofotometría, marca Agilent Technologies, modelo G7890B
- Incubadora, modelo INCUCCELL, marca MMM
- Balanza electrónica de precisión, marca Ohaus, serie Pioner
- Estufa, marca MMM, modelo VENTICELL
- Determinador de humedad de cacao, marca Wile Café Cacao

### **3.2.2. Materiales**

- Tijeras de podar
- Balanza de mano
- Papel filtro
- Cajas Petri
- Guillotinas
- Navajas
- Estiletes
- Molinos

## **3.3. CARACTERIZACIÓN DE ECOTIPOS DE CACAO**

### **3.3.1. Criterios de selección de ecotipos promisorios de cacao fino de aroma**

El proceso de selección de ecotipos promisorios inició en el periodo marzo a diciembre 2018, durante el cual se seleccionó *in situ* las especies de cacao con aparente potencial productivo en las parcelas de productores líderes. Para evitar el efecto borde, las plantas seleccionadas estuvieron ubicadas a distancias considerables de los márgenes de las parcelas, a más de 50 m de cualquier río, respetando la faja marginal, a una distancia no menor a 20 m del hogar de los productores y a no menos de 30 m de los lugares destinados para la eliminación de desechos orgánicos (cáscara de cacao, frutas, vegetales y estiércol de animales).

Para la selección de los ecotipos promisorios se contó con la ayuda de productores líderes y técnicos de campo del proyecto Círculo de Investigación para la Innovación y el Fortalecimiento de la Cadena de valor del Cacao nativo fino de aroma en la zona nor oriental del Perú (CINCACAO), que ejecuta el Instituto de Investigación para el Desarrollo Sustentable de Ceja de Selva (INDES- CES) de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas (UNTRM).

El material biótico estuvo conformado por la colección de ecotipos del CINCACAO conformada por 146 ecotipos, los cuales fueron codificados como “INDES” y se encuentran distribuidos en diferentes lugares de las regiones que comprenden el ámbito de estudio (Anexo 1).

Para seleccionar los ecotipos dentro de esta colección, se realizó una evaluación en base a los descriptores estandarizados del fruto, semilla y evaluación sensorial de la almendra fresca, con el apoyo de tres técnicos entrenados, quienes llenaron fichas independientes, las cuales fueron analizadas por el investigador. La ponderación de variables físicas y sensoriales se obtuvo sumando la puntuación obtenida entre la variable número de semillas por fruto (NSF), peso seco de semillas (PSS), índice de mazorca (IM) y valores del perfil sensorial de la pulpa fresca, con lo cual se establecieron las siguientes categorías: Excelente  $\geq 34$ ; Muy Bueno  $\geq$  que 30 pero  $< 34$ ; Bueno  $\geq 26$  pero  $<$  que 30; y Regular  $< 26$  (García-Carrión 2010).

Por otro lado, se incluyeron 10 ecotipos promisorios de cacao seleccionados de una colección de 136 ecotipos, previamente evaluados e identificados por CEPROAA a través del Proyecto “Promoción de la Competitividad de Productores de Café y Cacao en las Provincias de Bagua y Utcubamba” financiado por el Fondo Ítalo Peruano entre los años 2013 - 2016, en el marco de la gestión de la denominación de origen “CACAO AMAZONAS PERÚ”, cuya codificación responde a “CAP – Cacao Amazonas Perú”.

De los 146 ecotipos de la colección INDES, se tomaron 20 ecotipos con categorías de Bueno a Excelente, a ello se sumaron los 10 ecotipos promisorios de la colección CAP y formaron parte de la muestra total del presente estudio (Tabla 2). Estos 30 ecotipos fueron sometidos a una evaluación para determinar las características físicas de frutos y atributos sensoriales de la pulpa fresca, características químicas y el perfil sensorial de la pasta del cacao.

**Tabla 2: Información de 30 ecotipos promisorios de cacao fino de aroma de la zona nor oriental del Perú**

N°	CÓDIGO DE COLECCIÓN	PROPIETARIO	SECTOR	DISTRITO	UBICACIÓN		GEOREFERENCIACIÓN				
					PROVINCIA	REGIÓN	COORDENADA	SUR	NORTE	ALTURA (m.s.n.m)	PUNTAJE
1	INDES 120	MARCELO PEDRAZA QUISPE	HISPINGUILLO	LAMAS	LAMAS	SAN MARTÍN	ZONA 18M	326622	9303151	795	34
2	CAP-92	WILMER ACUÑA CERVANTES	NARANJOS ALTOS	CAJARURO	UTCUBAMBA	AMAZONAS	ZONA 17M	793670	9366982	739	32
3	CAP-125	EDINSON RAMOZ ROCILLO	LA CRUZ	CAJARURO	UTCUBAMBA	AMAZONAS	ZONA 17M	786939	9370149	795	31
4	CAP-40	ERINEO BURGA CAMPOS	DIAMANTE BAJO	CAJARURO	UTCUBAMBA	AMAZONAS	ZONA 17M	793934	9366210	727	31
5	CAP-37	ERINEO BURGA CAMPOS	DIAMANTE BAJO	CAJARURO	UTCUBAMBA	AMAZONAS	ZONA 17M	793950	9368950	721	31
6	INDES 106	GUILLERMO TOCTO SANTOS	SOLEDAD	JUANJUI	JUANJUI	SAN MARTÍN	ZONA 17M	766769	9186654	349	31
7	INDES 100	NOE CRUZ CRUZ	PAN DE AZUCAR	COPALLÍN	BAGUA	AMAZONAS	ZONA 17M	798067	9362827	793	31
8	INDES 53	ERINEO BURGA CAMPOS	DIAMANTE BAJO	CAJARURO	UTCUBAMBA	AMAZONAS	ZONA 17M	794453	9366666	727	31
9	INDES 27	JOSÉ ROSILLO ALBERCA	SECTOR LA CRUZ	CAJARURO	UTCUBAMBA	AMAZONAS	ZONA 17M	786945	9369993	761	31
10	INDES 6	FELIPE ASTONITAS GUEVARA	SECTOR EL CHALAN	CAJARURO	UTCUBAMBA	AMAZONAS	ZONA 17M	787894	9369168	754	31
11	CAP-47	ERINEO BURGA CAMPOS	DIAMANTE BAJO	CAJARURO	UTCUBAMBA	AMAZONAS	ZONA 17M	793900	9366213	688	30
12	INDES 49	JILBERTO QUISPE MALCA	SECTOR GUINGUILLO	CAJARURO	UTCUBAMBA	AMAZONAS	ZONA 17M	772833	9359809	597	30
13	INDES 43	MINISTERIO DE AGRICULTURA	SECTOR YANUYACU	JAEN	JAEN	CAJAMARCA	ZONA 17M	746600	9371966	669	30
14	INDES 24	RAMIRO BAUTISTA DIAZ	SECTOR LA CONCORDIA	CAJARURO	UTCUBAMBA	AMAZONAS	ZONA 17M	788555	9368399	703	30
15	CAP-50	WILMER ACUÑA CERVANTES	NARANJOS ALTOS	CAJARURO	UTCUBAMBA	AMAZONAS	ZONA 17M	793591	9367112	843	29
16	CAP-46	ERINEO BURGA CAMPOS	DIAMANTE BAJO	CAJARURO	UTCUBAMBA	AMAZONAS	ZONA 17M	793925	9366173	726	29
17	CAP-32	MANUEL LEÓN CUBAS	LA CONCORDIA	CAJARURO	UTCUBAMBA	AMAZONAS	ZONA 17M	788563	9368822	740	29
18	INDES 67	DEMETRIO JIMENES CORDOVA	NARANJOS ALTOS	CAJARURO	UTCUBAMBA	AMAZONAS	ZONA 17M	792347	9364233	665	29
19	INDES 66	DEMETRIO JIMENES CORDOVA	NARANJOS ALTOS	CAJARURO	UTCUBAMBA	AMAZONAS	ZONA 17M	792346	9364181	667	29
20	INDES 65	DEMETRIO JIMENES CORDOVA	NARANJOS ALTOS	CAJARURO	UTCUBAMBA	AMAZONAS	ZONA 17M	792308	9364147	666	29
21	INDES 64	DEMETRIO JIMENES CORDOVA	NARANJOS ALTOS	CAJARURO	UTCUBAMBA	AMAZONAS	ZONA 17M	792251	9364133	665	29
22	INDES 61	MIGUEL BERRU VASQUEZ	SANTA ANA	CAJARURO	UTCUBAMBA	AMAZONAS	ZONA 17M	786427	9371077	803	29
23	INDES 40	MINISTERIO DE AGRICULTURA	SECTOR YANUYACU	JAEN	JAEN	CAJAMARCA	ZONA 17M	746584	9372029	826	29
24	INDES 31	GONZALO MARTINEZ GUEVARA	SECTOR JAHUANGA	CAJARURO	UTCUBAMBA	AMAZONAS	ZONA 17M	770538	9361358	629	29
25	CAP-107	JULIA DÍAZ FERNANDEZ	DIAMANTE BAJO	CAJARURO	UTCUBAMBA	AMAZONAS	ZONA 17M	794708	9369438	1082	28
27	INDES 94	SEGUNDO BANDA NUÑEZ	QUEBRADA SECA	CAJARURO	UTCUBAMBA	AMAZONAS	ZONA 17M	779112	9367488	432	28
28	INDES 54	ERINEO BURGA CAMPOS	DIAMANTE BAJO	CAJARURO	UTCUBAMBA	AMAZONAS	ZONA 17M	794478	9366705	737	28
29	INDES 47	RAQUEL QUISPE ESTELA	SECTOR GUINGUILLO	CAJARURO	UTCUBAMBA	AMAZONAS	ZONA 17M	773015	9359963	583	28
26	CAP-74	LUCILA COTRINA SÁNCHEZ	LA CRUZ	CAJARURO	UTCUBAMBA	AMAZONAS	ZONA 17M	787302	9369685	766	27
30	INDES 55	ERINEO BURGA CAMPOS	DIAMANTE BAJO	CAJARURO	UTCUBAMBA	AMAZONAS	ZONA 17M	794476	9366699	737	27

### **3.3.2. Caracterización física de frutos y atributos sensoriales de la pulpa fresca de ecotipos promisorios de CFA**

#### **a. Monitoreo de maduración de frutos**

Las plantas seleccionadas fueron monitoreadas desde la etapa de floración hasta la maduración de los frutos, se procuró que cada planta produzca al menos 30 frutos, para garantizar las tres repeticiones de los análisis considerados.

#### **b. Cosecha de frutos**

La cosecha se realizó cuando los frutos alcanzaron su completa maduración, cuyo indicador fue el cambio completo de coloración verde – amarillo, verde – morado, verde – rojizo, etc. se eliminaron los frutos sobremaduros, con ataque de plagas, lesiones y otras afecciones. La cosecha se realizó en grupos de 10 frutos lo cual constituyó una muestra, lográndose obtener tres repeticiones por planta. Todos los frutos cosechados fueron trasladados al centro de beneficio y acopio de CEPROAA.

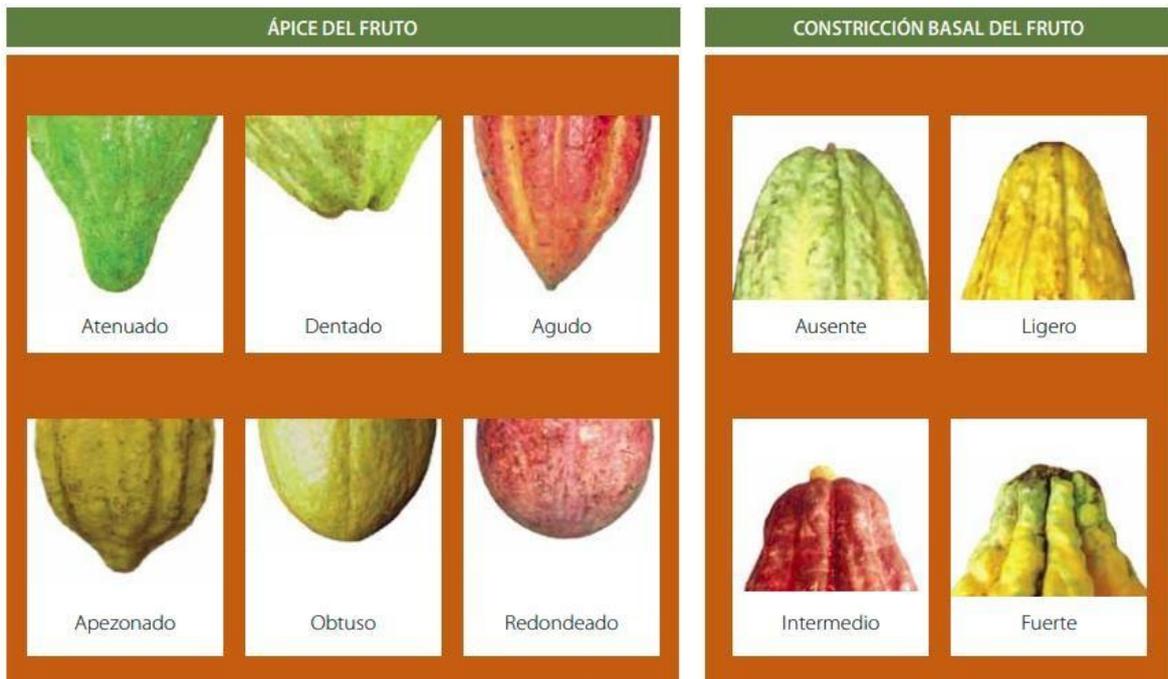
#### **c. Determinación de características físicas del fruto**

La caracterización física de los frutos se realizó teniendo en cuenta los descriptores morfológicos para el cultivo de cacao, propuestos por el Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos (IPGRI), la guía de campo de Identificación de cultivar de cacao, acorde con las recomendaciones de Garcia-Carrión (2010) y las modificaciones propuestas por Oliva-Cruz *et al.* (2021), tal como se muestra en la Tabla 3 y las Figuras 7 al 10.

**Tabla 3: Descriptores morfológicos de frutos y semillas**

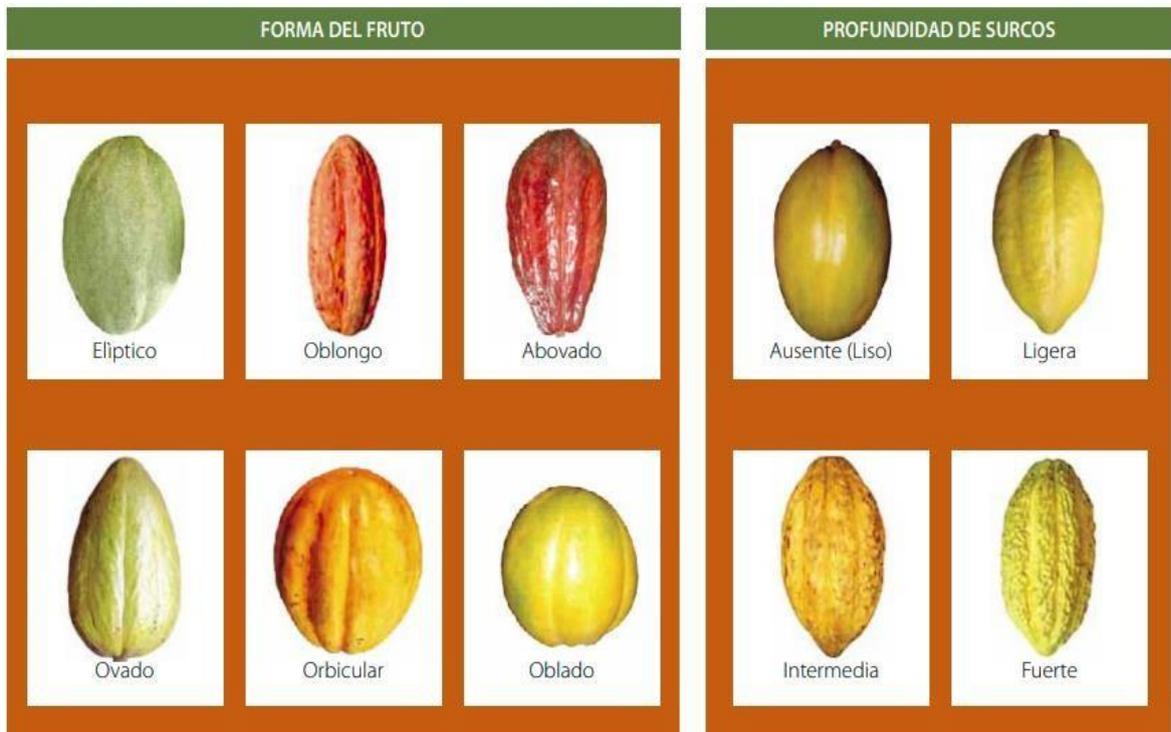
<b>Tipo de descriptor</b>	<b>Descriptor</b>	<b>Indicador</b>
<b>Frutos</b>	Color del fruto inmaduro <sup>b</sup>	1: verde, 2: verde pigmentado, 3: rojo, 4: rojo pigmentado.
	Forma del fruto <sup>a</sup>	1: oblongo, 2: elíptico, 3: ovado, 4: esférico, 5: oblato, 6: abovado
	Forma del ápice <sup>a</sup>	1: atenuado, 2: agudo, 3: obtuso, 4: redondeado, 5: apezonado, 6: dentado.
	Rugosidad de la superficie <sup>a</sup>	0: ausente, 3: ligero, 5: intermedio, 7: fuerte
	Constricción basal <sup>a</sup>	0: ausente, 1: ligero, 2: intermedio, 3: fuerte
	Grosor de la cáscara a nivel del lomo (cm) <sup>a</sup>	3: delgada (< 0.8), 5: intermedia (0.8 – 1.2), 7: gruesa (>1,2)
	Separación de un par de lomos	1: equidistante, 2: pareados
<b>Semillas</b>	Profundidad de surcos primarios(cm) <sup>a</sup>	1: superficial, 2: intermedio, 3: profundo
	Tamaño del fruto <sup>a</sup>	1: pequeño (<10cm), 2: intermedio (11 – 19 cm), 3: grande (>20 cm)
	Color del cotiledón <sup>b</sup>	1: blanco cremoso, 2: blanco rosado, 3: violeta, 4: morado, 5: blanco.
	Forma de la semilla en sección longitudinal <sup>a</sup>	1: oblonga, 2: ovalada, 3: elíptica, 4: irregular
	Forma de la semilla en sección transversal <sup>a</sup>	1: aplanada, 2: intermedia, 3: redondeada

Fuente: García-Carrión (2010); Oliva-Cruz *et al.* (2021)



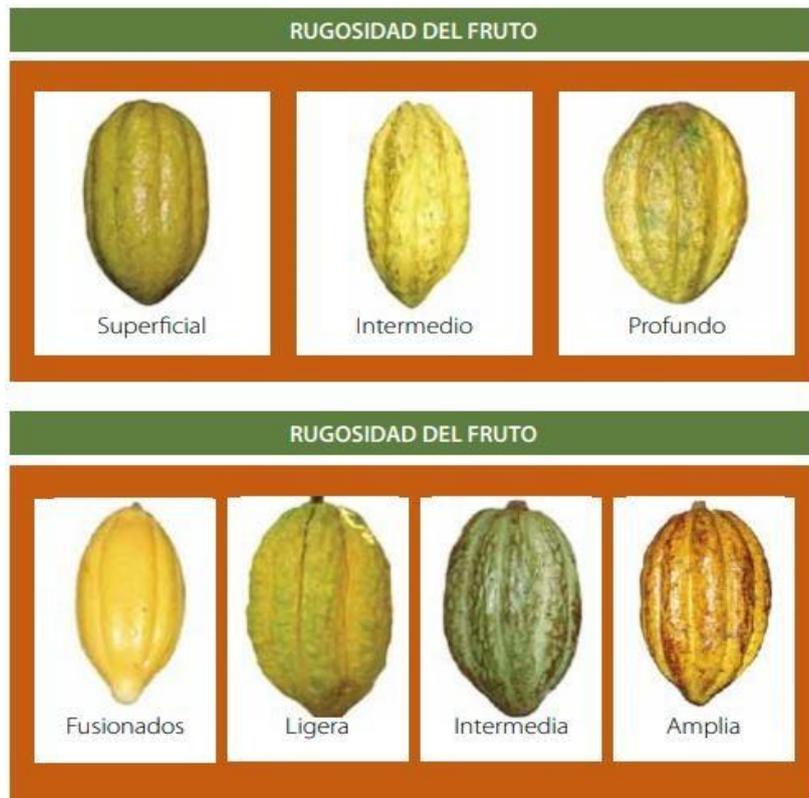
**Figura 7. Descriptores del fruto de cacao: ápice del fruto y constricción basal del fruto**

Fuente: Garcia-Carrión (2010)



**Figura 8. Descriptores del fruto de cacao: forma del fruto y profundidad del surco**

Fuente: Garcia-Carrión (2010)



**Figura 9. Descriptores del fruto de cacao: Rugosidad del fruto**

Fuente: Garcia-Carrión (2010)



**Figura 10. Descriptores de la semilla del cacao**

Fuente: Garcia-Carrión (2010)

#### d. Descriptores de productividad

Para determinar las características de productividad se usaron descriptores y criterios descritos en la Tabla 4.

**Tabla 4: Descriptores de productividad del CFA**

Descriptor	Indicador
Tamaño de fruto	1: Grande: (20-24 cm); 2: Mediano: (15-19 cm), 3: Pequeño: (10-14 cm)
Tamaño de la semilla	1: Grande (> 1.5 g), 2: Mediano (1.0 a 1.5 g), 3: Pequeño (< 1.0 g)
Número de semillas por fruto	Se realizó utilizando 3 frutos (N=20). Se cuantificó la cantidad de semillas por fruto y se obtuvo un promedio final. 5. Muy bueno > 50; 4. Bueno 38 – 49; 3. Regular 30 – 37; 2. Malo < 29
Peso seco de semilla	Se pesó una muestra de n = 30 semillas secadas en estufa (90°C x 8 horas). Luego, se dividió entre 30 para obtener el peso promedio de una semilla. 5. Muy bueno > 1.5 gr/grano; 4. Bueno 1.16 – 1.5 gr/grano; 3. Regular 1.00 – 1.15 gr/grano; 2. Malo < 1 gr/grano
Índice de mazorca	Se realizó utilizando la fórmula propuesta por Wood y Lass (1985), y es utilizada hasta la actualidad. $IM = 1000 / (NUSE \times PESE)$ IM = Índice de Mazorca; NUSE = número de semillas/fruto; PESE = peso seco promedio de una semilla. 5. Muy bueno $\leq 16$ ; 4. Bueno $16 < IM \leq 21.5$ ; 3. Regular $21.5 < IM \leq 27.5$ ; 2. Bajo $27.5 < IM \leq 33$ ; 1. Muy bajo $IM > 33$

Fuente: Oliva-Cruz *et al.* (2021)

#### e. Determinación de atributos sensoriales de la pulpa fresca de cacao fino de aroma

Los análisis sensoriales fueron realizados a través de jueces debidamente entrenados y acreditados por Asociación Peruana de Productores de Cacao (APP-CACAO) autorizada por el Sistema Nacional de Evaluación, Acreditación y Certificación de la Calidad Educativa (SINEACE). Según Amores *et al.* (2009), para que un proceso de cata tenga mayor precisión es necesario que el panel de jueces o catadores este integrada por al menos tres para la pulpa y cinco para la pasta de cacao.

- **Sabores básicos y específicos de la pulpa**

La evaluación de los sabores que posee la pulpa o almendras frescas de cacao, se realizó mediante el método descrito por Amores *et al.* (2009), quienes proponen la utilización de jueces previamente entrenados para medir, analizar e interpretar las características de los

alimentos, que son percibidas por los sentidos (vista, olfato y gusto), con los cuales se construyen perfiles sensoriales, los catadores se agenciaron de fichas de evaluación sensorial de la pulpa fresca de cacao (Figura 11).

El equipo encargado de la catación estuvo conformado por cinco catadores acreditados quienes evaluaron los niveles de dulzura, acidez, amargor, astringencia, floral y frutal (Tabla 5).

**Tabla 5: Descriptores sensoriales del cacao nativo fino de aroma**

Sabores	Tipo	Descripción	Indicador	Autor
Dulzura	Básico	Se percibe en la punta de la lengua, parecido al agua azucarada	1: Muy Bajo 2: Bajo 3: Medio 4: Alto 5: Muy Alto	Vera <i>et al.</i> (2014); Quintana y Gomez (2011).
		Percibido a los lados y en el centro de la lengua, expresan la presencia de ácidos volátiles y no volátiles	1: Muy Bajo 2: Bajo 3: Medio 4: Alto 5: Muy Alto	Campuzano y Medina (2007); Vera <i>et al.</i> (2014).
Amargor	Básico	Se detecta en la parte posterior de la lengua y garganta, su sabor es fuerte. Referencia: café, cerveza, toronja.	1: Muy Bajo 2: Bajo 3: Medio 4: Alto 5: Muy Alto	Campuzano y Medina (2007); Vera <i>et al.</i> (2014).
Astringencia		Es una sensación fuerte de sequedad en la boca; se detecta en toda la boca.	1: Muy Bajo 2: Bajo 3: Medio 4: Alto 5: Muy Alto	Vera <i>et al.</i> (2014).
Frutal	Específicos	Sabor a fruta madura, describe un aroma dulce para los sentidos gustativos	1: Muy Bajo 2: Bajo 3: Medio 4: Alto 5: Muy Alto	Campuzano y Medina (2007); Quintana y Gomez (2011).
Floral		Se presenta un sabor agradable, similar al de las flores	1: Muy Bajo 2: Bajo 3: Medio 4: Alto 5: Muy Alto	Vera <i>et al.</i> (2014).

Fuente: Oliva-Cruz *et al.* (2021)

**FORMATO DE EVALUACIÓN SENSORIAL DE PULPA DE CACAO**

**Nombre y Apellido:** \_\_\_\_\_ **Fecha:** \_\_\_\_\_

**Indicaciones:** Deguste y observe detenidamente cada muestra y luego de acuerdo a la escala propuesta marque la puntuación correspondiente.

<b>EVALUACIÓN SENSORIAL DE LA PULPA FRESCA DE CACAO</b>					
Calidad - Intensidad					
Sabor	Excepcional	Muy bueno	Bueno	Regular	Malo
	5	4	3	2	1
Sabores Básicos					
Dulzura	Excepcional	Muy bueno	Bueno	Regular	Malo
	5	4	3	2	1
Acidez	Excepcional	Muy bueno	Bueno	Regular	Malo
	5	4	3	2	1
Astringencia	Excepcional	Muy bueno	Bueno	Regular	Malo
	5	4	3	2	1
Amargor	Excepcional	Muy bueno	Bueno	Regular	Malo
	5	4	3	2	1
Sub Total					
Sabores Específicos					
Floral	Excepcional	Muy bueno	Bueno	Regular	Malo
	5	4	3	2	1
Frutal	Excepcional	Muy bueno	Bueno	Regular	Malo
	5	4	3	2	1
Sub Total					
Escala de Calificación					
Cacao	Excepcional	Muy bueno	Bueno	Regular	Malo
	35	28	21	14	7

Código: \_\_\_\_\_

**Muchas gracias !**

.....  
Adaptado de: "Proyecto de Desarrollo de Cooperativas USAID - Equal Exchange - TCHO - APPCACAO

**Figura 11. Hoja de evaluación sensorial de almendras de cacao**

Fuente: APPCACAO (2012)

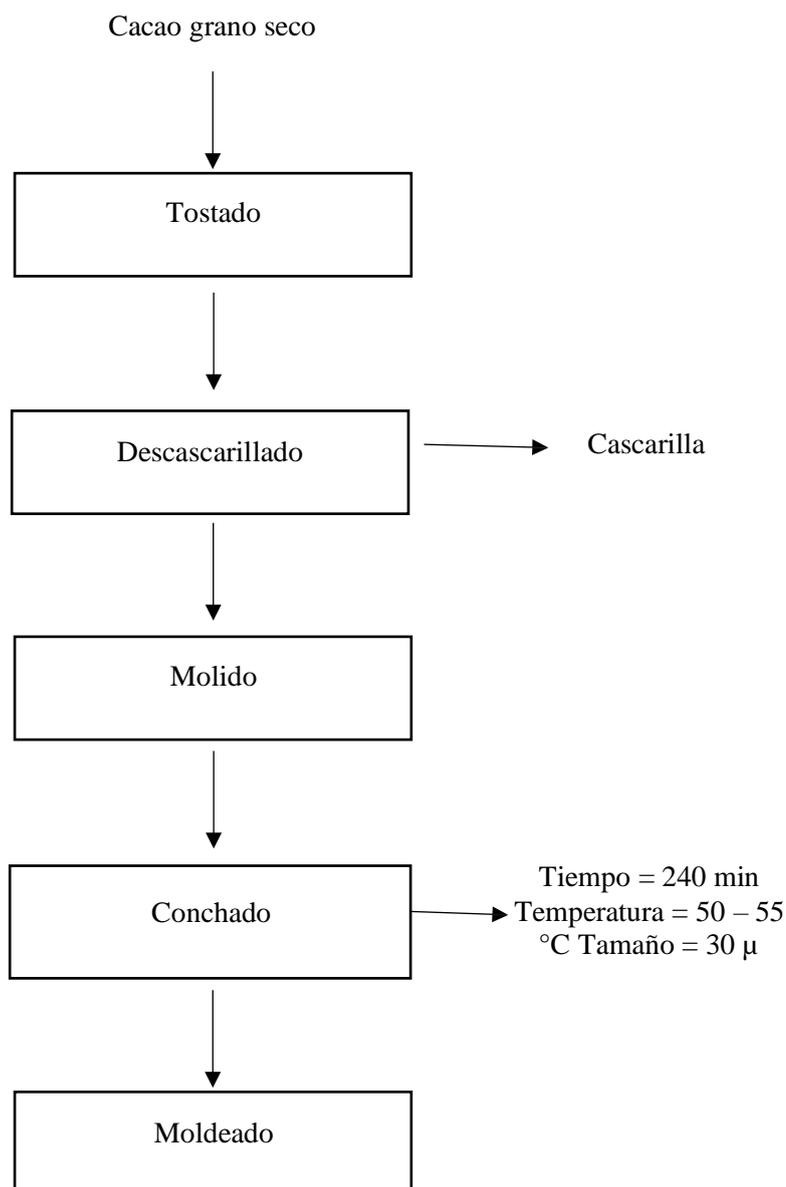
### **3.4. DETERMINACIÓN DE CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS Y ATRIBUTOS SENSORIALES DE LA PASTA DE CACAO PROCEDENTE DE LA ZONA NORORIENTAL DEL PERÚ**

#### **3.4.1. Preparación de la muestra**

El proceso de preparación de la muestra se realizó siguiendo el protocolo del área de Calidad de Cacao del Laboratorio de Investigación en Fisiología y Biotecnología Vegetal de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas.

- a. Tostado:** Las almendras de cacao fueron sometidas a 120 °C durante 25 minutos, se realizó una remoción continua para evitar el sobrecalentamiento. En este proceso se eliminó el porcentaje de humedad que quedaba en las almendras después del secado, y sirvió para resaltar los componentes aromáticos propios del cacao.
- b. Descascarillado:** Se rompió la testa con la finalidad de separar la cascara y el interior (Nibs), para lo cual se utilizó un equipo descascarillador de cacao con ciclón de aire, este equipo mediante el quiebre separa la cascara del grano.
- c. Molido:** La molienda se realizó en un molino mecánico, mediante este proceso se redujo el tamaño de los nibs de cacao y poder ser ingresado a la máquina conchadora.
- d. Conchado.** Se realizó en un equipo conchador Modelo PG-503 con rodillos de granito cuyo principio es de fricción y calor, esto permite reducir el tamaño de partícula en un tiempo de cuatro horas, tiempo en el cual el ácido acético sigue liberándose.
- e. Moldeado.** Se utilizó moldes plásticos rectangulares de 50 gramos, dejándose reposar un lapso de dos horas a temperatura ambiente, posterior a esto se sometió a refrigeración durante 12 horas para luego ser empacado utilizando papel aluminio para su conservación en refrigeración hasta su análisis.

En general, la Figura 12 muestra el flujograma que se siguió para la obtención de la muestra a analizar.



**Figura 12. Proceso de preparación de la muestra para la obtención de la pasta de cacao**

Fuente: APPCACAO (2012)

### 3.4.2. Determinación de características químicas

Se determinó las diferentes características con métodos y técnicas oficiales, planteados por la Association of Official Analytical Chemist (AOAC 2007).

- **Porcentaje de ceniza:** Se determinó teniendo en cuenta la metodología descrita por Horwitz y Latimer (2007) AOAC (2007) 972.15, cuyos procedimientos se detallan en el Anexo 03. Este método se encuentra en el listado de ensayos implementados por el laboratorio de control ambiental del DIGESA – MINSA (2013).

- **Porcentaje de grasa:** Se determinó teniendo en cuenta la metodología descrita por Horwitz y Latimer (2007) AOAC (2007) 972.15, este método se cuenta el listado de ensayos implementados por el laboratorio de control ambiental del DIGESA – MINSA (2013).
- **Fibra cruda:** Se determinó teniendo en cuenta la metodología descrita por Horwitz y Latimer (2007) AOAC (2007) 972.15, cuyos procedimientos se detallan en el Anexo 01; este método se cuenta el listado de ensayos implementados por el laboratorio de control ambiental del DIGESA – MINSA (2013).
- **pH:** Se determinó considerando el método propuesto por AOAC (1998), que implicó triturar los granos secos de cacao en un mortero de porcelana, pesar 10 g en un vaso de precipitado de 150 ml y agregar poco a poco y agitando continuamente agua hirviendo hasta completar 100 ml, la suspensión obtenida estuvo exenta de grumos, se filtró y enfrió hasta 20 - 25 °C y se determinó el pH a esta temperatura.
- **Polifenoles totales:** Se inició realizando una curva estándar de ácido gálico en base a cinco concentraciones 1.0; 0.50; 0.25; 0.125 y 0.0625 mg/mL, por triplicado; adicional a esto se preparó el extracto hidroalcohólico 100 mg/mL (filtrado y centrifugado 10 000 rpm/10 min a 4 °C), a partir de ello se realizó la dilución de trabajo de 10 mg/mL, con tres repeticiones por tratamiento. En cada tubo de ensayo se adicionó agua destilada 1580 µL, 20 µL de las soluciones de trabajo diluida, 100 µL de solución de fenol Folin- Ciocalteu y finalmente 300 µL Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> al 20 por ciento, se incubó 2 horas a temperatura ambiente y se realizó la lectura a 700 nm (Nazario *et al.* 2013).
- **Teobromina y cafeína:** Se determinó mediante cromatografía líquida de alta eficiencia (HPLC); Para ello se pesó 0.2 g de chocolate desengrasada, se agregó 40 ml de agua desionizada y se sometió a reflujo por 30 minutos, luego se llevó a centrifugar a 5 000 rpm, 10 min, 10 °C y se llevó a volumen en una fiola de 50 ml. Se tomó 2 ml de la solución y se pasó a través de un filtro Seppak C18, el cual fue previamente acondicionado con 2 ml de metanol y 5 ml de agua desionizada. Se eluyó la muestra con 10 ml de cloroformo recolectándose en un balón. Se evaporó el solvente en un rotavapor y el residuo fue disuelto con 5 ml de agua desionizada y se inyectó 20 µl al HPLC.

Las condiciones cromatográficas utilizadas fueron: Fase móvil: Agua-Acetonitrilo (8:2); flujo: 1ml/min; columna: Purospher® STAR RP-18e (5µm); temperatura: 25 °C; tiempo de análisis: 14 min Pura (2001).

Para obtener la curva de calibración de teobromina se disolvió 1.5 mg de teobromina con agua desionizada en una fiola de 10 ml y a partir de esta solución stock se obtuvieron cinco diluciones a concentraciones de 1.25 a 15 µg/ml. Para la curva de calibración de cafeína se disolvió 1 mg de cafeína con agua desionizada en una fiola de 10 ml y se realizaron cinco diluciones en un rango de concentraciones de 0.5 a 4 µg/ml.

- **Actividad antioxidante – método ORAC**

Se determinó mediante la metodología descrita por Naranjo *et al.* (2011) citados por Rojano *et al.* (2012). Se preparó 3 mL la siguiente solución: 21 µL de una solución de fluoresceína 10 µM, 2 899 µL de buffer fosfato 75 mM (pH 7.4), 50 µL de AAPH 600 mM y 30 µL de extracto de cacao o Trolox 500 µM (estándar). La fluorescencia se registrará cada 60 segundos a 37 °C, usando un espectrofluorímetro Perkin Elmer LS45 con una multicelda termostatazada. Las lecturas se realizaron a una  $\lambda$  de excitación de 493 nm y una  $\lambda$  de emisión de 515 nm. El valor ORAC se calculará con la respectiva ecuación y los resultados serán expresados como valores TEAC (µmol de trolox / g de cacao).

### **3.4.3. Determinación de atributos sensoriales de la pasta de cacao**

Para que un proceso de cata tenga mayor precisión es necesario que el panel de jueces o catadores este integrada por personal capacitado y acreditado capaces de identificar e interpretar las reacciones de los sentidos (vista, olfato y gusto), frente a las características que expresa el licor de caco (Puyutaxi *et al.* 2009). Por tanto, para determinar los atributos sensoriales se formó un panel de seis jueces o catadores debidamente acreditados por APPCACA y SINEACE. La catación se realizó en un ambiente de 5.00 x 5.00 m, acondicionado para dichas actividades en el Laboratorio de Investigación en Fisiología y Biotecnología Vegetal de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas.

#### **a. Sabores básicos y específicos del licor del cacao**

Para la evaluación de los sabores del licor de cacao se siguió el método detallado por Amores *et al.* (2009), quienes proponen la utilización de catadores especializados para calificar las

reacciones de los sentidos (vista, olfato y gusto), como respuesta a las características que expresa el licor de cacao.

**b. Aroma**

Es la percepción sensorial de un olor o una combinación de olores relacionados a las subcategorías cacao, chocolate, dulce, nuez, frutas secas, frutas frescas, floral, especias. La calidad se calificó utilizando las escalas como una guía, y multiplica por uno para el puntaje. El puntaje máximo en aroma: 10 puntos.

**c. Acidez**

Se percibe la presencia de ácidos volátiles y no volátiles; se percibe a los lados y centro de la lengua. Se calificó la calidad, utilizando las escalas como una guía, y multiplicó por uno para el puntaje. El puntaje máximo en acidez: 10 puntos.

**d. Amargor**

Describe un sabor fuerte en respuesta a una fermentación incompleta; se percibe en la garganta o parte posterior de la lengua. Referencia: café, cerveza, toronja. Se calificó la calidad, utilizando las escalas como una guía, y multiplicó por uno para el puntaje. El puntaje máximo en amargor: 10 puntos.

**e. Astringencia**

Se percibe una sequedad característica debido a la reacción de las proteínas con la saliva; adicional a eso se nota un incremento en la salivación. Se calificó la calidad, utilizando las escalas como una guía, y multiplicó por uno para el puntaje. El puntaje máximo en astringencia: 10 puntos.

**f. Defectos**

Se percibe la presencia de sabores defectuosos, no comunes del cacao, asociado generalmente a un deterioro o transformación de un producto: moho, químicos, verde / crudo y humo. Se calificó la calidad, empleando escalas como guía, y multiplicó por DOS para el puntaje. El puntaje máximo en defectos: 20 puntos.

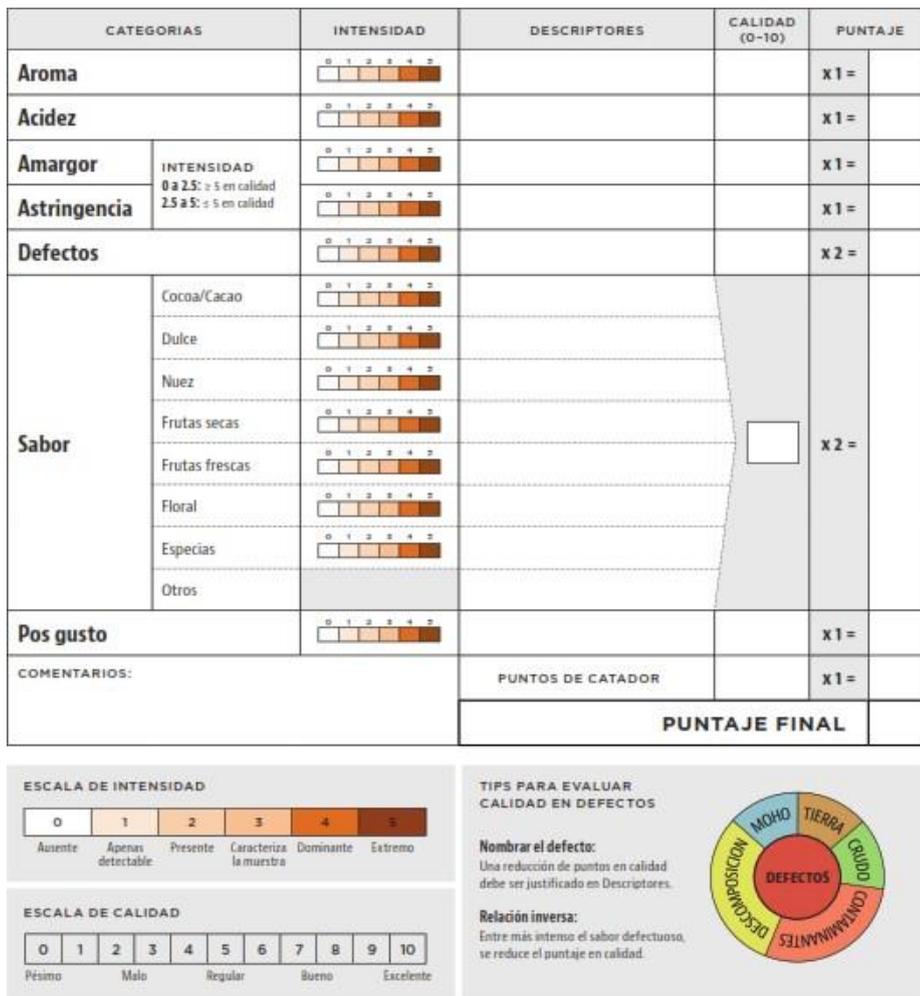
**g. Específicos / sabor**

Son las percepciones del gusto y olfato, a notas dulces, a Nueces, fruta fresca, frutos secos y flores. Se calificó, utilizando las escalas como una guía, y multiplicó por DOS para el puntaje. El puntaje máximo en sabor: 20 puntos.

**h. Post gusto**

Son los sabores que perciben posterior a la degustación de la muestra. Se calificó la calidad, utilizando las escalas como una guía, y se multiplicó por uno para el puntaje. El puntaje máximo en pos gusto: 10 puntos.

La ficha de evaluación de las características sensoriales de la pasta de cacao se puede visualizar en el Figura 13.



**Figura 13. Hoja de evaluación sensorial de pasta de cacao**

Fuente: Equal Exchange Creative (2018)

### **3.5. DETERMINACIÓN DE LA VARIABILIDAD DE LOS ECOTIPOS PROMISORIOS DE CACAO FINO DE AROMA**

La determinación de la variabilidad de los ecotipos promisorios de CFA, se realizó con los datos del objetivo específico uno y dos; para ello se utilizó la estadística multivariada del Software InfoStat versión profesional 2018.

### **3.6. ANÁLISIS ESTADÍSTICOS**

Se usó el Software estadístico InfoStat/Profesional versión 2018p, para la caracterización de los ecotipos de CFA, según los descriptores morfológicos de los frutos, semillas, características químicas, organolépticas y de producción.

La caracterización de los ecotipos se realizó mediante gráfico de sectores para las variables cualitativas; histogramas de distribución, cálculo de medias, máximo y mínimos para las variables cuantitativas.

Para determinar la diversidad de ecotipos se empleó la estadística multivariada. Mediante el método de Ward y la distancia de Gower (variables cuantitativas y cualitativas), se realizó el análisis de conglomerado. Esta prueba permitió agrupar y determinar las medidas de distancia o similitud entre los ecotipos estudiados y formar grupos biológicos de CFA con características similares.

Para distinguir los grupos se realizó los siguientes análisis: (a) Con los datos cuantitativos se realizó un análisis de varianza (ANAVA) para determinar si existe diferencias significativas entre los grupos genéticos y distinguir las variables que a portan en la formación de los grupos, y un análisis de componentes principales (ACP) para determinar la distribución y correlación existente entre las variables estudiadas. (b) Con los datos cualitativos se elaboró tablas de contingencia con las cuales se pudo determinar la asociatividad de las variables estudiadas y los grupos formados. Con las variables que resultaron significativas se realizó un análisis de Correspondencias Múltiples.

## **IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **4.1. SELECCIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE ECOTIPOS PROMISORIOS DE CACAO FINO DE AROMA EN LA ZONA NORORIENTAL DEL PERÚ**

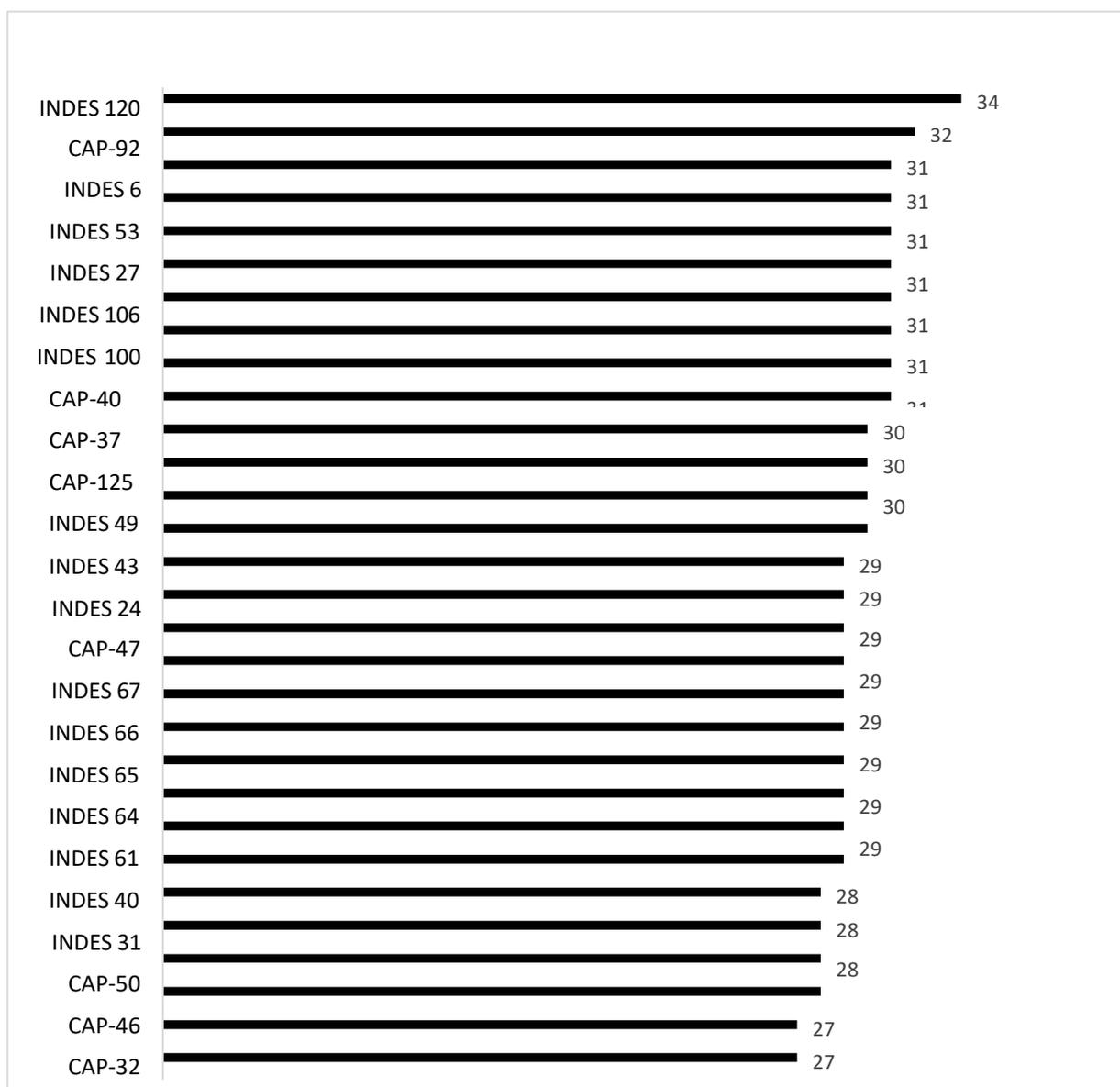
#### **4.1.1. Selección de ecotipos promisorios**

De los 146 ecotipos de la colección INDES que fueron evaluados en base a los descriptores estandarizados del fruto, semilla y evaluación sensorial de la almendra fresca, se seleccionaron 20 ecotipos con categorías de Bueno a Excelente (Anexo 1), más los 10 ecotipos promisorios de la colección Cacao Amazonas Perú (CAP), todos con un puntaje superior a 27 puntos (Figura 14), según García-Carrión (2010) los ecotipos con puntajes entre 26 y 29 son buenos, entre 30 y 33 son muy buenos, y mayores o iguales a 34 son excelentes; se contó con un total de 30 genotipos considerados promisorios distribuidos en tres regiones, Cajamarca, Amazonas y San Martín (Anexo 2).

La zona nor oriental del Perú es una importante zona productora de cacao, ya que se concentra más del 47 por ciento de la producción nacional según datos del MINAGRI (2018), y se convierte en el principal sustento familiar de los productores agrícolas asentados en esta zona del Perú; dentro de estas zonas productoras son Jaén, Bambamarca y San Ignacio (Cajamarca), Bagua y Alto Marañón (Amazonas) (MINCETUR 2003); y según el Minagri (2018), San Martín representaba el 42 por ciento de la producción nacional y Amazonas el cinco por ciento, siendo la primera y sexta región con mayor producción respectivamente, ambas regiones ubicadas en la zona nor oriental. Esta selección de los ecotipos promisorios permite abrir un abanico de posibilidades para implementar programas de mejoramiento genético y centros de conservación de la diversidad del cacao.

Asimismo, la Figura 14 muestra que el genotipo INDES - 120 alcanzó el mayor puntaje en la evaluación de atributos de productividad y perfil sensorial de la pulpa (34 puntos). Este ecotipo se encuentra en el sector denominado Ishpinguillo, distrito y provincia de Lamas, región San Martín. Si se considera un orden de mérito entre los ecotipos, éste ocuparía el primer lugar; en segundo lugar con 32 puntos se encuentra el CAP-92; en tercer lugar con 31

puntos se ubicaron los ecotipos codificados como CAP-124, CAP-40, CAP-37, INDES 106, INDES 100, INDES 53, INDES 27 e INDES 6; el cuarto lugar con 30 puntos estuvo conformado por los ecotipos codificados como CAP-47, INDES-49, INDES 43 e INDES 24; el quinto lugar, con 29 puntos lo ocuparon los ecotipos CAP-50, CAP-46, CAP-32, INDES 67, INDES 66, INDES 65, INDES 64, INDES 61, INDES 40 e INDES 31; en el sexto lugar con 28 puntos estuvo compuesto por los ecotipos codificados como CAP 107, INDES 94, INDES 54 e INDES 47; y en el séptimo lugar con 27 putos encontramos a los ecotipos codificados como CAP- 74 e INDES 55.



**Figura 14. Puntuación obtenida de 20 ecotipos de cacao de la colección Indes y 10 de la colección CAP**

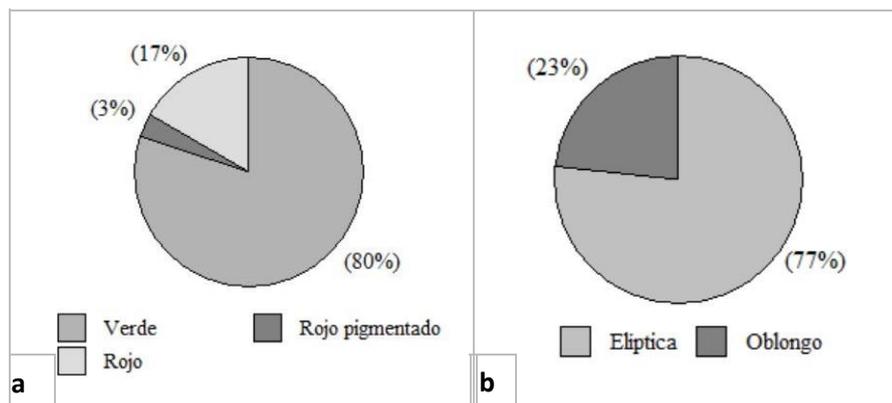
Los ecotipos seleccionados alcanzaron puntajes categorizados desde bueno a muy bueno, que va desde 27 a 34 puntos. Las características sensoriales son determinantes para la calidad del cacao (Mundaca-Vidarte 2016), y estas a su vez dependen del ecotipo del grano, de los tratamientos post cosecha (pre-acondicionamiento de la pulpa, la fermentación, el secado); de los procesos industriales (tostado); así como las características edáficas y del árbol del cacao (Kongor *et al.* 2016) concordando por lo que mencionan Oliva-Cruz *et al.* (2021), quienes afirman que la mayor diversidad de cacao con presencia de notas florales y frutales entre medias y altas se puede encontrar en zonas que se encuentren por encima de los 501 msnm. Por lo mencionado anteriormente, la calidad organoléptica y la alta productividad son muy relevantes para el éxito del mejoramiento genético del cacao (Loor *et al.* 2018). Estos 30 ecotipos seleccionados, fueron caracterizados mediante descriptores y análisis en laboratorios, lo cual permite hacer una evaluación más individual a cada uno, esto contribuirá a la selección adecuada de materiales genéticos para mejorar la cacaocultura de la zona nor oriental del Perú.

#### **4.1.2. Caracterización de los ecotipos promisorios, mediante descriptores**

##### **a. Características morfológicas del fruto**

La Tabla 6 muestra las características morfológicas de los 30 ecotipos promisorios de CFA, de los cuales se evaluaron 9 caracteres morfológicos del fruto. Para el Color del Fruto Inmaduro (CFI), el 80 por ciento del total (24 ecotipos) son de color verde: CAP-107, CAP-125, CAP-32, CAP-37, CAP-40, CAP-46, CAP-50, CAP-74, CAP-92, INDES 24, INDES 27, INDES 31, INDES 40, INDES 43, INDES 47, INDES 49, INDES 53, INDES 54, INDES 6, INDES 61, INDES 65, INDES 66, INIDES 67 e INDES 94; el 17 por ciento del total (cinco ecotipos) son de color rojo: INDES 100, INDES 106, INDES 120, INDES 55 e INDES 64; y 3 por ciento restante son de color rojo pigmentado: CAP-47 (Figura 15a).

En cuanto al descriptor Forma del Fruto (FF), la Figura 15b, muestra que el 77 por ciento del total (23 ecotipos) son de forma elíptica: INDES 106, INDES 120, INDES 55, INDES 64, CAP- 47, CAP-107, CAP-125, CAP-32, CAP-37, CAP-46, CAP-50, CAP-74, INDES-24, INDES- 24, INDES-27, INDES-40, INDES-43, INDES-47, INDES-54, INDES-61, INDES-65, INDES-66, INDES-67 e INDES-94; y 23 por ciento del total (siete ecotipos) son oblongo: INDES- 100, CAP-40, CAP-92, INDES 31, INDES 49, INDES 53 e INDES 6.



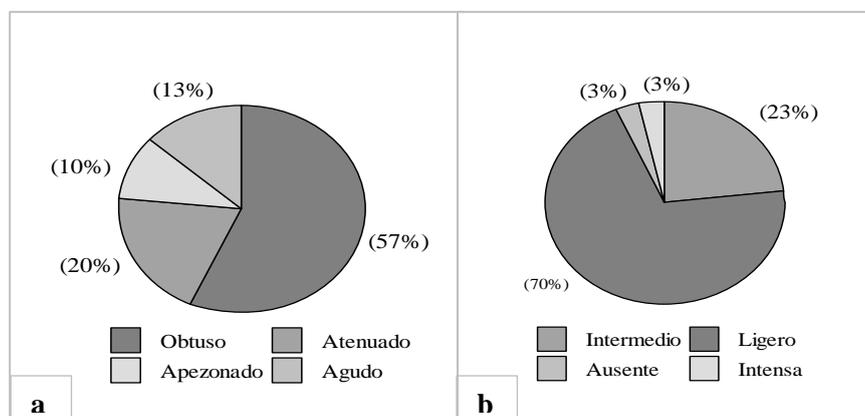
**Figura 15. Características morfológicas: (a) color del fruto inmaduro, (b) características de forma del fruto, de 30 ecotipos promisorios de CFA de la zona nor oriental del Perú**

Estudios previos demuestran que la variabilidad de rasgos morfológicos como color, forma, rugosidad y tamaño de los frutos permite apreciar la existencia de una gran diversidad de ecotipos en los sectores de evaluación (Oliva-Cruz *et al.* 2021). Es así que los resultados encontrados en esta investigación presentan una tendencia similar con los resultados reportados por García-Guerrero (2019), quien en su investigación sobre la caracterización diferencial dendrológica del cacao criollo que realizó en Jaén y San Ignacio de la región Cajamarca, encontró que el 45.45 por ciento de su muestra tenía el color de fruto inmaduro verde, y solo el 18.18 por ciento el color rojo; y años atrás Arciniegas (2005) reportó que de 103 ecotipos superiores de cacao evaluados el 55.40 por ciento presentaron color de fruto inmaduro verde.

La presencia de un alto porcentaje de frutos oblongos, no permite definir si existe gran variabilidad genética, en consecuencia, los ecotipos seleccionados pueden pertenecer a al menos dos grupos genéticos. A diferencia de este estudio, García - Guerrero (2019), reportó que el 69.69 por ciento de su muestra fue de forma elíptica y, recientemente Oliva-Cruz *et al.* (2021), reportaron en su estudio que la forma elíptica de los frutos es relevante para caracterizar ecotipos, ya que el 73 por ciento de su muestra presentaron esta característica.

El 57 por ciento del total (18 ecotipos) tiene la forma del ápice del fruto (FAF) obtuso (Figura 16a). Los ecotipos con esta característica fueron: INDES 55, CAP-107, CAP-125, CAP-32, CAP- 46, CAP-50, CAP-74, INDES 24, INDES 27, INDES 47, INDES 54, INDES 61, INDES 65, INDES 66, CAP - 40, CAP – 92, INDES 31 e INDES 6; el 20 por ciento del total

(5 ecotipos) tienen el ápice atenuado: CAP-47, CAP-37, INDES 40, INDES 100 e INDES 49; el 13 por ciento del total (4 ecotipos) tienen el ápice agudo: INDES 120, INDES 64, INDES 43 e INDES 94, finalmente el 10 por ciento del total (3 ecotipos) tienen el ápice apezonado: INDES 106, INDES 67 e INDES 53.



**Figura 16. (a) Forma del ápice del fruto y (b) características de rugosidad del fruto, de 30 ecotipos promisorios de CFA de la zona nororiental del Perú**

En cuanto al descriptor Rugosidad del Fruto (FR), el 70 por ciento del total (21 ecotipos) tiene rugosidad ligera: INDES 64, INDES 106, INDES 67, INDES 47, CAP-47, CAP-37, INDES40, INDES 100, INDES 49, INDES 55, CAP-125, CAP-32, CAP-50, CAP-74, INDES 24, NDES 27, INDES 54, INDES 61, CAP-40, CAP-92 e INDES 6; el 23 por ciento del total (7 ecotipos) presentaron rugosidad intermedia: INDES 120, INDES 43, INDES 94, INDES 53, CAP-107, INDES 65 e INDES 31; el 3 por ciento del total (1 ecotipo) presentó rugosidad intensa: INDES 66; el 3 por ciento del total (1 ecotipo) presentó rugosidad ausente: CAP-46 (Figura 16b).

El estudio demuestra que, en el proceso de caracterización, existe una ligera a moderada variación fenotípica respecto a forma del fruto, constricción basal, forma del ápice, rugosidad, profundidad y antocianina en los lomos de los frutos (Nauca-Cabrera 2010). Con respecto a la rugosidad del fruto y la forma del ápice, se reportaron valores y tendencias muy similares en el estudio realizado por Garcia-Guerrero (2019), quien muestra valores de 60.60 por ciento para la forma de ápice obtuso siendo este carácter el predominante en su muestra, y una rugosidad ligera (72.72 por ciento). La rugosidad escasa y la presencia de ápice obtuso sugiere la presencia de hibridación dentro de los cacaotales (Ramírez-Guillermo *et al.* 2018) ya que la rugosidad intermedia sugiere presencia de cacao criollo (Graziani *et al.* 2002).

**Tabla 6: Caracterización morfológica de frutos de 30 ecotipos promisorios de cacao fino de aroma de la zona nor oriental del Perú, 2018**

<b>ECOTIPOS</b>	<b>CFI</b>	<b>FF</b>	<b>FAF</b>	<b>RF</b>	<b>CBF</b>	<b>GCF</b>	<b>DPLF</b>	<b>PSPF</b>	<b>TF</b>
CAP-107	Verde	Elíptica	Obtuso	Intermedio	Ausente	Gruesa	Pareados	Intermedia	Grande
CAP-125	Verde	Elíptica	Obtuso	Ligero	Ausente	Intermedia	Pareados	Intermedia	Grande
CAP-32	Verde	Elíptica	Obtuso	Ligero	Ausente	Delgada	Pareados	Superficial	Grande
CAP-37	Verde	Elíptica	Atenuado	Ligero	Intermedio	Intermedia	Pareados	Superficial	Grande
CAP-40	Verde	Oblongo	Obtuso	Ligero	Ligero	Intermedia	Pareados	Superficial	Grande
CAP-46	Verde	Elíptica	Obtuso	Ausente	Ausente	Gruesa	Equidistantes	Intermedia	Mediano
CAP-47	Rojo pigmentado	Elíptica	Atenuado	Ligero	Ausente	Gruesa	Equidistantes	Superficial	Grande
CAP-50	Verde	Elíptica	Obtuso	Ligero	Ausente	Delgada	Pareados	Superficial	Grande
CAP-74	Verde	Elíptica	Obtuso	Ligero	Ausente	Gruesa	Equidistantes	Superficial	Mediano
CAP-92	Verde	Oblongo	Obtuso	Ligero	Ausente	Gruesa	Pareados	Intermedia	Grande
INDES 100	Rojo	Oblongo	Atenuado	Ligero	Ligero	Intermedia	Pareados	Intermedia	Grande
INDES 106	Rojo	Elíptica	Apezonado	Ligero	Intermedio	Delgada	Pareados	Superficial	Mediano
INDES 120	Rojo	Elíptica	Agudo	Intermedio	Ligero	Delgada	Pareados	Intermedia	Grande
INDES 24	Verde	Elíptica	Obtuso	Ligero	Ligero	Gruesa	Pareados	Profunda	Grande
INDES 27	Verde	Elíptica	Obtuso	Ligero	Ligero	Gruesa	Pareados	Intermedia	Grande
INDES 31	Verde	Oblongo	Obtuso	Intermedio	Ausente	Gruesa	Pareados	Intermedia	Mediano
INDES 40	Verde	Elíptica	Atenuado	Ligero	Ausente	Gruesa	Pareados	Superficial	Grande
INDES 43	Verde	Elíptica	Agudo	Intermedio	Ausente	Gruesa	Pareados	Intermedia	Grande
INDES 47	Verde	Elíptica	Obtuso	Ligero	Ausente	Intermedia	Pareados	Superficial	Mediano
INDES 49	Verde	Oblongo	Atenuado	Ligero	Fuerte	Delgada	Pareados	Intermedia	Grande

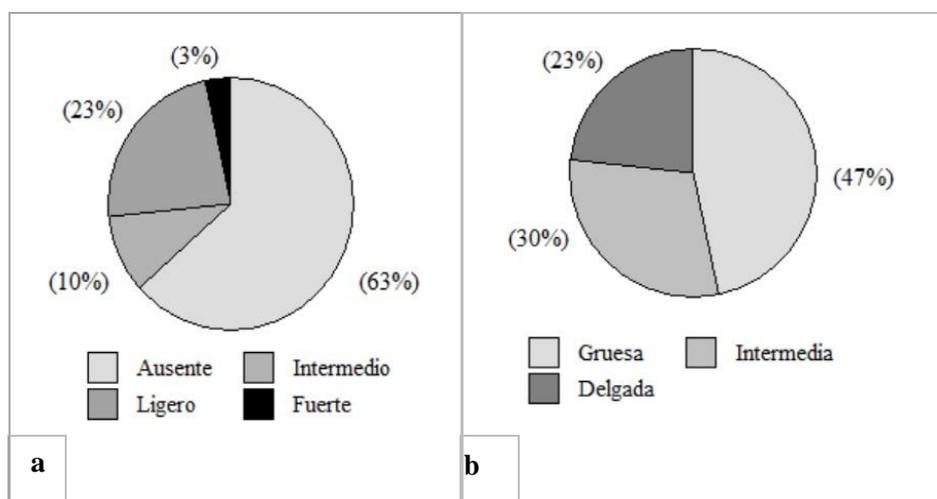
Continuación...

<b>ECOTIPOS</b>	<b>CFI</b>	<b>FF</b>	<b>FAF</b>	<b>RF</b>	<b>CBF</b>	<b>GCF</b>	<b>DPLF</b>	<b>PSPF</b>	<b>TF</b>
INDES 53	Verde	Oblongo	Apezonado	Intermedio	Ligero	Intermedia	Pareados	Intermedia	Grande
INDES 54	Verde	Elíptica	Obtuso	Ligero	Ausente	Gruesa	Pareados	Intermedia	Grande
INDES 55	Rojo	Elíptica	Obtuso	Ligero	Ausente	Delgada	Pareados	Superficial	Grande
INDES 6	Verde	Oblongo	Obtuso	Ligero	Ausente	Intermedia	Pareados	Intermedia	Grande
INDES 61	Verde	Elíptica	Obtuso	Ligero	Ausente	Intermedia	Pareados	Intermedia	Mediano
INDES 64	Rojo	Elíptica	Agudo	Ligero	Ausente	Gruesa	Pareados	Superficial	Grande
INDES 65	Verde	Elíptica	Obtuso	Intermedio	Ausente	Gruesa	Pareados	Profunda	Grande
INDES 66	Verde	Elíptica	Obtuso	Intensa	Ausente	Gruesa	Pareados	Intermedia	Grande
INDES 67	Verde	Elíptica	Apezonado	Ligero	Intermedio	Intermedia	Pareados	Superficial	Grande
INDES 94	Verde	Elíptica	Agudo	Intermedio	Ligero	Delgada	Pareados	Profunda	Mediano

CFI=Color del Fruto Inmaduro; FF=Forma del Fruto; FAF=Forma del Ápice del Fruto; RF=Rugosidad del Fruto; CBF=Constricción Basal del Fruto; GCF=Grosor de la Cáscara del Fruto; DPLF=Disposición de un Par de Lomos del Fruto; PSPF=Profundidad de Surcos Primarios del Fruto; TF=Tamaño del Fruto

Con respecto al descriptor Constricción Basal del Fruto (CBF), el 63 por ciento del total (19 ecotipos) tienen constricción basal ausente: CAP-46, INDES 66, INDES 43, CAP-107, INDES 65, INDES 31, INDES 64, CAP-47, INDES 40, INDES 55, CAP-125, CAP-32, CAP-50, CAP- 74, INDES 47, INDES 54, INDES 61, CAP-92, INDES 6; el 23 por ciento del total (7 ecotipos) presentaron ligera constricción basal: INDES 120, INDES 94, INDES 53, INDES 100, INDES 24, INDES 27 y CAP-40; el 10 por ciento (3 ecotipos) del total presentaron intermedia constricción basal: INDES 106, INDES 67, y CAP-37 y, finalmente el 3 por ciento del total (1 ecotipo) presentó constricción basal fuerte, este ecotipo fue el INDES 49 (Figura 17a).

En cuanto al descriptor Grosor de la Cáscara del Fruto (GCF), el 47 por ciento del total (14 ecotipos) presentaron la cáscara gruesa: CAP-46, INDES 66, INDES 43, CAP-107, INDES 65, INDES 31, INDES 64, CAP-47, INDES 40, CAP-74, INDES 54, CAP-92, INDES 24 e INDES 27; el 30 por ciento del total (9 ecotipos) presentaron grosor de cáscara intermedia: CAP-125, INDES 47, INDES 61, INDES 6, INDES 67, CAP-37, INDES 53, INDES 100 y CAP-40; el 23 por ciento del total (7 ecotipos) presentaron cáscara delgada: INDES 55, CAP-32, CAP-50, INDES 49, INDES 106, INDES 120 e INDES 95 (Figura 17b).



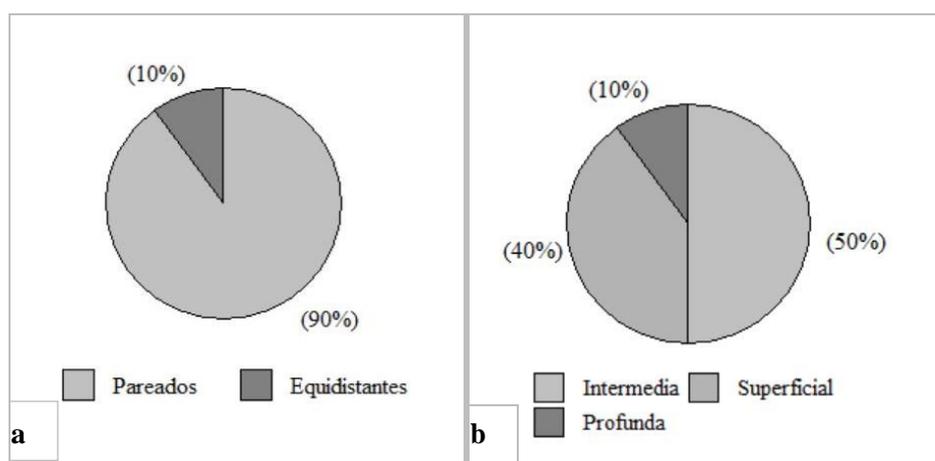
**Figura 17. Constricción basal del fruto (a) y características de grosor de la cáscara (b), de 30 ecotipos promisorios de CFA de la zona nor oriental del Perú**

García-Guerrero (2019) y Arciniegas (2005), reportaron resultados similares para la característica constricción basal ausente del cacao criollo con 63.63 por ciento y 55 por ciento, respectivamente. La constricción basal escasa evidencia hibridación del cacao y menor presencia de cacao criollo dentro de una colección (Ramírez-Guillermo *et al.* 2018);

además, cuando la constricción basal es ausente o ligera puede tratarse de cacao de tipo amelonado (Chimborazo-Sarabia 2009), la presencia de ecotipos promisorios con cascara gruesa (47 por ciento), puede ser causal de presencia de cacao de tipo nacional, ya que el cacao nacional se caracteriza por presentar cascara gruesas (Quiroz y Soria 1994).

Respecto al descriptor Disposición de un Par de Lomos del Fruto (DPLF), el 90 por ciento del total (27 ecotipos) tuvieron una disposición pareada: INDES 55, CAP-32, CAP-50, INDES 49, INDES 106, INDES 120, INDES 94, INDES 66, INDES 43, CAP-107, INDES 65, INDES 31, INDES 64, INDES 40, INDES 54, CAP-92, INDES 24, INDES 27, CAP-125, INDES 47, INDES 61, INDES 6, INDES 67, CAP-37, INDES 53, INDES 100 y CAP-40; el 10 por ciento del total (3 ecotipos) tuvieron una disposición equidistante: CAP-46, CAP-47 y CAP-74 (Figura 18a).

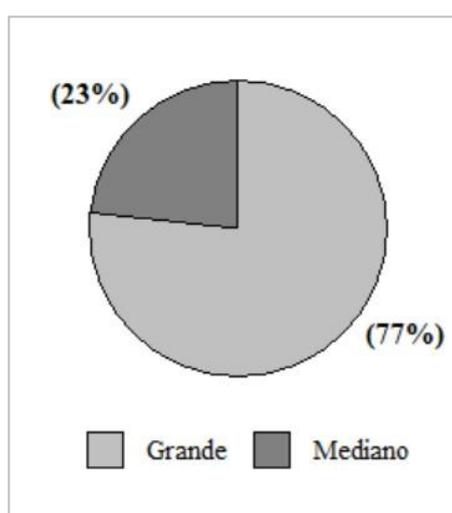
Para el descriptor Profundidad de Surcos Primarios del Fruto (PSPF), el 50 por ciento del total (15 ecotipos) tuvieron una profundidad intermedia: INDES 66, INDES 43, CAP-107, INDES 31, INDES 54, CAP-92, INDES 27, CAP-125, INDES 61, INDES 6, INDES 53, INDES 100, INDES 49, INDES 120 y CAP-46; el 40 por ciento del total (12 ecotipos) tuvieron una profundidad superficial: CAP-47, CAP-74, INDES 55, CAP-32, CAP-50, INDES 106, INDES 64, INDES 40, INDES 47, INDES 67, CAP-37 y CAP-40; y finalmente el 10 por ciento del total (3 ecotipos) fueron consideradas profundas: INDES 94, INDES 65 e INDES 24 (Figura 18b).



**Figura 18. (a) Disposición de un par de lomos del fruto, (b) Características de profundidad de surcos primarios, de 30 ecotipos promisorios de CFA de la zona nororiental del Perú**

La disposición de un par de lomos y la profundidad de surcos primarios de los frutos, pueden ser determinantes para caracterizar ecotipos de cacao. Al presentar más del 90 por ciento de ecotipos con par de lomos pareados difiere con lo indicado por Oliva-Cruz *et al.* (2021), quienes reportan en su investigación ecotipos de par de lomos equidistantes (97 por ciento). Por su parte, García - Guerrero (2019) encontró que el 84.84 por ciento de su muestra tuvieron disposición de par de lomos pareados, y 53.03 por ciento presentaron profundidad de surcos intermedios, porcentajes muy cercano a los encontrados en esta investigación que reportó 50 por ciento de ecotipos con surco de los frutos de 0.5 – 10 cm (intermedio). Además, Oliva-Cruz *et al.* (2021) en su estudio reportaron que, del total de su muestra el 57 por ciento presentan una profundidad de surco intermedio (0.5-1.0 cm), el 40 por ciento la profundidad de surco es superficial (< 0.5 cm) y el 3 por ciento es fuerte (profundo >1.0 cm).

Con respecto al descriptor Tamaño del Fruto (TF), el 77 por ciento del total (23 ecotipos) tuvieron tamaño grande: INDES 49, INDES 120, INDES 66, INDES 43, CAP-107, INDES 54, CAP- 92, INDES 27, CAP-125, INDES 6, INDES 53, INDES 100, INDES 65, INDES 24, CAP-47, INDES 55, CAP-32, CAP-50, INDES 64, INDES 40, INDES 67, CAP-37 y CAP-40; el 23 por ciento del total (7 ecotipos) tuvieron un tamaño mediano: CAP-46, CAP-74, INDES 106, INDES 31, INDES 47, INDES 61 e INDES 94 (Figura 19). Sin embargo, el tamaño grande de la semilla no garantiza que el rendimiento sea mayor; ya que el rendimiento puede estar sujeto al peso de la semilla, tamaño de la semilla y por ende el índice de la mazorca.



**Figura 19. Características morfológicas del tamaño de fruto de 30 ecotipos promisorios de CFA de la zona nororiental del Perú**

**b. Caracterización mediante descriptores morfológicos de las semillas**

La Tabla 7 muestra los caracteres de semilla de los 30 ecotipos promisorios de CFA basado en cuatro descriptores morfológicos.

**Tabla 7: Características morfológica de la semilla de 30 ecotipos promisorios de CFA de la zona nor oriental del Perú**

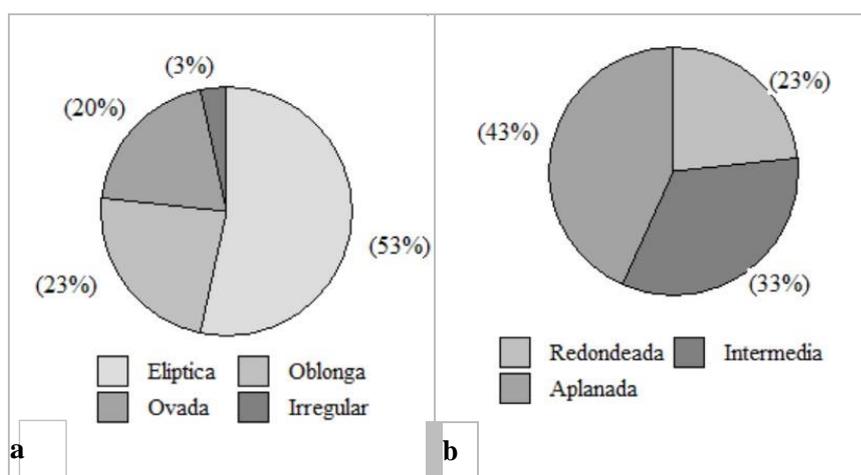
<b>ECOTIPOS</b>	<b>FSLS</b>	<b>FSTS</b>	<b>TS</b>	<b>CC</b>
CAP-107	Elíptica	Redondeada	Mediano	Morado
CAP-125	Elíptica	Intermedia	Mediano	Morado
CAP-32	Elíptica	Aplanada	Grande	Morado
CAP-37	Elíptica	Aplanada	Mediano	Morado
CAP-40	Elíptica	Intermedia	Grande	Morado
CAP-46	Elíptica	Aplanada	Grande	Morado
CAP-47	Elíptica	Intermedia	Grande	Morado
CAP-50	Elíptica	Redondeada	Mediano	Morado
CAP-74	Elíptica	Aplanada	Grande	Morado
CAP-92	Elíptica	Redondeada	Mediano	Morado
INDES 100	Oblonga	Intermedia	Grande	Violeta
INDES 106	Elíptica	Aplanada	Grande	Violeta
INDES 120	Elíptica	Redondeada	Grande	Morado
INDES 24	Ovada	Aplanada	Grande	Rosado
INDES 27	Ovada	Intermedia	Grande	Blanco
INDES 31	Ovada	Intermedia	Grande	Blanco
INDES 40	Oblonga	Aplanada	Grande	Rosado
INDES 43	Ovada	Aplanada	Grande	Rosado
INDES 47	Ovada	Aplanada	Grande	Rosado
INDES 49	Ovada	Intermedia	Grande	Rosado
INDES 53	Oblonga	Intermedia	Grande	Violeta
INDES 54	Oblonga	Intermedia	Grande	Morado
INDES 55	Oblonga	Aplanada	Grande	Morado
INDES 6	Irregular	Aplanada	Grande	Blanco
INDES 61	Elíptica	Aplanada	Mediano	Morado
INDES 64	Elíptica	Redondeada	Grande	Morado
INDES 65	Elíptica	Redondeada	Grande	Morado
INDES 66	Elíptica	Aplanada	Grande	Morado
INDES 67	Oblonga	Redondeada	Grande	Morado
INDES 94	Oblonga	Intermedia	Mediano	Morado

FSLS=Forma en Sección Longitudinal de la Semila; FSTS=Forma en Sección Transversal de la Semilla; TS=Tamaño de la Semilla; CC=Color del Cotiledón.

Con respecto al descriptor Forma en Sección Longitudinal de la Semilla (FSLS), el 53 por ciento del total (16 ecotipos) tuvieron una forma elíptica: CAP-107, CAP-125, CAP-32, CAP-37, CAP-40, CAP-46, CAP-47, CAP-50, CAP-74, CAP-92, INDES 106, INDES 120,

INDES 61, INDES 64, INDES 65 e INDES 66; el 23 por ciento del total (7 ecotipos) tuvieron una forma oblonga: INDES 100, INDES 40, INDES 53, INDES 54, INDES 55, INDES 67 e INDES 94; el 20 por ciento del total (6 ecotipos) tuvieron una forma ovada: INDES 24, INDES 27, INDES 31, INDES 43, INDES 47 e INDES 49; solo el 3 por ciento (un ecotipo) presentó forma sección longitudinal de la semilla irregular: INDES 6 (Figura 20a).

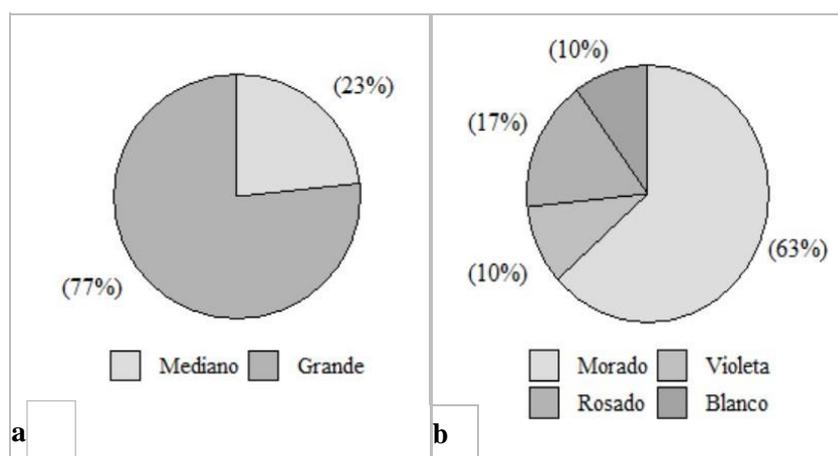
Por otra parte, para el descriptor Forma en Sección Transversal de la Semilla (FSTS), muestra que el 43 por ciento del total (13 ecotipos) tuvieron una forma aplanada: CAP-32, CAP-37, CAP-46, CAP-74, INDES 106, INDES 61, INDES 66, INDES 6, INDES 40, INDES 55, INDES 24, INDES 43 e INDES 47; el 33 por ciento del total (10 ecotipos) tuvieron una forma intermedia: CAP-125, CAP-40, CAP-47, INDES 100, INDES 53, INDES 54, INDES 94, INDES 27, INDES 31 e INDES 49; y el 23 por ciento del total (7 ecotipos) del total, tuvieron una forma redondeada: CAP-107, CAP-50, CAP-92, INDES 120, INDES 64, INDES 65 e INDES 67 (Figura 20b).



**Figura 20. Características morfológicas de forma en sección longitudinal de la semilla (a) y forma transversal de las semillas (b), de 30 ecotipos promisorios de CFA de la zona nororiental del Perú**

Con respecto al descriptor Tamaño de la Semilla (TS), el 77 por ciento del total (23 ecotipos) tuvieron un tamaño grande: CAP-32, CAP-46, CAP-74, INDES 106, INDES 66, INDES 6, INDES 40, INDES 55, INDES 24, INDES 43, INDES 47, CAP-40, CAP-47, INDES 100, INDES 53, INDES 54, INDES 27, INDES 31, INDES 49, INDES 120, INDES 64, INDES 65, INDES 67; y 23 por ciento del total (7 ecotipos) tuvieron un tamaño de semilla mediana: CAP-37, INDES 61, CAP-125, INDES 94, CAP-107, CAP-50 y CAP-92 (Figura 21a).

En cuanto al descriptor Color de Cotiledón (CC), el 63 por ciento del total (19 ecotipos) tuvieron un color morado: CAP-32, CAP-46, CAP-74, INDES 66, INDES 55, CAP-40, CAP-47, INDES 54, INDES 120, INDES 64, INDES 65, INDES 67, CAP-37, INDES 61, CAP-125, INDES 94, CAP-107, CAP-50, CAP-92; el 17 por ciento del total (5 ecotipos) un color rosado: INDES 40, INDES 24, INDES 43, INDES 47 e INDES 49; el 10 por ciento del total (3 ecotipos) tuvieron un color violeta: INDES 106, INDES 100 e INDES 53; y finalmente el 10 por ciento del total (tres ecotipos) tuvieron un color blanco: INDES 6, INDES 27 e INDES 31 (Figura 21b).



**Figura 21. Características morfológicas de tamaño de la semilla (a) y del color del cotiledón (b), de 30 ecotipos promisorios de CFA de la zona nororiental del Perú**

Estudios de caracterización realizados por Garcia-Guerrero (2019), reportaron resultados muy cercanos a los de la presente investigación; para la sección longitudinal de la semilla, el 48.48 por ciento fue elíptica, para la sección transversal, el 40.90 por ciento fue de forma aplanada, para el tamaño de la semilla el 59.09 por ciento fue grande y para el color de cotiledón el 48.48 por ciento fue de color morado. La tonalidad morada de las almendras de cacao generalmente está asociada con el grupo de los forasteros y trinitarios (Ayestas *et al.* 2013), sugiriendo que dentro de los ecotipos promisorios seleccionados pueden existir ecotipos resultantes del cruce de estos dos grupos. Además, el MINCETUR (2008) menciona que los cacaos de la macroregión del norte en su mayoría muestran mezclas entre almendras blancas y moradas; dando posibilidades a considerar a la zona nor oriental del Perú como una de las principales zonas de centros de origen del cacao. La importancia de evaluar los descriptores de las semillas de cacao está basada en que la semilla es el órgano comercial del cacao, y depende de ella el rendimiento y la calidad.

Se dice que el cotiledón violeta es característico de los cacaos híbridos, mientras que el color crema es de los cacaos criollos (Ramírez-Guillermo *et al.* 2018). Si al menos el 10 por ciento de una población muestra la presencia de ecotipos con semillas de color blanco, fortalece la teoría mencionada por Doster *et al.* (2012), quien indica que la zona nor oriental del Perú cuenta una variedad denominada “porcelana” caracterizada por el color blanco de las semillas (cacao blanco). Estas variaciones pueden estar relacionadas con la influencia que los forasteros y trinitarios ejercen sobre las características de los criollos (Oliva *et al.* 2021).

### **c. Caracterización mediante atributos sensoriales de la pulpa fresca**

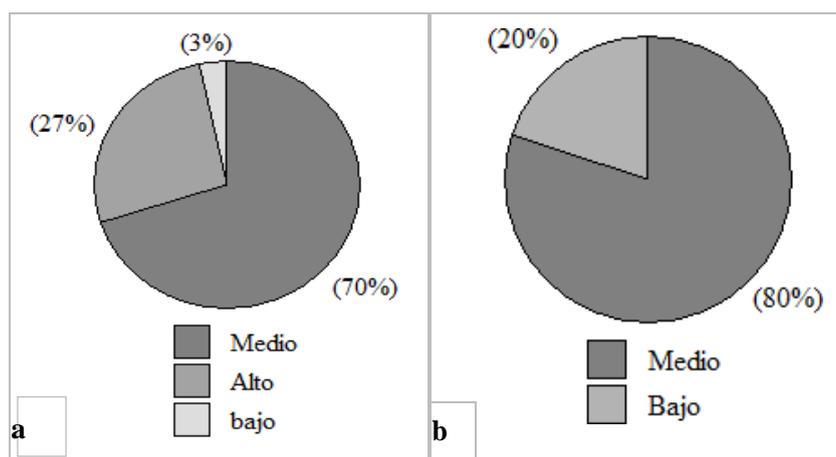
La Tabla 8 muestra los resultados de las características organolépticas de la pulpa fresca de 30 ecotipos promisorios de CFA de la zona nor oriental del Perú.

Referente al descriptor de características sensorial de dulzura, el 70 por ciento (21 ecotipos) del total, tuvieron nivel medio de dulzura: CAP-107, CAP-32, CAP-37, CAP-40, CAP-46, CAP-47, CAP-74, CAP-92, INDES 24, INDES 27, INDES 31, INDES 40, INDES 43, INDES 47, INDES 49, INDES 54, INDES 55, INDES 6, INDES 61, INDES 67 e INDES 94; 27 por ciento (8 ecotipos) del total, presentaron nivel alto de dulzura: CAP-125, CAP-50, INDES 100, INDES 106, INDES 120, INDES 53, INDES 64 e INDES 66; y solo el 3 por ciento (1 ecotipo) presentó nivel bajo de dulzura: INDES 65 (Figura 22a).

No se observaron ecotipos con acidez alta, mostrando en gran mayoría nivel medio de acidez, representando el 80 por ciento del total (24 ecotipos): CAP-107, CAP-32, CAP-37, CAP-40, CAP-46, CAP-47, CAP-74, CAP-92, INDES 100, INDES 106, INDES 120, INDES 24, INDES 27, INDES 43, INDES 47, INDES 49, INDES 53, INDES 54, INDES 55, INDES 6, INDES 61, INDES 65, INDES 67 e INDES 94; y 20 por ciento (6 ecotipos) del total presentaron nivel bajo de acidez: CAP-125, CAP-50, INDES 31, INDES 40, INDES 64 e INDES 66 (Figura 22b).

**Tabla 8: Características organolépticas de 30 ecotipos promisorios de CFA de la zona nor oriental del Perú**

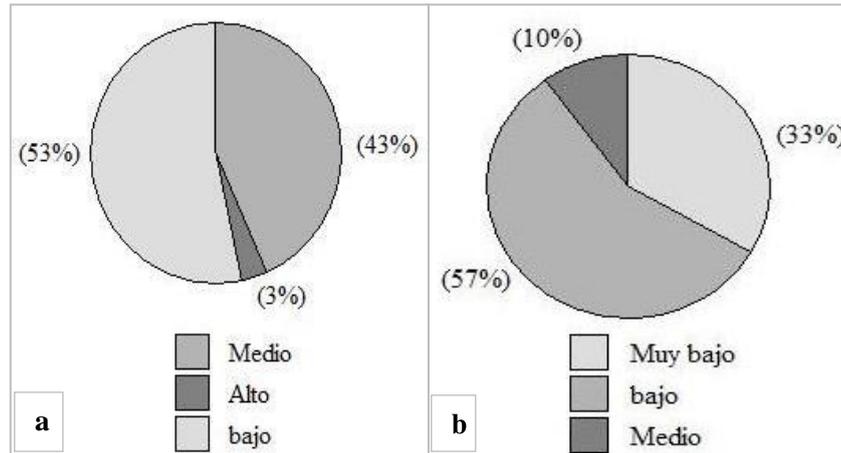
<b>ECOTIPO</b>	<b>DULZURA</b>	<b>ACIDEZ</b>	<b>AMARGOR</b>	<b>ASTRINGENCIA</b>	<b>FLORAL</b>	<b>FRUTAL</b>
CAP-107	Medio	Medio	Medio	Muy bajo	Medio	Alto
CAP-125	Alto	Bajo	Medio	Muy bajo	Alto	Alto
CAP-32	Medio	Medio	Alto	Muy bajo	Alto	Alto
CAP-37	Medio	Medio	Medio	Muy bajo	Medio	Medio
CAP-40	Medio	Medio	Medio	Muy bajo	Medio	Medio
CAP-46	Medio	Medio	Medio	Muy bajo	Medio	Medio
CAP-47	Medio	Medio	Medio	Muy bajo	Medio	Medio
CAP-50	Alto	bajo	Medio	Muy bajo	Medio	Medio
CAP-74	Medio	Medio	Medio	Muy bajo	Medio	Medio
CAP-92	Medio	Medio	Medio	Muy bajo	Medio	Alto
INDES 100	Alto	Medio	Bajo	Bajo	Alto	Alto
INDES 106	Alto	Medio	Bajo	Bajo	Medio	Alto
INDES 120	Alto	Medio	Medio	Medio	Alto	Alto
INDES 24	Medio	Medio	Bajo	Bajo	Alto	Alto
INDES 27	Medio	Medio	Medio	Bajo	Alto	Alto
INDES 31	Medio	Bajo	Medio	Medio	Alto	Alto
INDES 40	Medio	Bajo	Medio	Bajo	Alto	Medio
INDES 43	Medio	Medio	Bajo	Bajo	Alto	Alto
INDES 47	Medio	Medio	Bajo	Bajo	Medio	Alto
INDES 49	Medio	Medio	Bajo	Bajo	Alto	Alto
INDES 53	Alto	Medio	Bajo	Bajo	Alto	Alto
INDES 54	Medio	Medio	Bajo	Bajo	Medio	Alto
INDES 55	Medio	Medio	Bajo	Bajo	Medio	Medio
INDES 6	Medio	Medio	Bajo	Bajo	Alto	Alto
INDES 61	Medio	Medio	Bajo	Bajo	Alto	Alto
INDES 64	Alto	Bajo	Bajo	Bajo	Alto	Alto
INDES 65	bajo	Medio	Bajo	Medio	Alto	Alto
INDES 66	Alto	Bajo	Bajo	Bajo	Alto	Alto
INDES 67	Medio	Medio	Bajo	Bajo	Alto	Alto
INDES 94	Medio	Medio	Bajo	Bajo	Alto	Alto



**Figura 22. Características sensoriales de dulzura (a) y características de acidez (b), de 30 ecotipos promisorios de CFA de la zona nororiental del Perú**

Para la característica sensorial de amargor, se encontró que solo el ecotipo CAP-32 presentó amargor alto, representando solo el 3 por ciento del total. Por otro lado, el 53 por ciento (16 ecotipos) presentaron amargor bajo: INDES 100, INDES 106, INDES 24, INDES 43, INDES 47, INDES 49, INDES 53, INDES 54, INDES 55, INDES 6, INDES 61, INDES 64, INDES 65, INDES 66, INDES 67 e INDES 94; y el 43 por ciento restante (13 ecotipos) presentaron un nivel medio de amargor: CAP-107, CAP-125, CAP-37, CAP-40, CAP-46, CAP-47, CAP-50, CAP-74, CAP-92, INDES 120, INDES 27, INDES 31 e INDES 40 (Figura 23a).

Respecto al descriptor de astringencia, el 57 por ciento (17 ecotipos) presentaron baja astringencia: INDES 100, INDES 106, INDES 24, INDES 27, INDES 40, INDES 43, INDES 47, INDES 49, INDES 53, INDES 54, INDES 55, INDES 6, INDES 61, INDES 64, INDES 66, INDES 67 e INDES 94; el 33 por ciento (10 ecotipos) tuvieron un nivel muy bajo de astringencia: CAP-107, CAP-125, CAP-32, CAP-37, CAP-40, CAP-46, CAP-47, CAP-50, CAP-74 y CAP-92; y tan solo el 10 por ciento (3 ecotipos) presentaron astringencia media: INDES 120, INDES 31 e INDES 65 (Figura 23b).

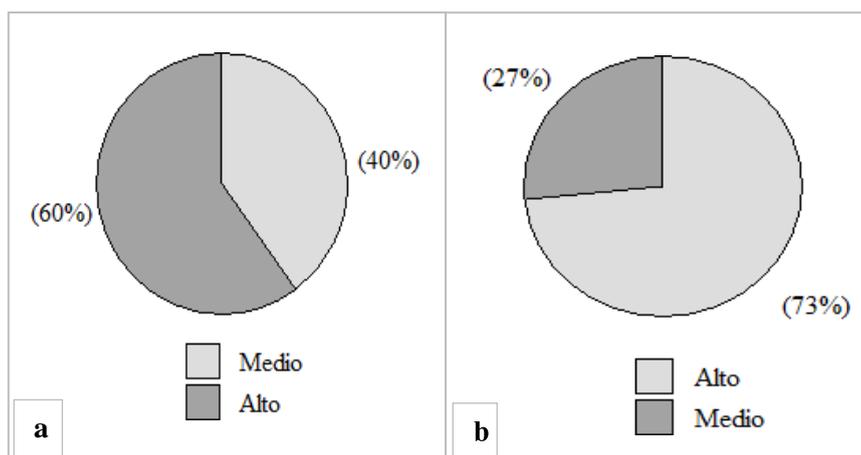


**Figura 23. Características sensoriales de amargor (a) y características de astringencia (b), de 30 ecotipos promisorios de CFA de la zona nororiental del Perú**

Con respecto a los descriptores de sabores específicos, más del 60 por ciento del total de ecotipos evaluados presentaron niveles altos de sabores específico (floral y frutal).

Como se puede observar en la Figura 24a, el 60 por ciento (18 ecotipos) presentaron sabores florales altos: CAP-125, CAP-32, INDES 100, INDES 120, INDES 24, INDES 27, INDES 31, INDES 40, INDES 43, INDES 49, INDES 53, INDES 6, INDES 61, INDES 64, INDES 65, INDES 66, INDES 67 e INDES 94; y el 40 por ciento del total (12 ecotipos) tuvieron sabores florales medios: CAP-107, CAP-37, CAP-40, CAP-46, CAP-47, CAP-50, CAP-74, CAP-92, INDES 106, INDES 47, INDES 54 e INDES 55.

Respecto a sabores frutales, tal como muestra la Figura 24b, el 73 por ciento del total (22 ecotipos) presentaron sabores frutales altos: CAP-107, CAP-125, CAP-32, CAP-92, INDES 100, INDES 106, INDES 120, INDES 24, INDES 27, INDES 31, INDES 43, INDES 47, INDES 49, INDES 53, INDES 54, INDES 6, INDES 61, INDES 64, INDES 65, INDES 66, INDES 67 e INDES 94; y el 27 por ciento (8 ecotipos) tuvieron notas frutales con nivel medio: CAP- 37, CAP-40, CAP-46, CAP-47, CAP-50, CAP-74, INDES 40 e INDES 55.



**Figura 24. Características florales (a) y características frutales (b), de 30 ecotipos promisorios de CFA de la zona nororiental del Perú**

Los ecotipos promisorios se caracterizan por presentar notas florales y frutales altos. De acuerdo con Ovidio-Barros (1981), el sabor y aroma es una característica inherente a cada genotipo de cacao; no obstante, estos atributos pueden sufrir variaciones como resultado de la interacción planta por medio ambiente (Guzman-Duque & Gómez-Prada 2014; Solórzano-Chavez *et al.* 2015). La temperatura es un factor importante debido a que interviene en la formación y el contenido de precursores del aroma y el sabor durante la etapa de desarrollo del fruto de cacao (Brunetto - de Gallignani *et al.* 2014; Vallejo-Torres *et al.* 2018). El CFA gran parte es originario de variedades de árboles de cacao Criollo y Trinitario, los sabores especiales son muy importante en la elaboración de chocolates de alta calidad (Sukha 2016).

#### **d. Caracterización mediante descriptores de productividad**

Las características de productividad, en función a las variables numéricas, se muestran mediante histogramas de distribución de acuerdo al número de semillas por fruto (Figura 25a), el peso seco de la semilla (Figura 25b) e índice de mazorca (Figura 25c). Se puede observar que los ecotipos identificados presentan entre 30 a 62 semillas por fruto, más del 50 por ciento presentan de 46 a 54 semilla por fruto y menos del 10 por ciento presentan de 54 a 62 semillas. En el caso del peso de la semilla, éstas tienden a presentar de 1.10 a 1.70 gr (más del 60 por ciento), y en menor proporción de 1.70 a 2.00 gr, y menos del 10 por ciento poseen semillas que pesan entre 2.00 y 2.30 gr. Estas características de número y peso de la semilla permitieron encontrar el Índice de mazorca, el cual varió de 9 a 24 con un promedio de 13.73 mazorcas (Tabla 9); es decir, se necesita de 9 a 24 mazorcas para obtener un kg de

grano fermentado y seco, un poco menos del 50 por ciento de los ecotipos estudiados presentan índices de mazorca entre 13 y 17, en menor proporción podemos observar de 17 a 24 como índice de mazorca.

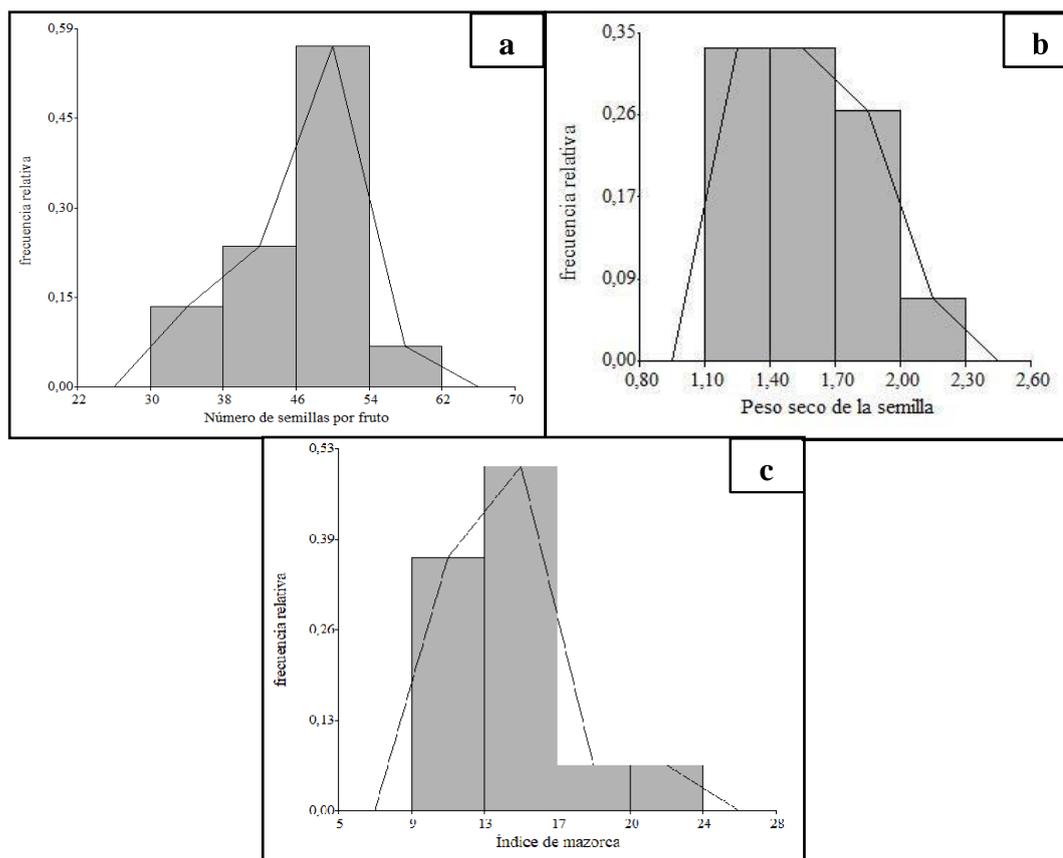
Los descriptores de productividad permiten explicar el potencial de producción del cacao, el conocerlo puede ayudar al productor a realizar estimaciones de cosechas futuras y realizar planificación adecuada del manejo de su finca. Ante ello, los valores aceptables de índices de mazorca de cacao, puede variar de 14 a 16 (Ayestas *et al.* 2013; Quintana-Fuentes *et al.* 2015), esto se traduce en que, la obtención de un kg de cacao seco depende de 14 a 16 mazorcas de cacao; sin embargo, autores como Arciniegas (2005), Ayestas *et al.* (2013) y Solís-Bonilla *et al.* (2015) reportan índices de mazorca promedio superiores a los encontrados en este estudio (25, 20 y 20, respectivamente), lo que permite afirmar que los ecotipos seleccionados tienen un gran potencial de productividad.

Por su parte, Oliva *et al.* (2021), al evaluar 146 ecotipos de cacao encontraron índices de mazorca entre 11.88 y 20.77, resultados muy similares a los encontrados en este estudio, esto podría deberse a la ubicación geográfica del estudio donde la diversidad del cacao es grande.

Por otro lado, el tamaño grande de los frutos, son atributos que le dan un buen potencial de productividad al cacao. Sin embargo, dentro de los caracteres cuantitativos el índice de mazorca, rendimiento potencial, rendimiento real pueden variar entre clones y pueden ser superior o inferior (Nauca-Cabrera 2010).

**Tabla 9: Valores medios para los datos cuantitativos correspondientes a las características de productividad**

Variable	Media ± D.E	Mínimo	Máximo
Nº de semillas por fruto	47.23±6.69	30.00	62.00
Peso seco de semilla (pss)	1.60±0.32	1.10	2.30
Índice de mazorca (im)	13.73±3.42	9.00	24.00



**Figura 25. Histogramas de tres caracteres de productividad de 30 ecotipos de CFA**

## **4.2. CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS Y ATRIBUTOS SENSORIALES DE LA PASTA DE CACAO PROCEDENTE DE LA ZONA NORORIENTAL DEL PERÚ**

### **4.2.1. Características químicas**

En la Tabla 10 se presentan las principales características químicas de la pasta de cacao (Cenizas, pH, acidez, actividad antioxidante, fenoles, grasa total, fibra cruda, energía total, cafeína, teobromina e índice teobromina/cafeína) de los 30 ecotipos promisorios evaluados. Dos ecotipos, INDES 24 e INDES 67 reportaron mayores valores de concentración de cenizas con  $3.51 \pm 0.30$  y  $3.67 \pm 0.33$ , diferenciándose significativamente de los 28 ecotipos restantes de menor concentración de cenizas, donde INDES 65 y CAP – 50, son los que reportan la menor concentración con  $2.74 \pm 0.09$  y  $3.31 \pm 0.38$ , respectivamente.

Panorama similar se observa respecto al pH, y acidez, donde se observan que los ecotipos evaluados se dividen en dos grupos diferenciados con ambas características, con respecto al pH, se encuentra un grupo representado por tres ecotipos: INDES 106, INDES 40 e INDES 43 con valores de pH  $6.01 \pm 0.52$ ,  $5.72 \pm 0.87$  y  $5.83 \pm 1.07$ , respectivamente los cuales

presentan los valores más altos de pH. Otro grupo está conformado por el 90 por ciento de los ecotipos (27 ecotipos) y poseen valores de pH entre  $4.61\pm 0.10$  y  $5.25\pm 0.10$ . Respecto a la acidez, solo un ecotipo presenta la concentración más baja de acidez (INDES 106) con  $0.64\pm 0.13$ , diferenciándose significativamente de los demás ecotipos cuyos valores de oscilan entre  $1.15\pm 0.44$  y  $2.36\pm 0.93$ . Los cacaos que presentan valores de pH entre 4.8 – 5.5 pueden entrar en la clasificación de ecotipos con potencial aromático (Portillo *et al.* 2007, citados por Bedoya 2016). Por tanto, más del 80 por ciento de los ecotipos evaluados pueden entrar dentro de esta clasificación y presentar sabores y aromas complejos que exigen el mercado actual, ya que el valor y la calidad de un chocolate están relacionados de los sabores únicos y complejos del cacao (Aprotosoiaie *et al.* 2016b).

Referente a la actividad antioxidante, se puede observar que los ecotipos evaluados se dividen en tres grupos (letras diferentes), el primero formado por los ecotipos: CAP-107, CAP-125, CAP-40, CAP-50, CAP-74, INDES 43 e INDES 61 los cuales presentan valores entre  $93.23\pm 0.15$  y  $93.88\pm 0.31$ ; el segundo grupo está conformado por los ecotipos CAP-32, CAP-37, CAP-46, CAP-47, CAP-92, INDES 100, INDES 106, INDES 24, INDES 27, INDES 31, INDES 40, INDES 49, INDES 53, INDES 6, INDES 64, INDES 66, INDES 67 e INDES 94, los cuales presentan valores entre  $92.11\pm 0.27$  y  $93.07\pm 0.21$ ; y el tercer grupo está conformado por los ecotipos: INDES 120, INDES 47, INDES 54, INDES 55 e INDES 65, que poseen los valores más bajos, representados entre  $91.17\pm 0.26$  (INDES 65) y  $91.82\pm 0.37$  (INDES 54).

El realce de la importancia de la tendencia a la alimentación saludable, ocasiona la necesidad de buscar la obtención de productos que usen como materia prima el cacao con atributos saludables. El cacao es considerado un superalimento por su capacidad antioxidante y contenido de polifenoles, los cuales están vinculados con potenciales beneficios para la salud (López 2017), permitiendo que el cacao se convierta en el tercer proveedor más importante de estos compuestos después de las frutas y hortalizas (Rusconi & Conti 2010), ya que estudios preclínicos han demostrado que una dieta enriquecida con cacao modifica las funciones celulares porque conduce a una modulación de la síntesis de anticuerpos sistémicos e intestinales (Pérez-Cano *et al.* 2013). Además, el consumo de chocolate hace una contribución positiva a la nutrición humana a través de aporte de antioxidantes, principalmente polifenoles, incluidos flavonoides como epicatequina, catequina y en particular, las procianidinas (Kharat & Deshpande 2017).

El contenido total de fenoles o polifenoles solubles es diferente en cada variedad, según Quintero (2012), citado por Bedoya (2016), los cacaos Forasteros poseen un contenido total entre 10 – 15 por ciento de polifenoles en los granos secos de cacao, donde el contenido de epicatequina varía entre 34.65 y 43 mg/g. Por su parte, los cacaos Criollos poseen 2/3 partes del contenido de polifenoles que los forasteros. Los compuestos polifenólicos tienen la capacidad de ejercer su acción antioxidante, a partir de sus estructuras con anillos aromáticos y dobles enlaces conjugados, y esto hace que los compuestos bioactivos antioxidantes sean los más abundantes en la dieta alimenticia (Martínez 2010). Dentro de los fenoles o polifenoles que se encuentran con mayor abundancia en cacao, son los tipos flavonoide, especialmente tres con un núcleo común tipo flavan-3-ol: están las catequinas, antocianinas y proantocianidinas, con 37.4 y 58 por ciento, respectivamente, quienes son los precursores de la actividad antioxidante del cacao (Bedoya 2016). Sin embargo, los granos de cacao sin fermentar pueden contener actividad antioxidante significativamente mayor a 92.3 por ciento (Agus *et al.* 2018).

La Tabla 10 muestra en contenido de grasa total de los 30 ecotipos promisorios. Para esta variable se puede observar que se diferencian dos grupos, uno formado por los ecotipos: CAP-107, CAP-125, CAP-47, CAP-50, INDES 100, INDES 106, INDES 120, INDES 47, INDES 53, INDES 55, INDES 6, INDES 61, INDES 64, INDES 65, INDES 66 e INDES 94 los cuales poseen mayor contenido de grasa total, valores entre  $54.18 \pm 2.53$  (INDES 100) y  $67.19 \pm 9.80$  (INDES 47); y otro grupo formado por los ecotipos: CAP-32, CAP-37, CAP-40, CAP-46, CAP-74, CAP-92, INDES 24, INDES 27, INDES 31, INDES 40, INDES 43, INDES 49, INDES 54 e INDES 67, que presentan menores contenidos de grasa total, con contenidos entre  $43.33 \pm 1.54$  (CAP-46) y  $52.14 \pm 3.51$  (INDES 40). Los aceites y grasas en los alimentos están compuestos por cuatro tipos de ácidos grasos: ácidos grasos poliinsaturados, monoinsaturados, saturados y trans (Farrán-Codina 2020); con base en esto, la manteca de cacao se considera el subproducto más importante de la industria alimentaria (Negro & Williner 2019).

Existen muchos factores, como el origen geográfico, las condiciones climáticas, el manejo agronómico, el tipo de cultivo y el índice de cosecha, que influyen en las características fisicoquímicas de las grasas totales y el perfil de ácidos grasos del cacao (Del Rosario-Castro *et al.* 2017; Riaño *et al.* 2016). Por otro lado, Salinas & Bolívar (2012) encontraron que los chocolates venezolanos presentan una alta variabilidad en su contenido de ácidos grasos

saturados, monoinsaturados y poliinsaturados mientras que su contenido de ácidos grasos trans era inferior a los límites establecidos por la FAO, FDA y Food Standard Agency, siendo los límites los más bajos en chocolates cuya base lipídica consiste principalmente en manteca de cacao.

En el contenido de fibra cruda se puede observar que los ecotipos evaluados se dividieron en cuatro grupos (letras diferentes): el primero está formado por los ecotipos: INDES 27, INDES 43, INDES 55, INDES 64 e INDES 94, los cuales poseen los valores más altos entre  $10.48 \pm 0.67$  (INDES 27) y  $11.70 \pm 1.47$  (INDES 64); el segundo formado por los ecotipos CAP-125, CAP-40, INDES 47, INDES 53 e INDES 54, con valores entre  $9.11 \pm 0.54$  (INDES 47) y  $9.93 \pm 1.87$  (INDES 54); el tercer grupo formado por CAP-107, CAP-37, CAP-46, CAP-47, CAP-50, CAP-74, CAP-92, INDES 100, INDES 106, INDES 120, INDES 24, INDES 40, INDES 49, INDES 6, INDES 65, INDES 66 e INDES 67, con valores entre  $6.54 \pm 0.26$  (CAP-50) y  $8.00 \pm 0.18$  (INDES 67); y el cuarto grupo formado por CAP-32, INDES 31 e INDES 61, con valores entre  $4.73 \pm 0.84$  (INDES 61) y  $5.83 \pm 0.63$  (INDES 31). Asimismo, la fibra del cacao puede ser una excelente fuente de fibra dietética, llegando a alcanzar hasta un 12 por ciento de fibra total (Lecumberri *et al.* 2006). Estudios demuestran que la fibra cruda de los granos de cacao sin tostar puede aumentar después del proceso de tostado aumentando el contenido de fibra dietética de los productos de cacao debido a la interacción entre los polisacáridos, las proteínas y los polifenoles a altas temperaturas (Agus *et al.* 2018).

La energía total y el contenido de cafeína se encuentran divididos en tres grupos cada una, la energía total posee un grupo representado por el ecotipo INDES 47, el cual posee el mayor valor ( $7\,479.70 \pm 41.30$ ), otro grupo formado por los ecotipos: CAP-107, CAP-125, CAP-40, CAP-47, CAP-50, INDES 100, INDES 106, INDES 120, INDES 24, INDES 40, INDES 53, INDES 55, INDES 6, INDES 61, INDES 64, INDES 65, INDES 66 e INDES 94, que presentan valores intermedio, valores entre  $6\,743.70 \pm 247.35$  (INDES 24) y  $7\,272.60 \pm 323.39$  (CAP-50), y un último grupo formado por: CAP-32, CAP-37, CAP-46, CAP-74, CAP-92, INDES 27, INDES 31, INDES 43, INDES 49, INDES 54 e INDES 67, con valores entre  $6\,373.80 \pm 259.79$  (CAP-92) y  $6\,633.80 \pm 172.43$  (CAP-37); referente al contenido de cafeína, el grupo con alto contenido está formado por los ecotipos: CAP-125, CAP-74, CAP-92, INDES 100, INDES 24, INDES 49, INDES 54, INDES 65 e INDES 67, los cuales presentan valores entre  $2.47 \pm 0.26$  (CAP-125) y  $3.19 \pm 0.22$  (INDES 67), el grupo con valores intermedios está conformado por los ecotipos: CAP-107, CAP-37, CAP-40, CAP-47, CAP-50, INDES 106,

INDES 120, INDES 27, INDES31, INDES 40, INDES 43, INDES 47, INDES 53, INDES 55, INDES 6, INDES 61, INDES 64, INDES 66 e INDES 94, siendo este grupo el más numeroso y con valores entre  $1.76\pm 0.23$  (INDES 106) y  $2.36\pm 0.59$  (INDES 120); un último grupo con valores bajos de cafeína se encuentra representado por los ecotipos: CAP-32 y CAP-46 con valores de  $1.17\pm 0.10$  y  $0.83\pm 0.20$ , respectivamente.

La Tabla 10 muestra el contenido de Teobromina, diferenciada en cinco grupos. El primer grupo se encuentra formado por los ecotipos CAP-40, CAP-74, INDES 100 e INDES 64, con valores entre  $5.51\pm 0.26$  (CAP-40) y  $5.92\pm 0.23$  (INDES 64); el segundo grupo formado por CAP-37, INDES 120, INDES 31, INDES 40, INDES 47, INDES 49, INDES 53, INDES 54, INDES 6 e INDES 65, los cuales presentan contenido de teobromina entre  $5.02\pm 0.38$  (INDES 6) y  $5.26\pm 0.06$  (INDES 47); el tercer grupo formado por los ecotipos CAP-107, CAP-125, CAP-92, INDES 106, INDES 24, INDES 27, INDES 43, INDES 55, INDES 61, INDES 66 e INDES 94, con contenidos de teobromina entre  $4.33\pm 0.14$  (CAP-92) y  $4.92\pm 0.12$  (CAP-125); un cuarto grupo formado por CAP-32, CAP-47, CAP-50 e INDES 67 con contenidos entre  $3.64\pm 0.22$  (CAP-50) y  $4.11\pm 0.21$  (INDES 67); y un último grupo representado por el ecotipo CAP-46, el cual posee el contenido más bajo de teobromina  $2.64\pm 0.26$ .

En lo que respecta al índice de teobromina y cafeína, se diferenciaron dos grupos. El primer grupo se encuentra formado por los ecotipos CAP-32, CAP-40, CAP-46, INDES 106, INDES 47 e INDES 64, los cuales presentan los valores más altos de teobromina/cafeína que oscilaron entre  $2.75\pm 0.34$  (INDES 46) y  $3.49\pm 0.51$  (CAP-32); el segundo grupo está conformado por los ecotipos CAP-107, CAP-125, CAP-37, CAP-47, CAP-50, CAP-74, CAP-92, INDES 100, INDES 120, INDES 24, INDES 27, INDES 31, INDES 40, INDES 43, INDES 49, INDES 53, INDES 54, INDES 55, INDES 6, INDES 61, INDES 65, INDES 66, INDES 67 e INDES 94, con índices de teobromina/cafeína entre  $1.29\pm 0.03$  (INDES 67) y  $2.50\pm 0.26$  (INDES 53).

La teobromina y la cafeína constituyen más del 99 por ciento del contenido de los alcaloides en cacao (Bedoya 2016). Por tanto, la presencia de teobromina y cafeína en los granos de cacao sugieren que los productos de cacao que se consumen comúnmente contienen dosis activas de cafeína y posiblemente teobromina. Las relaciones de teobromina y cafeína es un buen indicador de calidad aromática lo cual permite definir a cacos finos de aroma, una

relación entre 4-5 sugiere que es un cacao con buenas características y con valor para exportación (Puyutaxi *et al.* 2009) y los cacaos Criollos poseen una relación teobromina/cafeína entre 2-1, los cacaos trinitarios 2-10 y los cacaos Forasteros entre 10-15 (Hasing 2004, citado por Bedoya 2016).

Los alcaloides pueden presentar ligeras variaciones según el tiempo de fermentación, hasta que la fermentación finalice, se puede experimentar una reducción promedio de 4.6 por ciento de la cafeína y de 10 % de la teobromina; por tanto, al igual que los polifenoles, estos alcaloides tienen una correlación positiva y son los responsables de la presencia de la astringencia y el amargor del cacao (Rivera *et al.* 2012). Sin embargo, la relación teobromina/cafeína no se ve afectada significativamente por la época de siembra del cultivo (Palacios 2008, citado por Bedoya 2016). En el caso del chocolate, los niveles de cafeína y la teobromina puede encontrarse en un promedio de 0.62-1.14 mg/g y 0.026-0.153 mg/g, respectivamente y la cobertura del chocolate los contenidos de teobromina y cafeína pueden estar con 0.82 y 0.07 mg/g respectivamente (Ramli *et al.* 2001). La concentración de estos alcaloides en el producto final hace que sea consumido por el consumidor final. Este consumo de cafeína y teobromina puede producir cambios favorables en el comportamiento y el nivel de energía para realizar sus actividades diarias del consumidor (Mumford *et al.* 1994).

**Tabla 10: Características químicas de la pasta de cacao de 30 ecotipos de CFA**

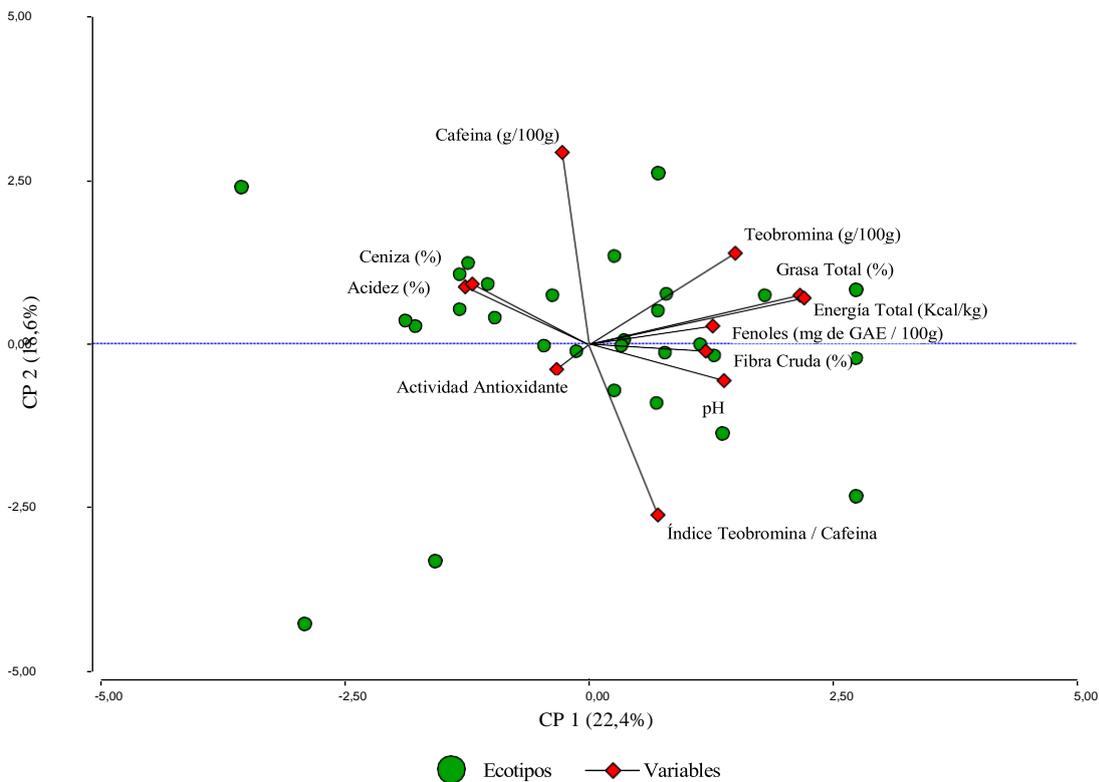
ECOTIPO	Ceniza (%)	pH	Acidez (%)	Actividad Antioxidante (μmol de trolox / g de pasta)	Fenoles (mgEAG/100 g de pasta)	Grasa Total (%)	Fibra Cruda (%)	Energía Total (Kcal/Kg)	Cafeína (mg/g)	Teobromina (mg/g)	Índices de Teobromina / Cafeína
CAP-107	3,22±0,05	b5,18±0,18	b 1,80±0,13	a 93,23±0,15	a 0,69±0,02	d 57,84±4,32	a 7,81±0,72	c7198,20±75,74	b 1,94±0,09	b4,68±0,33	c2,41±0,07
CAP-125	2,78±0,40	b5,00±0,28	b 1,97±0,15	a 93,83±0,21	a 0,60±0,03	e 58,51±5,34	a 9,45±0,77	b7055,50±118,30	b 2,47±0,26	a4,92±0,12	c2,01±0,22
CAP-32	3,04±0,06	b4,99±0,33	b 1,76±0,78	a 92,11±0,27	b 0,55±0,02	f 45,28±3,73	b 5,43±1,00	d6434,60±163,10	c 1,17±0,10	c4,05±0,32	d3,49±0,51
CAP-37	3,26±0,51	b5,10±0,24	b 1,41±0,44	a 92,72±0,53	b 0,54±0,03	f 49,47±8,16	b 8,61±1,33	c6633,80±172,43	c 2,25±0,25	b5,13±0,15	b2,30±0,19
CAP-40	2,89±0,14	b5,11±0,23	b 1,46±0,39	a 93,57±0,42	a 0,89±0,04	b 51,48±6,94	b 9,24±0,86	b6857,90±129,64	b 1,82±0,11	b5,51±0,26	a3,03±0,15
CAP-46	3,27±0,28	b4,74±0,10	b 1,54±0,56	a 92,53±0,45	b 0,28±0,00	i 43,33±1,10	b 7,66±0,84	c6391,70±210,91	c 0,83±0,20	c2,64±0,26	e3,33±0,95
CAP-47	3,24±0,43	b4,88±0,26	b 2,23±0,59	a 93,07±0,21	b 0,46±0,02	g 56,35±0,88	a 7,61±0,68	c6909,60±128,85	b 2,12±0,18	b3,86±0,20	d1,83±0,10
CAP-50	2,74±0,09	b5,12±0,40	b 1,80±0,34	a 93,88±0,31	a 0,65±0,02	d 64,03±7,42	a 6,54±0,26	c7272,60±323,39	b 2,26±0,19	b3,64±0,25	d1,61±0,13
CAP-74	2,94±0,09	b5,05±0,25	b 1,93±0,34	a 93,73±0,12	a 0,61±0,02	E 46,80±6,17	b 6,83±1,17	c6505,90±321,47	c 2,50±0,22	a5,63±0,28	a2,27±0,27
CAP-92	2,90±0,25	b5,24±0,42	b 1,24±0,41	a 92,51±0,49	b 0,27±0,01	i 44,89±4,04	b 6,74±0,31	c6373,80±259,79	c 2,68±0,22	a4,33±0,14	c1,62±0,13
INDES 100	2,90±0,16	b4,89±0,02	b 1,45±0,08	a 92,88±0,27	b 0,62±0,01	e 54,18±2,53	a 6,77±0,99	c6785,30±181,89	b 2,83±0,31	a5,73±0,18	a2,05±0,26
INDES 106	2,58±0,24	b6,01±0,52	a 0,64±0,13	b 92,94±0,13	b 0,68±0,09	d 55,32±6,95	a 7,90±0,48	c6935,60±215,68	b 1,76±0,23	b4,80±0,17	c2,76±0,36
INDES 120	2,79±0,52	b4,74±0,05	b 1,33±0,07	a 91,50±0,17	c 0,66±0,07	d 65,58±9,80	a 7,27±1,12	c7135,10±193,81	b 2,36±0,59	b5,17±0,26	b2,28±0,59
INDES 24	3,51±0,30	a5,00±0,35	b 1,20±0,58	a 92,61±0,72	b 0,63±0,06	e 49,89±3,88	b 6,65±0,24	c6743,70±247,35	b 2,70±0,48	a4,42±0,33	c1,67±0,32
INDES 27	2,79±0,12	b4,97±0,21	b 1,50±0,19	a 92,60±0,57	b 0,36±0,02	h 45,90±6,33	b 10,48±0,67	a6614,90±350,43	c 2,14±0,20	b4,76±0,24	c2,23±0,12
INDES 31	3,27±0,24	b4,61±0,10	b 2,36±0,93	a 92,92±0,11	b 0,74±0,01	c 47,73±5,15	b 5,83±0,63	d6607,70±130,60	c 2,13±0,42	b5,11±0,21	b2,46±0,45
INDES 40	3,08±0,36	b5,72±0,87	a 1,37±0,59	a 92,87±0,25	b 0,90±0,02	b 52,14±3,51	b 7,99±0,90	c6848,90±89,84	b 2,24±0,25	b5,11±0,29	b2,30±0,26
INDES 43	3,18±0,49	b5,83±1,07	a 1,20±0,52	a 93,35±0,38	a 0,91±0,01	b 47,27±3,70	b 10,82±0,37	a6514,90±313,93	c 2,12±0,34	b4,71±0,18	c2,25±0,30

<< Continuación...>>

ECOTIPO	Ceniza	pH	Acidez	Actividad Antioxidante	Fenoles	Grasa Total	Fibra Cruda	Energía Total	Cafeína	Teobromina	Índices de Teobromina (Relación t/ha)
INDES 53	3,30±0,19	b5,07±0,23	b 1,80±0,46	a 92,26±0,16	b 0,43±0,03	g 57,32±2,97	a 9,79±0,37	b6921,90±19,130	b 2,05±0,17	b5,09±0,28	b2,50±0,26
INDES 54	2,90±0,34	b5,20±0,12	b 1,29±0,26	a 91,82±0,37	c 0,52±0,01	f 45,56±2,53	b 9,93±1,87	b6493,50±16,3,24	c 2,78±0,11	a5,03±0,13	b1,81±0,12
INDES 55	3,15±0,29	b5,09±0,05	b 1,54±0,90	a 91,60±1,24	c 0,33±0,01	h 61,17±8,75	a 11,53±1,14	a7166,80±15,6,23	b 1,99±0,17	b4,34±0,16	c2,19±0,24
INDES 6	2,80±0,16	b4,79±0,03	b 1,46±0,52	a 92,60±0,55	b 0,33±0,02	h 57,10±6,67	a 7,21±0,46	c6994,20±25,2,36	b 2,20±0,35	b5,02±0,38	b2,31±0,36
INDES 61	2,84±0,37	b5,00±0,69	b 1,97±0,82	a 93,61±0,35	a 0,57±0,01	f 58,79±6,02	a 4,73±0,84	d7021,90±38,3,59	b 2,06±0,45	b4,47±0,30	c2,23±0,40
INDES 64	3,25±0,38	b5,07±0,36	b 2,10±0,29	a 92,14±0,27	b 1,12±0,02	a 62,42±5,76	a 11,70±1,47	a7225,00±94,98	b 2,14±0,11	b5,92±0,23	a2,77±0,14
INDES 65	3,31±0,38	b5,25±0,10	b 1,50±0,37	a 91,17±0,26	c 0,66±0,01	d 57,81±3,42	a 7,14±0,55	c7058,80±20,0,33	b 3,16±0,63	a5,24±0,17	b1,70±0,31
INDES 66	3,19±0,27	b5,05±0,37	b 2,23±0,37	a 92,50±0,12	b 0,31±0,04	h 54,26±5,24	a 7,05±0,49	c6922,90±25,4,10	b 2,35±0,24	b4,64±0,28	c1,98±0,08
INDES 67	3,67±0,33	a4,92±0,28	b 2,10±0,59	a 92,61±0,12	b 0,30±0,01	h 44,26±5,75	b 8,00±0,18	c6432,80±31,2,40	c 3,19±0,22	a4,11±0,21	d1,29±0,03
INDES 94	2,97±0,22	b4,95±0,20	b 1,63±0,08	a 92,51±0,26	b 0,44±0,01	g 55,31±2,74	a 11,09±0,94	a6832,00±22,3,93	b 1,90±0,21	b4,41±0,18	c2,35±0,34
INDES 47	3,15±0,26	b5,18±0,69	b 1,15±0,44	a 91,67±0,30	c 0,36±0,02	h 67,19±9,80	a 9,11±0,54	b7479,70±41,30	a 1,93±0,24	b5,26±0,06	b2,75±0,34
INDES 49	3,16±0,15	b4,73±0,08	b 1,80±0,59	a 92,72±0,21	b 0,88±0,01	b 46,02±2,13	b 7,00±0,11	c6498,10±13,6,40	c 2,60±0,26	a5,22±0,36	b2,01±0,11

El Análisis de Componentes Principales (ACP) de las variables cuantitativas de las características químicas de la pasta de cacao de 30 ecotipos de cacao fino de aroma (Acidez, cenizas, cafeína, teobromina, grasa total, energía total, fenoles, fibra cruda, pH, índice teobromina/ cafeína y actividad antioxidante) con sus dos primeros componentes, explican el 41 por ciento de la variabilidad de la muestra (Figura 26), el primer eje sugiere que, el porcentaje de grasa total, teobromina, energía total y fenoles presentan una correlación positiva, de igual manera la fibra cruda, pH e índice de teobromina/cafeína, también existe una correlación positiva entre el contenido de cafeína, cenizas y acidez. Por tanto, a medida que uno de estos compuestos aumenta, los otros compuestos correlacionados positivamente también tienden a aumentar.

Por otro lado, la actividad antioxidante y la teobromina poseen una correlación negativa, lo que indica que, a mayor contenido de teobromina la actividad antioxidante será menor y viceversa, el mismo panorama se observa con las variables cafeína e índice de teobromina, a mayor contenido de cafeína el índice de teobromina será menor y viceversa.



**Figura 26. Análisis de componentes principales en función a características químicas de la pasta de cacao de 30 ecotipos de CFA**

#### **4.2.2. Determinación de los atributos sensoriales de la pasta de cacao**

Para el perfil sensorial aroma, destacaron todos los ecotipos evaluados con niveles entre  $5.64 \pm 0.48$  (INDES 53) y  $6.79 \pm 0.39$  (CAP-92) a excepción de los ecotipos INDES 106 e INDES 43, los cuales presentan los valores más bajos  $5.21 \pm 0.39$  y  $5.29 \pm 0.49$ , respectivamente.

Con respecto a la acidez los ecotipos CAP-32, CAP-40 y CAP-50, presentaron mayor acidez ( $6.64 \pm 0.48$ ;  $6.57 \pm 0.53$  y  $6.64 \pm 0.94$ , respectivamente), mientras que el resto de ecotipos presentan valores entre  $4.71 \pm 0.49$  (INDES 106) y  $6.50 \pm 0.50$  (INDES 61).

Las notas más astringentes están vinculadas a casi todas los ecotipos evaluados, posiblemente estén relacionados al sabor amargo, exceptuando los ecotipos INDES 100, INDES 106, INDES 24 e INDES 43 con la menor astringencia. Para el sabor amargo, los ecotipos evaluados presentan una alta intensidad con puntuaciones entre  $5.07 \pm 1.10$  (CAP-47) y  $6.50 \pm 0.65$  (CAP-40 y CAP-50) a excepción de INDES 100, INDES 106, INDES 24, INDES 31 e INDES 43 con intensidades menores a 5 ( $4.21 \pm 0.39$ ,  $4.00 \pm 0.82$ ,  $4.71 \pm 0.95$ ,  $4.79 \pm 0.70$  y  $4.29 \pm 0.76$ , respectivamente).

Para el perfil sensorial de sabor, sobresalieron los ecotipos INDES 120, INDES 54, INDES 55 e INDES 94, los cuales presentan los valores más altos, entre  $16.86 \pm 2.54$  (INDES 54) y  $18.57 \pm 1.51$  (INDES 55); seguido de los ecotipos CAP-40, CAP-50, INDES 100, INDES 43 e INDES 6, con valores entre  $14.00 \pm 2.83$  (INDES 6) y  $15.43 \pm 2.99$  (INDES 100), y un grupo con mayor cantidad de ecotipos: CAP-107, CAP-125, CAP-32, CAP-46, CAP-47, CAP-74, CAP-92, INDES 24, INDES 27, INDES 31, INDES 40, INDES 47, INDES 49, INDES 53, INDES 61, INDES 64, INDES 65, INDES 66 e INDES 67, los cuales presentan valores entre  $11.68 \pm 1.46$  (INDES 31) y  $13.29 \pm 1.50$  (CAP-107); el ecotipo INDES 106 presentó un puntaje de  $9.71 \pm 1.38$  siendo este el puntaje más bajo.

Con respecto a los defectos, un gran número de los ecotipos evaluados tienen un puntaje alto, este grupo está formado por los ecotipos: CAP-107, CAP-125, CAP-32, CAP-37, CAP-40, CAP-46, CAP-47, CAP-50, CAP-74, CAP-92, INDES 24, INDES 27, INDES 31, INDES 40, INDES 47, INDES 49, INDES 53, INDES 6, INDES 61, INDES 64, INDES 65, INDES 66 e INDES 67, con puntajes entre  $16.43 \pm 1.62$  (INDES 31) y  $19.14 \pm 1.57$  (CAP-40); después de este grupo numeroso, está el ecotipo INDES 106 con  $14.57 \pm 1.51$ , seguido de un grupo con puntajes mucho menores, formado por los ecotipos INDES 100, INDES 120,

INDES 54, INDES 55 e INDES 94, con puntajes entre  $10.71 \pm 0.95$  (INDES 100) y  $12.29 \pm 1.38$  (INDES 55); por último se encuentra el ecotipo INDES 43 el cual posee el menor puntaje ( $9.71 \pm 1.38$ ) para este atributo.

Los valores más bajos respecto al post gusto lo tienen los ecotipos INDES 100 e INDES 106 con valores  $4.86 \pm 0.38$  y  $4.57 \pm 0.53$ ; y los ecotipos restantes tienen valores más altos, valores entre  $5.21 \pm 0.57$  (INDES 64) y  $6.36 \pm 0.48$  (CAP-40).

Referente al puntaje del catador, los ecotipos CAP-40 y CAP-50 poseen los valores más altos con  $6.64 \pm 0.48$  y  $6.57 \pm 0.53$ , respectivamente, y los ecotipos restantes tuvieron puntajes entre  $4.57 \pm 0.53$  (INDES 106) y  $6.29 \pm 0.49$  (CAP-32).

Por último, para el puntaje total se puede observar que los ecotipos CAP-40 y CAP-50 presentan los mayores puntajes  $72.64 \pm 2.75$  y  $71.79 \pm 3.00$ , respectivamente, seguido de los ecotipos CAP-107, CAP-125, CAP-32, CAP-37, CAP-46, CAP-47, CAP-74, CAP-92, INDES 120, INDES 24, INDES 27, INDES 31, INDES 40, INDES 47, INDES 49, INDES 53, INDES 54, INDES 55, INDES 6, INDES 61, INDES 64, INDES 65, INDES 66, INDES 67 e INDES 94, con puntajes entre  $60.07 \pm 5.29$  (INDES 24) y  $69.29 \pm 3.13$  (INDES 66), y los ecotipos con puntajes más bajos son INDES 100, INDES 106 e INDES 43 con  $55.50 \pm 4.27$ ;  $51.43 \pm 3.87$  y  $53.86 \pm 2.19$ , respectivamente.

A continuación, la Tabla 11 muestra las características sensoriales de la pasta de cacao.

**Tabla 11: Características sensoriales de la pasta de cacao**

ECOTIPO	AROMA	ACIDEZ	ASTRINGENCIA	AMARGOR	SABOR	DEFECTO	POST GUSTO	PUNTAJE DE CATADOR	PUTAJE TOTAL	
CAP-107	6,57 ±0,53	a5,93±0,61	b 6,21±1,22	a 6,07±0,93	a 13,29±1,50 c	18,57±1,51	a 5,93±0,84	a 6,21±0,57	b 68,79±6,27	b
CAP-125	6,5 ±0,5	a5,93±0,45	b 5,50±0,76	a 5,50±0,65	a 12,57±0,98 c	18,29±1,80	a 5,43±0,53	a 6,00±0,00	b 65,71±2,36	b
CAP-32	6,14 ±0,69	a6,64±0,48	a 5,79±0,39	a 6,14±0,69	a 13,14±1,21 c	18,57±1,81	a 6,14±0,38	a 6,29±0,49	b 68,86±2,27	b
CAP-37	6 ±0,82	a5,64±0,75	b 5,57±0,79	a 6,00±1,15	a 12,14±1,68 c	18,57±1,51	a 5,71±0,76	a 5,86±0,38	b 65,50±5,75	b
CAP-40	6,57 ±0,53	a6,57±0,53	a 6,29±0,49	a 6,50±0,65	a 14,57±0,79 b	19,14±1,57	a 6,36±0,48	a 6,64±0,48	a 72,64±2,75	a
CAP-46	6,36 ±0,48	a5,57±0,53	b 5,43±0,98	a 5,43±0,98	a 12,00±1,63 c	16,86±1,57	a 5,71±0,76	a 5,64±0,48	b 63,00±3,42	b
CAP-47	6,29 ±0,76	a5,43±0,79	b 5,36±0,85	a 5,07±1,10	a 12,71±1,50 c	17,14±2,27	a 5,57±0,53	a 5,57±0,53	b 63,14±5,49	b
CAP-50	6,64 ±0,48	a6,64±0,94	a 6,07±0,73	a 6,50±0,65	a 14,14±0,38 b	19,00±1,53	a 6,21±0,39	a 6,57±0,53	a 71,79±3,00	a
CAP-74	6,36 ±0,48	a6,00±0,82	b 6,07±0,45	a 5,79±0,70	a 13,00±1,29 c	18,57±0,98	a 6,07±0,84	a 6,14±0,69	b 68,00±4,47	b
CAP-92	6,79 ±0,39	a5,64±0,48	b 5,21±0,91	a 5,50±1,04	a 12,71±0,95 c	17,57±1,99	a 5,86±0,38	a 5,57±0,53	b 64,86±4,53	b
INDES 100	5,71 ±0,76	a4,86±0,90	c 4,57±0,98	b 4,21±0,39	b 15,43±2,99 b	10,71±0,95	c 4,86±0,38	b 5,14±0,38	b 55,50±4,27	c
INDES 106	5,21 ±0,39	b4,71±0,49	c 4,07±0,73	b 4,00±0,82	b 9,71±1,38 d	14,57±1,51	b 4,57±0,53	b 4,57±0,53	c 51,43±3,87	c
INDES 120	5,71 ±0,76	a5,71±0,49	b 5,43±0,53	a 5,14±0,69	a 17,71±1,80 a	12,00±0,58	c 5,57±0,53	a 5,71±0,49	b 63,00±3,56	b
INDES 24	5,93 ±0,61	a4,93±0,61	c 4,79±0,70	b 4,71±0,95	b 11,71±1,38 c	17,43±1,51	a 5,29±0,49	a 5,29±0,49	b 60,07±5,29	b
INDES 27	6,71 ±0,76	a6,21±0,70	b 5,50±0,50	a 6,00±0,82	a 11,71±2,69 c	18,57±1,90	a 5,57±0,53	a 5,93±0,61	b 66,21±4,69	b
INDES 31	6 ±0,58	a5,43±0,53	b 5,36±0,75	a 4,79±0,70	b 11,68±1,46 c	16,43±1,62	a 5,64±0,48	a 5,50±0,50	b 61,00±4,80	b
INDES 40	6 ±0,82	a5,79±0,39	b 5,86±0,90	a 5,43±1,27	a 12,57±1,51 c	18,29±1,38	a 5,71±0,76	a 5,79±0,39	b 65,43±4,65	b
INDES 43	5,29 ±0,49	b4,71±0,76	c 4,43±0,79	b 4,29±0,76	b 14,86±2,54 b	9,71±1,38	d 5,29±1,25	a 5,29±1,25	b 53,86±2,19	c
INDES 47	6 ±0,58	a6,00±0,58	b 6,07±0,84	a 5,86±1,07	a 12,86±1,95 c	18,57±1,51	a 6,07±1,61	a 6,07±0,61	b 67,50±6,66	b
INDES 49	6,36 ±0,63	a5,86±0,69	b 5,71±0,49	a 5,57±0,79	a 13,29±0,95 c	17,86±2,19	a 5,79±0,39	a 6,00±0,58	b 66,43±5,03	b
INDES 53	5,64 ±0,48	a5,14±0,38	c 5,00±0,82	a 5,14±0,69	a 11,71±2,14 c	17,14±1,95	a 5,43±0,79	a 5,43±0,79	b 60,64±6,57	b
INDES 54	5,86 ±0,69	a5,43±0,53	b 5,14±0,69	a 5,14±0,38	a 16,86±2,54 a	11,29±1,25	c 5,29±0,49	a 5,29±0,49	b 60,29±5,47	b
INDES 55	6 ±0,82	a6,00±0,58	b 5,71±0,49	a 5,43±0,79	a 18,57±1,51 a	12,29±1,38	c 5,71±0,49	a 5,86±0,69	b 65,57±5,71	b
INDES 6	6,36 ±0,48	a5,64±0,63	b 5,64±1,03	a 5,79±0,57	a 14,00±2,83 b	18,14±1,46	a 5,79±0,57	a 5,79±0,57	b 67,14±3,34	b
INDES 61	6,14 ±0,38	a6,50±0,50	b 5,71±0,95	a 5,93±0,61	a 12,57±1,99 c	18,14±2,04	a 5,71±0,49	a 5,86±0,38	b 66,57±5,68	b
INDES 64	6,07 ±0,19	a5,14±0,69	c 5,57±0,98	a 5,14±0,90	a 11,71±1,80 c	17,00±1,73	a 5,21±0,57	a 5,36±0,63	b 61,21±5,99	b

<< Continuación...>>

<b>GENOTIPO</b>	<b>AROMA</b>	<b>ACIDEZ</b>	<b>ASTRINGENCIA</b>	<b>AMARGOR</b>	<b>SABOR</b>	<b>DEFECTO</b>	<b>POST GUSTO</b>	<b>PUNTAJE DE CATADOR</b>	<b>PUTAJE TOTAL</b>				
INDES 65	6,5 ±0,5	a6,21±0,70	b6,50±0,65	a 6,14±0,38	a	12,71±0,95 c	18,86±1,07	a 6,14±0,69	a	6,14±0,38	b	69,21±3,21	b
INDES 66	6,36 ±0,63	a6,36±0,48	b6,21±0,81	a 6,36±0,48	a	12,86±1,21 c	18,86±1,07	a 6,07±0,19	a	6,21±0,39	b	69,29±3,13	b
INDES 67	6,5 ±0,5	a5,71±0,76	b6,07±0,19	a 5,79±0,39	a	12,86±1,07 c	17,71±1,89	a 5,93±0,61	a	5,86±0,69	b	66,43±3,87	b
INDES 94	6 ±0,82	a5,57±0,98	b5,86±0,90	a 5,64±0,85	a	17,43±2,23 a	12,00±1,63	c 5,43±0,98	a	5,71±0,76	b	63,64±8,11	b

La calidad organoléptica del cacao está determinada fundamentalmente por el componente genético (grupo genético) y el manejo de post cosecha, la variable ambiente es subestimada ya que no se encuentra sustento científico de la influencia de estos factores edafo-climáticos sobre los atributos del cacao (MINCETUR 2008).

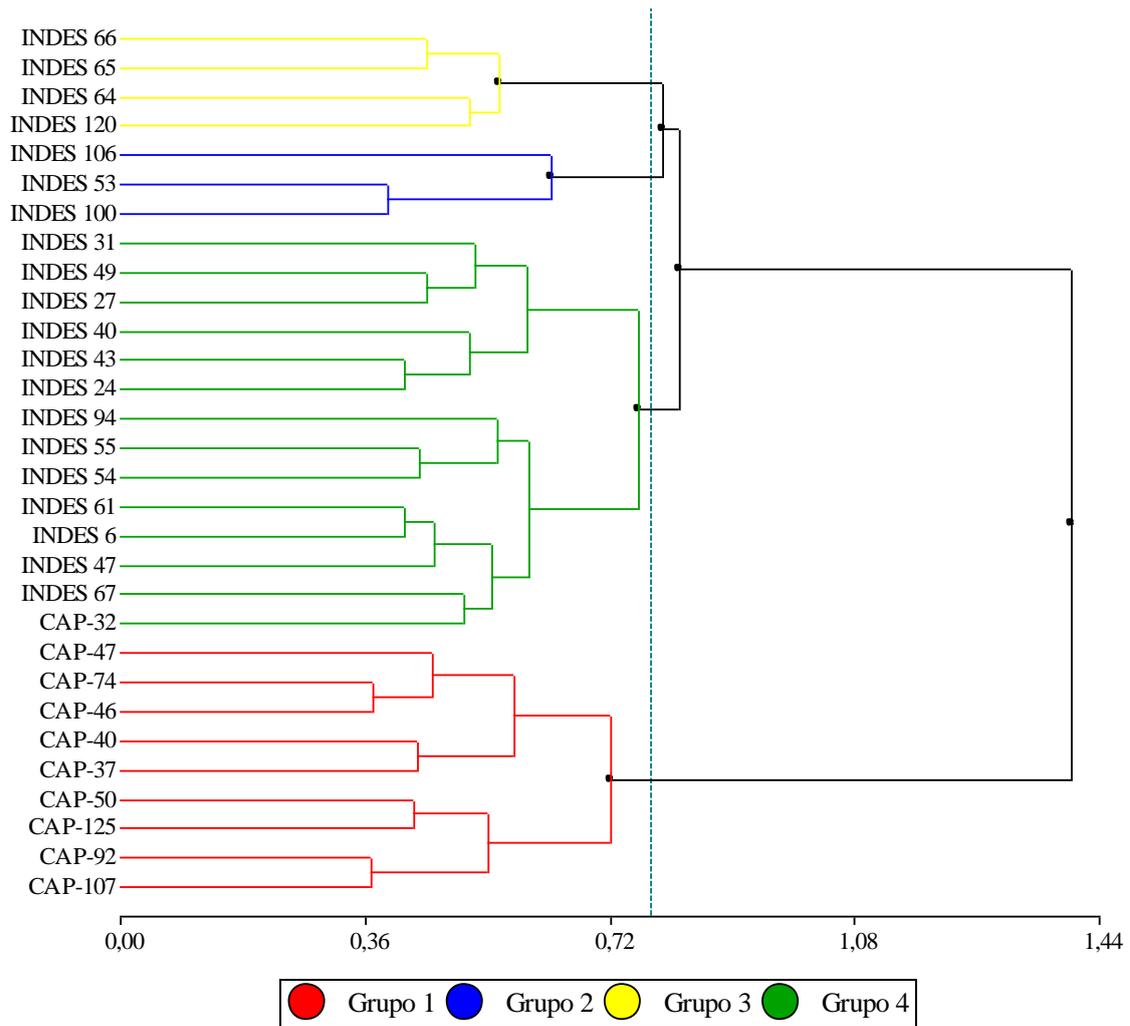
Asimismo, Vázquez-Ovando *et al.* (2016), mencionan que las almendras de cacao son ricas en polifenoles (aproximadamente 15 por ciento de peso seco) y alcaloides (hasta 4 por ciento) están relacionados con la astringencia y además contribuyen con el sabor y aroma del cacao. Por tanto, el aroma específico del cacao surge de complejas reacciones bioquímicas y químicas durante el procesamiento post cosecha de los granos crudos y de muchas influencias del genotipo del cacao (Aprotosoai *et al.* 2016); además, la presencia de compuestos volátiles especiales como el linalol y óxido de linalol, también pueden afectar a los atributos sensoriales especialmente floral (Machado-Cuellar *et al.* 2018).

Moreno-Martínez *et al.* (2019), indican que las características organolépticas están influenciadas por los procesos de cosecha y post cosecha, especialmente la fermentación, ya que en dicha fase surgen las sustancias responsables del sabor y aroma del cacao. Además, la literatura sugiere que la presencia del sabor ácido está relacionado al componente secado, porque la testa cierra sus paredes e interrumpe los cambios bioquímicos que ocurren en la almendra, y, por ende, la pasta tendrá sabores altos de acidez y amargor.

#### **4.3. VARIABILIDAD DE ECOTIPOS PROMISORIOS DE CACAO FINO DE AROMA**

La variabilidad de los ecotipos de CFA evaluados, se estableció a través del análisis de conglomerados, empleando el método jerárquico aglomerativo de Ward y la distancia de Gower (Figura 27) a una distancia de 0.78. Se formaron cuatro grupos (1, 2, 3 y 4) en función a las características morfológicas del fruto, semilla, descriptores de productividad, características organolépticas de 30 ecotipos de CFA.

El Grupo 1 estuvo conformado por nueve ecotipos de la colección Cacao Amazonas Perú (CAP), los Grupos 2 y 3 formados por tres y cuatro ecotipos, respectivamente, todos pertenecientes a la colección INDES, y el Grupo 4 formado por un ecotipo de la colección Cacao Amazonas Perú (CAP) y 13 ecotipos de la colección INDES. La formación de estos grupos muestra el nivel de similitud entre los 30 ecotipos evaluados.



**Figura 27. Análisis de conglomerados de 30 ecotipos promisorios de CNFA según sus características morfológicas del fruto y semilla, descriptores de productividad y las características sensoriales del fruto, características químicas y perfil sensorial de la pasta**

En la Tabla 12 se muestran los resultados del análisis de varianza, se aprecia que las variables peso seco de semilla e índice de mazorca fueron útiles para la formación de los grupos, además se visualiza que existen diferencias altamente significativas entre el Grupo 1 el cual presenta el peso más bajo de semilla 1.29 g y los Grupos 3 y 4, quienes reportaron los pesos más altos de la semillas con 1.98 y 1.66 g, respectivamente, por su parte los ecotipos del Grupo 2 presentan un peso de semilla de 1.73 g y se diferencian significativamente de los ecotipos del Grupo 1, pero no de los Grupos 3 y 4. Referente al índice de mazorca, se puede notar que existe diferencia altamente significativa entre el Grupo 1 (17.22) el cual posee mayor índice de mazorca y los Grupos 2, 3 y 4 quienes poseen índices de mazorca muy

similares (11.00, 11.75 y 12.64, respectivamente). Por último, no existe diferencias significativas para el número de semillas por fruto, encontrándose valores muy idénticos en todos los grupos, por tanto, esta variable no aporta en la formación de los grupos; sin embargo, es pertinente señalar que los ecotipos del Grupo 3 poseen el menor número de semillas, seguido por los grupos 1 y 4 los cuales presentan 45.44 y 48 semillas por fruto, respectivamente. El Grupo 2 es el que presenta mayor número de semillas (53.33 semillas por fruto).

**Tabla 12: Características de los grupos genéticos en función de los descriptores de productividad**

Variables	GRUPOS							
	1 n= 9		2 n= 3		3 n= 4		4 n= 14	
Número de semillas por fruto ns P = 0,2401	45.44	a	53.33	a	44.00	a	48.00	a
Peso seco de semilla ** p=0.0002	1.29	c	1.73	ab	1.98	a	1.66	b
Índice de mazorca ** p=0.0006	17.22	a	11.00	b	11.75	b	12.64	b

Promedios con letras comunes no son significativamente diferentes  $\alpha \geq 0.05$ , según LSD Fisher

Resultados similares fueron encontrados por Oliva *et al.* (2021), reportaron que todas las características productivas, número de semilla, peso seco de la semilla e índice de mazorca, fueron útiles para la formación de los cinco grupos biológicos que encontró en su investigación. Estos resultados sugieren que las características de productividad son importantes al momento de diferenciar grupos biológicos y para realizar estudios de variabilidad. Como indicador de productividad, para un programa de mejoramiento genético, es preferible seleccionar plantas con un índice de mazorca menor a 20 (Vera-Chang *et al.* 2014). Existe un estándar internacional para el índice de mazorca, donde sugieren que máximo se necesita 25 mazorcas para obtener un kg de cacao seco (Solís-Bonilla *et al.* 2015), entre ellos, los ecotipos evaluados obtuvieron valores de índice de mazorca menor a 25.

Tal como muestra la Tabla 13, de las 11 características químicas de la pasta de cacao evaluadas, solo la actividad antioxidante fue útil para la formación de los grupos, se encontró diferencias significativas entre el Grupo 1 y los Grupos 3 y 4 siendo el Grupo 1 el que presenta mayor actividad antioxidante (93.23) y el Grupo 3 el menor (91.83) el Grupo 4 posee un valor antioxidante (92.54) muy similar al grupo 3, no existe diferencias significativas entre estos dos grupos; por su parte, el Grupo 2 presenta valor intermedio (92.69), no mostrándose diferencias significativas con los Grupos 1, 3 y 4.

**Tabla 13: Características de los grupos genéticos en función de las variables cuantitativas del perfil químico de la pasta de cacao**

Variables	GRUPOS							
	1 n= 9		2 n= 3		3 n= 4		4 n= 14	
Ceniza <sup>ns</sup> p=0,6187	3.03	a	2.93	a	3.14	a	3.11	a
pH <sup>ns</sup> p=0,5723	5.05	a	5.32	a	5.03	a	5.07	a
Acidez <sup>ns</sup> p=0.3480	1.71	a	1.30	a	1.79	a	1.60	a
Actividad antioxidante * p=0.0026	93.23	a	92.69	ab	91.83	b	92.54	b
Contenido de fenoles <sup>ns</sup> p=0,7675	0.55	a	0.58	a	0.69	a	0.56	a
Grasa total <sup>ns</sup> p=0.1700	52.52	ab	55.61	ab	60.02	a	51.69	b
Fibra cruda <sup>ns</sup> p=0.9546	7.83	a	8.15	a	8.29	a	8.27	a
Energía total <sup>ns</sup> p=0.2958	6799.89	a	6880.93	a	7085.45	a	6763.12	a
Cafeína <sup>ns</sup> p=0.6234	2.10	a	2.21	a	2.50	a	2.23	a
Teobromina <sup>ns</sup> p=0.1789	4.48	a	5.21	a	5.24	a	4.72	a
Índice Teobromina / Cafeína <sup>ns</sup> p=0.9272	2.27	a	2.44	a	2.18	a	2.24	a

Promedios con letras comunes no son significativamente diferentes  $\alpha \geq 0.05$ , según LSD Fisher

Bedoya (2016), sostiene que la relación teobromina/cafeína es útil para diferenciar claramente las tres variedades de materiales de cacao, en este estudio se pudo notar que no fue significativo el aporte de esta relación en la formación de los grupos, esto se podría explicar debido a que los ecotipos evaluados pertenecieron a dos colecciones con mismos orígenes geográficos. Durango *et al.* (2019), sostienen que hay reportes científicos que proponen al

Perú como centro de origen del cacao, por la amplia diversidad genética que presenta. Por otro lado, estos resultados generan aportes para conocer sobre la diversidad del cacao en el Perú, ya que escenario con altos niveles de diversidad biológica y que existan espacio con predominancia de diversidad agrícola, son indicadores para determinar centros de origen de cultivares de plantas, y es más viable identificar centros de diversidad genética de plantas cultivadas a partir de evaluar la distribución actual de la diversidad genotípica y fenotípica de los cultivos en un espacio geográfico determinado (Parra 2014).

Como se puede apreciar en la Tabla 14, dos de las nueve características organolépticas de la pasta de cacao, no influyeron significativamente en la formación de los grupos, el sabor y defectos no mostraron asociación significativa (Sabor  $p=0.5646$  y defectos  $p=0.1351$ ).

**Tabla 14: Características de los grupos en función de las variables cuantitativas de los descriptores organolépticas de la pasta de cacao**

Variables	GRUPOS			
	1 n= 9	2 n= 3	3 n= 4	4 n= 14
Aroma ** p=0.0009	6.45	a 5.52	c 6.16	ab 6.09
Acidez * p=0.0308	5.93	a 4.90	b 5.86	a 5.74
Astringencia * p=0.0025	5.75	a 4.55	b 5.93	a 5.55
Amargor * p=0.0081	5.82	a 4.45	b 5.70	a 5.47
Sabor <sup>ns</sup> p=0.5646	13.01	a 12.28	a 13.75	a 13.88
Defectos <sup>ns</sup> p=0.1351	18.19	a 14.14	a 16.68	a 16.7
Post gusto * p=0.0024	5.87	a 4.95	b 5.75	a 5.67
Puntaje del catador * p=0.0044	6.02	a 5.05	b 5.86	a 5.75
Puntaje total * p=0.0027	67.05	a 55.86	b 65.68	a 64.21

Promedios con letras comunes no son significativamente diferentes  $\alpha \geq 0.05$ , según LSD Fisher

Observando los resultados mostrados en los Cuadros 11, 12 y 13, se puede sugerir que las características organolépticas de la pasta de cacao resultan ser las más útiles en la formación de los grupos.

Con ayuda de las tablas de contingencia se pudo determinar la asociación existente entre las variables categóricas (cualitativas) de los descriptores morfológicas del fruto, semilla y características de producción; (Tabla 15), cinco de las 13 variables evaluadas influyeron significativamente en la formación de los grupos, al mostrar asociaciones significativas. Los descriptores morfológicos del fruto, la semilla y característica de producción que resultaron significativos fueron: (a) Forma del ápice  $p=0.0308$ , (b) Disposición de un Par de Lomos  $p=0.0450$ , (c) Forma en Sección Longitudinal (FSL)  $p=0.0006$ , (d) Color de Cotiledón (CCD)  $p=0.0001$ ; (e) Tamaño de la Semilla (TS)  $p=0.0328$ , los descriptores restantes resultaron no significativos.

En un estudio realizado por Oliva (2020), encontró que 10 de las 13 características correspondientes a los descriptores de fruto, semilla y de productividad, resultaron ser útiles en la formación de sus grupos, siendo estas características: color del fruto inmaduro, forma del fruto, rugosidad del fruto, constricción basal, grosor de la cascara, separación de un par de lomos del fruto, profundidad de surcos, forma de las semillas en sección transversal, tamaño del fruto y tamaño de la semilla, de todas estas características la disposición de un par de lomos y tamaño de la semilla también resultaron útiles para la formación de grupos en este estudio.

Así mismo, Ayestas *et al.* (2013) reportan que las características del fruto (peso, largo, diámetro, espesor del caballete, profundidad del surco) y semillas (peso seco, ancho, largo y espesor) son responsables de la separación entre grupos en una población de cacao. Por su parte, Ballesteros y Lagos (2016), mencionan que el color de verde del fruto inmaduro, también es una de las variables que contribuye en la caracterización del cacao.

Con ayuda de las tablas de contingencia se pudo determinar la asociación existente entre las características organolépticas de la pulpa de 30 ecotipos de cacao fino de aroma, con la formación de los grupos encontrados en el dendrograma (Figura 27). Cinco de las seis características evaluadas, influyeron significativamente en la formación de los grupos, estos

fueron: (a) Dulzura  $p=0.0001$ , (b) Amargor  $p=0.0008$ , (c) Astringencia  $p<0.0001$ , (d) Floral  $p=0.0013$  y (e) Frutal  $p=0.0079$  (Tabla 16).

**Tabla 15: Asociación de los descriptores morfológicos de fruto, semilla y características de producción con la formación de los grupos**

Variable	Criterio	Grupos			
		1 n=9	2 n=3	3 n=4	4 n=14
Color del Fruto Inmaduro (CFI) <sup>ns</sup> $p=0,0502$	Rojo	0	2	2	1
	Rojo pigmentado	1	0	0	0
	Verde	8	1	2	13
Forma del Fruto (FF) <sup>ns</sup> $p=0,1956$	Elíptica	7	1	4	11
	Oblongo	2	2	0	3
	Agudo	0	0	2	2
Forma del Ápice (FA)* $p=0,0308$	Apezonado	0	2	0	1
	Atenuado	2	1	0	3
	Obtuso	7	0	2	8
Rugosidad del Fruto (RD) <sup>ns</sup> $p=0,3532$	Ausente	1	0	0	0
	Intensa	0	0	1	0
	Intermedio	1	1	2	3
Constricción Basal <sup>ns</sup> $p=0,3528$	Ligero	7	2	1	11
	Ausente	7	0	3	9
	Fuerte	0	0	0	1
Grosor de la Cáscara (GC) <sup>ns</sup> $p=0,2387$	Intermedio	1	1	0	1
	Ligero	1	2	1	3
	Delgada	1	1	1	4
Disposición de un Par de Lomos * $p=0,0450$	Gruesa	5	0	3	6
	Intermedia	3	2	0	4
	Equidistantes	3	0	0	0
Profundidad de Surcos Primarios <sup>ns</sup> $p=0,6342$	Pareados	6	3	4	14
	Intermedia	4	2	2	7
	Profunda	0	0	1	2
Forma en Sección Longitudinal (FSL)** $p=0,0006$	Superficial	5	1	1	5
	Elíptica	9	1	4	2
	Irregular	0	0	0	1
Forma en Sección Transversal (FST) <sup>ns</sup> $p=0,0750$	Oblonga	0	2	0	5
	Ovada	0	0	0	6
	Aplanada	3	1	1	8
Color de Cotiledón (CCD)** $p = 0,0001$	Intermedia	3	2	0	5
	Redondeada	3	0	3	1
	Blanco	0	0	0	3
Tamaño del Fruto (TF) <sup>ns</sup> $p=0,4769$	Morado	9	0	4	6
	Rosado	0	0	0	5
	Violeta	0	3	0	0
Tamaño de la Semilla (TS)* $p=0,0328$	Grande	7	2	4	10
	Mediano	2	1	0	4
	Grande	4	3	4	12
	Mediano	5	0	0	2

\* Asociación significativa ( $p \leq 0,05$ ); <sup>ns</sup> Asociación no significativa ( $p \geq 0,05$ ), \*\* Asociación altamente significativa ( $p \leq 0,001$ ), según LSD Fisher

**Tabla 16: Asociación de las características organolépticas de la pulpa de 30 ecotipos de CFA con la formación de los grupos**

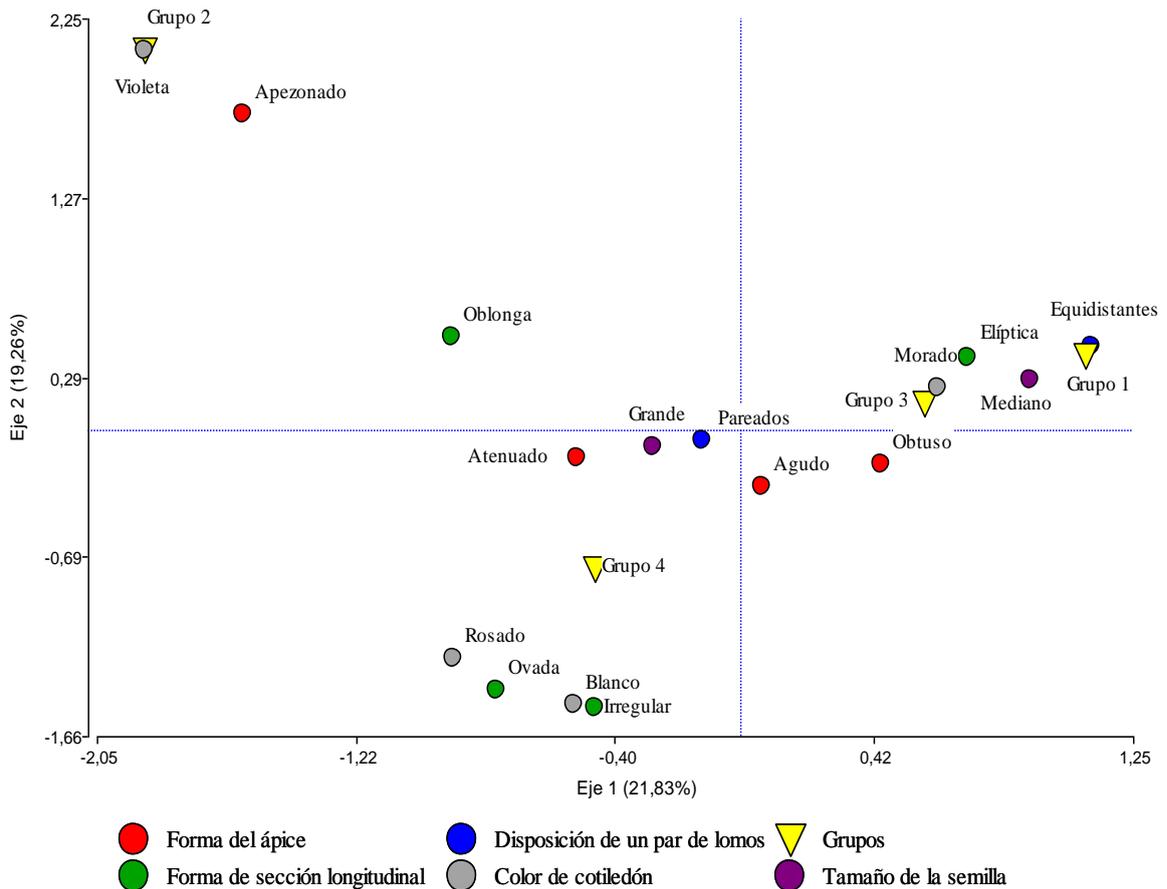
Variable	Criterio	Grupos			
		1 n=9	2 n=3	3 n=4	4 n=14
Dulzura** p=0,0001	Alto	2	3	3	0
	Bajo	0	0	1	0
	Medio	7	1	0	14
Acidez <sup>ns</sup> p=0,3259	Bajo	2	0	2	2
	Medio	7	3	2	12
Amargor** p=0,0008	Alto	0	0	0	1
	Bajo	0	3	3	10
	Medio	9	0	1	3
Astringencia** p<0,0001	Bajo	0	3	2	12
	Medio	0	0	2	1
	Muy bajo	9	0	0	1
Floral* p=0,0013	Alto	1	2	4	11
	Medio	8	1	0	3
Frutal* p=0,0079	Alto	3	3	4	12
	Medio	6	0	0	2

\* Asociación significativa ( $p \leq 0,05$ ); <sup>ns</sup> Asociación no significativa ( $p \geq 0,05$ ), \*\* Asociación altamente significativa ( $p \leq 0,001$ ), según LSDFisher

Aromas y sabores altos de frutales y florales son una característica particular del cacao fino de aroma, esta característica le permite diferenciarse de los demás cacaos. La denominación fina de aroma fue dada por la Organización Internacional del Cacao (ICCO), quienes describen al cacao como un producto de buen sabor y aroma (Bedoya 2016). Los frutos del cacao criollo fino de aroma destacan por el alto aroma floral (65 por ciento) y frutal (82 por ciento), por su intensidad media de dulzura y acidez (71 por ciento) y su baja intensidad de Astringencia (90 por ciento). De acuerdo con Ovidio-Barros (1981), el sabor y aroma son una característica inherente a cada genotipo de cacao; no obstante, estos atributos pueden sufrir variaciones como resultado de la interacción planta por medio ambiente (Guzman-Duque & Gómez-Prada 2014; Solórzano-Chavez *et al.* 2015).

El ACM realizado a las variables categóricas forma de ápice, forma de sección longitudinal, disposición de un par de lomos, color del cotiledón y tamaño de la semilla, muestran en la Figura 28 una inercia acumulada de 41.09 por ciento, sugiriendo con el eje X, la separación de disposición de un par de lomos equidistantes de los ecotipos con disposición de un par de lomos pareados, a los ecotipos con tamaño mediado de semilla de los de tamaño grande, a los ecotipos con forma de ápice obtuso de los ecotipos con forma de ápice atenuado. Este

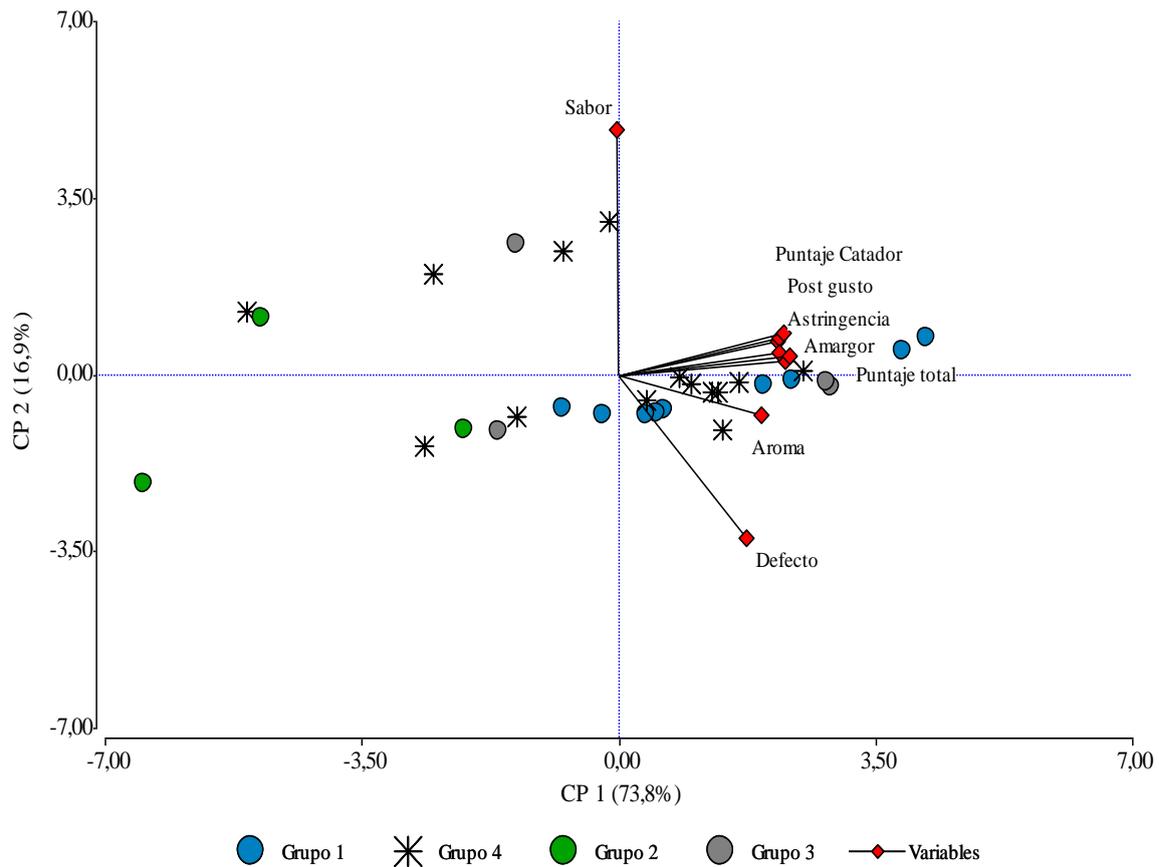
mismo eje, asocia en su extremo positivo a los Grupos 1 y 3, con la forma en sección longitudinal elíptica y el color morado del cotiledón, adicionalmente asocia al Grupo 1 con ecotipos que poseen la disposición equidistante de un par de surcos. El eje Y, desplaza a su extremo positivo al Grupo 2 y los asocia con los ecotipos con color de cotiledón violeta y forma de ápice apezonado. En el extremo negativo del eje Y se encuentra el Grupo 4 al cual no se le asocia claramente con ninguna de las variables analizadas.



**Figura 28. Análisis de correspondencias múltiples (ACM) entre las características de fruto y semilla**

El análisis de correspondencias múltiples realizado a las variables categóricas (características organolépticas) que resultaron significativas (Tabla 15), muestran en la Figura 29 una inercia acumulada de 52.25 por ciento, sugiriendo en el eje X, una separación de los Grupos 1 y 2; el Grupo 1 se asocia por el extremo positivo del eje X, con ecotipos que presentan astringencia muy baja, amargor, floral, frutal y dulzura medio, por otro lado, los Grupo 2 se asocia al extremo negativo del eje X, y están conformados por ecotipos con niveles altos de notas florales y frutales, con bajo amargor y astringencia y alto nivel de dulzura; el Grupo 4 se asocia con ecotipos con niveles altos de notas florales y frutales, con



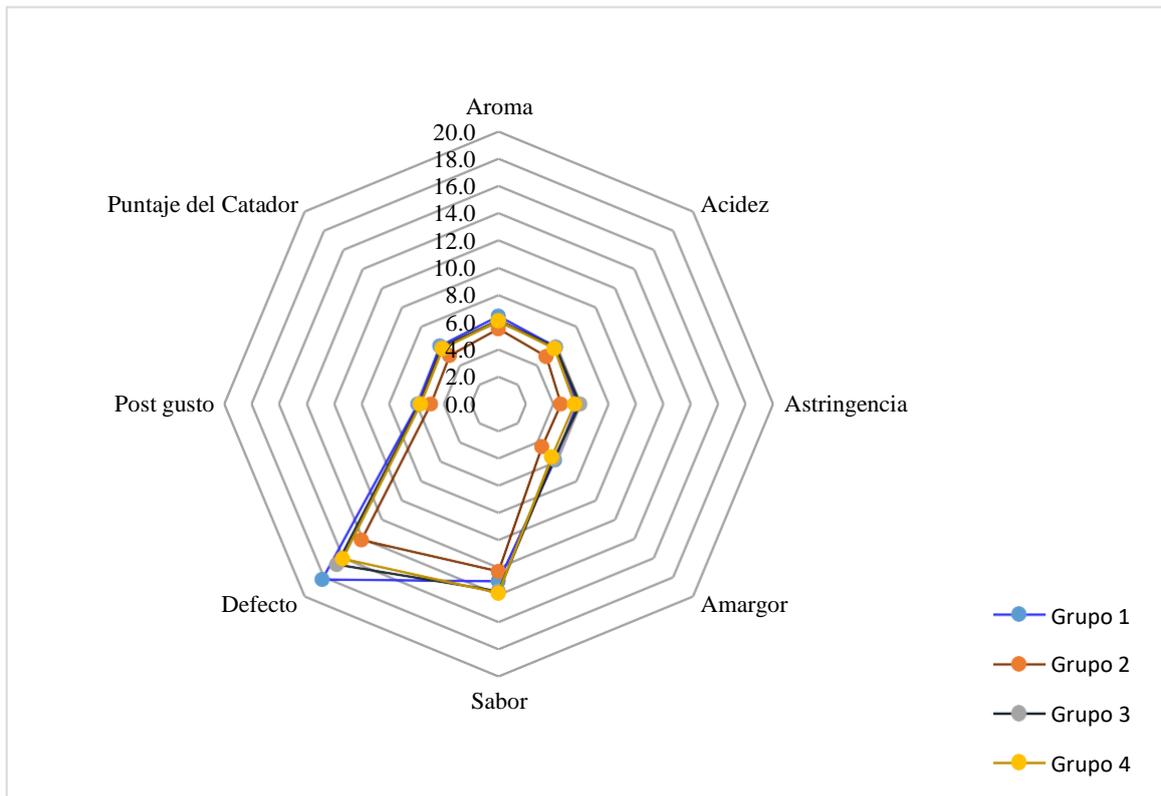


**Figura 30. Análisis de componentes principales en función a características organolépticas de la pasta de cacao de 30 ecotipos de CFA**

En la misma figura, también se aprecia que, a nivel de grupo, los ecotipos del Grupo 2 no se relaciona con ninguna de las características organolépticas de la pasta de cacao, por ello se puede afirmar que son otras variables las que determinan la formación de este grupo, Los grupos 1 y 3 se relacionan directamente con estas características. El Grupo 4 es un grupo heterogéneo, no existe una relación clara con las características antes mencionadas.

La relación positiva que existe entre la astringencia, amargor y acidez se deben en gran parte al manejo post cosecha, ya que en esta etapa es donde se forman los precursores de estas características, si bien es cierto, el cacao genéticamente tiene características intrínsecas, la etapa de la fermentación y secado es la que determina la calidad final, esto se refuerza por lo mencionado por Armijos (2002) citado por Vera-Chang *et al.* (2014) quienes sostienen que la mala calidad de la fermentación genera la expresión de niveles altos de amargor, acidez y astringencia, en detrimento del sabor y otros aromas de interés.

En la Figura 31 se puede observar que el Grupo 1 tiene los valores más altos en cuanto a las características sensoriales de la pasta de cacao, a excepción del amargor, así mismo, se evidenció que el Grupo 2 es el que presentó menores valores en todas las características evaluadas. Los Grupos 3 y 4 son los que presentaron valores intermedios a excepción en la característica de sabor, en donde estos dos grupos poseen los valores más altos.



**Figura 31. Perfil sensorial de la pasta de cada grupo de cacao encontrado**

Además, para el perfil sensorial, la temperatura es un factor importante debido a que interviene en la formación y el contenido de precursores del aroma y el sabor durante el desarrollo del fruto (Brunetto-de Gallignani *et al.* 2014; Vallejo-Torres *et al.* 2018). A ello se suma otros factores como el fermentado, secado y procesamiento (Kongor *et al.* 2016; Ramos *et al.* 2013; Vera-Chang *et al.* 2014) que juegan un rol importante en la calidad del cacao y sus derivados. Sin embargo, las características sensorialmente agradables (cacao, nuez, fruta fresca, fruta seca), se encuentran directamente relacionadas con el adecuado proceso cosecha y post cosecha, especialmente en la fermentación y el genotipo utilizado (Moreno-Martínez *et al.* 2019), es así que, la diferencia entre el cacao fino o aromatizado y el cacao a granel está en el sabor, más que en los demás factores de calidad, con bases de chocolate ricas y equilibradas (ICCO 2019). El cacao fino de aroma, gran parte es originario

de variedades de árboles de cacao Criollo y Trinitario, los sabores especiales son esenciales en la elaboración de chocolates de primera calidad (Sukha 2016).

Por tanto, los cacaos finos de aroma mundialmente conocidos, están representados mayormente por los cacaos criollos y trinitarios y representa aproximadamente el 5 por ciento del cacao producido en el mundo (Quintero & Morales-Díaz 2004), la característica que lo hace especial a estos cacaos son sus notas aromáticas especiales florales y afrutadas (Qin *et al.* 2017), por tanto, es por su alto valor y sabor fino que es usado para producir chocolates de alta calidad (Ascrizzi *et al.* 2017). Estas potencialidades, hace que presente un gran futuro en el mercado nacional e internacional. Para Ochoa (2017), la denominación de origen Cacao Amazonas Perú, es gracias a que los cacaos de las zonas productoras en Amazonas, presentan atributos sensoriales de sabor y aroma diferentes a los encontrados en otros centros de producción de cacao.

Finalmente, se puede afirmar que, el uso de descriptores en cacao es necesario por las siguientes razones: (1) estandarizar la terminología descriptiva que permita el intercambio de información entre investigadores, (2) elaborar un inventario fácil que esté disponible a todos los investigadores, (3) ayudar al Fito mejorador a seleccionar las mejores accesiones para el programa de mejoramiento, y (4) simplificar el manejo y el mantenimiento de la colección (Engels *et al.* 1980).

La Tabla 17, muestra todas las características que contribuyeron en la diferenciación de los grupos, se estableció una característica específica para todas las variables en cada uno de los grupos, estas características fueron determinadas a conveniencia y en base a las características singulares que poseen los ecotipos que conforman cada uno de los grupos encontrados.

**Tabla 17: Características de los 4 grupos de CFA promisorios**

Variable/ característica	Grupos			
	1 n = 9	2 n = 3	3 n = 4	4 n = 14
Forma de ápice	Obtuso	Apezonado		
Disposición de un par de lomos	Equidistantes		Pareados	Pareados
Forma de sección longitudinal	Elíptica		Elíptica	
Color de cotiledón	Morado	Violeta	Morado	
Tamaño de semilla	Mediano			Grande
Dulzura	Medio	Alto		Medio
Amargor	Medio	Bajo		Bajo
Astringencia	Muy bajo	Bajo	Medio	Bajo
Floral	Medio	Alto		Alto
Frutal	Medio	Alto		Alto
Peso seco de semilla	1,29 g Muy bajo	1,73 g Muy bajo	1,98 g Medio	1,66 g Muy bajo
Índice de mazorca	17,22 alto	11,00 bajo	11,75 bajo	12,64 bajo
Actividad antioxidante	93,23 a	92,69 ab	91,83 b	92,54 b
Aroma	6,45 a	5,52 c	6,16 ab	6,09 b
Acidez	5,93 a	4,90 b	5,86 a	5,74 a
Astringencia	5,75 a	4,55 b	5,93 a	5,55 a
Amargor	5,82 a	4,45 b	5,70 a	5,47 a
Post gusto	5,87 a	4,95 b	5,75 a	5,67 a
Puntaje del catador	6,02 a	5,05 b	5,86 a	5,75 a
Puntaje total	67,05 a	55,86 b	65,68 a	64,21 a

### Grupo 1

Este grupo está formado por nueve ecotipos de la colección CAP, tienen frutos con forma de fruto obtuso, disposición equidistante de un par de lomos, forma de sección longitudinal elíptica, color morado de cotiledón.

Las pulpas frescas de estos ecotipos poseen niveles de dulzura, amargor, floral y frutal medio, con muy baja astringencia. El tamaño de la semilla es mediado, con peso muy bajo (1.29 g) y un índice de mazorca alto (17.22).

Con respecto a las características organolépticas de la pasta de cacao, los ecotipos de este grupo presentan, los más altos valores de la actividad antioxidante, aroma, acidez, amargor, post gusto, puntaje del catador y puntaje total.

### Grupo 2

Este grupo está formado por tres ecotipos de CFA pertenecientes a la colección INDES: INDES 106, INDES 53 e INDES 100, estos ecotipos poseen ápices con forma apezonada,

cotiledón de color violeta, las pulpas frescas de cacao de estos ecotipos poseen niveles bajos de amargor y astringencia, con altos niveles de dulzura, frutal y floral.

Respecto a las características organolépticas de la pasta de cacao, los ecotipos de este grupo poseen los valores más bajos en comparación con los otros grupos, para las características de aroma, acidez astringencia, amargor, floral, frutal, post gusto, puntaje del catador y puntaje final.

Referente al peso de las semillas e índice de mazorca, los ecotipos de este grupo poseen peso muy bajo de semilla e índice de mazorca bajo, 1.73 g y 11, respectivamente.

### **Grupo 3**

Este grupo está formado por cuatro ecotipos que poseen disposición pareada de un par de lomos del fruto, forma sección longitudinal pareada, con codiledones de color morado y pulpa fresca con nivel medio de astringencia.

Los ecotipos de este grupo también poseen semillas con pesos medios (1,98 g) e índice de mazorca bajos (11,75), baja actividad antioxidante, y valores altos de aroma, acidez, astringencia, amargo, frutal, floral, post gusto, puntaje del catador y puntaje total.

### **Grupo 4**

Este grupo está conformado por un ecotipo de la colección CAP (CAP 32) y 13 ecotipos de la colección INDES, estos ecotipos poseen disposición pareada de un par de lomos, pulpa fresca con nivel medio de dulzura, bajo amargor y astringencia, y niveles altos de notas frutales y florales. También poseen semillas de tamaño grande, con peso muy bajo de semilla (1.66) e índice de mazorca de 12.64.

Con respecto a las características de la pasta de cacao, la actividad antioxidante, aroma, acidez, amargor, post gusto, puntaje del catador y puntaje total tienen valores muy cercanos a los del Grupo 1, y se diferencia significativamente con el Grupo 2 en todas las características antes mencionadas.

## V. CONCLUSIONES

- Se caracterizaron 30 ecotipos de cacao fino de aroma con categoría bueno a excelente, los atributos sensoriales resultaron ser los descriptores resaltantes; el 73 y 60 por ciento de los ecotipos presentaron sabores frutales y florales altos, respectivamente; el índice de mazorca de los ecotipos varía de 9 a 24, con un promedio de 13.73 mazorcas necesarias para obtener un kilogramo de grano fermentado y seco.
- Las características químicas de los ecotipos son estadísticamente diferentes para cada uno de los componentes evaluados, además el porcentaje de grasa total, teobromina, energía total y fenoles presentan una correlación positiva y la actividad antioxidante con teobromina poseen una correlación negativa, indicando que, a mayor contenido de teobromina la actividad antioxidante será menor. Los atributos sensoriales de los ecotipos fueron estadísticamente diferentes para todos los ecotipos evaluados, donde los ecotipos CAP-40 y CAP-50 presentan los mayores puntajes con  $72.64 \pm 2.75$  y  $71.79 \pm 3.00$  puntos, respectivamente.
- Los descriptores de frutos, semillas, características sensoriales, indicadores de productividad y características químicas, permitieron diferenciar 4 grupos con características fenotípicas y químicas distintas, el Grupo 4 presentó mejores características, estuvo conformado por un ecotipo de la colección CAP (CAP 32) y 13 ecotipos de la colección INDES, estos ecotipos poseen disposición pareada de un par de lomos, pulpa fresca con nivel medio de dulzura, bajo amargor y astringencia, y niveles altos de notas frutales y florales, semillas grandes pero con peso muy bajo (1.66) e índice de mazorca de 12.64.

## **VI. RECOMENDACIONES**

- Complementar la información obtenida en el presente estudio de caracterización morfo- organoléptica con futuras investigaciones que integre la caracterización antes mencionada con la caracterización molecular.
- Realizar un estudio similar, pero con una muestra mucho más grande, abarcando una mayor zona geográfica, e incorporando ecotipos de cacao de otras colecciones reconocidas.

## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilar, H. 2017. Guía de Buenas Prácticas de Post Cosecha de Cacao. Centro de Comunicación Agrícola de la FHIA. La Lima, Cortez, Honduras, C.A. Setiembre de 2017.
- Agus, B; Mohamad, N; Hussain, N. 2018. Composition of unfermented, unroasted, roasted cocoa beans and cocoa shells from Peninsular Malaysia. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 12(4):2581–2589. <https://doi.org/10.1007/s1169>
- Akinfala, T. O; Houbraken, J; Sulyok, M; Adedeji, A. R; Odebode, A. C; Krska, R; Ezekiel, C. N. 2020. Moulds and their secondary metabolites associated with the fermentation and storage of two cocoa bean hybrids in Nigeria. *International Journal of Food Microbiology*, 316(August 2019), 108490. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2019.108490>
- Amores, F; Palacios, A; Jiménez, J; Zhang, D. 2009. Entorno ambiental, genética, atributos de calidad y singularización del cacao en el nor oriente de la provincia de esmeraldas, 120 (Boletín Técnico, 135). 41
- A.O.A.C (Association of Official Analytical Chemists). 1990. Fatty acids in oils and fats, preparation of methyl esters. AOAC official method 969.33. In *Official methods of analysis* (AOAC International (ed.); VA: AOAC I).
- APPCACAO. 2012. Manual de Calidad de Caco (Primera Edición). Lima, Perú. Enero 2012.
- Aprotosoiaie, A. C; Luca, S. V; Miron, A. (2016). Flavor Chemistry of Cocoa and Cocoa Products-An Overview. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 15(1), 73–91. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12180>

- Arciniegas, A. 2005. Caracterización de árboles superiores de cacao (*Theobroma cacao* L.) seleccionados por el programa de mejoramiento genético del CATIE. In *Catie*. <http://hdl.handle.net/11554/4571>
- Arvelo-Sánchez, M. A; González, D; Maroto, S; Delgado, T; Montoya, P. 2017. Manual técnico del cultivo de cacao Buenas prácticas para América Latina. En: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA).
- Ascrizzi, R; Flamini, G; Tessieri, C; Pistelli, L. 2017. From the raw seed to chocolate: Volatile profile of Blanco de Criollo in different phases of the processing chain. *Microchemical Journal*, 133:474–479. <https://doi.org/10.1016/j.microc.2017.04.024>
- Attolini, A. 2011. Cuentas, dares y tomares del cacao: delicia, convite, rito mesoamericano. Aspectos antropológicos. *Revista Digital Universitaria*, 12(4):3-22.
- Ayestas, E; Orozco, L; Astorga, C; Munguía, R; Vega, C. 2013. Caracterización de árboles promisorios de cacao en fincas orgánicas de Waslala, Nicaragua. *Agroforesteria en las Américas*, 49, 18–25. <http://repositorio.bibliotecaorton.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/5861/3.Ayestas.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Ballesteros, P; Lagos, B. 2016. Morphological characterization of elite cacao trees (*Theobroma cacao* L.) in Tumaco, Nariño, Colombia. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, 9(2):313.
- Barrientos, P; Oquendo, J; Garzón, M; Álvarez, O. 2019. Effect of the solar drying process on the sensory and chemical quality of cocoa (*Theobroma cacao* L.) cultivated in Antioquia, Colombia. *Food Research International*, 115:259–267. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2018.08.084>
- Bedoya, C. 2016. Metodologías para el análisis bromatológico, físico y químico del cacao fermentado y seco, dentro del marco normativo internacional. In *Bulletin of the Seismological Society of America*, 106(1). <http://www.bssaonline.org/content/95/6/2373%5Cnhttp://www.bssaonline.org/cont>

ent/95/6/2373.short%0Ahttp://www.bssaonline.org/cgi/doi/10.1785/0120110286%0Ahttp://gji.oxfordjournals.org/cgi/doi/10.1093/gji/ggv142%0Ahttp://link.springer.com/10.1007/s00024-01

BID. (n.d.). Postcosecha de cacao fino y de aroma: Manual técnico (Vol. 3). <https://www.procomer.com/wp-content/uploads/Manual-poscosecha-de-cacao-fino-y-de-aroma.pdf>

Brunetto de Gallignani, M; Orozco-Contreras, W; Delgado-Cayama, Y; Clavijo-Roa, S; Gallignani-de Bernarsi, M; Ayala-Montilla, C; Zambrano-García, A. 2014. Desarrollo de un método analítico para la determinación de glucosa, fructosa y sacarosa en muestras de cacao criollos venezolanos. *Revista Cubana de Química*, 26(3), 181–201. [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S2224-54212014000300003&lng=es&nrm=iso&tlng=en](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S2224-54212014000300003&lng=es&nrm=iso&tlng=en)

CAC.PANGO, C. A. C. 2016. Manual de proceso de calidad de cacao fino de aroma. In *Manual de proceso de calidad de cacao fino de aroma*. <https://issuu.com/vecoandino/docs/m1>

Cádiz-Gurrea, M; Fernández-Ochoa, Á; Leyva-Jiménez, F; Guerrero-Muñoz, N; Villegas-Aguilar, M; Pimentel-Moral, S; Ramos-Escudero, F; Segura-Carretero, A. 2020. LC-MS and Spectrophotometric Approaches for Evaluation of Bioactive Compounds from Peru Cocoa By-Products for Commercial Applications. *Molecules*, 25(14):3177. <https://doi.org/10.3390/molecules25143177>

Calderón, L. 2002. Evaluación de los compuestos fenólicos del cacao (*Theobroma cacao* L.) de tipo fino y ordinario de producción nacional durante la fermentación en 65 relación a la calidad. Tesis Lic. Química. Quito, Ecuador. Pontificia Universidad Católica del Ecuador. 114 p.

Chimborazo-Sarabia, C. 2009. Caracterización in situ, de las variedades morfológicas presentes en el cultivo de cacao existentes en la provincia de Pastaza. Universidad Estatal Amazónica.

Coe, S; Coe, M. 2011. La verdadera historia del Chocolate (Primera Ed).

Compañía Nacional de Chocolates. 2019. Cosecha, beneficio y calidad del grano de cacao (*Theobroma cacao* L.) <https://www.chocolates.com.co/wp-content/uploads/2019/09/Cartilla-Cosecha-Benef-Calidad-SEP-2019.pdf>

Corporación Econexus Colombia (INSITU). 2020. Implementación de un Sistema Participativo de Garantías (SPG) basado en la ISO 34101 de Cacao Sostenible y con trazabilidad, para la asociación ASOACASAN de San José del Fragua. Caquetá. Colombia.

Copetti, M. V; Pereira, J. L; Iamanaka, B. T; Pitt, J. I; Taniwaki, M. H. 2010. Ochratoxigenic fungi and ochratoxin A in cocoa during farm processing. International Journal of Food Microbiology, 143(1–2), 67–70. <http://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2010.07.031>.

Copetti, M. V; Iamanaka, B. T; Pitt, J. I; Taniwaki, M. H. 2014. Fungi and mycotoxins in cocoa: From farm to chocolate. International Journal of Food Microbiology, 178, 13–20. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2014.02.023>

De Melo Pereira, G; Magalhães, K; De Almeida, E; Da Silva, I; Schwan, R. F. 2013. Spontaneous cocoa bean fermentation carried out in a novel-design stainless steel tank: Influence on the dynamics of microbial populations and physical–chemical properties. International Journal of Food Microbiology, 161(2):121–133. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2012.11.018>

Del Rosario-Castro, M; Hernández, J; Marcilla, S; Córdova, J; Solari, F; Chire, G. C. 2017. Efecto del contenido de grasa en la concentración de polifenoles y capacidad antioxidante de *Theobroma cacao* L. “Cacao.” Ciencia e Investigación, 19(1):19–23. <https://doi.org/10.15381/ci.v19i1.13623>

Diaz, S; Pinoargote, M. 2012. Análisis de las Características Organolépticas del Chocolate a partir de Cacao CCN51 Tratado Enzimáticamente y Tostado a Diferentes Temperaturas.

- Doster, N; Roque, J; Cano, A; La Torre, M; Weigend, M. 2012. Hoja botánica: Cacao. In Cooperación Alemana al Desarrollo – Agencia de la GIZ en el Perú. botconsult GmbH (Primera Ed). [http://www.botconsult.com/downloads/Hoja\\_Botanica\\_Cacao\\_2012.pdf](http://www.botconsult.com/downloads/Hoja_Botanica_Cacao_2012.pdf)
- Durango, W; Caicedo, M; Vera, D; Sotomayor, I; Saini, E. 2019. La cadena de valor del cacao en América Latina y el Caribe (V. Sanchez, J. Zambrano, & C. Iglesias (eds.)).
- Engels, J; Bartley, B; Enríquez, G. A. 1980. Cacao descriptors, their states and modus operandi (CATIE (ed.)). <http://hdl.handle.net/11554/5843>.
- Enríquez, G.A. 1987. Manual del cacao para agricultores. CATIE, ACRI, UNED. San José-Costa Rica.
- Equal Exchange Creative. 2018. Guía para la ficha de catación para análisis sensorial de cacao. Proyecto de desarrollo de cooperativas USAID- Equal Exchange-TCHO. [En línea]: [https://equalexchange.coop/sites/default/files/Tasting-Guide\\_vF-JUNIO\\_2018-ESP.pdf](https://equalexchange.coop/sites/default/files/Tasting-Guide_vF-JUNIO_2018-ESP.pdf), documento, 25 Ene. 2019).
- Farrán-Codina, A. 2020. Triacilgliceridos y acidos grasos. *Pediatr Intergral*, 24(3):174-178.
- FIP (Fondo Ítalo Peruano). 2016. Relictos del Cacao Nativos del Perú – Proyecto Promoción de la Competitividad de Productores de Café y Cacao en las provincias de Bagua y Utcubamba. Primera Edición. Lima. Perú. Julio 2016.
- Flores-March, N. M. 2016. Comparación del perfil de ácidos grasos (ESI-MS y RMN) y el contenido de metilxantinas (HPLC-DAD) en granos de Theobroma cacao de siete regiones del Perú. [Pontificia Universidad Católica del Perú]. In Consejo Nacional de Ciencia, tecnología e Innovación Tecnológica. <http://hdl.handle.net/20.500.12390/307>
- Frizo, C. 2018. El mito de las 3 variedades de cacao. Perfect Daily Grind. <https://perfectdailygrind.com/es/2018/09/27/el-mito-de-las-3-variedades-de-cacao/>

- García-Carrión, L. F. 2010. Catálogo de cultivares de cacao del Perú. In Ministerio de Agricultura (Primera Ed). Ministerio de Agricultura. [http://minagri.gob.pe/portal/download/pdf/direccionesyoficinas/dgca/cultivares\\_cacao.pdf](http://minagri.gob.pe/portal/download/pdf/direccionesyoficinas/dgca/cultivares_cacao.pdf)
- García-Guerrero, W. A. 2019. Caracterización diferencial dendrológica del cacao criollo-*Theobroma cacao* L. de Jaén y San Ignacio-Región Cajamarca [Universidad Nacional de Jaén]. [http://m.repositorio.unj.edu.pe/bitstream/handle/UNJ/69/García\\_GW.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://m.repositorio.unj.edu.pe/bitstream/handle/UNJ/69/García_GW.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Graziani, L; De Bertorelli, L; Angulo, J; Parra, P. 2002. Características físicas del fruto de cacaos tipos criollo, forastero y trinitario de la localidad de Cumboto, Venezuela. *Agronomía Tropical*, 52:343–362.
- Guzman-Duque, J; Gómez-Prada, S. 2014. Evaluación sensorial de cacao cultivado en la región del sur del departamento de Bolívar. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental*, 5(2):221–236.
- Hipólito-Romero, E; Carcaño-Montiel, M. G; Ramos-Prado, J. M; Vázquez-Cabañas, E. A; López-Reyes, L. & Ricaño-Rodríguez, J. 2017. Efecto de inoculantes bacterianos edáficos mixtos en el desarrollo temprano de cultivares mejorados de cacao (*Theobroma cacao* L.) en un sistema agroforestal tradicional del norte de Oaxaca, México. *Revista Argentina de Microbiología*, 49(4):356–365. <https://doi.org/10.1016/j.ram.2017.04.003>.
- IICA - Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. 2017. Manual Técnico del Cultivo de Cacao Prácticas Latinoamericanas. <https://repositorio.iica.int/handle/11324/6181>.
- IICA - Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. 1993. Manual Para Análisis de Cacao en Laboratorio.

- ICCO (Organización Internacional del Cacao). 2019. Cacao fino o aromatizado. <https://www.icco.org/about-cocoa/fine-or-flavour-cocoa.html>
- INDECOPI (Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual). 2016. Resolución N° 014866-2016/DSD-INDECOPI: Cacao Amazonas Perú. INDECOPI.
- INEI (Instituto Nacional de Estadística e Informática). 2012. Características de la Unidad Agropecuaria. In IV Censo Nacional Agropecuario. <http://censos.inei.gob.pe/cenagro/tabulados/>
- Ipinza, R. 2014. Métodos de Selección de Árboles Plus. Apuntes: Curso Mejora Genética Forestal Operativa, November 1998:105–127.
- Jiménez, J. 2000. Efecto de dos métodos de fermentación sobre la calidad de tres grupos de cacao (*Theobroma cacao* L.) cultivados en la zona de Quevedo provincia de Los Ríos. <https://doi.org/10.1128/AEM.03344-13>
- Julca, A; Alvarado, L; Borjas, R; Castro, V; Bello, N; Bello, S. 2021. El cacao (*Theobroma cacao* L.) una revisión sobre su manejo agronómico. [www.fondoeditorialunalm.com](http://www.fondoeditorialunalm.com)
- Kharat, V. T; Deshpande, H. W. 2017. Studies on proximate analysis and microbial analysis of probiotic chocolate. ~ 407 ~ Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry, 6(5):407–411.
- Kongor, J. E; Hinneh, M; De Walle, D; Van, E. O; Boeckx, P; Dewettinck, K. 2016. Factors influencing quality variation in cocoa (*Theobroma cacao*) bean flavour profile — A review. Food Research International, 82(1):44–52. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2016.01.012>
- Lecumberri, E; Mateos, R; Ramos, S; Alía, M; Rúperez, P; Goya, L; Izquierdo-Pulido, M; Bravo, L. 2006. Caracterización de la fibra de cacao y su efecto sobre la capacidad antioxidante en suero de animales de experimentación. Nutricion Hospitalaria, 21(5):622–628.

- Loor, R. G; Amores, F. M; Vasco, S. A; Eskes, A. B; Quiroz, J. G; Suárez, C; Motamayor, J. C; Schnell, R. J; Zambrano, J; Calderón, D; Jiménez, J. C; Tarqui, O; Rosenquist, E; Lanaud, C; Fouet, O; Argout, X; Valdez, F; Lachenaud, P; Costet, P; Subia, C. 2018. Development of specific cocoa niches with high productivity and sensory quality: the Ecuadorian experience. International Symposium on Cocoa Research (ISCR), Lima, Peru, 13-17 November 2017.
- López, S. E. 2017. Características germinativas de semillas de *Theobroma cacao* L. (Malvaceae) “cacao.” *Arnaldoa*, 24(2):609–618. <https://doi.org/10.22497/arnaldoa.242.24212>
- Malir, F; Ostry, V; Pfohl-Leszkowicz, A; Novotna, E; Ochratoxin, A: developmental and Reproductive Toxicity-An Overview. *Birth Defects Res B*. 2013;98(6):493-502.
- Machado-Cuellar, L; Ordoñez-Espinosa, C. M; Angel-Sanchez, K; Guaca-Cruz, L; Suárez-Salazar, J. C. 2018. Organoleptic quality assessment of *Theobroma cacao* L. in cocoa farms in northern Huila, Colombia. *Acta Agronómica*, 67(1):46–52. <https://doi.org/10.15446/acag.v67n1.66572>
- Martinez, S. 2010. Compuestos Polifenólicos (Extraíbles y no Extraíbles) En Alimentos de la dieta española: Metodología para su Determinación e Identificación. Universidad Complutense de Madrid.
- Minagri. 2018. Análisis de la cadena productiva del cacao. Lima. 84pp.
- MINCETUR (Ministerio de Comercio Exterior y Turismo). 2003. Perfil del Mercado y Competitividad Exportadora de Cacao. <http://infocafes.com/portal/wp-content/uploads/2016/01/Cacao.pdf>
- MINCETUR (Ministerio de Comercio Exterior y Turismo). 2008. Estudio de caracterización del potencial genético del cacao en el Perú. [http://minagri.gob.pe/portal/download/pdf/direccionesyoficinas/dgca/estudio\\_caracterizacion.pdf](http://minagri.gob.pe/portal/download/pdf/direccionesyoficinas/dgca/estudio_caracterizacion.pdf)

- Moreno-Martínez, E; Gavanzo-Cárdenas, Ó. M; Rangel-Silva, F. A. 2019. Evaluación de las características físicas y sensoriales de licor de cacao asociadas a modelos de siembra. *Ciencia y Agricultura*, 16(3):75–90. <https://doi.org/10.19053/01228420.v16.n3.2019.9890>.
- Motamayor, J. C; Lachenaud, P; Da Silva e Mota, J. W; Loor, R; Kuhn, D. N; Brown, J.S; Schnell, R. J. 2008. Geographic and Genetic Population Differentiation of the Amazonian Chocolate Tree (*Theobroma cacao* L). *PLoS ONE*, 3(10):3311. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0003311>
- Mumford, G. K; Evans, S. M; Kaminski, B. J; Preston, K. L; Sannerud, C. A; Silverman,,K; Griffiths, R. R. 1994. Discriminative stimulus and subjective effects of theobromine and caffeine in humans. *Psychopharmacology*, 115(1–2):1–8. <https://doi.org/10.1007/BF02244744>
- Mundaca-Vidarte, G. A. 2016. Análisis de la calidad del grano de cacao mediante imágenes hiperespectrales usando técnicas de visión artificial. Universidad de Piura.
- Nauca-Cabrera, J. R. 2010. Caracterización morfo-agronómica de 22 clones de cacao (*Theobroma cacao* L.) seleccionados del campo de agricultores en Tulumayo [Universidad Nacional Agraria de la Selva]. <http://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/UNAS/93/AGR-536.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Nazario, O; Ordoñez, E; Mandujano, Y; Arévalo, J. 2013. Polifenoles totales, antocianinas, capacidad antioxidante de granos secos y analisis sensorial del licor de cacao (*Theobroma cacao* L.) Criollo y siete clones. *Investigación y Amazonía*, 3(1), 51–59.
- Negro, E. & Williner, M. R. (2019). Nutritional quality and origin of fatty acids in chocolates and confectionery baths produced in Argentina. Compliance with the legislation. *Nutricion Clinica y Dietetica Hospitalaria*, 39(3), 129–137. <https://doi.org/10.12873/393negro>

- NTP-ISO 2451. 2018. Granos de cacao. Especificaciones y requisitos de calidad. 5ª Edición
- Ochoa, R. 2017. Jaén y la cultura Marañón [VIDEO].  
<https://larepublica.pe/domingo/1147164-montegrandey-la-cultura-maraNON/>
- Oliva, M; Goñas, M; García, L. M; Rabanal-Oyarse, R; Alvarado-Chuqui, C; Escobedo-Ocampo, P; Maicelo-Quintana, J. L. 2021. Phenotypic Characterization of Fine-Aroma Cocoa from Northeastern Peru. *International Journal of Agronomy*, 2021, 1–12. <https://doi.org/10.1155/2021/2909909>
- Oliva, M. 2020. Caracterización socioeconómica de la diversidad biológica de cacao criollo fino de aroma en comunidades rurales de la región Amazonas. Doctoral thesis. Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas.
- Oliva, M; Rubio, K; Epquin, M; Marlo, G; Leiva, S. 2020. Cadmium Uptake in Native Cacao Trees in Agricultural Lands of Bagua, Peru. *Agronomy*, 10(10), 1551. <https://doi.org/10.3390/agronomy10101551>
- Ovidio-Barros, N. 1981. Cacao. Manual de asistencia técnica N°23., Bogotá, 1981 (Instituto Colombiano Agropecuario. (ed.); 1st ed.).
- Pabon, A. 2016. Caracterización morfológica de ocho árboles promisorios de cacao (*Theobroma cacao* L.) en la parroquia San Carlos, cantón La Joya de los Sachas, provincia de Orellana. [Universidad Nacional de Loja]. [https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/9187/1/ALBA ELIZABETH PABON VALDEZ.pdf](https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/9187/1/ALBA_ELIZABETH_PABON_VALDEZ.pdf)
- Parra, F. 2014. Consultoría “Servicio De Sistematización De Información La Diversidad Biológica - Cbd.” [https://bioseguridad.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2017/02/fparra\\_centrorigen.pdf](https://bioseguridad.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2017/02/fparra_centrorigen.pdf).
- Parra, P. 2014. Secado Artificial del Cacao. Estado del Arte. Primer Congreso Salesiano de Ciencia, Tecnología e Innovación para la Sociedad. Cuenca, Ecuador. Noviembre de 2014.

- Pérez-Cano, F. J; Massot-Cladera, M; Franch, À; Castellote, C; Castell, M. 2013. The effects of cocoa on the immune system. *Frontiers in Pharmacology*, 4(June):1–12. <https://doi.org/10.3389/fphar.2013.00071>
- Porillo, E; Graziani de Fariñas, L; Cros, E. 2006. Efecto de algunos factores post- cosecha sobre la calidad sensorial del cacao criollo porcelana (*Theobroma cacao* L.). *Revista de La Facultad de Agronomía*, 24(1):113–132. [http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0378-78182005000400004&lng=es&nrm=iso&tlng=es%0Ahttp://www.scielo.org/ve/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0378-78182007000100008](http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-78182005000400004&lng=es&nrm=iso&tlng=es%0Ahttp://www.scielo.org/ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-78182007000100008)
- Prabhakaran-Nair, K. 2010. Cocoa (*Theobroma cacao* L.). The agronomy and economy of important tree crops of the developing world (First edit, pp. 131–179). [https://books.google.com.pe/books?hl=es&lr=&id=\\_q\\_XMs36hYQC&oi=fnd&pg=PP1&dq=Prabhakaran+Nair,+K.+2010.+Cocoa+\(Theobroma+cacao+L.\).+In+The+agronomy+and+economy+of+important+tree+crops+of+the+developing+world.+&ots=\\_Th3iriSgr&sig=dXtf2RXlwOdM5D68dtz3QDsOD2](https://books.google.com.pe/books?hl=es&lr=&id=_q_XMs36hYQC&oi=fnd&pg=PP1&dq=Prabhakaran+Nair,+K.+2010.+Cocoa+(Theobroma+cacao+L.).+In+The+agronomy+and+economy+of+important+tree+crops+of+the+developing+world.+&ots=_Th3iriSgr&sig=dXtf2RXlwOdM5D68dtz3QDsOD2)
- Puyutaxi, F. M; Parreño, J; Vivar, F; Barragán, J. C; Solórzano, R. G; Vera, J. 2009. EET 544 y EET 558: Nuevos clones de cacao nacional para la producción bajo riego en la Península de Santa Elena.
- Qin, X.-W; Lai, J.-X; Tan, L.-H; Hao, C.-Y; Li, F.-P; He, S.-Z; Song, Y.-H. 2017. Characterization of volatile compounds in Criollo, Forastero, and Trinitario cocoa seeds (*Theobroma cacao* L.) in China. *International Journal of Food Properties*, 20(10):2261–2275. <https://doi.org/10.1080/10942912.2016.1236270>
- Quintana-Fuentes, L. F; Gómez-Castelblanco, S; García-Jerez, A; Martínez-Guerrero, N. 2015. Caracterización de tres índices de cosecha de cacao de los clones CCN51, ICS60 e ICS 95, en la montaña santandereana, Colombia. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental*, 6(1): 252. <https://doi.org/10.22490/21456453.1284>
- Quintero, M. & Díaz-Morales, K. M. (2004). El mercado Mundial del cacao. *Agroalimentaria*, 9(18):47–59.

[http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1316-03542004000100004&lng=es&tlng=es](http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1316-03542004000100004&lng=es&tlng=es).

- Quiroz, J; Soria, J. 1994. Caracterización fenotípica del cacao nacional de Ecuador INIAP- Estación experimental Pichilingue (Vol. 71). [https://repositorio.iniap.gob.ec/jspui/bitstream/41000/1579/1/Boletín técnico N° 74.pdf](https://repositorio.iniap.gob.ec/jspui/bitstream/41000/1579/1/Boletín_técnico_Nº_74.pdf)
- Ramírez-Guillermo, M. Á; Lagunes-Espinoza, L. C; Ortiz-García, C. F; Gutiérrez, O. A. 2018. Variación morfológica de frutos y semillas de cacao (*Theobroma cacao* L.) de plantaciones en Taasco, Mexico. Revista Fitotecnia Mexicana, 41(2):117–125. <https://doi.org/10.35196/rfm.2018.2.117-125>
- Ramli, N; Yatim, A. M; Said, M; Hok, H. C. 2001. HPLC Determination of Methylxanthines and Polyphenols Levels In Cocoa and Chocolate Products. 7(2):377–386.
- Ramos-Ospino, A; Gómez-Álvarez, M. S. 2019. Caracterización fenotípica y genotípica de aislados de cacao (*Theobroma cacao* L.) Universidad Libre Seccional Barranquilla]. <https://repository.unilibre.edu.co/bitstream/handle/10901/17815/1140815530>. Pág 01-95.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Ramos, G; González, N; Zambrano, A; Gómez, Á. 2013. Olores y sabores de cacaos (*Theobroma cacao* L.) venezolanos obtenidos usando un panel de catación entrenado. Revista Científica UDO Agrícola, 13(1):114–127. <http://www.bioline.org.br/pdf?cg13014>
- Riaño, H; Chica, M; Echeverri, G; Aguirre, M; Ortiz, A; Olarte N. 2016. Contenido de grasa total, perfil de Ácidos grasos y triglicéridos proveniente de cacaos finos de aroma: Colombia, Ecuador, Perú, Venezuela. *Vitae*, 23 (March 2017), S226–S230.
- Rivera, R; Barrera, A; Guzmán, Á; Medina, H; Casanova, L; Peña, M; Nivelá, P. 2012. Efecto del tipo y tiempo de fermentación en la calidad física y química del cacao (*Theobroma cacao* L.) Tipo nacional. Ciencia y Tecnología, 5(1):7–12. <https://doi.org/10.18779/cyt.v5i1.77>

- Rojano, B. A; Acosta, K. Z; Cortes, F. B. 2012. Free radical trapping capacity of *Passiflora mollissima* (Kunth) L. H. Bailey (curuba) Capacidad atrapadora de radicales libres de *Passiflora mollissima* (Kunth) L. H. Bailey (curuba). *Revista Cubana de Plantas Medicinales*, 17(4), 408–419.
- Romero, C. A; Urrego-Vargas, E. 2016. Estudio del Cacao en el Perú y el Mundo: Un análisis de la producción y el comercio (Dirección de Estudios Económicos e Información Agraria (ed.); Primera Ed).
- Rojas, R. 2012. Estudio del proceso postcosecha y caracterización morfológica sensorial molecular de 3 variedades de cacaos nativos de Cusco, Junín y Piura. Lima – APPCACAO 2012.
- Ruiz-Erazo, X. A. 2014. Diversidad genética de cacao *Theobroma cacao* L. Con marcadores moleculares microsatélites (Vol. 1) [Universidad Nacional de Colombia.]. <http://bdigital.unal.edu.co/39793/1/7211504.2014.pdf>
- Rusconi, M; Conti, A. 2010. *Theobroma cacao* L., the Food of the Gods: A scientific approach beyond myths and claims. *Pharmacological Research*, 61(1):5–13. <https://doi.org/10.1016/j.phrs.2009.08.008>
- Saavedra, R; Cárdenas, H; Márquez, K; Beraun, Y; Carranza, M; Hurtado, O; Chia, J. 2017. Colecta y estudio de las características morfológicas y organolépticas en fruta fresca y licor de árboles de cacao (*Theobroma cacao* L.) con atributos de poseer características de fino y de aroma. November, 13–17.
- Salinas, N; Bolivar, W. 2012. Ácidos Grasos En Chocolates Venezolanos y sus Análogos. *Anales Venezolanos de Nutricion*, 25(1):34–41.
- Schwan, R; Wheals, A. 2004. The microbiology of cocoa fermentation and its role in chocolate quality. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 44(4):205–221. <https://doi.org/10.1080/10408690490464104>

- Solís-Bonilla, J. L.; Zamarripa-Colmenero, A; Pecina-Quintero, V; Garrido-Ramírez, E; Hernández-Gómez, E. 2015. Evaluación agronómica de híbridos de cacao (*Theobroma cacao* L.) para selección de alto rendimiento y resistencia en campo a moniliasis. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 6(1):71–82. <http://doi.org/10.29312/remexca.v6i1.740>
- Solórzano-Chavez, E; Nicklin, C; Amores-Puyutaxi, F; Jiménez-Barragan, J; Barzola-Miranda, S. 2015. Comparación sensorial del cacao (*Theobroma cacao* L.) Nacional fino de aroma cultivado en diferentes zonas del Ecuador. *Ciencia y Tecnología*, 8(1): 34-37. <https://doi.org/10.18779/cyt.v8i1.198>
- Sukha, D. 2016. Steps towards a harmonized international standard for cocoa flavour assessment – a review of current protocols and practices (Issue May). <http://www.cocoaofexcellence.org/info-and-resources/>
- UNALM (Universidad Nacional Agraria La Molina). 2012. Guía Técnica: Asistencia técnica dirigida en manejo del cultivo de cacao. [https://www.agrobanco.com.pe/wp-content/uploads/2017/07/010-f-cacao\\_CULTIVOS\\_.pdf](https://www.agrobanco.com.pe/wp-content/uploads/2017/07/010-f-cacao_CULTIVOS_.pdf)
- Vallejo-Torres, C. A; Loayza-Flores, G. L; Morales-Rodríguez, W; Vera-Chang, J. 2018. Sensory profile of genotypes of cocoa (*Theobroma cacao* L.) un the parish of Valle Hermoso - Ecuador. *Revista ESPAMCIENCIA*, 9(2):103–113. [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S2224-54212014000300003&lng=es&nrm=iso&tlng=en](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S2224-54212014000300003&lng=es&nrm=iso&tlng=en)
- Vázquez-Ovando, A; Ovando-Medina, I; Adriano-Anaya, L; Betancur-Ancona, D; Salvador-Figueroa, M. 2016. Alcaloides y polifenoles del cacao, mecanismos que regulan su biosíntesis y sus implicaciones en el sabor y aroma. *Archivos Latinoamericanos de Nutricion*, 656(3):239–254.
- Vera-Chang, J; Vallejos-Torres, C; Párraga-Remache, D; Morales-Rodríguez, W; Marcías-Véliz, J; Ramos-Remache, R. 2014. Atributos físicos-químicos y sensoriales de las Almendras de quince clones de cacao nacional (*Theobroma cacao* L.) en el Ecuador. *Ciencia y Tecnología*, 7(2):21–34.

[https://www.google.com.pe/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwjvj\\_KPqvnrAhUvp1kKHx8RBEwQFjAFegQIBRAB&url=https%3A%2F%2F Dialnet.unirioja.es%2Fdescarga%2Farticulo%2F5090269.pdf&usg=AOvVaw1hTV2TdBhn1KaqCOIbJ6F](https://www.google.com.pe/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwjvj_KPqvnrAhUvp1kKHx8RBEwQFjAFegQIBRAB&url=https%3A%2F%2F Dialnet.unirioja.es%2Fdescarga%2Farticulo%2F5090269.pdf&usg=AOvVaw1hTV2TdBhn1KaqCOIbJ6F)

## **VIII. ANEXOS**

### Anexo 1: Puntuación de 146 ecotipos de cacao fino de aroma de la zona nor oriental del Perú

Nº	NOMBRE DEL ARICULTOR	Código	SEMIL/FRUT			PESO SEMIL/FRUT			Factor de Conv.	Peso Seco		INDICE MAZORCA			TOTAL	SABORES BÁSICOS				SABORES ESPEC.		TOTAL	Valor	Puntaje final
			Nº	Valor	Punt.	gr.	Valor	Punt.		Mazorc.	1 grano	Nº	Valor	Punt.		DULZ.	ACID.	ASTR.	AMAR.	FLOR.	FRUT.			
1	JULIO TORO TORRES	INDES1	40	Intermedio	2.0	122	Intermedio	2.0	0.38	46.36	1.159	21.57	medio	3.0	7	3	3	2	3	4	3	18	BUENO	25
2	JULIO TORO TORRES	INDES 2	24	Bajo	1.0	99.6	Grande	3.0	0.38	37.848	1.577	26.42	medio	3.0	7	4	2	2	2	4	4	18	BUENO	25
3	JULIO TORO TORRES	INDES3	40	Intermedio	2.0	1.28	Muy pequeña	0	0.38	0.4864	0.0122	2056	Muy alto	1.0	3	3	2	2	2	3	4	16	REGULAR	19
4	JULIO TORO TORRES	INDES4	36	Intermedio	2.0	120	Intermedio	2.0	0.38	45.6	1.2667	21.93	medio	3.0	7	4	2	2	3	4	4	19	BUENO	26
5	ENRIQUE TORO TORRES	INDES5	30	Bajo	1.0	142	Grande	3.0	0.38	53.96	1.7987	18.53	Bajo	4.0	8	4	2	2	2	4	4	18	BUENO	26
6	FELIPE ASTONITAS GUEVARA	INDES6	58	Muy alto	4.0	282	Muy grande	4.0	0.38	107.16	1.8476	9.332	Muy bajo	5.0	13	3	3	2	2	4	4	18	MUY BUENO	31
7	FELIPE ASTONITAS GUEVARA	INDES7	40	Intermedio	2.0	180	Grande	3.0	0.38	68.4	1.71	14.62	Muy bajo	5.0	10	3	2	2	2	4	4	17	BUENO	27
8	FELIPE ASTONITAS GUEVARA	INDES8	52	Muy alto	4.0	258	Muy grande	4.0	0.38	98.04	1.8854	10.2	Muy bajo	5.0	13	3	3	3	3	4	4	20	MUY BUENO	33
9	FELIPE ASTONITAS GUEVARA	INDES9	42	Alto	3.0	170	Grande	3.0	0.38	64.6	1.5381	15.48	Muy bajo	5.0	11	3	3	2	3	4	3	18	BUENO	29
10	RÓMULO DIAZ CALDERÓN	INDES10	54	Muy alto	4.0	180	Intermedio	2.0	0.38	68.4	1.2667	14.62	Muy bajo	5.0	11	3	4	2	2	4	4	19	MUY BUENO	30
11	RÓMULO DIAZ CALDERÓN	INDES11	52	Muy alto	4.0	225	Grande	3.0	0.38	85.5	1.6442	11.7	Muy bajo	5.0	12	4	2	2	2	4	4	18	MUY BUENO	30
12	MAILA MEJÍA AGUILAR	INDES12	34	Intermedio	2.0	145	Grande	3.0	0.38	55.1	1.6206	18.15	Bajo	4.0	9	3	3	3	2	4	4	19	BUENO	28
13	TEOBIGILDO DÍAZ SANCHEZ	INDES13	40	Intermedio	2.0	180	Grande	3.0	0.38	68.4	1.71	14.62	Muy bajo	5.0	10	3	3	2	2	3	4	17	BUENO	27
14	TEOBIGILDO DÍAZ SANCHEZ	INDES14	44	Alto	3.0	210	Muy grande	4.0	0.38	79.8	1.8136	12.53	Muy bajo	5.0	12	4	2	3	3	4	4	20	MUY BUENO	32
15	TEOBIGILDO DÍAZ SANCHEZ	INDES15	50	Alto	3.0	208	Grande	3.0	0.38	79.04	1.5808	12.65	Muy bajo	5.0	11	2	3	2	2	3	4	16	BUENO	27
16	TEOBIGILDO DÍAZ SANCHEZ	INDES16	38	Intermedio	2.0	180	Grande	3.0	0.38	68.4	1.8	14.62	Muy bajo	5.0	10	4	2	3	2	3	4	18	BUENO	28
17	JOSÉ MORALES SANCHEZ	INDES17	32	Intermedio	2.0	155	Muy grande	4.0	0.38	58.9	1.8406	16.98	Bajo	4.0	10	3	3	2	2	3	2	15	BUENO	25
18	JOSÉ MORALES SANCHEZ	INDES18	46	Alto	3.0	128	Intermedio	2.0	0.38	48.64	1.0574	20.56	Bajo	4.0	9	3	3	2	2	4	3	17	BUENO	26
19	JOSÉ MORALES SANCHEZ	INDES19	40	Intermedio	2.0	172	Grande	3.0	0.38	65.36	1.634	15.3	Muy bajo	5.0	10	4	3	2	2	4	4	19	BUENO	29
20	GEORGINA MERA LEÓN	INDES20	52	Muy alto	4.0	154	Intermedio	2.0	0.38	58.52	1.1254	17.09	Bajo	4.0	10	3	3	2	3	4	4	19	BUENO	29
21	GEORGINA MERA LEÓN	INDES21	42	Alto	3.0	167	Grande	3.0	0.38	63.46	1.511	15.76	Muy bajo	5.0	11	3	3	2	2	3	4	17	BUENO	28
22	GEORGINA MERA LEÓN	INDES22	66	Muy alto	4.0	230	Intermedio	2.0	0.38	87.4	1.3242	11.44	Muy bajo	5.0	11	3	2	2	2	3	4	16	BUENO	27
23	GEORGINA MERA LEÓN	INDES23	62	Muy alto	4.0	176	Intermedio	2.0	0.38	66.88	1.0787	14.95	Muy bajo	5.0	11	3	2	2	2	4	3	16	BUENO	27
24	RAMIRO BAUTISTA DIAZ	INDES24	50	Alto	3.0	248	Muy grande	4.0	0.38	94.24	1.8848	10.61	Muy bajo	5.0	12	3	3	2	2	4	4	18	MUY BUENO	30
25	JOSÉ ROSILLO ALBERCA	INDES25	48	Alto	3.0	171	Intermedio	2.0	0.38	64.98	1.3538	15.39	Muy bajo	5.0	10	3	2	2	2	4	3	16	BUENO	26
26	JOSÉ ROSILLO ALBERCA	INDES26	48	Alto	3.0	157	Intermedio	2.0	0.38	59.66	1.2429	16.76	Bajo	4.0	9	3	3	3	3	3	4	19	BUENO	28
27	JOSÉ ROSILLO ALBERCA	INDES27	54	Muy alto	4.0	204	Grande	3.0	0.38	77.52	1.4356	12.9	Muy bajo	5.0	12	3	3	2	3	4	4	19	MUY BUENO	31
28	LILIA CAHUAJULCA MEJÍA	INDES28	52	Muy alto	4.0	198	Grande	3.0	0.38	75.24	1.4469	13.29	Muy bajo	5.0	12	3	3	2	2	4	4	18	MUY BUENO	30
29	RANULFO REYNA MONTOYA	INDES29	40	Intermedio	2.0	167	Grande	3.0	0.38	63.46	1.5865	15.76	Muy bajo	5.0	10	3	2	2	2	4	4	17	BUENO	27
30	RANULFO REYNA MONTOYA	INDES30	22	Bajo	1.0	137	Muy grande	4.0	0.38	52.06	2.3664	19.21	Bajo	4.0	9	3	3	2	3	4	3	18	BUENO	27
31	GONZALO MARTINEZ GUEVARA	INDES31	40	Intermedio	2.0	187	Grande	3.0	0.38	71.06	1.7765	14.07	Muy bajo	5.0	10	3	2	3	3	4	4	19	BUENO	29
32	CARLOMAN CAMPOS PERALTA	INDES32	54	Muy alto	4.0	200	Intermedio	2.0	0.38	76	1.4074	13.16	Muy bajo	5.0	11	4	2	2	2	3	4	17	BUENO	28
33	DAVID SANCHEZ ALEJANDRÍA	INDES33	36	Intermedio	2.0	180	Muy grande	4.0	0.38	68.4	1.9	14.62	Muy bajo	5.0	11	3	3	2	3	3	4	18	BUENO	29
34	MIGUEL RAMIREZ CUBAS	INDES34	42	Alto	3.0	200	Muy grande	4.0	0.38	76	1.8095	13.16	Muy bajo	5.0	12	3	3	2	2	4	4	18	MUY BUENO	30

<< Continuación...>>

35	CARLOMAN CAMPOS PERALTA	INDES35	32	Intermedio	2.0	128	Grande	3.0	0.38	48.64	1.52	20.56	Bajo	4.0	9	3	2	2	2	3	3	15	REGULAR	24
36	RAQUEL QUISPE ESTELA	INDES36	40	Intermedio	2.0	180	Grande	3.0	0.38	68.4	1.71	14.62	Muy bajo	5.0	10	3	3	2	2	4	4	18	BUENO	28
37	RAQUEL QUISPE ESTELA	INDES37	40	Intermedio	2.0	168	Grande	3.0	0.38	63.84	1.596	15.66	Muy bajo	5.0	10	3	3	2	2	4	4	18	BUENO	28
38	JOSÉ MERA BALCAZAR	INDES38	30	Bajo	1.0	165	Muy grande	4.0	0.38	62.7	2.09	15.95	Muy bajo	5.0	10	3	2	2	2	4	4	17	BUENO	27
39	JOSÉ MERA BALCAZAR	INDES39	30	Bajo	1.0	166	Muy grande	4.0	0.38	63.08	2.1027	15.85	Muy bajo	5.0	10	3	3	2	2	4	4	18	BUENO	28
40	MINISTERIO DE AGRICULTURA	INDES40	44	Alto	3.0	251	Muy grande	4.0	0.38	95.38	2.1677	10.48	Muy bajo	5.0	12	3	2	2	3	4	3	17	BUENO	29
41	MINISTERIO DE AGRICULTURA	INDES41	46	Alto	3.0	169	Intermedio	2.0	0.38	64.22	1.3961	15.57	Muy bajo	5.0	10	3	3	2	3	4	4	19	BUENO	29
42	MINISTERIO DE AGRICULTURA	INDES42	46	Alto	3.0	186	Grande	3.0	0.38	70.68	1.5365	14.15	Muy bajo	5.0	11	3	2	2	2	4	4	17	BUENO	28
43	MINISTERIO DE AGRICULTURA	INDES43	48	Alto	3.0	253	Muy grande	4.0	0.38	96.14	2.0029	10.4	Muy bajo	5.0	12	3	3	2	2	4	4	18	MUY BUENO	30
44	MINISTERIO DE AGRICULTURA	INDES44	34	Intermedio	2.0	160	Grande	3.0	0.38	60.8	1.7882	16.45	Bajo	4.0	9	3	3	2	2	3	3	16	BUENO	25
45	MINISTERIO DE AGRICULTURA	INDES45	44	Alto	3.0	178	Grande	3.0	0.38	67.64	1.5373	14.78	Muy bajo	5.0	11	3	3	2	3	4	3	18	BUENO	29
46	RAQUEL QUISPE ESTELA	INDES46	50	Alto	3.0	210	Grande	3.0	0.38	79.8	1.596	12.53	Muy bajo	5.0	11	3	3	2	2	4	4	18	BUENO	29
47	RAQUEL QUISPE ESTELA	INDES47	48	Alto	3.0	192	Grande	3.0	0.38	72.96	1.52	13.71	Muy bajo	5.0	11	3	3	2	2	3	4	17	BUENO	28
48	RAQUEL QUISPE ESTELA	INDES48	50	Alto	3.0	160	Intermedio	2.0	0.38	60.8	1.216	16.45	Bajo	4.0	9	3	3	2	2	3	4	17	BUENO	26
49	JILBERTO QUISPE MALCA	INDES49	52	Muy alto	4.0	218	Grande	3.0	0.38	82.84	1.5931	12.07	Muy bajo	5.0	12	3	3	2	2	4	4	18	MUY BUENO	30
50	AUSBERTO DE LA CRUZ HURTADO	INDES50	56	Muy alto	4.0	235	Grande	3.0	0.38	89.3	1.5946	11.2	Muy bajo	5.0	12	3	3	2	2	4	4	18	MUY BUENO	30
51	AUSBERTO DE LA CRUZ HURTADO	INDES51	52	Muy alto	4.0	218	Grande	3.0	0.38	82.84	1.5931	12.07	Muy bajo	5.0	12	3	3	2	2	4	4	18	MUY BUENO	30
52	AUSBERTO DE LA CRUZ HURTADO	INDES52	42	Alto	3.0	180	Grande	3.0	0.38	68.4	1.6286	14.62	Muy bajo	5.0	11	4	2	2	2	4	4	18	BUENO	29
53	ERINEO BURGA CAMPOS	INDES53	62	Muy alto	4.0	248	Grande	3.0	0.38	94.24	1.52	10.61	Muy bajo	5.0	12	4	3	2	2	4	4	19	MUY BUENO	31
54	ERINEO BURGA CAMPOS	INDES54	46	Alto	3.0	193	Grande	3.0	0.38	73.34	1.5943	13.64	Muy bajo	5.0	11	3	3	2	2	3	4	17	BUENO	28
55	ERINEO BURGA CAMPOS	INDES55	50	Alto	3.0	210	Grande	3.0	0.38	79.8	1.596	12.53	Muy bajo	5.0	11	3	3	2	2	3	3	16	BUENO	27
56	ROBERTO PAISIG CRUZ	INDES56	46	Alto	3.0	212	Grande	3.0	0.38	80.56	1.7513	12.41	Muy bajo	5.0	11	4	2	2	2	4	4	18	BUENO	29
57	ROBERTO PAISIG CRUZ	INDES57	46	Alto	3.0	230	Muy grande	4.0	0.38	87.4	1.9	11.44	Muy bajo	5.0	12	4	2	2	2	4	4	18	MUY BUENO	30
58	ROBERTO PAISIG CRUZ	INDES58	42	Alto	3.0	170	Grande	3.0	0.38	64.6	1.5381	15.48	Muy bajo	5.0	11	4	3	2	2	4	4	19	MUY BUENO	30
59	ROBERTO PAISIG CRUZ	INDES59	46	Alto	3.0	194	Grande	3.0	0.38	73.72	1.6026	13.56	Muy bajo	5.0	11	4	2	2	2	4	4	18	BUENO	29
60	JOSÉ MARÍA BALCAZAR	INDES60	42	Alto	3.0	245	Muy grande	4.0	0.38	93.1	2.2167	10.74	Muy bajo	5.0	12	3	3	3	3	3	3	18	MUY BUENO	30
61	MIGUEL BERRU VASQUEZ	INDES61	48	Alto	3.0	204	Grande	3.0	0.38	77.52	1.615	12.9	Muy bajo	5.0	11	3	3	2	2	4	4	18	BUENO	29
62	CASTINALDO BURGA TARRILLO	INDES62	50	Alto	3.0	210	Grande	3.0	0.38	79.8	1.596	12.53	Muy bajo	5.0	11	3	3	2	2	4	4	18	BUENO	29
63	CASTINALDO BURGA TARRILLO	INDES63	44	Alto	3.0	247	Muy grande	4.0	0.38	93.86	2.1332	10.65	Muy bajo	5.0	12	4	3	2	2	4	4	19	MUY BUENO	31
64	DEMETRIO JIMENES CORDOVA	INDES64	36	Intermedio	2.0	214	Muy grande	4.0	0.38	81.32	2.2589	12.3	Muy bajo	5.0	11	4	2	2	2	4	4	18	BUENO	29
65	DEMETRIO JIMENES CORDOVA	INDES65	38	Intermedio	2.0	200	Muy grande	4.0	0.38	76	2	13.16	Muy bajo	5.0	11	2	3	3	2	4	4	18	BUENO	29
66	DEMETRIO JIMENES CORDOVA	INDES66	50	Alto	3.0	220	Grande	3.0	0.38	83.6	1.672	11.96	Muy bajo	5.0	11	4	2	2	2	4	4	18	BUENO	29
67	DEMETRIO JIMENES CORDOVA	INDES67	42	Alto	3.0	185	Grande	3.0	0.38	70.3	1.6738	14.22	Muy bajo	5.0	11	3	3	2	2	4	4	18	BUENO	29
68	LALO SANTACRUZ VILLALOBOS	INDES68	50	Alto	3.0	220	Grande	3.0	0.38	83.6	1.672	11.96	Muy bajo	5.0	11	3	3	2	2	3	2	15	BUENO	26
69	LALO SANTACRUZ VILLALOBOS	INDES69	44	Alto	3.0	210	Muy grande	4.0	0.38	79.8	1.8136	12.53	Muy bajo	5.0	12	3	3	2	2	4	4	18	MUY BUENO	30
70	PORFIRIO OBLITAS FERNANDEZ	INDES70	50	Alto	3.0	290	Muy grande	4.0	0.38	110.2	2.204	9.074	Muy bajo	5.0	12	3	3	2	3	4	4	19	MUY BUENO	31
71	GEORGINA MERA LEON	INDES71	40	Intermedio	2.0	212	Muy grande	4.0	0.38	80.56	2.014	12.41	Muy bajo	5.0	11	3	3	2	2	4	4	18	BUENO	29
72	GEORGINA MERA LEON	INDES72	40	Intermedio	2.0	185	Grande	3.0	0.38	70.3	1.7575	14.22	Muy bajo	5.0	10	3	3	2	2	4	4	18	BUENO	28
73	MARCO CENTURION	INDES73	44	Alto	3.0	235	Muy grande	4.0	0.38	89.3	2.0295	11.2	Muy bajo	5.0	12	3	3	2	2	3	4	17	BUENO	29
74	LLIA CARHUAJULCA MEJIA	INDES74	40	Intermedio	2.0	142	Intermedio	2.0	0.38	53.96	1.349	18.53	Bajo	4.0	8	3	3	2	2	3	3	16	REGULAR	24

<< Continuación...>>

75	MARCO CENTURION	INDES75	48	Alto	3.0	163	Intermedio	2.0	0.38	61.94	1.2904	16.14	Bajo	4.0	9	3	3	2	2	3	3	16	BUENO	25
76	ESTANILAO BARBOZA ALTAMIRANC	INDES76	36	Intermedio	2.0	143	Grande	3.0	0.38	54.34	1.5094	18.4	Bajo	4.0	9	3	3	2	2	4	3	17	BUENO	26
77	TEODULO PALAY SANCHEZ	INDES77	48	Alto	3.0	170	Intermedio	2.0	0.38	64.6	1.3458	15.48	Muy bajo	5.0	10	3	3	2	2	4	4	18	BUENO	28
78	TEODULO PALAY SANCHEZ	INDES78	48	Alto	3.0	178	Intermedio	2.0	0.38	67.64	1.4092	14.78	Muy bajo	5.0	10	4	3	2	2	3	4	18	BUENO	28
79	TEODULO PALAY SANCHEZ	INDES79	48	Alto	3.0	168	Intermedio	2.0	0.38	63.84	1.33	15.66	Muy bajo	5.0	10	3	3	2	2	4	4	18	BUENO	28
80	MARIANO FLORES BARAHONA	INDES80	44	Alto	3.0	176	Grande	3.0	0.38	66.88	1.52	14.95	Muy bajo	5.0	11	3	2	2	3	3	4	17	BUENO	28
81	MARIANO FLORES BARAHONA	INDES81	32	Intermedio	2.0	132	Grande	3.0	0.38	50.16	1.5675	19.94	Bajo	4.0	9	3	3	2	2	4	4	18	BUENO	27
82	MARIANO FLORES BARAHONA	INDES82	48	Alto	3.0	212	Grande	3.0	0.38	80.56	1.6783	12.41	Muy bajo	5.0	11	3	3	2	2	4	4	18	BUENO	29
83	MARIANO FLORES BARAHONA	INDES83	42	Alto	3.0	150	Intermedio	2.0	0.38	57	1.3571	17.54	Bajo	4.0	9	3	3	2	3	3	4	18	BUENO	27
84	MARIANO FLORES BARAHONA	INDES84	36	Intermedio	2.0	130	Intermedio	2.0	0.38	49.4	1.3722	20.24	Bajo	4.0	8	3	3	2	2	3	3	16	REGULAR	24
85	LEONIDES TAPIA ACUÑA	INDES85	36	Intermedio	2.0	192	Muy grande	4.0	0.38	72.96	2.0267	13.71	Muy bajo	5.0	11	3	3	3	2	4	4	19	MUY BUENO	30
86	ELADIO GIL ACUÑA	INDES86	42	Alto	3.0	140	Intermedio	2.0	0.38	53.2	1.2667	18.8	Bajo	4.0	9	3	3	2	3	3	3	17	BUENO	26
87	ELADIO GIL ACUÑA	INDES87	48	Alto	3.0	193	Grande	3.0	0.38	73.34	1.5279	13.64	Muy bajo	5.0	11	3	3	2	2	4	4	18	BUENO	29
88	ELADIO GIL ACUÑA	INDES88	42	Alto	3.0	120	Intermedio	2.0	0.38	45.6	1.0857	21.93	medio	3.0	8	3	3	2	2	3	4	17	BUENO	25
89	ELADIO GIL ACUÑA	INDES89	42	Alto	3.0	186	Grande	3.0	0.38	70.68	1.6829	14.15	Muy bajo	5.0	11	3	2	2	2	3	4	16	BUENO	27
90	ELADIO GIL ACUÑA	INDES90	43	Alto	3.0	146	Intermedio	2.0	0.38	55.48	1.2902	18.02	Bajo	4.0	9	3	2	2	2	4	4	17	BUENO	26
91	FERNANDEZ SALDAÑA	INDES91	46	Alto	3.0	172	Grande	3.0	0.38	65.36	1.4209	15.3	Muy bajo	5.0	11	3	3	2	2	4	4	18	BUENO	29
92	SEGUNDO BANDA NUÑEZ	INDES92	40	Intermedio	2.0	132	Intermedio	2.0	0.38	50.16	1.254	19.94	Bajo	4.0	8	3	3	2	2	4	4	18	BUENO	26
93	SEGUNDO BANDA NUÑEZ	INDES93	50	Alto	3.0	160	Intermedio	2.0	0.38	60.8	1.216	16.45	Bajo	4.0	9	3	3	2	3	4	4	19	BUENO	28
94	SEGUNDO BANDA NUÑEZ	INDES94	50	Alto	3.0	175	Intermedio	2.0	0.38	66.5	1.33	15.04	Muy bajo	5.0	10	3	3	2	2	4	4	18	BUENO	28
95	MARCIAL MONTOYA URBINA	INDES95	50	Alto	3.0	220	Grande	3.0	0.38	83.6	1.672	11.96	Muy bajo	5.0	11	3	3	2	2	3	3	16	BUENO	27
96	MARCIAL MONTOYA URBINA	INDES96	42	Alto	3.0	182	Grande	3.0	0.38	69.16	1.6467	14.46	Muy bajo	5.0	11	3	3	2	2	4	4	18	BUENO	29
97	MAXIMANDRO GONZALES ASTOCH	INDES97	48	Alto	3.0	192	Grande	3.0	0.38	72.96	1.52	13.71	Muy bajo	5.0	11	3	3	2	2	4	4	18	BUENO	29
98	VICTOR CADENILLAS JIMENEZ	INDES98	46	Alto	3.0	220	Muy grande	4.0	0.38	83.6	1.8174	11.96	Muy bajo	5.0	12	3	3	2	3	4	4	19	MUY BUENO	31
99	VICTOR CADENILLAS JIMENEZ	INDES99	46	Alto	3.0	220	Muy grande	4.0	0.38	83.6	1.8174	11.96	Muy bajo	5.0	12	4	3	2	2	4	4	19	MUY BUENO	31
100	NOE CRUZ CRUZ	INDES100	46	Alto	3.0	220	Muy grande	4.0	0.38	83.6	1.8174	11.96	Muy bajo	5.0	12	4	3	2	2	4	4	19	MUY BUENO	31
101	JORGE YOPLAC TUANAMA	INDES101	46	Alto	3.0	230	Muy grande	4.0	0.38	87.4	1.9	11.44	Muy bajo	5.0	12	4	3	3	2	4	4	20	MUY BUENO	32
102	JORGE YOPLAC TUANAMA	INDES102	36	Intermedio	2.0	220	Muy grande	4.0	0.38	83.6	2.3222	11.96	Muy bajo	5.0	11	4	2	2	2	4	4	18	BUENO	29
103	JORGE YOPLAC TUANAMA	INDES103	38	Intermedio	2.0	228	Muy grande	4.0	0.38	86.64	2.28	11.54	Muy bajo	5.0	11	4	2	2	3	4	4	19	MUY BUENO	30
104	JORGE YOPLAC TUANAMA	INDES104	34	Intermedio	2.0	204	Muy grande	4.0	0.38	77.52	2.28	12.9	Muy bajo	5.0	11	4	3	2	2	4	4	19	MUY BUENO	30
105	JORGE YOPLAC TUANAMA	INDES105	44	Alto	3.0	154	Intermedio	2.0	0.38	58.52	1.33	17.09	Bajo	4.0	9	3	3	2	2	4	4	18	BUENO	27
106	GUILLERMO TOCTO SANTOS	INDES106	52	Muy alto	4.0	260	Muy grande	4.0	0.38	98.8	1.9	10.12	Muy bajo	5.0	13	4	3	2	2	3	4	18	MUY BUENO	31
107	GUILLERMO TOCTO SANTOS	INDES107	50	Alto	3.0	280	Muy grande	4.0	0.38	106.4	2.128	9.398	Muy bajo	5.0	12	4	3	2	2	4	4	19	MUY BUENO	31
108	GUILLERMO TOCTO SANTOS	INDES108	54	Muy alto	4.0	270	Muy grande	4.0	0.38	102.6	1.9	9.747	Muy bajo	5.0	13	3	4	2	3	3	4	19	MUY BUENO	32
109	GUILLERMO TOCTO SANTOS	INDES109	48	Alto	3.0	240	Muy grande	4.0	0.38	91.2	1.9	10.96	Muy bajo	5.0	12	4	3	2	2	4	4	19	MUY BUENO	31
110	GUILLERMO TOCTO SANTOS	INDES110	42	Alto	3.0	189	Grande	3.0	0.38	71.82	1.71	13.92	Muy bajo	5.0	11	4	3	2	2	2	4	17	BUENO	28
111	GUILLERMO TOCTO SANTOS	INDES111	30	Bajo	1.0	180	Muy grande	4.0	0.38	68.4	2.28	14.62	Muy bajo	5.0	10	3	3	2	2	2	4	16	BUENO	26
112	GUILLERMO TOCTO SANTOS	INDES112	48	Alto	3.0	240	Muy grande	4.0	0.38	91.2	1.9	10.96	Muy bajo	5.0	12	4	3	2	3	3	4	19	MUY BUENO	31
113	GUILLERMO TOCTO SANTOS	INDES113	56	Muy alto	4.0	280	Muy grande	4.0	0.38	106.4	1.9	9.398	Muy bajo	5.0	13	3	3	2	2	3	4	17	MUY BUENO	30

<< Continuación...>>

114	GUILLERMO TOCTO SANTOS	INDES114	44	Alto	3.0	220	Muy grande	4.0	0.38	83.6	1.9	11.96	Muy bajo	5.0	12	3	3	2	2	4	4	18	MUY BUENO	30
115	GUILLERMO TOCTO SANTOS	INDES115	38	Intermedio	2.0	190	Muy grande	4.0	0.38	72.2	1.9	13.85	Muy bajo	5.0	11	4	3	2	2	3	4	18	BUENO	29
116	RIQUELME MELA RUIZ	INDES116	40	Intermedio	2.0	160	Grande	3.0	0.38	60.8	1.52	16.45	Bajo	4.0	9	3	4	2	2	4	4	19	BUENO	28
117	RIQUELME MELA RUIZ	INDES117	36	Intermedio	2.0	144	Grande	3.0	0.38	54.72	1.52	18.27	Bajo	4.0	9	3	2	2	3	4	4	18	BUENO	27
118	RIQUELME MELA RUIZ	INDES118	34	Intermedio	2.0	136	Grande	3.0	0.38	51.68	1.52	19.35	Bajo	4.0	9	3	3	3	3	2	3	17	BUENO	26
119	RIQUELME MELA RUIZ	INDES119	44	Alto	3.0	176	Grande	3.0	0.38	66.88	1.52	14.95	Muy bajo	5.0	11	3	3	3	3	4	4	20	MUY BUENO	31
120	MARCELO PEDRAZA QUISPE	INDES120	52	Muy alto	4.0	260	Muy grande	4.0	0.38	98.8	1.9	10.12	Muy bajo	5.0	13	4	3	3	3	4	4	21	MUY BUENO	34
121	MARCELO PEDRAZA QUISPE	INDES121	45	Alto	3.0	220	Muy grande	4.0	0.38	83.6	1.8578	11.96	Muy bajo	5.0	12	4	3	3	3	4	4	21	MUY BUENO	33
122	DARIO GOICOCHEA RUIZ	INDES122	40	Intermedio	2.0	213	Muy grande	4.0	0.38	80.94	2.0235	12.35	Muy bajo	5.0	11	3	3	2	2	4	4	18	BUENO	29
123	DARIO GOICOCHEA RUIZ	INDES123	44	Alto	3.0	204	Grande	3.0	0.38	77.52	1.7618	12.9	Muy bajo	5.0	11	4	2	2	2	4	4	18	BUENO	29
124	JUANA FACUNDO BACHAPIA	INDES124	58	Muy alto	4.0	220	Grande	3.0	0.38	83.6	1.4414	11.96	Muy bajo	5.0	12	3	2	2	2	3	2	14	BUENO	26
125	JUANA FACUNDO BACHAPIA	INDES125	40	Intermedio	2.0	132	Intermedio	2.0	0.38	50.16	1.254	19.94	Bajo	4.0	8	3	3	2	2	4	3	17	BUENO	25
126	JUANA FACUNDO BACHAPIA	INDES126	48	Alto	3.0	172	Intermedio	2.0	0.38	65.36	1.3617	15.3	Muy bajo	5.0	10	4	3	2	2	4	4	19	BUENO	29
127	ESTEBAN TEETS	INDES127	54	Muy alto	4.0	138	Pequeña	1.0	0.38	52.44	0.9711	19.07	Bajo	4.0	9	3	3	3	3	4	4	20	BUENO	29
128	ESTEBAN TEETS	INDES128	40	Intermedio	2.0	138	Intermedio	2.0	0.38	52.44	1.311	19.07	Bajo	4.0	8	3	3	2	2	4	4	18	BUENO	26
129	ESTEBAN TEETS	INDES129	50	Alto	3.0	175	Intermedio	2.0	0.38	66.5	1.33	15.04	Muy bajo	5.0	10	4	3	2	2	4	4	19	BUENO	29
130	SANTOS MONDRAGON PUELLES	INDES130	30	Bajo	1.0	148	Muy grande	4.0	0.38	56.24	1.8747	17.78	Bajo	4.0	9	4	3	2	3	4	4	20	BUENO	29
131	SANTOS MONDRAGON PUELLES	INDES131	40	Intermedio	2.0	220	Muy grande	4.0	0.38	83.6	2.09	11.96	Muy bajo	5.0	11	3	3	2	2	2	4	16	BUENO	27
132	MARIA DIAZ DIAZ	INDES132	30	Bajo	1.0	122	Grande	3.0	0.38	46.36	1.5453	21.57	medio	3.0	7	3	2	2	2	4	4	17	REGULAR	24
133	MARIA DIAZ DIAZ	INDES133	32	Intermedio	2.0	128	Grande	3.0	0.38	48.64	1.52	20.56	Bajo	4.0	9	4	2	2	2	2	4	16	BUENO	25
134	BRAULIA DIAZ SANCHEZ	INDES134	34	Intermedio	2.0	130	Grande	3.0	0.38	49.4	1.4529	20.24	Bajo	4.0	9	4	2	2	2	2	4	16	BUENO	25
135	BRAULIA DIAZ SANCHEZ	INDES135	30	Bajo	1.0	124	Grande	3.0	0.38	47.12	1.5707	21.22	Bajo	4.0	8	3	3	2	2	4	4	18	BUENO	26
136	BRAULIA DIAZ SANCHEZ	INDES136	28	Bajo	1.0	118	Grande	3.0	0.38	44.84	1.6014	22.3	medio	3.0	7	3	3	2	2	3	4	17	REGULAR	24
137	MARIA SOLANA SANCHEZ	INDES137	40	Intermedio	2.0	126	Intermedio	2.0	0.38	47.88	1.197	20.89	Bajo	4.0	8	3	3	2	2	3	3	16	REGULAR	24
138	MARIA SOLANA SANCHEZ	INDES138	36	Intermedio	2.0	116	Intermedio	2.0	0.38	44.08	1.2244	22.69	medio	3.0	7	3	3	2	2	3	3	16	REGULAR	23
139	MARIA SOLANA SANCHEZ	INDES139	40	Intermedio	2.0	152	Grande	3.0	0.38	57.76	1.444	17.31	Bajo	4.0	9	3	3	2	2	4	4	18	BUENO	27
140	JULIO BURGA SANCHEZ	INDES140	40	Intermedio	2.0	128	Intermedio	2.0	0.38	48.64	1.216	20.56	Bajo	4.0	8	3	3	2	2	4	4	18	BUENO	26
141	JULIO BURGA SANCHEZ	INDES141	40	Intermedio	2.0	122	Intermedio	2.0	0.38	46.36	1.159	21.57	medio	3.0	7	4	2	2	2	2	3	15	REGULAR	22
142	MANUEL TORRES BASAN	INDES142	36	Intermedio	2.0	130	Intermedio	2.0	0.38	49.4	1.3722	20.24	Bajo	4.0	8	3	2	2	2	2	4	15	REGULAR	23
143	MANUEL TORRES BASAN	INDES143	26	Bajo	1.0	100	Grande	3.0	0.38	38	1.4615	26.32	medio	3.0	7	4	3	2	2	3	4	18	BUENO	25
144	ALFONSO SALAZAR RODRIGUE	INDES144	30	Bajo	1.0	118	Grande	3.0	0.38	44.84	1.4947	22.3	medio	3.0	7	4	2	2	2	3	4	17	REGULAR	24
145	ALFONSO SALAZAR RODRIGUE	INDES145	52	Muy alto	4.0	192	Pequeña	1.0	0.38	72.96	1.4031	13.71	Muy bajo	5.0	10	3	3	2	2	3	4	17	BUENO	27
146	ALFONSO SALAZAR RODRIGUE	INDES146	40	Intermedio	2.0	142	Intermedio	2.0	0.38	53.96	1.349	18.53	Bajo	4.0	8	4	2	2	2	3	4	17	BUENO	25

Fuente: contrato N° 026-2016-FONDECYT-CINCA CAO

## Anexo 2: Información de 30 genotipos considerados promisorios distribuidos en tres regiones, Cajamarca, Amazonas y San Martín

N°	CÓDIGO DE COLECCIÓN	PROPIETARIO	SECTOR	UBICACIÓN			GEOREFERENCIACIÓN				PUNTAJE
				DISTRITO	PROVINCIA	REGIÓN	COORDENADA	SUR	NORTE	ALTURA (m.s.n.m)	
1	INDES 120	MARCELO PEDRAZA QUISPE	HISPINGUILLO	LAMAS	LAMAS	SAN MARTÍN	ZONA 18M	326622	9303151	795	34
2	CAP-92	WILMER ACUÑA CERVANTES	NARANJOS ALTOS	CAJARURO	UTCUBAMBA	AMAZONAS	ZONA 17M	793670	9366982	739	32
3	CAP-125	EDINSON RAMOZ ROCILLO	LA CRUZ	CAJARURO	UTCUBAMBA	AMAZONAS	ZONA 17M	786939	9370149	795	31
4	CAP-40	ERINEO BURGA CAMPOS	DIAMANTE BAJO	CAJARURO	UTCUBAMBA	AMAZONAS	ZONA 17M	793934	9366210	727	31
5	CAP-37	ERINEO BURGA CAMPOS	DIAMANTE BAJO	CAJARURO	UTCUBAMBA	AMAZONAS	ZONA 17M	793950	9368950	721	31
6	INDES 106	GUILLERMO TOCTO SANTOS	SOLEDAD	JUANJUI	JUANJUI	SAN MARTÍN	ZONA 17M	766769	9186654	349	31
7	INDES 100	NOE CRUZ CRUZ	PAN DE AZUCAR	COPALLÍN	BAGUA	AMAZONAS	ZONA 17M	798067	9362827	793	31
8	INDES 53	ERINEO BURGA CAMPOS	DIAMANTE BAJO	CAJARURO	UTCUBAMBA	AMAZONAS	ZONA 17M	794453	9366666	727	31
9	INDES 27	JOSÉ ROSILLO ALBERCA	SECTOR LA CRUZ	CAJARURO	UTCUBAMBA	AMAZONAS	ZONA 17M	786945	9369993	761	31
10	INDES 6	FELIPE ASTONITAS GUEVARA	SECTOR EL CHALAN	CAJARURO	UTCUBAMBA	AMAZONAS	ZONA 17M	787894	9369168	754	31
11	CAP-47	ERINEO BURGA CAMPOS	DIAMANTE BAJO	CAJARURO	UTCUBAMBA	AMAZONAS	ZONA 17M	793900	9366213	688	30
12	INDES 49	JILBERTO QUISPE MALCA	SECTOR GUINGUILLO	CAJARURO	UTCUBAMBA	AMAZONAS	ZONA 17M	772833	9359809	597	30
13	INDES 43	MINISTERIO DE AGRICULTURA	SECTOR YANUYACU	JAEN	JAEN	CAJAMARCA	ZONA 17M	746600	9371966	669	30
14	INDES 24	RAMIRO BAUTISTA DIAZ	SECTOR LA CONCORDIA	CAJARURO	UTCUBAMBA	AMAZONAS	ZONA 17M	788555	9368399	703	30
15	CAP-50	WILMER ACUÑA CERVANTES	NARANJOS ALTOS	CAJARURO	UTCUBAMBA	AMAZONAS	ZONA 17M	793591	9367112	843	29
16	CAP-46	ERINEO BURGA CAMPOS	DIAMANTE BAJO	CAJARURO	UTCUBAMBA	AMAZONAS	ZONA 17M	793925	9366173	726	29
17	CAP-32	MANUEL LEÓN CUBAS	LA CONCORDIA	CAJARURO	UTCUBAMBA	AMAZONAS	ZONA 17M	788563	9368822	740	29
18	INDES 67	DEMETRIO JIMENES CORDOVA	NARANJOS ALTOS	CAJARURO	UTCUBAMBA	AMAZONAS	ZONA 17M	792347	9364233	665	29
19	INDES 66	DEMETRIO JIMENES CORDOVA	NARANJOS ALTOS	CAJARURO	UTCUBAMBA	AMAZONAS	ZONA 17M	792346	9364181	667	29
20	INDES 65	DEMETRIO JIMENES CORDOVA	NARANJOS ALTOS	CAJARURO	UTCUBAMBA	AMAZONAS	ZONA 17M	792308	9364147	666	29
21	INDES 64	DEMETRIO JIMENES CORDOVA	NARANJOS ALTOS	CAJARURO	UTCUBAMBA	AMAZONAS	ZONA 17M	792251	9364133	665	29
22	INDES 61	MIGUEL BERRU VASQUEZ	SANTA ANA	CAJARURO	UTCUBAMBA	AMAZONAS	ZONA 17M	786427	9371077	803	29
23	INDES 40	MINISTERIO DE AGRICULTURA	SECTOR YANUYACU	JAEN	JAEN	CAJAMARCA	ZONA 17M	746584	9372029	826	29
24	INDES 31	GONZALO MARTINEZ GUEVARA	SECTOR JAHUANGA	CAJARURO	UTCUBAMBA	AMAZONAS	ZONA 17M	770538	9361358	629	29
25	CAP-107	JULIA DÍAZ FERNANDEZ	DIAMANTE BAJO	CAJARURO	UTCUBAMBA	AMAZONAS	ZONA 17M	794708	9369438	1082	28
27	INDES 94	SEGUNDO BANDA NUÑEZ	QUEBRADA SECA	CAJARURO	UTCUBAMBA	AMAZONAS	ZONA 17M	779112	9367488	432	28
28	INDES 54	ERINEO BURGA CAMPOS	DIAMANTE BAJO	CAJARURO	UTCUBAMBA	AMAZONAS	ZONA 17M	794478	9366705	737	28
29	INDES 47	RAQUEL QUISPE ESTELA	SECTOR GUINGUILLO	CAJARURO	UTCUBAMBA	AMAZONAS	ZONA 17M	773015	9359963	583	28
26	CAP-74	LUCILA COTRINA SÁNCHEZ	LA CRUZ	CAJARURO	UTCUBAMBA	AMAZONAS	ZONA 17M	787302	9369685	766	27
30	INDES 55	ERINEO BURGA CAMPOS	DIAMANTE BAJO	CAJARURO	UTCUBAMBA	AMAZONAS	ZONA 17M	794476	9366699	737	27

### **Anexo 3: Métodos utilizados para determinar las características químicas**

#### **1. CENIZA**

Se determinó teniendo en cuenta la metodología descrita por Horwitz y Latimer (2007) AOAC 2007 972.15, cuyos procedimientos se detallan a continuación. Se realizó el análisis por triplicado, reportándose el promedio de las tres mediciones, referido al porcentaje (100 g de muestra inicial). Se pesó 1 g de muestra de pasta de cacao en un crisol previamente pesado. Posteriormente el crisol con la muestra fue colocado en la mufla de marca Thermo Scientific Modelo FB1310M a una temperatura de 150 °C por 10 min, 250 °C por 20 min, 450 °C por 10 min y 625 °C por 3 horas. Al terminar se verificó que el contenido del crisol sea solo cenizas (muestra color blanco) para luego colocarlo en un desecador por unos minutos, tras lo cual se efectuó la medición de su peso.

El porcentaje de cenizas de la muestra original de pasta de cacao, fue calculado mediante la siguiente formula:

$$\% \text{ Ceniza} = \left( \frac{CC - C}{Pm} \right) \times 100$$

Donde:

CC: Peso en gramos del crisol más ceniza

C: Peso en gramos del crisol vacío

Este método se cuenta el listado de ensayos implementados por el laboratorio de control ambiental del DIGESA – MINSa (2013).

#### **2. pH**

Se determinó considerando el método del potenciómetro propuesto por AOAC (1998), que implicó triturar el licor de cacao en un mortero de porcelana, pesar 10 g en un vaso de precipitado de 150 ml y agregar poco a poco y agitando continuamente agua hirviendo hasta completar 100 ml, la suspensión obtenida estuvo exenta de grumos, se filtró y enfrió hasta 20 - 25 °C y se determinó el pH a esta temperatura utilizando el potenciómetro Metrohm E-520 que lee un rango de pH 1 a 13.

El método del potenciómetro mide una diferencia de potencial eléctrico en milivoltios entre un electrodo de referencia, generalmente de calomel, que lleva en su interior una solución referencia, y otro electrodo generalmente de vidrio, que es sensible a los H<sup>+</sup> de la solución que pasan a través de una membrana de vidrio poroso especial, de 1 mm de diámetro. En el

potenciómetro los dos electrodos están incorporados en uno solo. La parte externa del electrodo es la sensible y la interna es de referencia; esta clase de electrodo se denomina electrodo combinado.

### 3. ACIDEZ

La acidez se determinó siguiendo el método AOAC (2015) 942.15 el cual es una titulación potenciométrica. Para desarrollar este método se procedió a titular el sobrenadante con hidróxido de sodio (NaOH) 0,1 M previamente normalizado, hasta llegar a pH 8,2. Durante la titulación la muestra fue homogenizada con un agitador magnético. Al llegar al punto final se anotó el volumen de gasto. El cálculo de la acidez titulable se realizó reemplazando el volumen gastado del valorante en la siguiente ecuación:

$$\% \text{ Ácido Acético} = \frac{V_g \times N \times F.D. \times F.E.}{m} \times 100\%$$

Donde

% Ácido Acético: Acidez titulable (%ác. Acético)

V<sub>g</sub>: Volumen de gasto de Hidróxido de Sodio (mL)

N: Normalidad de la Solución (eq/L)

F.D.: Factor de Dilución de la Muestra

F.E.: Miliequivalente ácido acético

M: Peso de la muestra

El resultado de la titulación se expresa como kg de ácido málico / kg de muestra. kg de ácido málico / kg de muestra.

### 4. ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE

Para la determinación de la actividad antioxidante se utilizó el test de DPPH. Se realizó el análisis por triplicado para cada genotipo pesando 0.5 g de muestra desengrasada de pasta en tubos Falcon y se enrasó con etanol al 80 por ciento. En la primera extracción se añadió 3 ml de etanol al 80 por ciento, sometiéndolo al ultrasonido por 10 min, luego se llevó al vórtex por 1 min y finalmente se centrifugó por 10 min a 5000 rpm a 10 °C. La extracción se repitió 3 veces por cada muestra desengrasada tomando todo el sobrenadante luego de la centrifugación de cada extracción pasando todo el contenido del sobrenadante a una fiola de 10 ml y se enrasó con etanol al 80 por ciento.

A partir de esta solución se determinó la actividad antioxidante, realizando diferentes diluciones en tubos de ensayo a concentraciones de 0.063 a 0.625 mg/ml de la muestra más la adición de 3950 µl de DPPH y se completó con etanol al 80 por ciento para un volumen total de 4000 µl a las 6 diluciones. Se colocaron los tubos de ensayo en la oscuridad por 30 min. Se pesó 1.97 mg de DPPH en una fiola de 50 ml y se enrasó con etanol al 80 por ciento para preparar un control de DPPH. La reducción de DPPH de cada tubo fue determinada a 517 nm en un espectrofotómetro de marca Spectroquant Pharo300 frente a un blanco de etanol al 80 por ciento después del tiempo de incubación de 30 min.

Como control positivo se utilizó ácido ascórbico. La concentración stock de ácido ascórbico fue de 0.7 mg/ml; en las cuales se hicieron diferentes diluciones teniendo concentraciones de 0.002, 0.004, 0.005, 0.007 y 0.009 mg/ml de ácido ascórbico.

Para determinar la actividad antioxidante se utilizó la siguiente fórmula:

$$\% AA = \left( 1 - \left( \frac{Am}{Ac} \right) \right) \times 100$$

**Donde:**

AA: Actividad antioxidante

Am: Absorbancia de la muestra

Ac: Absorbancia control DPPH

La concentración efectiva media (EC50) de la actividad antioxidante se obtiene mediante la curva de calibración del porcentaje de la actividad antioxidante versus la concentración de la muestra (mg/ml).

## **5. FENOLES TOTALES**

Se realizó el análisis por duplicado de cada lote, en el cual cada duplicado se realizó por triplicado, reportándose el promedio los seis resultados de cada lote, expresados como porcentaje (100 g de muestra inicial).

Se preparó primero el extracto etanólico de la muestra, pesando 0.5 g de muestra desengrasada de chocolate en tubo Falcon de 14 ml y se añadió 3 ml de etanol al 80 por ciento, luego se llevó a agitación con ayuda de un equipo de ultrasonido (marca 3510

BRANSON) por 5 min y se centrifugó a 10 °C, 5000 rpm por 10 min. Posteriormente, se tomó el sobrenadante en una fiola de 10 ml y se enrasó con etanol al 80 por ciento (se repitió este procedimiento tres veces).

Se utilizó el para la determinación del contenido de fenólicos totales. Se tomó en un tubo de ensayo 50 µl del extracto etanólico de la muestra desengrasada y se añadió 1000 µl del reactivo Folin-Ciocalteu 10 por ciento, 1000 µl de Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> al 7.5 por ciento y 970 µl de agua desionizada. Finalmente, se dejó en reposo por 15 min a temperatura ambiente y en un lugar oscuro. Pasado el tiempo estimado se leyó la absorbancia a 750 nm en un espectrofotómetro Spectroquant® Pharo300.

Para hacer la curva estándar se utilizó ácido gálico. La concentración de la solución stock del ácido gálico es 0.3 mg/ml; a partir de la cual se hicieron diferentes diluciones a concentraciones de 0, 4, 6, 7.9 y 9.9 µg/ml de ácido gálico más la adición de 1000 µl de la solución Folin-Ciocalteu al 10 por ciento y 1000 µl de carbonato de sodio al 7.5 por ciento y se completó con Agua desionizada para un volumen total de 3020 µl. Estas diluciones fueron tratadas de manera similar a la muestra, se dejó en reposo por 15 min a temperatura ambiente y en un lugar oscuro. Pasado el tiempo estimado se leyó la absorbancia a 750 nm. El contenido de polifenoles se expresó como mg de ácido gálico en 100 g de muestra de chocolate.

## **6. GRASA TOTAL**

Para la determinación de la grasa total se utilizó el método de Soxhlet. Se realizó el análisis por triplicado de cada muestra, reportándose el promedio de los tres resultados, expresados como porcentaje (100 g de muestra inicial). Para esta determinación, se preparó tres cartuchos de papel filtro, cuyas dimensiones fueron las más adecuadas para poder ser colocados dentro del sistema Soxhlet. Se pesó 2 g de muestra original de pasta en cada cartucho, previamente tarado, para luego cerrar los mismos y colocar cada uno dentro de un sistema diferente.

Posteriormente se procedió a armar el sistema de Soxhlet con los balones vacíos previamente pesados y se midió 90 ml de éter petróleo en una probeta, para luego verterlos en cada uno de los balones; se cerró el sistema completamente y se colocó sobre una plancha de calentamiento por 4 horas bajo una campana de extracción. A continuación, se inició el flujo

de agua por los condensadores, colocados en línea, y se prendió la plancha a temperatura media y la campana de extracción.

Al terminar el proceso se retiró cada sistema de la fuente de calor, asegurando que todo el éter de petróleo de cada sistema haya regresado al balón. Posteriormente se llevó el balón al rotavapor para concentrar el éter petróleo hasta sequedad completa, luego se dejó los balones en la estufa a 100 °C por unas horas, asegurando la eliminación total del éter de petróleo del balón y después se colocó los balones en el desecador para su enfriamiento. Finalmente se pesó el balón y se determinó el porcentaje de grasas totales de la muestra original de chocolate, de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$\% \text{ Grasas} = \left( \frac{PBg - PBv}{Pm} \right) \times 100$$

Donde:

PBg: Peso en gramos de balón con grasa

PBv: Peso en gramos del balón vacío

Pm: Peso en gramos de la muestra

## 7. FIBRA CRUDA

Se pesó por triplicado cada muestra, alrededor de 0.5 g de muestra desengrasada de pasta en una balanza analítica, reportándose el promedio de las tres mediciones, referido al porcentaje (100 g de muestra inicial).

En un beaker de 250 ml se colocó 200 ml de ácido sulfúrico al 1.25 por ciento (hidrólisis ácida) y se puso a calentar con ayuda de las cocinillas hasta que esté hirviendo. Posteriormente se adicionó la muestra y se dejó hervir por 30 min, procurando que no se forme espuma; se tomó en cuenta que toda la muestra tiene que estar en contacto con la solución.

Se procedió a preparar el equipo de succión (uso de la bomba de vacío, matraz kitasato y embudo de buchner), previo a ello, se puso a calentar agua destilada (aproximadamente 500 ml) e hidróxido de sodio al 1.25 por ciento en vasos de precipitados.

Terminado los 30 min, se vació inmediatamente el contenido del vaso sobre el papel filtro colocado dentro del embudo de Büchner. Se encendió la bomba de succión y se lavó el residuo con 25 ml de ácido sulfúrico al 1.25 por ciento y 3 porciones de 50 ml de agua destilada caliente.

Después del lavado, el papel filtro con la muestra se transfirió a un vaso de precipitado y se lavó usando hidróxido de sodio al 1.25 por ciento previamente calentado, hasta que se elimine todo el residuo del papel filtro. Posteriormente se dejó hervir la muestra por 30 min. Pasado los 30 min, se procedió a utilizar el equipo de succión, colocando el papel filtro (previamente pesado) en el embudo Büchner.

Se encendió la bomba de succión y se lavó el residuo con 25 ml de ácido sulfúrico al 1.25 por ciento, con 3 porciones de 50 ml de agua destilada y 25 ml de alcohol. Luego del lavado, se procedió a dejar secar el papel filtro por 2 horas a 130 °C en la estufa y luego se dejó enfriar en el desecador y se tomó el peso.

El porcentaje de fibra total de la muestra original de chocolate, fue calculado por la siguiente fórmula:

$$\% \text{ Fibra Cruda} = \left( \frac{Pm - P}{M} \right) \times 100$$

Donde:

Pm: Peso en gramos del papel filtro con muestra

P: Peso en gramos del papel filtro

M: Peso en gramos de la muestra

## **8. ENERGÍA TOTAL**

Se obtuvo mediante la bomba calorimétrica: Para determinar el poder calórico, se utilizó el calorímetro Isoperibólico 6200, modelo 6200 estilo 1108 PARR Calorimeter. País de fabricación USA.

El sistema de calorímetro isoperibólico Parr 6200 es un sistema autónomo de alta precisión. Se trabajó con muestras de 1 g de pasta de cacao con tres repeticiones por muestra. El equipo incorpora un calorímetro con una bomba de combustión de oxígeno desmontable y una

cubeta, una chaqueta aislante de agua con temperatura controlada con sistema de circulación incorporado, calentador de agua y termómetro electrónico de precisión incorporado. Los resultados se expresaron en kilocalorías por kilogramo de muestra de pasta de cacao.

## **9. CAFEÍNA**

Este análisis se realizó por duplicado de cada muestra, en el cual cada duplicado se realizó por duplicado respectivamente, reportándose en el promedio los cuatro resultados de cada lote, expresados como porcentaje (100 g de muestra inicial).

Para la determinación de Teobromina y Cafeína se pesó 0.2 g de muestra desengrasada de pasta de cacao, se agregó 40 ml de agua desionizada y se sometió a reflujo por 30 min, luego se llevó a centrifugar a 5000 rpm, 10 min, 10 °C y se llevó a volumen en una fiola de 50 ml. Se tomó 2 ml de la solución y se pasó a través de un filtro Seppak C18, el cual fue previamente acondicionado con 2 ml de metanol y 5 ml de agua desionizada. Se eluyó la muestra con 10 ml de cloroformo recolectándose en un balón. Se evaporó el solvente en un rotavapor y el residuo fue disuelto con 5 ml de agua desionizada. Se inyectó 20 µl al HPLC. Las condiciones cromatográficas utilizadas fueron siguientes:

- ✓ Fase móvil: Agua-Acetonitrilo (8:2)
- ✓ Flujo: 1ml/min
- ✓ Columna: Purospher® STAR RP-18e (5µm)
- ✓ Temperatura: 25 °C
- ✓ Tiempo de análisis: 14 min

Para obtener la curva de calibración de cafeína se disolvió 1 mg de cafeína con agua desionizada en una fiola de 10 ml y se realizaron cinco diluciones en un rango de concentraciones de 0.5 a 4 µg/ml.

## **10. TEOBROMINA**

Este análisis se realizó por duplicado de cada muestra, en el cual cada duplicado se realizó por duplicado respectivamente, reportándose en el promedio los cuatro resultados de cada lote, expresados como porcentaje (100 g de muestra inicial).

Para la determinación de Teobromina y Cafeína se pesó 0.2 g de muestra desengrasada de pasta de cacao, se agregó 40 ml de agua desionizada y se sometió a reflujo por 30 min, luego

se llevó a centrifugar a 5000 rpm, 10 min, 10 °C y se llevó a volumen en una fiola de 50 ml. Se tomó 2 ml de la solución y se pasó a través de un filtro Seppak C18, el cual fue previamente acondicionado con 2 ml de metanol y 5 ml de agua desionizada. Se eluyó la muestra con 10 ml de cloroformo recolectándose en un balón. Se evaporó el solvente en un rotavapor y el residuo fue disuelto con 5 ml de agua desionizada. Se inyectó 20 µl al HPLC.

Las condiciones cromatográficas utilizadas fueron siguientes:

- ✓ Fase móvil: Agua-Acetonitrilo (8:2)
- ✓ Flujo: 1ml/min
- ✓ Columna: Purospher® STAR RP-18e (5µm)
- ✓ Temperatura: 25 °C
- ✓ Tiempo de análisis: 14 min

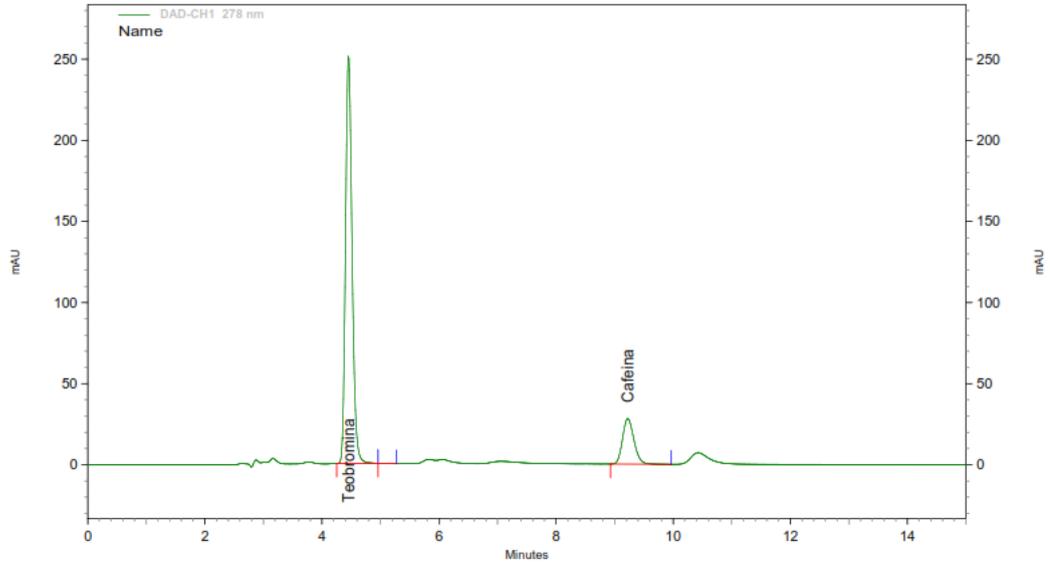
Para obtener la curva de calibración de teobromina se disolvió 1.5 mg de teobromina con agua desionizada en una fiola de 10 ml y a partir de esta solución stock se obtuvieron cinco diluciones a concentraciones de 1.25 a 15 µg/ml.

#### Anexo 4: Resultados de determinación de teobromina y cafeína

Laboratorio de Ciencias Básicas  
Determinación de Teobromina y Cafeina en cacao por HPLC

Sequence name: 28-11-2019.seq.rst  
Analyst: ROICER COLLAZOS SILVA (ROICER)

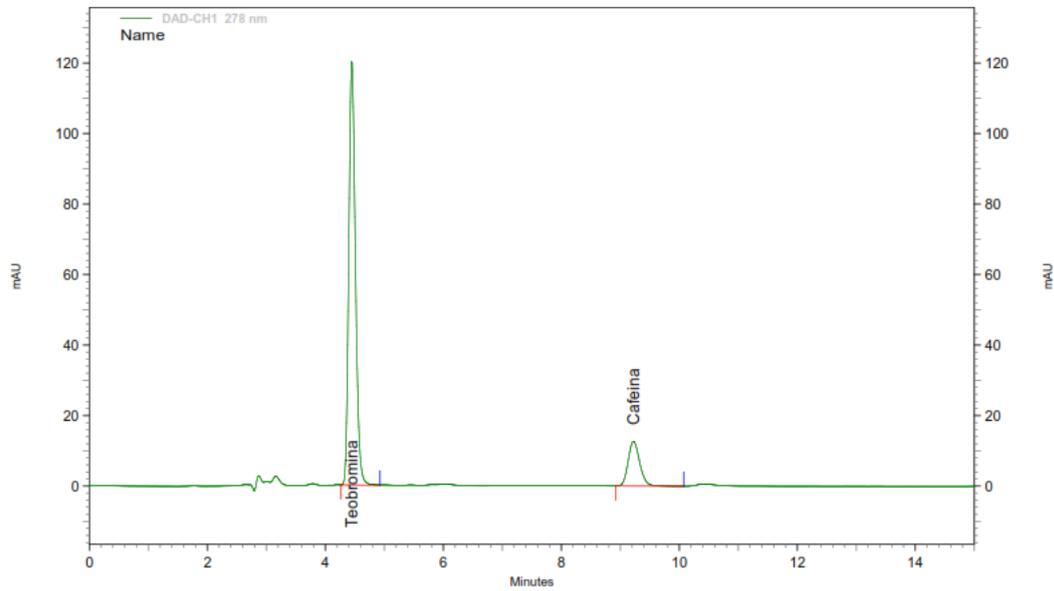
DAD-CH1 278 nm	Teobromina	Cafeina	Teobromina	Cafeina
Sample ID	Retention Time	Retention Time	(g/100g)	(g/100g)
Muestra CD-92-2	4.45	9.23	4.33	2.68
Muestra CD-125-2	4.45	9.23	4.92	2.47
Muestra CD -107...	4.45	9.23	4.68	1.94
Muestra CD -74 -1	4.45	9.22	3.86	2.12
Muestra CD -32- 3	4.45	9.23	4.05	1.17
Muestra CD- 40-3	4.45	9.22	5.51	1.82
Muestra CD-46-1	4.45	9.22	2.64	0.83
Muestra CD-50-3	4.45	9.22	3.64	2.26
Muestra CD-74-2	4.45	9.22	5.63	2.50
Muestra CD-37-2	4.45	9.22	5.13	2.25
Muestra CD-31-2	4.45	9.23	5.11	2.13
Muestra CD-40-2	4.45	9.22	5.11	2.24
Muestra CD-120-1	4.45	9.21	5.17	2.36
Muestra CD-43-3	4.45	9.22	4.71	2.12
Muestra CD-47-3	4.45	9.21	5.26	1.93
Muestra CD-65-1	4.45	9.23	5.24	3.16
Muestra CD-54-2	4.45	9.23	5.03	2.78
Muestra CD-64-1	4.45	9.23	5.92	2.14
Muestra CD-53-3	4.45	9.23	5.09	2.05
Muestra CD-55-2	4.45	9.23	4.34	1.99
Muestra CD-24-1	4.45	9.23	4.42	2.70
Muestra CD-49-2	4.45	9.23	5.22	2.60
Muestra CD-106-1	4.45	9.23	4.80	1.76
Muestra CD-06-2	4.45	9.22	5.02	2.20
Muestra CD-67-1	4.45	9.21	4.11	3.19
Muestra CD-27-2	4.45	9.23	4.76	2.14
Muestra CD-94-2	4.45	9.23	4.41	1.90
Muestra CD-66-1	4.45	9.21	4.64	2.35
Muestra CD-100-1	4.45	9.21	5.73	2.83
Muestra CD-61-1	4.45	9.21	4.47	2.06



**DAD-CH1 278 nm  
Results**

<i>PK #</i>	<i>Name</i>	<i>Retention Time</i>	<i>Area</i>	<i>Concentration (g/100 g)</i>
1	Teobromina	4.453	7851752	<b>5.51</b>
3	Cafeina	9.220	1511863	<b>1.82</b>
<b>Totals</b>				<b>7.33</b>

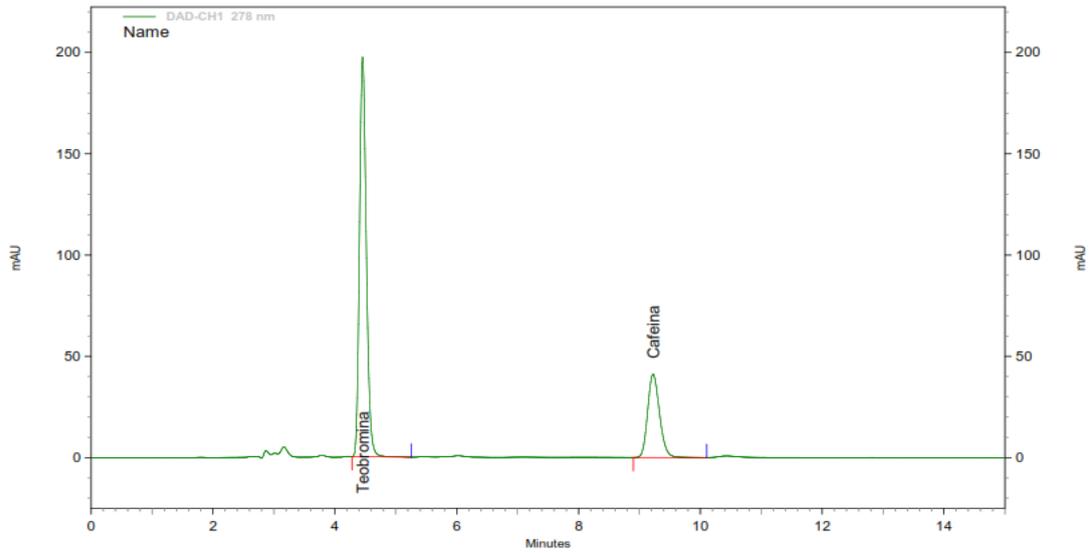
**Imagen 1.** Cromatograma de determinación de teobromina y cafeína del genotipo – CAP 40



**DAD-CH1 278 nm  
Results**

<i>PK #</i>	<i>Name</i>	<i>Retention Time</i>	<i>Area</i>	<i>Concentration (g/100 g)</i>
1	Teobromina	4.447	3758073	<b>2.64</b>
2	Cafeina	9.220	689209	<b>0.83</b>
<b>Totals</b>				<b>3.48</b>

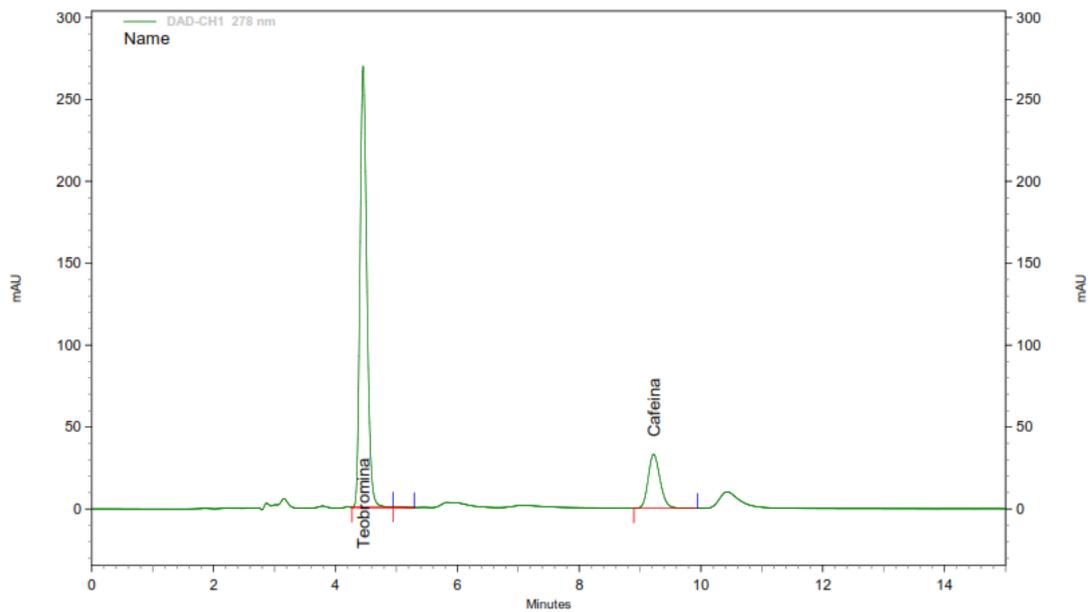
**Imagen 2.** Cromatograma de determinación de teobromina y cafeína del genotipo – CAP 46



**DAD-CH1 278 nm  
Results**

<i>PK #</i>	<i>Name</i>	<i>Retention Time</i>	<i>Area</i>	<i>Concentration (g/100 g)</i>
1	Teobromina	4.453	6172643	4.33
2	Cafeina	9.227	2228525	2.68
<b>Totals</b>			<b>8401168</b>	<b>7.02</b>

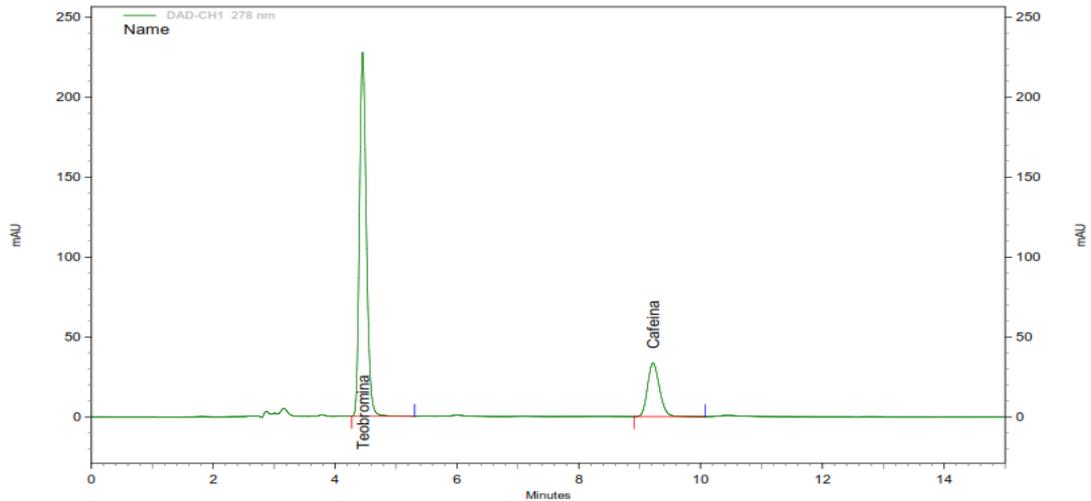
**Imagen 3.** Cromatograma de determinación de teobromina y cafeína del genotipo – CAP 92



**DAD-CH1 278 nm  
Results**

<i>PK #</i>	<i>Name</i>	<i>Retention Time</i>	<i>Area</i>	<i>Concentration (g/100 g)</i>
1	Teobromina	4.453	8445561	5.92
3	Cafeina	9.227	1775834	2.14
<b>Totals</b>			<b>10221395</b>	<b>8.06</b>

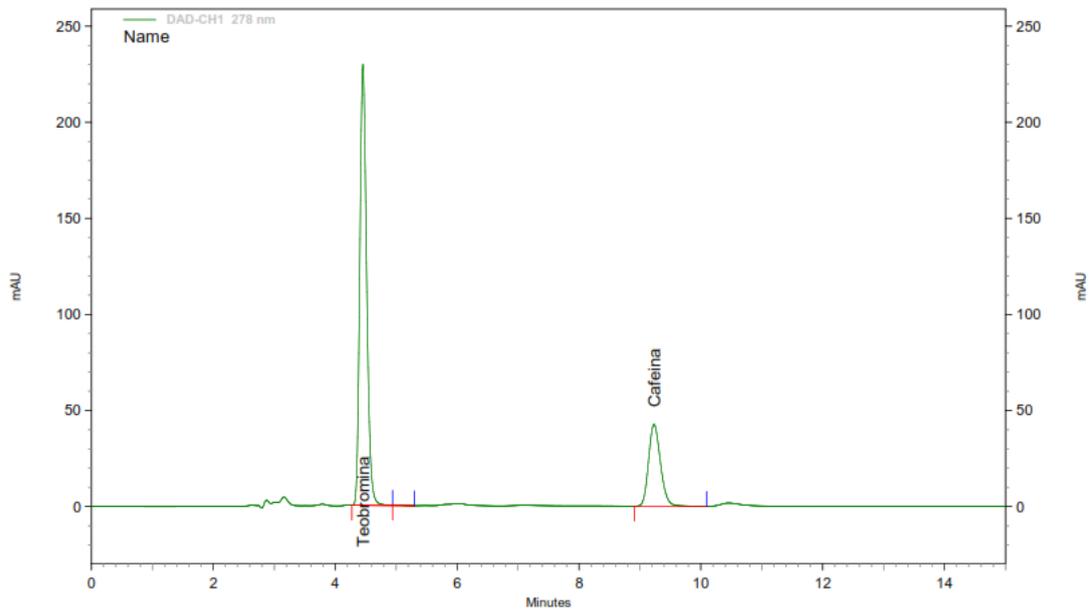
**Imagen 4.** Cromatograma de determinación de teobromina y cafeína del genotipo – INDES 64



**DAD-CH1 278 nm  
Results**

<i>Pk #</i>	<i>Name</i>	<i>Retention Time</i>	<i>Area</i>	<i>Concentration (g/100 g)</i>
1	Teobromina	4.453	7148269	<b>5.02</b>
2	Cafeina	9.220	1825094	<b>2.20</b>
<b>Totals</b>			8973363	<b>7.22</b>

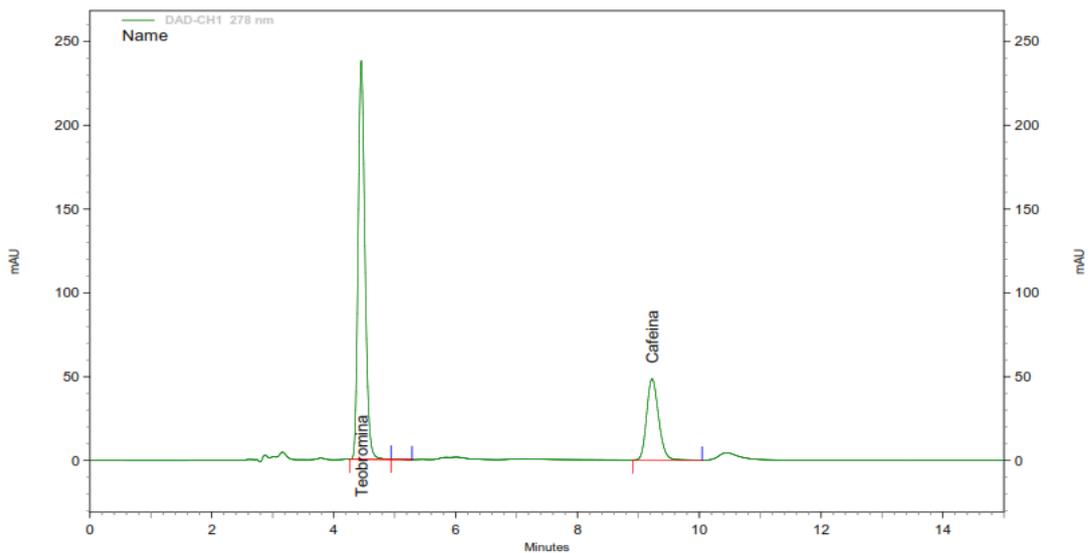
**Imagen 5.** Cromatograma de determinación de teobromina y cafeína del genotipo – INDES 6



**DAD-CH1 278 nm  
Results**

<i>Pk #</i>	<i>Name</i>	<i>Retention Time</i>	<i>Area</i>	<i>Concentration (g/100 g)</i>
1	Teobromina	4.453	7170007	<b>5.03</b>
3	Cafeina	9.233	2308567	<b>2.78</b>
<b>Totals</b>			9478574	<b>7.81</b>

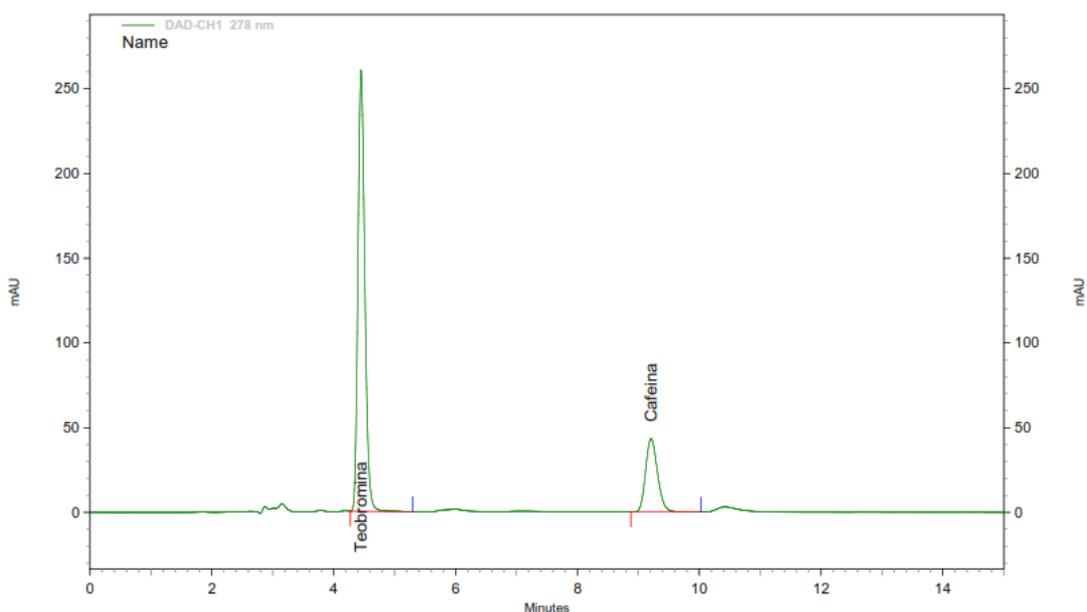
**Imagen 6.** Cromatograma de determinación de teobromina y cafeína del genotipo – INDES 54



**DAD-CH1 278 nm  
Results**

<i>Pk #</i>	<i>Name</i>	<i>Retention Time</i>	<i>Area</i>	<i>Concentration (g/100 g)</i>
1	Teobromina	4.453	7460269	5.24
3	Cafeina	9.227	2628132	3.16
Totals			10088401	8.40

**Imagen 7.** Cromatograma de determinación de teobromina y cafeína del genotipo – INDES 65

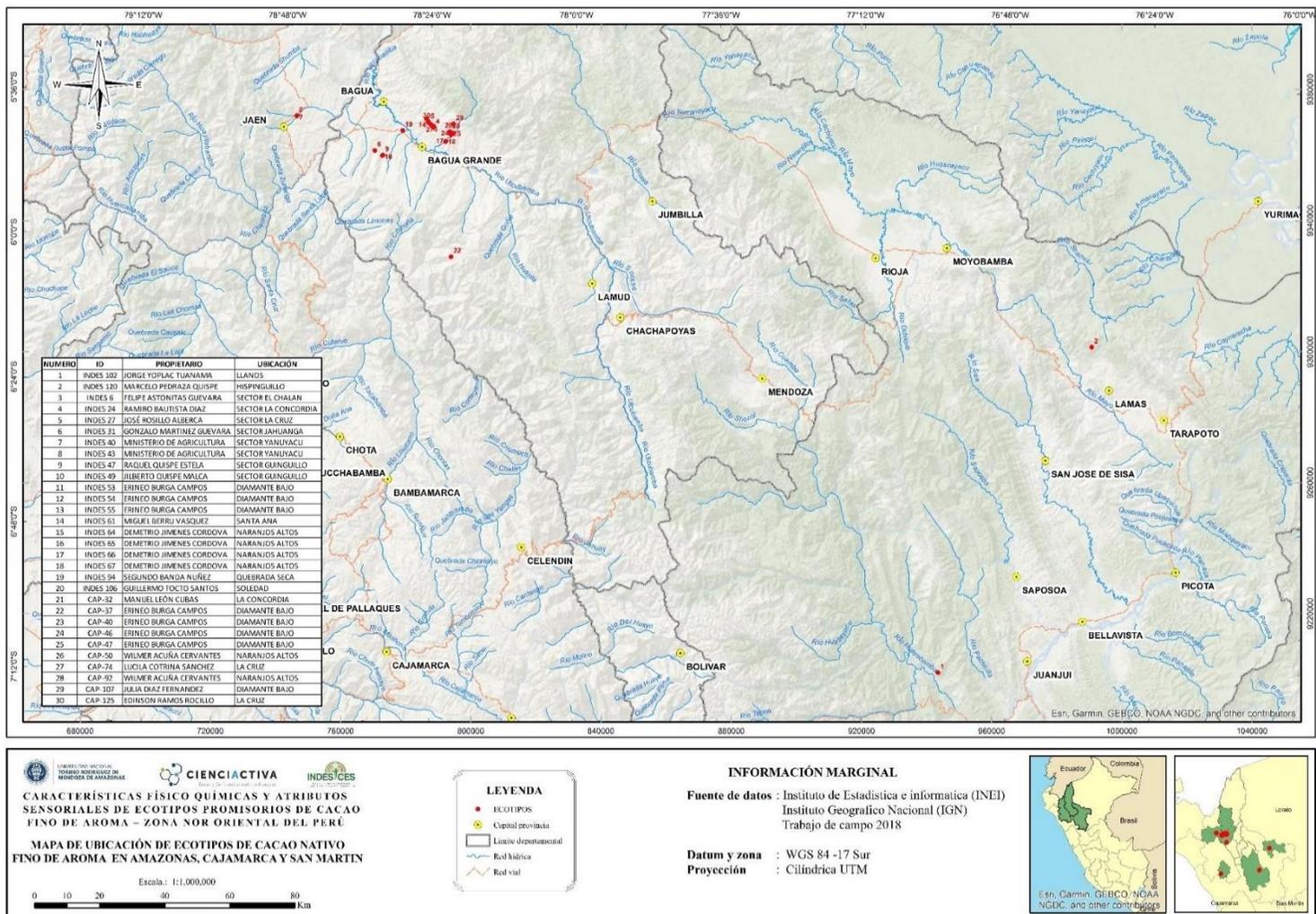


**DAD-CH1 278 nm  
Results**

<i>Pk #</i>	<i>Name</i>	<i>Retention Time</i>	<i>Area</i>	<i>Concentration (g/100 g)</i>
1	Teobromina	4.447	8173339	5.73
2	Cafeina	9.207	2355033	2.83
Totals			10528372	8.57

**Imagen 8.** Cromatograma de determinación de teobromina y cafeína del genotipo – INDES 100

## Anexo 5: Mapa de ubicación de 30 ecotipos promisorios de cacao fino de aroma en Amazonas, Cajamarca y San Martín



## Anexo 6: Características fisicoquímicas y perfil sensorial de ecotipos promisorios de cacao fino de aroma – zona nor oriental del Perú

<b>INDES-120</b> <b>AGRICULTOR: MARCELO PEDRAZA QUISPE. SECTOR: HISPINGUILLO.</b>		
		
<p><b>DEL FRUTO:</b></p> <ol style="list-style-type: none"><li>1.-Color del fruto inmaduro: rojo</li><li>2.-Forma del fruto: elíptico</li><li>3.-Forma del apice: agudo</li><li>4.-Rugosidad del fruto: intermedia</li><li>5.-Constricción basal: ligero</li><li>6.-Grosor de la cascara: delgada</li><li>7.-Disposición de un par de lomos: pareados.</li><li>8.-Profundidad de surcos: intermedio</li></ol> <p><b>DE LA PRODUCTIVIDAD:</b></p> <ol style="list-style-type: none"><li>1.-Tamaño de fruto: grande</li><li>2.-Tamaño de semilla: grande</li><li>3.-#Semillas por fruto: 52</li><li>4.-Peso fresco de semilla/mazorca: 260gr</li><li>5.-Peso seco de semilla: 98.8gr. / 1000.</li><li>6.-Índice de mazorca: 10.</li></ol>	<p><b>DE LA SEMILLA:</b></p> <ol style="list-style-type: none"><li>1.-Forma en sección longitudinal: elíptica</li><li>2.-Forma en sección transversal: redondeada</li><li>3.-Color de cotiledon: morado.</li></ol> <p><b>SABORES BASICOS Y ESPECIFICOS DE LA PULPA.</b></p> <ol style="list-style-type: none"><li>1.-Dulzura: alto</li><li>2.-Acidez: medio</li><li>3.-Amargor: medio</li><li>4.-Astringencia: medio</li><li>5.-Floral: alto</li><li>6.-Frutal: alto</li></ol> <p><b>GEOREFERENCIACION:</b> S 06° 18.694 W 076° 34.213 MSNM 795.</p>	

## INDES-6

AGRICULTOR: FELIPE ASTONITAS GUEVARA. SECTOR EL CHALAN



### DEL FRUTO:

- 1.-Color del fruto inmaduro: verde
- 2.-Forma del fruto: oblongo
- 3.-Forma del ápice: obtuso
- 4.-Rugosidad del fruto: ligero.
- 5.-Constricción basal: ausente.
- 6.-Grosor de la cascara: intermedio
- 7.-Disposición de un par de lomos: pareados.
- 8.-Profundidad de surcos: intermedio.

### DE LA PRODUCTIVIDAD:

- 1.-Tamaño de fruto: grande.
- 2.-Tamaño de semilla: grande.
- 3.-#Semillas por fruto: 58
- 4.-Peso fresco de semilla/mazorca: 282gr.
- 5.-Peso seco de semilla: 107.16gr.
- 6.-Índice de mazorca: 9

### DE LA SEMILLA:

- 1.-Forma en sección longitudinal: irregular
- 2.-Forma en sección transversal: aplanada
- 3.-Color de cotiledón: blanco cremoso

### SABORES BASICOS Y ESPECIFICOS DE LA PULPA.

- 1.-Dulzura: medio
- 2.-Acidez: medio
- 3.-Amargor: medio
- 4.-Astringencia: bajo
- 5.-Floral: alto
- 6.-Frutal: alto

### GEOREFERENCIACION:

UTM 9369168 17M787894MSNM 754

## INDES-27

AGRICULTOR: JOSE ROSILLO ALBERCA. SECTOR LA CRUZ



### DEL FRUTO:

- 1.-Color del fruto inmaduro: verde
- 2.-Forma del fruto: elíptica
- 3.-Forma del ápice: obtuso
- 4.-Rugosidad del fruto: ligero.
- 5.-Constricción basal: ligero
- 6.-Grosor de la cascara: gruesa.
- 7.-Disposición de un par de lomos: pareados.
- 8.-Profundidad de surcos: intermedio.

### DE LA PRODUCTIVIDAD:

- 1.-Tamaño de fruto: grande.
- 2.-Tamaño de semilla: grande.
- 3.-#Semillas por fruto: 54
- 4.-Peso fresco de semilla/mazorca: 204gr.
- 5.-Peso seco de semilla: 77.52gr.
- 6.-Índice de mazorca: 13

### DE LA SEMILLA:

- 1.-Forma en sección longitudinal: elíptica.
  - 2.-Forma en sección transversal: intermedia.
  - 3.-Color de cotiledón: blanco cremoso
- SABORES BASICOS Y ESPECIFICOS DE LA PULPA.
- 1.-Dulzura: medio
  - 2.-Acidez: medio
  - 3.-Amargor: medio
  - 4.-Astringencia: bajo
  - 5.-Floral: alto
  - 6.-Frutal: alto

### GEOREFERENCIACION:

UTM 9369993 17M 786945 MSNM 761

INDES 53

AGRICULTOR ERINEO BURGA CAMPOS SECTOR DIAMANTE BAJO



**DEL FRUTO:**

- 1.-Color del fruto inmaduro: verde
- 2.-Forma del fruto: oblongo
- 3.-Forma del ápice: apezonado
- 4.-Rugosidad del fruto: intermedia
- 5.-Constricción basal: ligero
- 6.-Grosor de la cascara: intermedia
- 7.-Disposición de un par de lomos: pareados.
- 8.-Profundidad de surcos: intermedio.

**DE LA PRODUCTIVIDAD:**

- 1.-Tamaño de fruto: grande.
- 2.-Tamaño de semilla: grande.
- 3.-#Semillas por fruto: 62
- 4.-Peso fresco de semilla/mazorca: 248gr.
- 5.-Peso seco de semilla: 94.24gr.
- 6.-Índice de mazorca: 11

**DE LA SEMILLA:**

- 1.-Forma en sección longitudinal: oblonga
- 2.-Forma en sección transversal: intermedia.
- 3.-Color de cotiledón: violeta

**SABORES BASICOS Y ESPECIFICOS DE LA PULPA.**

- 1.-Dulzura: alto
- 2.-Acidez: medio
- 3.-Amargor: bajo
- 4.-Astringencia: bajo
- 5.-Floral: alto
- 6.-Frutal: alto

**GEOREFERENCIACION:**

UTM 93666665 17M 794453 MSN 727

INDES-100

AGRICULTOR: NOE CRUZ CRUZ\_ SECTOR: PAN DE AZUCAR



**DEL FRUTO:**

- 1.-Color del fruto inmaduro: rojo
- 2.-Forma del fruto: oblongo
- 3.-Forma del ápice: atenuado
- 4.-Rugosidad del fruto: ligero.
- 5.-Constricción basal: ligera
- 6.-Grosor de la cascara: intermedia
- 7.-Disposición de un par de lomos: pareados.
- 8.-Profundidad de surcos: intermedio.

**DE LA PRODUCTIVIDAD:**

- 1.-Tamaño de fruto: grande.
- 2.-Tamaño de semilla: grande.
- 3.-#Semillas por fruto: 46
- 4.-Peso fresco de semilla/mazorca: 220gr.
- 5.-Peso seco de semilla: 83,6gr.
- 6.-Índice de mazorca: 12.

**DE LA SEMILLA:**

- 1.-Forma en sección longitudinal: oblonga
- 2.-Forma en sección transversal: intermedia.
- 3.-Color de cotiledón: violeta

**SABORES BASICOS Y ESPECIFICOS DE LA PULPA.**

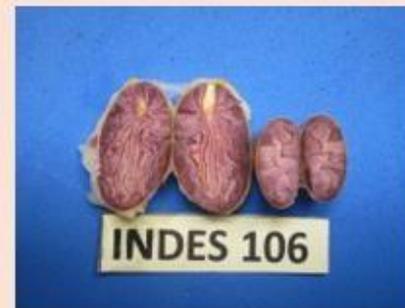
- 1.-Dulzura: alto
- 2.-Acidez: medio
- 3.-Amargor: bajo
- 4.-Astringencia: bajo
- 5.-Floral: alto
- 6.-Frutal: alto

**GEOREFERENCIACION:**

UTM 9362827 17M 798067 MSNM 793

INDES-106.

AGRICULTOR: GUILLERMO TOCTO SANTOS. SECTOR: SOLEDAD



**DEL FRUTO:**

- 1.-Color del fruto inmaduro: rojo
- 2.-Forma del fruto: elíptico
- 3.-Forma del apice: apezonado
- 4.-Rugosidad del fruto: ligero.
- 5.-Constricción basal: intermedio
- 6.-Grosor de la cascara: delgado
- 7.-Disposición de un par de lomos: pareados.
- 8.-Profundidad de surcos: superficial

**DE LA PRODUCTIVIDAD:**

- 1.-Tamaño de fruto: mediano
- 2.-Tamaño de semilla: grande
- 3.-#Semillas por fruto: 52
- 4.-Peso fresco de semilla/mazorca: 260gr
- 5.-Peso seco de semilla: 98.8 gr. / 1000.
- 6.-Índice de mazorca: 10

**DE LA SEMILLA:**

- 1.-Forma en sección longitudinal: elíptica
- 2.-Forma en sección transversal: aplanada
- 3.-Color de cotiledon: violeta

**SABORES BASICOS Y ESPECIFICOS DE LA PULPA.**

- 1.-Dulzura: alto
- 2.-Acidez: medio
- 3.-Amargor: bajo
- 4.-Astringencia: bajo
- 5.-Floral: medio
- 6.-Frutal: alto

**GEOREFERENCIACION:**

S 07° 21.574 W 0776° 35.122 MSNM 349

## INDES-24

AGRICULTOR: RAMIRO BAUTISTA DIAZ. SECTOR LA CONCORDIA.



### DEL FRUTO:

- 1.-Color del fruto inmaduro: verde
- 2.-Forma del fruto: elíptica
- 3.-Forma del ápice: atenuado
- 4.-Rugosidad del fruto: ligero.
- 5.-Constricción basal: ligero
- 6.-Grosor de la cascara: gruesa.
- 7.-Disposición de un par de lomos: pareados.
- 8.-Profundidad de surcos: profundo

### DE LA PRODUCTIVIDAD:

- 1.-Tamaño de fruto: grande.
- 2.-Tamaño de semilla: grande.
- 3.-#Semillas por fruto: 50
- 4.-Peso fresco de semilla/mazorca: 248gr.
- 5.-Peso seco de semilla: 94.24gr.
- 6.-Índice de mazorca: 11

### DE LA SEMILLA:

- 1.-Forma en sección longitudinal: elíptica.
- 2.-Forma en sección transversal: aplanada.
- 3.-Color de cotiledón: violeta

### SABORES BASICOS Y ESPECIFICOS DE LA PULPA.

- 1.-Dulzura: medio
- 2.-Acidez: medio
- 3.-Amargor: bajo
- 4.-Astringencia: bajo
- 5.-Floral: alto
- 6.-Frutal: alto

### GEOREFERENCIACION:

UTM 9368399 17M 788555 MSNM 703

**INDES-49**

**AGRICULTOR: JILBERTO QUISPE MALCA. SECTOR: GUINGUILLO**



**DEL FRUTO:**

- 1.-Color del fruto inmaduro: verde
- 2.-Forma del fruto: oblongo
- 3.-Forma del ápice: atenuado
- 4.-Rugosidad del fruto: ligero.
- 5.-Constricción basal: fuerte
- 6.-Grosor de la cascara: delgada
- 7.-Disposición de un par de lomos: pareados.
- 8.-Profundidad de surcos: intermedio.

**DE LA PRODUCTIVIDAD:**

- 1.-Tamaño de fruto: grande.
- 2.-Tamaño de semilla: grande.
- 3.-#Semillas por fruto: 52
- 4.-Peso fresco de semilla/mazorca: 218gr.
- 5.-Peso seco de semilla: 82.84gr.
- 6.-Índice de mazorca: 12

**DE LA SEMILLA:**

- 1.-Forma en sección longitudinal: elíptica.
- 2.-Forma en sección transversal: intermedia.
- 3.-Color de cotiledón: morado.

**SABORES BASICOS Y ESPECIFICOS DE LA PULPA:**

- 1.-Dulzura: medio
- 2.-Acidez: medio
- 3.-Amargor: bajo
- 4.-Astringencia: bajo
- 5.-Floral: alto
- 6.-Frutal: alto

**GEOREFERENCIACION:**

UTM 9359809 17M 772833 MSN 597

**INDES-61**

**AGRICULTOR: MIGUEL BERRU VASQUEZ. SECTOR: SANTA ANA**



**DEL FRUTO:**

- 1.-Color del fruto inmaduro: verde
- 2.-Forma del fruto: elíptica
- 3.-Forma del ápice: obtuso
- 4.-Rugosidad del fruto: ligero.
- 5.-Constricción basal: ausente.
- 6.-Grosor de la cascara: intermedia
- 7.-Disposición de un par de lomos: pareados.
- 8.-Profundidad de surcos: intermedio.

**DE LA PRODUCTIVIDAD:**

- 1.-Tamaño de fruto: mediano
- 2.-Tamaño de semilla: mediano
- 3.-#Semillas por fruto: 48
- 4.-Peso fresco de semilla/mazorca: 204gr
- 5.-Peso seco de semilla: 77.52gr.
- 6.-Índice de mazorca: 13

**DE LA SEMILLA:**

- 1.-Forma en sección longitudinal: elíptica.
- 2.-Forma en sección transversal: aplanada
- 3.-Color de cotiledón: morado.

**SABORES BASICOS Y ESPECIFICOS DE LA PULPA.**

- 1.-Dulzura: medio
- 2.-Acidez: medio
- 3.-Amargor: bajo
- 4.-Astringencia: bajo
- 5.-Floral: alto
- 6.-Frutal: alto

**GEOREFERENCIACION:**

UTM 9371077 17M 786427 MSNM 803

**INDES-43**

**AGRICULTOR: MINISTERIO DE AGRICULTURA. SECTOR: YANUYACU**



**DEL FRUTO:**

- 1.-Color del fruto inmaduro: verde
- 2.-Forma del fruto: elíptica
- 3.-Forma del ápice: agudo
- 4.-Rugosidad del fruto: intermedia
- 5.-Constricción basal: ausente.
- 6.-Grosor de la cascara: gruesa.
- 7.-Disposición de un par de lomos: pareados.
- 8.-Profundidad de surcos: intermedio.

**DE LA PRODUCTIVIDAD:**

- 1.-Tamaño de fruto: grande.
- 2.-Tamaño de semilla: grande.
- 3.-#Semillas por fruto: 48
- 4.-Peso fresco de semilla/mazorca: 253gr.
- 5.-Peso seco de semilla: 96.14gr.
- 6.-Índice de mazorca: 10

**DE LA SEMILLA:**

- 1.-Forma en sección longitudinal: elíptica.
- 2.-Forma en sección transversal: aplanada
- 3.-Color de cotiledón: morado.

**SABORES BASICOS Y ESPECIFICOS DE LA PULPA.**

- 1.-Dulzura: medio
- 2.-Acidez: medio
- 3.-Amargor: bajo
- 4.-Astringencia: bajo
- 5.-Floral: alto
- 6.-Frutal: alto

**GEOREFERENCIACION:**

UTM 9371966 17M 746600 MSNM 669

**INDES-31**

**AGRICULTOR: GONZALO MARTINEZ GUEVARA. SECTOR: JAHUANGA**



**DEL FRUTO:**

- 1.-Color del fruto inmaduro: verde
- 2.-Forma del fruto: oblongo
- 3.-Forma del ápice: obtuso
- 4.-Rugosidad del fruto: intermedia
- 5.-Constricción basal: ausente.
- 6.-Grosor de la cascara: intermedia
- 7.-Disposición de un par de lomos: pareados.
- 8.-Profundidad de surcos: intermedio.

**DE LA PRODUCTIVIDAD:**

- 1.-Tamaño de fruto: grande.
- 2.-Tamaño de semilla: grande.
- 3.-#Semillas por fruto: 40
- 4.-Peso fresco de semilla/mazorca: 187gr.
- 5.-Peso seco de semilla: 71.06gr.
- 6.-Índice de mazorca: 14

**DE LA SEMILLA:**

- 1.-Forma en sección longitudinal: elíptica.
- 2.-Forma en sección transversal: intermedia.
- 3.-Color de cotiledón: blanco

**SABORES BASICOS Y ESPECIFICOS DE LA PULPA:**

- 1.-Dulzura: medio
- 2.-Acidez: bajo
- 3.-Amargor: medio
- 4.-Astringencia: medio
- 5.-Floral: alto
- 6.-Frutal: alto

**GEOREFERENCIACION:**

UTM 9361358 17M 770538 MSNM 629

**INDES-40**

**AGRICULTOR: MINISTERIO DE AGRICULTURA. SECTOR: YANUYACU**



**DEL FRUTO:**

- 1.-Color del fruto inmaduro: verde
- 2.-Forma del fruto: elíptica
- 3.-Forma del ápice: atenuado
- 4.-Rugosidad del fruto: ligero.
- 5.-Constricción basal: ausente.
- 6.-Grosor de la cascara: gruesa.
- 7.-Disposición de un par de lomos: pareados.
- 8.-Profundidad de surcos: superficial

**DE LA PRODUCTIVIDAD:**

- 1.-Tamaño de fruto: grande.
- 2.-Tamaño de semilla: grande.
- 3.-#Semillas por fruto: 44
- 4.-Peso fresco de semilla/mazorca: 251gr.
- 5.-Peso seco de semilla: 95.38gr.
- 6.-Índice de mazorca: 10

**DE LA SEMILLA:**

- 1.-Forma en sección longitudinal: oblonga
- 2.-Forma en sección transversal: aplanada
- 3.-Color de cotiledón: morado.

**SABORES BÁSICOS Y ESPECÍFICOS DE LA PULPA:**

- 1.-Dulzura: medio
- 2.-Acidez: bajo
- 3.-Amargor: medio
- 4.-Astringencia: bajo
- 5.-Floral: alto
- 6.-Frutal: medio

**GEOREFERENCIACION:**

UTM 9372029 17M 746584 MSNM 826

**INDES-64**

**AGRICULTOR: DEMETRIO JIMENES CORDOVA. SECTOR: NARANJOS ALTO**



**DEL FRUTO:**

- 1.-Color del fruto inmaduro: rojo
- 2.-Forma del fruto: elíptica
- 3.-Forma del ápice: agudo
- 4.-Rugosidad del fruto: ligero.
- 5.-Constricción basal: ausente.
- 6.-Grosor de la cascara: intermedia
- 7.-Disposición de un par de lomos: pareados.
- 8.-Profundidad de surcos: superficial

**DE LA PRODUCTIVIDAD:**

- 1.-Tamaño de fruto: grande.
- 2.-Tamaño de semilla: grande.
- 3.-#Semillas por fruto: 36
- 4.-Peso fresco de semilla/mazorca: 214gr.
- 5.-Peso seco de semilla: 81.32gr.
- 6.-Índice de mazorca: 12

**DE LA SEMILLA:**

- 1.-Forma en sección longitudinal: elíptica.
- 2.-Forma en sección transversal: redonda
- 3.-Color de cotiledón: morado.

**SABORES BASICOS Y ESPECIFICOS DE LA PULPA:**

- 1.-Dulzura: alto
- 2.-Acidez: bajo
- 3.-Amargor: bajo
- 4.-Astringencia: bajo
- 5.-Floral: alto
- 6.-Frutal: alto

**GEOREFERENCIACION:**

UTM 9364133 17M 792251 MSNM 665

**INDES-65**

**AGRICULTOR: DEMETRIO JIMENES CORDOVA. SECTOR: NARANJOS ALTO**



**DEL FRUTO:**

- 1.-Color del fruto inmaduro: verde
- 2.-Forma del fruto: elíptica
- 3.-Forma del ápice: obtuso
- 4.-Rugosidad del fruto: intermedia
- 5.-Constricción basal: ausente.
- 6.-Grosor de la cascara: gruesa.
- 7.-Disposición de un par de lomos: pareados.
- 8.-Profundidad de surcos: profunda

**DE LA PRODUCTIVIDAD:**

- 1.-Tamaño de fruto: grande.
- 2.-Tamaño de semilla: grande.
- 3.-#Semillas por fruto: 38
- 4.-Peso fresco de semilla/mazorca: 200gr.
- 5.-Peso seco de semilla: 76gr.
- 6.-Índice de mazorca: 13

**DE LA SEMILLA:**

- 1.-Forma en sección longitudinal: elíptica.
- 2.-Forma en sección transversal: redondeada
- 3.-Color de cotiledón: morado.

**SABORES BASICOS Y ESPECIFICOS DE LA PULPA:**

- 1.-Dulzura: bajo
- 2.-Acidez: medio
- 3.-Amargor: bajo
- 4.-Astringencia: medio
- 5.-Floral: alto
- 6.-Frutal: alto

**GEOREFERENCIACION:**

UTM 9364147 17M 792308 MSNM 666

**INDES-66**

**AGRICULTOR: DEMETRIO JIMENES CORDOVA. SECTOR: NARANJOS ALTO**



**DEL FRUTO:**

- 1.-Color del fruto inmaduro: verde
- 2.-Forma del fruto: elíptica
- 3.-Forma del ápice: obtuso
- 4.-Rugosidad del fruto: intenso
- 5.-Constricción basal: ausente.
- 6.-Grosor de la cascara: gruesa.
- 7.-Disposición de un par de lomos: pareados.
- 8.-Profundidad de surcos: intermedio.

**DE LA PRODUCTIVIDAD:**

- 1.-Tamaño de fruto: grande.
- 2.-Tamaño de semilla: grande.
- 3.-#Semillas por fruto: 50
- 4.-Peso fresco de semilla/mazorca: 220gr.
- 5.-Peso seco de semilla: 83,6gr.
- 6.-Índice de mazorca: 12

**DE LA SEMILLA:**

- 1.-Forma en sección longitudinal: elíptica.
- 2.-Forma en sección transversal: aplanada.
- 3.-Color de cotiledón: morado.

**SABORES BASICOS Y ESPECIFICOS DE LA PULPA.**

- 1.-Dulzura: alto
- 2.-Acidez: bajo
- 3.-Amargor: bajo
- 4.-Astringencia: bajo
- 5.-Floral: alto
- 6.-Frutal: alto

**GEOREFERENCIACION:**

UTM 9364181 17M 792346 MSNM 667

INDES-67

AGRICULTOR: DEMETRIO JIMENES CORDOVA. SECTOR: NARANJOS ALTO



**DEL FRUTO:**

- 1.-Color del fruto inmaduro: verde
- 2.-Forma del fruto: elíptica
- 3.-Forma del ápice: apezonado
- 4.-Rugosidad del fruto: ligero.
- 5.-Constricción basal: intermedia
- 6.-Grosor de la cascara: intermedia
- 7.-Disposición de un par de lomos: pareados.
- 8.-Profundidad de surcos: superficial

**DE LA PRODUCTIVIDAD:**

- 1.-Tamaño de fruto: grande.
- 2.-Tamaño de semilla: grande.
- 3.-#Semillas por fruto: 42
- 4.-Peso fresco de semilla/mazorca: 185gr.
- 5.-Peso seco de semilla: 70.3gr.
- 6.-Índice de mazorca: 14

**DE LA SEMILLA:**

- 1.-Forma en sección longitudinal: oblonga
- 2.-Forma en sección transversal: redondeada.
- 3.-Color de cotiledón: morado.

**SABORES BASICOS Y ESPECIFICOS DE LA PULPA.**

- 1.-Dulzura: medio
- 2.-Acidez: medio
- 3.-Amargor: bajo
- 4.-Astringencia: bajo
- 5.-Floral: alto
- 6.-Frutal: alto

**GEOREFERENCIACION:**

UTM 9364233 17M 792347 MSNM 665

**INDES-47**

**AGRICULTOR: RAQUEL QUISPE ESTELA. SECTOR: GUINGUILLO**



**DEL FRUTO:**

- 1.-Color del fruto inmaduro: verde
- 2.-Forma del fruto: elíptica
- 3.-Forma del ápice: obtuso
- 4.-Rugosidad del fruto: ligero.
- 5.-Constricción basal: ausente.
- 6.-Grosor de la cascara: intermedia
- 7.-Disposición de un par de lomos: pareados.
- 8.-Profundidad de surcos: superficial

**DE LA PRODUCTIVIDAD:**

- 1.-Tamaño de fruto: mediano
- 2.-Tamaño de semilla: grande.
- 3.-#Semillas por fruto: 48
- 4.-Peso fresco de semilla/mazorca: 192gr.
- 5.-Peso seco de semilla: 72.96gr.
- 6.-Índice de mazorca: 14

**DE LA SEMILLA:**

- 1.-Forma en sección longitudinal: elíptica.
- 2.-Forma en sección transversal: aplanada.
- 3.-Color de cotiledón: morado.

**SABORES BASICOS Y ESPECIFICOS DE LA PULPA:**

- 1.-Dulzura: medio
- 2.-Acidez: medio
- 3.-Amargor: bajo
- 4.-Astringencia: bajo
- 5.-Floral: medio
- 6.-Frutal: alto

**GEOREFERENCIACION:**

UTM 9359963 17M 773015 MSNM 583

## INDES 54

AGRICULTOR ERINEO BURGA CAMPOS SECTOR DIAMANTE BAJO



### DEL FRUTO:

- 1.-Color del fruto inmaduro: verde
- 2.-Forma del fruto: gliptica
- 3.-Forma del ápice: obtuso
- 4.-Rugosidad del fruto: ligera
- 5.-Constricción basal: ausente
- 6.-Grosor de la cascara: gruesa
- 7.-Disposición de un par de lomos: pareados.
- 8.-Profundidad de surcos: intermedio.

### DE LA PRODUCTIVIDAD:

- 1.-Tamaño de fruto: grande.
- 2.-Tamaño de semilla: grande.
- 3.-#Semillas por fruto: 46
- 4.-Peso fresco de semilla/mazorca: 193gr.
- 5.-Peso seco de semilla: 73.34gr.
- 6.-Índice de mazorca: 14

### DE LA SEMILLA:

- 1.-Forma en sección longitudinal: obloga
- 2.-Forma en sección transversal: intermedia.
- 3.-Color de cotiledón: morado

### SABORES BASICOS Y ESPECIFICOS DE LA PULPA:

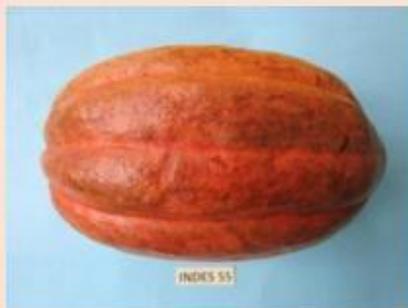
- 1.-Dulzura: medio
- 2.-Acidez: medio
- 3.-Amargor: bajo
- 4.-Astringencia: bajo
- 5.-Floral: medio
- 6.-Frutal: alto

### GEOREFERENCIACION:

UTM 9366705 17M 794478 MSNM 737

INDES 55

AGRICULTOR ERINEO BURGA CAMPOS SECTOR DIAMANTE BAJO



**DEL FRUTO:**

- 1.-Color del fruto inmaduro: rojo
- 2.-Forma del fruto: elíptica
- 3.-Forma del ápice: obtuso
- 4.-Rugosidad del fruto: ligera
- 5.-Constricción basal: ausente
- 6.-Grosor de la cascara: delgada
- 7.-Disposición de un par de lomos: pareados.
- 8.-Profundidad de surcos: superficial

**DE LA PRODUCTIVIDAD:**

- 1.-Tamaño de fruto: grande.
- 2.-Tamaño de semilla: grande.
- 3.-#Semillas por fruto: 50
- 4.-Peso fresco de semilla/mazorca: 210gr.
- 5.-Peso seco de semilla: 79.8gr.
- 6.-Índice de mazorca: 13

**DE LA SEMILLA:**

- 1.-Forma en sección longitudinal: oblonga
- 2.-Forma en sección transversal: aplanada
- 3.-Color de cotiledón: morado

**SABORES BASICOS Y ESPECIFICOS DE LA PULPA:**

- 1.-Dulzura: medio
- 2.-Acidez: medio
- 3.-Amargor: bajo
- 4.-Astringencia: bajo
- 5.-Floral: medio
- 6.-Frutal: medio

**GEOREFERENCIACION:**

UTM 9366699 17M 794476 MSNM 737

**INDES-94**

**AGRICULTOR: SEGUNDO BANDA NUÑEZ. SECTOR: QUEBRADA SECA**



**DEL FRUTO:**

- 1.-Color del fruto inmaduro: verde
- 2.-Forma del fruto: elíptica
- 3.-Forma del ápice: agudo
- 4.-Rugosidad del fruto: intermedia
- 5.-Constricción basal: ligero
- 6.-Grosor de la cascara: delgada
- 7.-Disposición de un par de lomos: pareados.
- 8.-Profundidad de surcos: profunda

**DE LA PRODUCTIVIDAD:**

- 1.-Tamaño de fruto: mediana
- 2.-Tamaño de semilla: mediana
- 3.-#Semillas por fruto: 50
- 4.-Peso fresco de semilla/mazorca: 175gr
- 5.-Peso seco de semilla: 66,5gr. / 1000.
- 6.-Índice de mazorca: 13

**DE LA SEMILLA:**

- 1.-Forma en sección longitudinal: oblonga
- 2.-Forma en sección transversal: intermedia.
- 3.-Color de cotiledón: morado.

**SABORES BASICOS Y ESPECIFICOS DE LA PULPA:**

- 1.-Dulzura: medio
- 2.-Acidez: medio
- 3.-Amargor: bajo
- 4.-Astringencia: bajo
- 5.-Floral: alto
- 6.-Frutal: alto

**GEOREFERENCIACION:**

UTM 936748817M 779112 MSNM 432

CAP-32

AGRICULTOR: MANUEL LEÓN CUBAS – COMITÉ LA CONCORDIA



**DEL FRUTO:**

- 1.-Color del fruto inmaduro: verde
- 2.-Forma del fruto: elíptica
- 3.-Forma del ápice: obtuso
- 4.-Rugosidad del fruto: ligero
- 5.-Constricción basal: ausente
- 6.-Grosor de la cascara: delgada
- 7.-Disposición de un par de lomos: pareados.
- 8.-Profundidad de surcos: superficial

**DE LA PRODUCTIVIDAD:**

- 1.-Tamaño de fruto: grande
- 2.-Tamaño de semilla: grande
- 3.-#Semillas por fruto: 42
- 4.-Peso fresco de semilla/mazorca: 128 gr
- 5.-Peso seco de semillas: 52gr. / 1000.
- 6.-Índice de mazorca: 17

**DE LA SEMILLA:**

- 1.-Forma en sección longitudinal: elíptica
- 2.-Forma en sección transversal: aplanada
- 3.-Color de cotiledón: morado

**SABORES BASICOS Y ESPECIFICOS DE LA PULPA:**

- 1.-Dulzura: medio
- 2.-Acidez: medio
- 3.-Amargor: alto
- 4.-Astringencia: muy bajo
- 5.-Floral: alto
- 6.-Frutal: alto

**GEOREFERENCIACION:**

UTM 9368822 17M 788563 MSNM 740

CAP-37

AGRICULTOR: ERINEO BURGA CAMPOS – COMITÉ DIAMANTE BAJO



**DEL FRUTO:**

- 1.-Color del fruto inmaduro: verde
- 2.-Forma del fruto: elíptica
- 3.-Forma del ápice: atenuado
- 4.-Rugosidad del fruto: ligero
- 5.-Constricción basal: intermedio
- 6.-Grosor de la cascara: intermedio
- 7.-Disposición de un par de lomos: pareados.
- 8.-Profundidad de surcos: superficial

**DE LA PRODUCTIVIDAD:**

- 1.-Tamaño de fruto: grande
- 2.-Tamaño de semilla: mediano
- 3.-#Semillas por fruto: 52
- 4.-Peso fresco de semilla/mazorca: 151gr
- 5.-Peso seco de semilla: 61gr. / 1000.
- 6.-Índice de mazorca: 15

**DE LA SEMILLA:**

- 1.-Forma en sección longitudinal: elíptica
- 2.-Forma en sección transversal: aplanada
- 3.-Color de cotiledón: morado

**SABORES BASICOS Y ESPECIFICOS DE LA PULPA:**

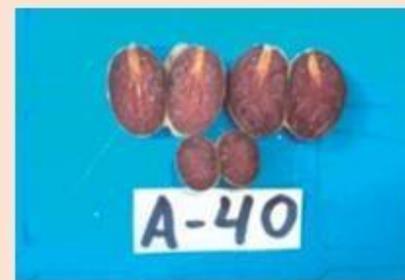
- 1.-Dulzura: medio
- 2.-Acidez: medio
- 3.-Amargor: bajo
- 4.-Astringencia: muy bajo
- 5.-Floral: medio
- 6.-Frutal: medio

**GEOREFERENCIACION:**

Punto 267 UTM 9368950 17M 793950 MSNM 721

CAP-40

AGRICULTOR: ERINEO BURGA CAMPOS – COMITÉ DIAMANTE BAJO



**DEL FRUTO:**

- 1.-Color del fruto inmaduro: verde
- 2.-Forma del fruto: elíptica
- 3.-Forma del ápice: obtuso
- 4.-Rugosidad del fruto: ligero
- 5.-Constricción basal: ausente
- 6.-Grosor de la cascara: intermedio
- 7.-Disposición de un par de lomos: pareados.
- 8.-Profundidad de surcos: superficial

**DE LA PRODUCTIVIDAD:**

- 1.-Tamaño de fruto: grande
- 2.-Tamaño de semilla: grande
- 3.-#Semillas por fruto: 51
- 4.-Peso fresco de semilla/mazorca: 152 gr
- 5.-Peso seco de semilla: 62 gr. / 1000.
- 6.-Índice de mazorca: 15

**DE LA SEMILLA:**

- 1.-Forma en sección longitudinal: elíptica
- 2.-Forma en sección transversal: intermedia
- 3.-Color de cotiledón: morado

**SABORES BASICOS Y ESPECIFICOS DE LA PULPA:**

- 1.-Dulzura: medio
- 2.-Acidez: medio
- 3.-Amargor: medio
- 4.-Astringencia: muy bajo
- 5.-Floral: medio
- 6.-Frutal: medio

**GEOREFERENCIACION:**

Punto 269 UTM 9366210 17M 793934 MSNM 727

CAP-46

AGRICULTOR: ERINEO BURGA CAMPOS - COMITÉ DIAMANTE BAJO



**DEL FRUTO:**

- 1.-Color del fruto inmaduro: verde
- 2.-Forma del fruto: elíptica
- 3.-Forma del ápice: obtuso
- 4.-Rugosidad del fruto: ligero
- 5.-Constricción basal: ausente
- 6.-Grosor de la cascara: grueso
- 7.-Disposición de un par de lomos: equidistantes.
- 8.-Profundidad de surcos: intermedio

**DE LA PRODUCTIVIDAD:**

- 1.-Tamaño de fruto: mediano
- 2.-Tamaño de semilla: grande
- 3.-#Semillas por fruto: 52
- 4.-Peso fresco de semilla/mazorca: 153 gr
- 5.-Peso seco de semilla: 63gr. / 1000.
- 6.-Índice de mazorca: 16

**DE LA SEMILLA:**

- 1.-Forma en sección longitudinal: elíptica
- 2.-Forma en sección transversal: aplanada
- 3.-Color de cotiledón: morado

**SABORES BASICOS Y ESPECIFICOS DE LA PULPA:**

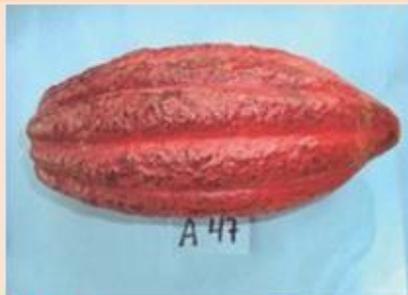
- 1.-Dulzura: medio
- 2.-Acidez: medio
- 3.-Amargor: medio
- 4.-Astringencia: muy bajo
- 5.-Floral: medio
- 6.-Frutal: medio

**GEOREFERENCIACION:**

Punto 275 UTM 9366173 17M 793925 MSNM 726

CAP-47

AGRICULTOR: ERINEO BURGA CAMPOS - COMITÉ DIAMANTE BAJO



**DEL FRUTO:**

- 1.-Color del fruto inmaduro: rojo pigmentado
- 2.-Forma del fruto: elíptica
- 3.-Forma del ápice: atenuado
- 4.-Rugosidad del fruto: ligero
- 5.-Constricción basal: ausente
- 6.-Grosor de la cascara: grueso
- 7.-Disposición de un par de lomos: equidistantes.
- 8.-Profundidad de surcos: superficial

**DE LA PRODUCTIVIDAD:**

- 1.-Tamaño de fruto: grande
- 2.-Tamaño de semilla: grande
- 3.-#Semillas por fruto: 47
- 4.-Peso fresco de semilla/mazorca: 151 gr
- 5.-Peso seco de semilla: 61gr. / 1000.
- 6.-Índice de mazorca: 16

**DE LA SEMILLA:**

- 1.-Forma en sección longitudinal: elíptica
- 2.-Forma en sección transversal: intermedia
- 3.-Color de cotiledón: morado

**SABORES BASICOS Y ESPECIFICOS DE LA PULPA:**

- 1.-Dulzura: medio
- 2.-Acidez: medio
- 3.-Amargor: medio
- 4.-Astringencia: muy bajo
- 5.-Floral: medio
- 6.-Frutal: medio

**GEOREFERENCIACION:**

Punto 234 UTM 9366213 17M 793900 MSNM 688

CAP-50

AGRICULTOR: WILMER ACUÑA CERVANTES – COMITÉ NARANJOS ALTO



**DEL FRUTO:**

- 1.-Color del fruto inmaduro: verde
- 2.-Forma del fruto: elíptica
- 3.-Forma del ápice: obtuso
- 4.-Rugosidad del fruto: ligero
- 5.-Constricción basal: ausente
- 6.-Grosor de la cascara: delgado
- 7.-Disposición de un par de lomos: pareados.
- 8.-Profundidad de surcos: superficial

**DE LA PRODUCTIVIDAD:**

- 1.-Tamaño de fruto: grande
- 2.-Tamaño de semilla: mediano
- 3.-#Semillas por fruto: 46
- 4.-Peso fresco de semilla/mazorca: 152 gr
- 5.-Peso seco de semilla: 60gr. / 1000.
- 6.-Índice de mazorca: 17

**DE LA SEMILLA:**

- 1.-Forma en sección longitudinal: elíptica
- 2.-Forma en sección transversal: redondeada
- 3.-Color de cotiledón: morado

**SABORES BASICOS Y ESPECIFICOS DE LA PULPA:**

- 1.-Dulzura: alto
- 2.-Acidez: bajo
- 3.-Amargor: medio
- 4.-Astringencia: muy bajo
- 5.-Floral: medio
- 6.-Frutal: medio

**GEOREFERENCIACION:**

Punto 265 UTM 9367112 17M 793591 MSNM 843

CAP-74

AGRICULTOR: LUCILA COTRINA SANCHEZ – COMITÉ LA CRUZ



**DEL FRUTO:**

- 1.-Color del fruto inmaduro: verde
- 2.-Forma del fruto: elíptica
- 3.-Forma del ápice: obtuso
- 4.-Rugosidad del fruto: ligero
- 5.-Constricción basal: ausente
- 6.-Grosor de la cascara: grueso
- 7.-Disposición de un par de lomos: equidistantes.
- 8.-Profundidad de surcos: superficial

**DE LA PRODUCTIVIDAD:**

- 1.-Tamaño de fruto: mediano
- 2.-Tamaño de semilla: grande
- 3.-#Semillas por fruto: 36
- 4.-Peso fresco de semilla/mazorca: 104 gr
- 5.-Peso seco de semilla: 45gr. / 1000.
- 6.-Índice de mazorca: 23

**DE LA SEMILLA:**

- 1.-Forma en sección longitudinal: elíptica
- 2.-Forma en sección transversal: aplanada
- 3.-Color de cotiledón: morado

**SABORES BASICOS Y ESPECIFICOS DE LA PULPA:**

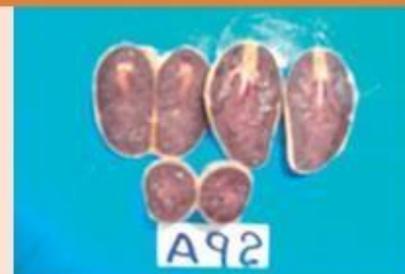
- 1.-Dulzura: medio
- 2.-Acidez: medio
- 3.-Amargor: medio
- 4.-Astringencia: muy bajo
- 5.-Floral: medio
- 6.-Frutal: medio

**GEOREFERENCIACION:**

Punto 294 UTM 9369685 17M 787302 MSNM 766

CAP-92

AGRICULTOR: WILMER ACUÑA CERVANTESZ – COMITÉ NARANJOS ALTO



**DEL FRUTO:**

- 1.-Color del fruto inmaduro: verde
- 2.-Forma del fruto: oblongo
- 3.-Forma del ápice: obtuso
- 4.-Rugosidad del fruto: ligero
- 5.-Constricción basal: ausente
- 6.-Grosor de la cascara: grueso
- 7.-Disposición de un par de lomos: pareados.
- 8.-Profundidad de surcos: intermedia

**DE LA PRODUCTIVIDAD:**

- 1.-Tamaño de fruto: grande
- 2.-Tamaño de semilla: mediano
- 3.-#Semillas por fruto: 47
- 4.-Peso fresco de semilla/mazorca: 151gr
- 5.-Peso seco de semilla: 72gr. / 1000.
- 6.-Índice de mazorca: 13

**DE LA SEMILLA:**

- 1.-Forma en sección longitudinal: elíptica
- 2.-Forma en sección transversal: redondeada
- 3.-Color de cotiledón: morado

**SABORES BASICOS Y ESPECIFICOS DE LA PULPA:**

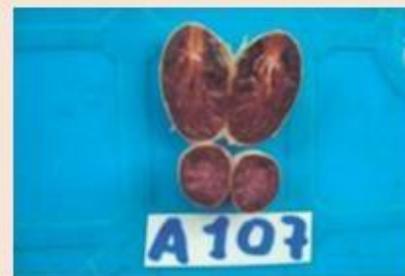
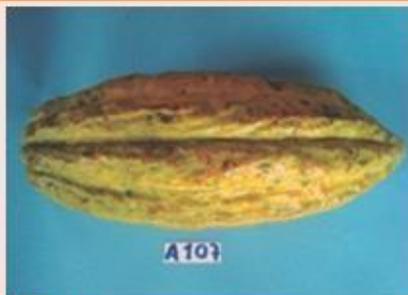
- 1.-Dulzura: medio
- 2.-Acidez: medio
- 3.-Amargor: medio
- 4.-Astringencia: muy bajo
- 5.-Floral: medio
- 6.-Frutal: alto

**GEOREFERENCIACION:**

Punto 255 UTM 9366982 17M 793670 MSNM 739

CAP-107

AGRICULTOR: JULIA DIAZ FERNANDEZ – COMITÉ DIAMANTE BAJO



**DEL FRUTO:**

- 1.-Color del fruto inmaduro: verde
- 2.-Forma del fruto: elíptico
- 3.-Forma del ápice: obtuso
- 4.-Rugosidad del fruto: intermedio
- 5.-Constricción basal: ausente
- 6.-Grosor de la cascara: grueso
- 7.-Disposición de un par de lomos: pareados.
- 8.-Profundidad de surcos: intermedia

**DE LA PRODUCTIVIDAD:**

- 1.-Tamaño de fruto: grande
- 2.-Tamaño de semilla: mediano
- 3.-#Semillas por fruto: 30
- 4.-Peso fresco de semilla/mazorca: 128 gr
- 5.-Peso seco de semilla: 44gr. / 1000.
- 6.-Índice de mazorca: 24

**DE LA SEMILLA:**

- 1.-Forma en sección longitudinal: elíptica
- 2.-Forma en sección transversal: redondeada
- 3.-Color de cotiledón: morado

**SABORES BÁSICOS Y ESPECÍFICOS DE LA PULPA:**

- 1.-Dulzura: medio
- 2.-Acidez: medio
- 3.-Amargor: medio
- 4.-Astringencia: muy bajo
- 5.-Floral: medio
- 6.-Frutal: alto

**GEOREFERENCIACION:**

Punto 307 UTM 9369438 17M 794708 MSNM 1982

CAP-125

AGRICULTOR: EDISON RAMOS ROCILLO –COMITÉ LA CRUZ



**DEL FRUTO:**

- 1.-Color del fruto inmaduro: verde
- 2.-Forma del fruto: elíptico
- 3.-Forma del ápice: obtuso
- 4.-Rugosidad del fruto: ligero
- 5.-Constricción basal: ausente
- 6.-Grosor de la cascara: intermedia
- 7.-Disposición de un par de lomos: pareados.
- 8.-Profundidad de surcos: intermedia

**DE LA PRODUCTIVIDAD:**

- 1.-Tamaño de fruto: grande
- 2.-Tamaño de semilla: mediano
- 3.-#Semillas por fruto: 48
- 4.-Peso fresco de semilla/mazorca: 105 gr
- 5.-Peso seco de semilla: 55gr. / 1000.
- 6.-Índice de mazorca: 16

**DE LA SEMILLA:**

- 1.-Forma en sección longitudinal: elíptica
- 2.-Forma en sección transversal: intermedia
- 3.-Color de cotiledón: morado y blanco

**SABORES BASICOS Y ESPECIFICOS DE LA PULPA:**

- 1.-Dulzura: alto
- 2.-Acidez: bajo
- 3.-Amargor: medio
- 4.-Astringencia: muy bajo
- 5.-Floral: alto
- 6.-Frutal: alto

**GEOREFERENCIACION:**

Punto 248 UTM 9370149 17M 786939 MSNM 795

## Anexo 7: Registro fotográfico de diferentes etapas de la investigación



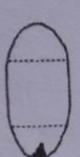
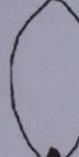
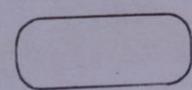
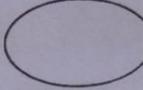
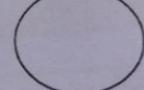
**Fotografía 1.** Evaluación de variables dasométricas de árboles seleccionados.



**Fotografía 2.** Cosecha y toma de muestras de mazorcas de cacao.



**Fotografía 3.** Evaluación física de mazorcas de cacao fino de aroma en función a descriptores del cultivo.

		Equidistante ( )		Paralelos ( X )		
		Superficial ( X )		Intermedio ( X )		
				Profundo ( )		
ILLA	DESCRIPTOR					
al	<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  <p><input type="checkbox"/> Oblonga</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p><input type="checkbox"/> Elíptica</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p><input type="checkbox"/> Ovada</p> </div> <div style="text-align: center;">  </div> </div>					
rsal	<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  <p><input type="checkbox"/> Aplanada</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p><input type="checkbox"/> Intermedia</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p><input type="checkbox"/> Redondeada</p> </div> </div>					

**Fotografía 4.** Evaluación física de granos en función a descriptores del cultivo.



**Fotografía 5.** Evaluación sensorial de cacao nativo fino de aroma en las instalaciones de CEPROAA.



**Fotografía 6.** Fermentación de muestras de cacao bajo la técnica de Microfermentadores.



**Fotografía 7.** Secado de muestras de cacao nativo fino de aroma en las instalaciones de CEPROAA.



**Fotografía 8.** Evaluación de secado de muestras de cacao nativo fino de aroma.



**Fotografía 9.** Evaluación física de granos de cacao en laboratorio.



**Fotografía 10.** Muestras de cacao listas para evaluación química.



**Fotografía 11.** Prueba de corte y evaluación de la calidad física de granos del cacao.



**Fotografía 12.** Evaluación de acidez titulable en muestras de cacao nativo fino de aroma de la zona nor oriental de Amazonas.