

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
FACULTAD DE AGRONOMÍA**



TESIS

**CARACTERIZACIÓN BOTÁNICO-AGRONÓMICA DE SEIS CLONES
DE CACAO (*Theobroma cacao* L.) DE LA COLECCIÓN MENDIS
PAREDES EN CASTILLO GRANDE**

Para obtener el título profesional de
INGENIERO AGRÓNOMO

Elaborado por
LUIS EDUARDO JUSTO DOMÍNGUEZ

Tingo María – Perú

2019



"Año de la Lucha contra la corrupción y la impunidad"

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS N° 028-2019-FA-UNAS

BACHILLER : LUIS EDUARDO JUSTO DOMINGUEZ

TÍTULO : CARACTERIZACION BOTÁNICA-AGRONÓMICA DE 6 CLONES DE CACAO (*Theobroma cacao* L.) DE LA COLECCIÓN MENDIS PAREDES (CMP) EN EL DISTRITO DE CASTILLO GRANDE – TINGO MARIA.

JURADO CALIFICADOR

PRESIDENTE : Ing. MSc. LUIS F. GARCIA CARRION

VOCAL : Ing. LUZ E. BALCAZAR TERRONES

VOCAL : Ing. JAIME J. CHAVEZ MATIAS

ASESOR : Ing. MSc. JORGE ADRIAZOLA DEL AGUILA

FECHA DE SUSTENTACIÓN : 25 de julio del 2019

HORA DE SUSTENTACIÓN : 7:00 pm


LUGAR DE SUSTENTACIÓN : SALA DE AUDIOVISUALES DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA


CALIFICATIVO : MUY BUENO

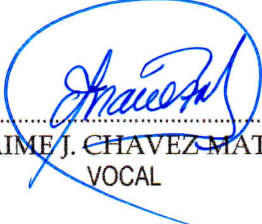
RESULTADO : APROBADO

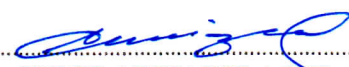
OBSERVACIONES A LA TESIS: EN HOJA ADJUNTA

TINGO MARÍA, 25 de julio del 2019.


.....
Ing. MSc. LUIS F. GARCIA CARRION
PRESIDENTE


.....
Ing. LUZ E. BALCAZAR TERRONES
VOCAL


.....
Ing. JAIME J. CHAVEZ MATIAS
VOCAL


.....
Ing. MSc. JORGE ADRIAZOLA DEL AGUILA
ASESOR



AGRADECIMIENTOS

- A la Universidad Nacional Agraria de la Selva – Tingo María y docentes-investigadores de la Facultad de Agronomía, por sus valiosos conocimientos recibidos durante mi carrera profesional.
- A Ing. M.Sc. Jorge Luis Adriazola del Águila (Patrocinador), por su dirección y asesoría permanente durante la ejecución de la tesis.
- A los miembros del Jurado de tesis: Ing. M.Sc. Luis F. García Carrión (Presidente) y miembros del Jurado: Ing. Luz Balcázar Terrones e Ing. Jaime Chávez Matías, por sus sugerencias para la ejecución de la tesis.
- A Ing. Mendis Paredes Arce, productor de cacao del Fundo “Alborada” por el uso del material genético, facilidades prestadas y asesoramiento durante la ejecución de la tesis.
- A mis compañeros de pre-grado: Leynes Quiróz Hidalgo, Lucio Lima Pachacámac, Jampier Escalante Meza y todas aquellas personas que directa o indirectamente me alentaron para culminar con éxito esta tesis.

INDICE GENERAL

I.	INTRODUCCIÓN.....	9
II.	REVISIÓN DE LITERATURA.....	11
	2.1 Generalidades del cacao.....	11
	2.2 Diversidad genética y recursos fitogenéticos.....	12
	2.3 Caracterización morfológica.....	13
	2.4 Caracterización agronómica.....	15
III.	MATERIALES Y METODOS.....	17
	3.1 Campo del productor.....	17
	3.1.1 Ubicación.....	17
	3.1.2 Registros meteorológicos.....	17
	3.2 Material genético y procedencia.....	17
	3.3 Componentes en estudio	18
	3.4 Tratamientos en estudio.....	18
	3.5 Determinación de las variables en estudio.....	19
	3.6 Análisis estadístico.....	24

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	25
4.1 De la caracterización morfológica.....	25
4.2 De la caracterización agronómica.....	27
4.3 Del análisis de similaridad varietal.....	36
V. CONCLUSIONES.....	38
VI. RECOMENDACIONES.....	39
VII. RESUMEN.....	40
VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	41
IX. ANEXO.....	50

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	Pág.
1. Datos meteorológicos registrados en la Estación meteorológica “José Abelardo Quiñonez (Abril-Agosto, 2017).....	18
2. Identificación y procedencia geográfica de seis clones de cacao de la CMP.....	18
3. Lista de descriptores morfológicos de frutos y semillas de cacao.....	19
4. Caracterización morfológica de la mazorca de seis clones de cacao de la CMP.....	25
5. Caracterización morfológica de la semilla seca de seis clones de cacao de la CMP.....	26
6. Valores estadísticos de longitud, diámetro y número de semillas por mazorca de seis clones de cacao de la CMP.....	27
7. Valores estadísticos de peso fresco, peso seco, peso seco de 01 semilla seca e índice de mazorca de seis clones de cacao de la CMP.....	30
8. Matriz de correlación lineal entre la productividad y sus componentes asociados de seis clones de cacao de la CMP.....	33
9. Productividad de grano estimada (kg ha ⁻¹) de seis clones de cacao de la CMP.....	34
10. Valores de longitud, diámetro y número de semillas por mazorca de seis clones de cacao de la CMP.....	51
11. Valores del peso fresco, peso seco, peso de 01 semilla e índice de mazorca de seis clones de cacao de la CMP.....	53

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Pág.
1. Forma básica de la mazorca.....	20
2. Constricción basal de la mazorca.....	20
3. Forma del ápice de la mazorca.....	20
4. Rugosidad de la mazorca.....	20
5. Forma de la semilla en sección longitudinal.....	21
6. Forma de la semilla en sección transversal.....	21
7. Color de cotiledones de la semilla.....	21
8. Longitud de semilla seca de seis clones de cacao de la CMP.....	28
9. Diámetro de semilla seca de seis clones de cacao de la CMP.....	28
10. Número de semillas/mazorca de seis clones de cacao de la CMP....	28
11. Peso fresco de semilla de seis clones de cacao de la CMP.....	31
12. Peso seco de semilla de seis clones de cacao de la CMP.....	31
13. Peso seco de 01 semilla de seis clones de cacao de la CMP.....	31
14. Índice de mazorca (IM) de seis clones de cacao de la CMP.....	31
15. Productividad de grano (kg ha ⁻¹) estimada de seis clones de cacao de la CMP.....	35

16. Dendrograma de similaridad de seis clones de cacao de la CMP en base a la distancia euclidiana y el ligamiento promedio.....	36
17. Clones de cacao. A (CMP-06), B (CMP-15) y C (CMP-81).....	55
18. Clones de cacao. A (CMP-91), B (CMP-99) y C (CMP-102).....	56
19. Caracterización y evaluación en laboratorio.....	57
20. Visita del Ing. M.Sc. Luis F. García Carrión, Pdte. Jurado Tesis.....	57
21. Croquis del campo experimental con parcelas de los seis clones de cacao de la CMP.....	58

I. INTRODUCCION

El grano de cacao es un “commodity” (materia prima) que se produce en los países tropicales de América del Sur, Centroamérica, África y Asia; siendo Costa de Marfil, Ghana, Nigeria, Indonesia, India, Brasil y Ecuador, los principales productores (ROMERO, 2016), y que se exporta para su transformación y comercialización a los países industrializados de Norte América (USA) y Unión Europea (U.E)

A nivel mundial, menos del 8% de la producción anual corresponde a los cultivares de cacao finos de aroma. A pesar de que nuestro país es considerado por la ICCO (Organización Internacional del Cacao) como productor de cacao fino de aroma; sin embargo, la mayor parte del área cultivada está sembrada por el clon CCN-51 de calidad corriente y materiales genéticos segregantes.

Afortunadamente existen cultivares nativos y naturalizados de buena productividad y de superior calidad organoléptica que han sido seleccionados y propagados en pequeñas plantaciones pero que son poco conocidos y carecientes de información científica de sus caracteres botánicos – agronómicos, que son necesarios para su identificación y propagación a gran escala.

La existencia de material genético superior en parcelas de los productores en diferentes regiones del Perú, necesita urgentemente ser caracterizada, evaluada y documentada. El uso de los descriptores morfológicos estándar para estudiar tanto los caracteres cualitativos como cuantitativos, particularmente aquellos de los órganos reproductivos (flores, frutos y semillas), permite por un lado, seleccionar genotipos superiores con buena productividad y calidad de almendra para una región y, por otro lado, garantizar su identidad genética.

En Tingo María, el cacao ha sido un cultivo colonizador cuya productividad promedio es 800 kg ha⁻¹ aproximadamente. Por lo tanto, se necesita incrementar la productividad mediante el uso de clones de alto potencial productivo y calidad

organoléptica; así como, de aumentar la producción y rentabilidad, haciéndolo más competitivo y sostenible.

Motivados por conocer y difundir los atributos morfoagronómicos superiores asociados con la productividad de los materiales genéticos seleccionados por el Ing. Mendis Paredes Arce que han sido propagados a pequeña escala, y conocidos como “Colección Mendis Paredes” (CMP), se planificó este estudio con los siguientes objetivos:

Objetivo general

Caracterizar mediante descriptores morfoagronómicos y determinar el grado de similitud de seis clones de cacao de la Colección Mendis Paredes (CMP).

Objetivos específicos

1. Caracterizar los atributos morfológicos cualitativos de mazorcas y semillas de seis clones de cacao de la CMP.
2. Caracterizar los atributos agronómicos cuantitativos de mazorcas y semillas asociadas con la productividad de seis clones de cacao de la CMP.
3. Determinar el grado de similitud de los seis clones de cacao de la CMP, mediante el análisis de agrupamientos.

II. REVISION DE LITERATURA

2.1 Generalidades del cacao

El cacao es una especie neotropical originaria de la Amazonía Alta de América del Sur que comprende los países de Perú, Ecuador, Colombia y Brasil. Antiguamente la cultura Azteca lo consideraban "El alimento de los Dioses", cuya etimología es theo = Dios y broma = alimento. Luego fue llevado por los españoles a Europa y África donde se diseminó. Costa de Marfil y Ghana lideran la producción de cacao convencional y Perú es el segundo productor mundial de cacao orgánico (ROMERO, 2016)

Los diversos tipos de cacao que hoy se cultivan se han originado durante el proceso de domesticación sometidos a las fuerzas evolutivas de la selección natural, aislamiento geográfico, mutación y sistema de reproducción sexual predominantemente alógama (SORIA, 1987)

El género *Theobroma* comprende 22 especies nativas del nuevo mundo y la especie cacao se distribuye en América desde el sur de México hasta Brasil y Bolivia (WOOD y LASS, 1985). Según LEÓN (1987), la especie cacao lo clasifica jerárquicamente según las siguientes categorías taxonómicas :

Reino	: Plantae
División	: Espermatofita
Sub-división	: Arquiclamídea
Clase	: Angiospermae
Sub-clase	: Dicotiledónea
Orden	: Malvales
Familia	: Esterculiáceae
Tribu	: Bitnerieae
Sección	: Eutheobroma
Género	: <i>Theobroma</i>
Especie	: <i>Theobroma cacao</i> L.

Actualmente, se ha reportado que *Theobroma cacao* L., pertenece a la familia Malvácea en *sensu lato* y por tanto ya no incluida en la familia Esterculiácea. Tanto el Jardín Botánico Real de Edimburgo como el Grupo de Filogenia de las Angiospermas (PAOLETI *et al.*, 2009), la familia Malvácea está conformada por las subfamilias: Malvácea en *sensu stricto*, Esterculiácea, Bombacácea y Tiliácea (Motamayor y Lanaud, 2002; Sounigo *et al.*, 2005; Lachenaud *et al.*, 2007; Guiltinan *et al.*, 2008, citado por CHÍA, 2009)

2.2 Diversidad genética y recursos fitogenéticos

La diversidad genética del cacao comprende “el conjunto de poblaciones nativas, domesticadas y silvestres, con distinto origen genético y grado evolutivo; que ocupan nichos ecológicos específicos y que teniendo características semejantes y distintivas, se muestran variables o diferentes” (GARCÍA, 2007; GARCÍA, 2017)

Desde hace varias décadas se conocen tres grupos o tipos de cacao, el “Forastero” de la Amazonía muy diverso y rico en genes de resistencia a enfermedades, rendimiento y en cierta extensión calidad; el “Criollo” de Centroamérica desde México hasta Venezuela y Colombia caracterizado por su buen sabor, y el “Trinitario” que resultó de una cruce natural Criollo x Forastero. LACHENAUD *et al.* (1997) propuso una clasificación en cuatro complejos germoplásmicos naturales: Criollo, Amazonas o Forastero del Alto Amazonas, Guyanas o Forastero del Bajo Amazonas y Nacional (LÓPEZ *et al.*, 2011). Una última clasificación basada en marcadores moleculares microsatélites ha sido propuesta por MOTAMAYOR *et al.* (2008) que comprende 10 grupos germoplásmicos o conglomerados (GARCÍA, 2017)

La diversidad genética es el componente básico de la biodiversidad y se define como “las variaciones heredables que ocurren en cada organismo, entre los individuos de una población, y entre las poblaciones dentro de una especie”. Su conocimiento resulta de vital importancia para la conservación *in situ* y *ex situ*,

el avance de la genética evolutiva, la sostenibilidad y la productividad agrícola (PIÑERO, 2008)

Por su parte, los recursos genéticos vegetales según el Consejo Internacional para los Recursos Fitogenéticos (IBPGR, en inglés), “representan la materia viviente que puede propagarse sexual o asexualmente; tienen un valor actual o potencial para la alimentación, agricultura o forestería, pudiendo ser cultivares primitivos (razas locales), cultivares obsoletos, cultivares modernos; poblaciones en proceso de mejora genética, poblaciones silvestres y especies relacionadas (ANON, 1981)

Los centros de investigación de Costa Rica y Trinidad han desarrollado metodologías de colección y evaluación de germoplasma de cacao usando criterios de selección ya sea para la producción (n° mazorcas/clon, n° semillas/mazorca, índice de semilla e índice de mazorca), o para la resistencia a las principales enfermedades (KENNEDY *et al.*, 1987; TOXOPEUS, 1987)

Cuando un material genético se colecta o se introduce y cuando alcanza la etapa productiva, las mazorcas constituyen los materiales de siembra para otros agricultores pero sin control de la polinización, ocurriendo recombinación entre las poblaciones nativas y las introducidas. Después, los flujos de mazorcas y semillas entre fincas, intensifican la recombinación genética originando poblaciones mucho más variables donde es posible seleccionar genotipos superiores (RONDON, 2000)

La variabilidad fenotípica que ostentan las plantas en las poblaciones silvestres o cultivadas constituyen los recursos fitogenéticos. Las muestras representativas deben ser conservadas como colecciones de germoplasma y cuya caracterización y evaluación son imprescindibles para los estudios de mejoramiento genético (DE CASTRO y BARTLEY, 1983)

2.3 Caracterización morfológica de cacao

La caracterización de las especies vegetales a través del uso de descriptores, al igual que la de otros organismos vivos tiene como objetivos: a) la identificación o determinación, b) la sistemática, c) el análisis de la diversidad genética, d) la gestión de bancos de germoplasma, e) la definición de nuevas variedades, y f) la búsqueda de marcadores de caracteres agronómicos y moleculares (GONZÁLEZ-ANDRÉS, 2001)

Tradicionalmente la comunidad científica ha enfatizado el problema de la falta de caracterización y evaluación de las colecciones de germoplasma que no cuentan con suficientes datos para la documentación (Frankel y Brown, 1984, citado por ABADIE y BERRETA (2001)

Se entiende por caracterización a “la descripción de la variación que existe en una colección de germoplasma, en términos de caracteres morfológicos y fenológicos de alta heredabilidad; es decir, características cuya expresión es poco influenciada por el ambiente” (Hinthum van, 1995, citado por ABADIE y BERRETA (2001)

En la caracterización de germoplasma y/o cultivares comerciales de cacao con fines de identificación, conservación y documentación, se utilizan los descriptores morfológicos. Estos deben ser los más discriminativos y taxonómicamente útiles que eviten la redundancia fenotípica (BEKELE *et al.*, 2006). Por su facilidad de observación, confiabilidad de resultados y su relación con el valor agronómico se usan generalmente los descriptores de semillas. Los descriptores y el *modus operandi* de la caracterización de mazorcas y semillas de cacao han sido reportados por BEKELE y BEKELE (1996) y BEKELE y BUTLER (2000)

Las técnicas comúnmente utilizadas en la discriminación de fenotipos de cacao se centran en el análisis de los descriptores que pueden ser detectados a simple vista y que la expresión sea mínimamente afectada por el ambiente. Los

órganos más importantes para la descripción morfológica son la flor y la mazorca, y en importancia decreciente, el tronco y las ramas (ENRÍQUEZ, 1991)

Se ha sugerido el uso de 26 descriptores morfológicos para caracterizar las accesiones de germoplasma de cacao. Aparte del valor agronómico, los descriptores de naturaleza cualitativa de flores, mazorcas y semillas, por su alta heredabilidad y valor taxonómico, son útiles en la caracterización e identificación de germoplasma (ENGELS *et al.*, 1986; BEKELE *et al.*, 2006).

2.4 Caracterización agronómica de cacao

La caracterización y selección de árboles élite en las fincas de los productores consiste en la obtención de información de los caracteres morfológicos y de productividad de los genotipos previamente seleccionados con el fin de obtener semilla local de calidad y para propagar y mejorar las plantaciones (ARCINIEGAS, 2005)

La cantidad de mazorcas por árbol es un importante indicador de la productividad del cacao. Según el IPGRI (2000) el número de mazorcas necesarias para calcular el índice de mazorca (IM), es 20. El IM está influenciado por factores genéticos, ambientales y edad del árbol. Un bajo valor de IM implica menor número de mazorcas por quebrar para obtener una mejor cosecha (Soria, 1966, citado por TAHI *et al.*, 2007), mientras que un alto valor implica más mazorcas por quebrar para obtener la misma cosecha. Por otro lado, el Índice de semilla (IS) se define como el peso promedio (g) de 100 semillas fermentadas y secas (IPGRI, 2000)

En Brasil se ha reportado que progenies de las cruzas: ICS-1 x ICS-6; ICS-1 x SCA-6, e ICS-6 x SCA-6, produjeron 938, 2,540 y 3,108 kg ha⁻¹, respectivamente, cuando se evaluaron del 8° al 12° año después de la siembra (WOOD y LASS, 1985)

En Nicaragua la caracterización morfológica y productiva de 100 árboles élites de cacao usando 32 descriptores morfológicos del árbol, mazorca y semilla,

se reporta que el peso promedio de la mazorca fue 683.1 g y 39 semillas por mazorca. El árbol ID-287 tuvo el mayor número de semillas por mazorca (NUS=49); mientras que el ID-356 tuvo mayor peso de una semilla (PES=2.4 g) y el ID-365, el menor índice de mazorca (IM=11) (AYESTAS, 2009)

En Costa Rica, se ha reportado que de 56 cruces interclonales de cacao evaluados, 18 alcanzaron rendimientos que sobrepasaron los 1,000 kg ha⁻¹ de cacao seco. Asimismo, se logró identificar en la progenie árboles híbridos promisorios, tales como el árbol 1776 (PA-121 x EET-400) que fue el más productivo con 4.3 kg de cacao seco y el árbol 194 (CC-210 x PA-169) con 3.3 kg de cacao seco, entre otros (MORERA y MORA, 1992)

En México también se han reportado árboles híbridos promisorios donde algunos sobrepasaron los 2.0 kg/árbol que procedieron de cruces: UF-613 x IMC-67, con 3.9 kg (árbol 384); POUND-7 x EET-48, con 2.9 kg (árbol 13), y RIM-2 x EET-48, con 2.5 kg (árbol 155) (LÓPEZ, 2003)

En Perú, la caracterización y evaluación de 28 árboles híbridos de diferente origen genético se concluye que los árboles: M-17,18 (U-68 x ICS-95), M-6,16 (ICS-95 x U-58) y M-11,8 (ICS-39 x U-45), produjeron 5.0, 4.0 y 3.4 kg/árbol, respectivamente, siendo los más productivos; mientras que M-1,7 (H-12 x ICS-6), M-1,6 (H-12 x ICS-6), e I-1,14 (ICS-95 x ICS-6), destacaron por sus menores índices de mazorca, con 14, 16 y 17, respectivamente (GARCÍA y GUARDA, 2009)

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Campo del productor

3.1.1 Ubicación

El estudio se ejecutó en el fundo “Alborada” de propiedad del Ing. Mendis Paredes Arce, ubicado en la margen izquierda del río Huallaga en el distrito de Castillo Grande, provincia Leoncio Prado, región Huánuco. Sus coordenadas geográficas son:

UTM : 8482450.07

18L : 408155.56

Altitud : 670 m.s.n.m.

Esta zona de vida corresponde a un bosque húmedo pre-montano subtropical, según la clasificación de Holdridge (1965)

3.1.2 Registros meteorológicos

Los datos meteorológicos registrados de Marzo a Agosto en la Estación meteorológica “José Abelardo Quiñónez” de Tingo María, se muestran en el Cuadro 1. Dicho cuadro evidencia una temperatura media de 25.7 °C, humedad relativa media de 84 % y una precipitación media de 179.8 mm durante los seis meses de ejecución del estudio (Marzo-Agosto, 2017), que están dentro del rango normal para cultivar cacao sin ocurrencia de estrés climático.

3.2 Material genético y procedencia

El material genético evaluado consistió de seis clones de cacao, pertenecientes a la Colección Mendis Paredes (CMP), colectados de cinco sectores, dos del valle río Apurímac – Ene (Ayacucho), tres del Cusco y uno de Huánuco sembrados en el fundo “Alborada” del distrito de Castillo Grande. La

identificación y procedencia geográfica del material genético colectado se muestra en el Cuadro 2

Cuadro 1. Datos meteorológicos registrados durante la ejecución del estudio (Marzo-Agosto, 2017)

Mes	Temperatura (°C)			Precipitación (mm)	Humedad Relativa (%)
	Máxima	Mínima	Media		
Marzo	30.5	22.1	26.3	195.4	86
Abril	30.1	17.5	23.8	58.4	83
Mayo	32.0	20.7	26.3	111.9	82
Junio	31.6	20.2	25.9	175.4	84
Julio	31.1	20.5	25.8	217.6	85
Agosto	30.6	21.5	26.0	319.9	84
Promedio	31.0	20.4	25.7	179.8	84

Fuente: Estación meteorológica "José Abelardo Quiñónez", Tingo María

Cuadro 2. Identificación y procedencia geográfica de seis clones de cacao – CMP

N°	Clon	Sector / Departamento
1	CMP-06	Villa Virgen / Cusco
2	CMP-15	Palmapampa / Ayacucho
3	CMP-81	Sivia / Ayacucho
4	CMP-91	Kimbiri / Cusco
5	CMP-99	Pichari / Cusco
6	CMP-102	Afilador / Huánuco

Fuente: Ing. Mendis Paredes Arce

3.3 Componentes en estudio

Comprende un solo componente: varietal: seis clones de cacao - CMP

3.4 Tratamientos en estudio

Comprende seis clones de cacao (CMP) y que se listan a continuación:

T1= CMP-06

T2= CMP-15

T3= CMP-81

T4= CMP-91

T5= CMP-99

T6= CMP-102

3.5 Determinación de las variables en estudio

3.5.1 Caracterización morfológica

Con este propósito se utilizó la lista de descriptores morfológicos estándar de mazorcas y semilla adaptada de la Universidad de las Indias Occidentales, de Trinidad y Tobago y que se muestra en el Cuadro 3, Figuras 1, 2, 3, 4, 5, 6 y 7.

Cuadro 3. Lista de descriptores morfológicos de frutos y semillas de cacao

FRUTO (MAZORCA)
Forma básica: 1 = oblonga, 2 = elíptica, 3 = abovado, 4 = esférico, 5 =oblato,6 = ovada
Constricción basal: 0 = ausente, 1 = ligero, 2 = intermedio, 3 = fuerte
Forma del ápice: 1 = atenuado, 2 = agudo, 3 = obtuso, 4 = redondeado, 5 = apezonado, 6 = dentado
Rugosidad: 1 = ausente, 3 = ligero, 5 = intermedio, 7 = fuerte
Antocianina en el lomo: 0 = ausente, 1 = presente
Longitud (cm): n=30
Diámetro (cm) : n=30
Número de semillas/mazorca: n= 30
SEMILLA
Forma en sección longitudinal: 1= oblonga, 3 = elíptica, 5= ovada, 7= irregular
Forma en sección transversal: 1= aplanada, 3= intermedia, 5 = redondeada
Color de cotiledones: 1= blanco, 3 = violeta, 5 = morado
Peso de semilla fresca (g): n=30
Peso de semilla seca (g): n=30

Fuente: BEKELE Y BUTLER (2000)



1: oblonga 2: elíptica 3: abovado 4: esférico 5: oblato 6: ovada

Figura 1. Forma básica de la mazorca (GARCIA, 2010)



0̄: ausente 1̄: ligero 2̄: intermediō 3̄: fuerte

Figura 2. Constricción basal de la mazorca (GARCIA, 2010)



1: atenuado 2: agudo 3: obtuso 4: redondeado 5: apezonado 6: dentado

Figura 3. Forma del ápice de la mazorca (GARCIA, 2010)



1: ausente 3: ligero 5: intermedio 7: fuerte

Figura 4. Rugosidad de la mazorca (GARCIA, 2010)



1: oblonga

3: elíptica

5: ovada

7: irregular

Figura 5. Forma de la semilla en sección longitudinal (GARCIA, 2010)

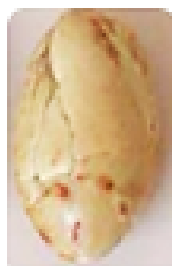


1: aplanada

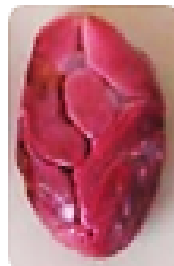
3: intermedia

5: redondeada

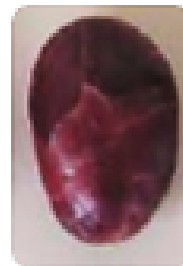
Figura 6. Forma de la semilla en sección transversal (FST)



1: blanco



3: violeta



5: morado

Figura 7. Color del cotiledón de la semilla (CCS)

3.5.2 Caracteres agronómicos

a. Longitud de la mazorca (LOM)

Para la determinación de la longitud de la mazorca de cada clon se usó también una regla graduada (cm), midiendo desde la base hasta el ápice de la mazorca usando un tamaño de muestra de $n=30$

b. Diámetro de la mazorca (DIM)

Para la determinación del diámetro de la mazorca de cada clon se usó una regla graduada (cm), midiendo en la parte más ancha de la mazorca usando un tamaño de muestra de $n=30$

c. Numero de semillas por mazorca (NSE)

Se determinó haciendo el contaje de las semillas de cada mazorca de cada clon usando un tamaño de muestra de $n=30$

d. Peso fresco de la semilla (PFS)

Antes de su determinación, las semillas frescas de cada clon se desmucilagino con aserrín, se lavaron dos veces, se dejaron orear por 30 minutos, y luego se pesaron en una balanza digital (g), usando una muestra de $n=30$

e. Peso seco de las semillas (PSS)

Antes de su determinación, las semillas frescas de cada clon se secaron en una estufa a 90°C por 8 horas, se dejó enfriar por 20 minutos en un recipiente de vidrio cerrado y luego se pesó en una balanza digital (aprox. 0.1 g), usando una muestra de $n=30$

f. Índice de mazorca (IM)

Para la determinación del índice de mazorca (IM) se utilizó la siguiente fórmula:

$$IM = 1000 / NSE \times PSS \dots\dots\dots WOOD \text{ y LASS (1985)}$$

Este valor (IM) también se puede obtener dividiendo el número de mazorcas sanas entre el peso de la semilla seca. Además, para la calificación del IM de los clones se tomó como referencia la escala propuesta por GARCÍA (2009) que se presenta líneas abajo:

CALIFICACIÓN	VALOR
Muy Bajo	: < 16
Bajo	: 16 – 21
Intermedio	: 22 – 32
Alto	: 33 – 43
Muy Alto	: > 43

h. Productividad estimada (PE) (kg/clon/año)

Por diversos motivos al no poder controlar la cosecha y determinar individualmente la producción de cada clon, esta variable fue estimada considerando dos supuestas situaciones: la primera, con un número de 40 mazorcas cosechadas sanas (cosecha media) y la segunda, con un número de 60 mazorcas cosechadas (cosecha alta) por clon/parcela/año. Con este propósito, se usaron los valores promedios del NSE, PSS e IM. Para la determinación se usó la siguiente fórmula:

$$PE \text{ (kg/árbol)} = NUM / IM \text{ (GARCÍA, 2009)}$$

Donde:

NUM= número de mazorcas / árbol

IM= índice de mazorca.

3.6 Análisis estadístico

Con los datos de las variables cuantitativas se calcularon estadísticos de tendencia central (promedio) y de dispersión (desviación estándar, coeficiente de variabilidad y rango). Además, se calcularon coeficientes de correlación de Pearson para relacionar la productividad y sus componentes asociados.

Mientras que con los datos de las variables cualitativas codificadas numéricamente, según estados del descriptor, se elaboró una matriz básica de datos (M.B.D) que fue utilizada para el análisis de agrupamientos con el fin de determinar el grado de similaridad (parentesco) entre los seis clones en base a la distancia Euclidiana y el método de encadenamiento del Ligamiento promedio.

Para todos estos cálculos y determinaciones se utilizó el software PAST (2006), ver. 5.0 y verificado con el software MINITAB (2010), ver. 16

IV. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1 De la caracterización morfológica

En el Cuadro 4 se muestran los resultados de la caracterización morfológica cualitativa de mazorcas y semillas de seis clones de cacao de la Colección Mendis Paredes (CMP) registrados de Marzo a Agosto del 2017.

Cuadro 4. Caracterización morfológica de la mazorca de seis clones de cacao de la CMP.

Clon	Mazorca				
	FBM	CBM	FAM	RUM	ALM
CMP-06	Elíptica	Intermedio	Atenuado	Ausente	Presente
CMP-15	Elíptica	Ligero	Agudo	Intermedio	Presente
CMP-81	Oblonga	Intermedio	Agudo	Intermedio	Presente
CMP-91	Esférico	Ausente	Obtuso	Ausente	Presente
CMP-99	Oblonga	Ligero	Atenuado	Ligero	Presente
CMP-102	Elíptica	Ausente	Atenuado	Ligero	Presente

FBM= forma básica de mazorca
RUM= rugosidad de mazorca

CBM= constricción basal de mazorca
ALM= antocianina en lomo de la mazorca

FAM= forma del ápice de mazorca

El perfil morfológico cualitativo de la mazorca basado en el valor modal (uni, bi o trimodal) obtenido es el siguiente: FBM= elíptica (unimodal), CBM= ausente, ligero e intermedio (trimodal), FAM= atenuado y agudo (bimodal), RUM= ausente, ligero e intermedio (trimodal) y ALM= presente (unimodal)

Si bien esta pequeña población clonal (seis clones) posee una baja o moderada similaridad en sus caracteres morfológicos cualitativos de mazorca, por ahora, no se conoce la magnitud de sus caracteres cuantitativos que son de mayor variación y estructura genética heterogénea.

ROJAS *et al.* (2015), estudiando tres pequeñas poblaciones de cacao: “Blanco” (Piura), “Criollo de montaña” (Junín) y “Chuncho” (Cusco), reporta algunas similitudes y diferencias morfológicas entre caracteres de mazorca y semilla que son propias del lugar de origen y no extrapolables a otras poblaciones

de otras regiones. En nuestro estudio, si bien estos clones proceden de Cusco, Ayacucho y Huánuco, existe mayor cercanía geográfica entre los clones CMP-15 y CMP-81 (Ayacucho) y entre estos dos con CMP-99 (Ayacucho), pero no entre CMP-6 (Cusco) y CMP-102 (Huánuco), cuya similitud fenotípica se deba probablemente a la compartición de genes de un ancestro común cuya semilla llegó a Huánuco por la actividad antropogénica.

En el Cuadro 5 se muestran los resultados de la caracterización morfológica cualitativa de semillas de seis clones de cacao de la Colección Mendis Paredes (CMP) registrados de Marzo a Agosto del 2017.

Cuadro 5. Caracterización morfológica de la semilla seca de seis clones de cacao de la CMP.

Clon	Semilla		
	FSL	FST	CCS
CMP-06	Ovada	Aplanada	Morado
CMP-15	Ovada	Intermedia	Morado
CMP-81	Elíptica	Aplanada	Morado
CMP-91	Ovada	Intermedia	Morado
CMP-99	Oblonga	Aplanada	Morado
CMP-102	Ovada	Aplanada	Morado

FSL = forma longitudinal de semilla FST= forma transversal de semilla CCS= color de cotiledón

El perfil morfológico de la semilla que está basado en el valor modal (uni, bi o tri) modal es el siguiente: FLS=ovada (unimodal), FST=aplanada (unimodal) y CCS= morada (unimodal). Los caracteres FST y CCS son comunes en el grupo genético Forastero del Alto Amazonas (ESKES y LANAUD, 2001; GARCÍA, 2017), no obstante, también pueden ser exhibidos por el grupo Trinitario pero nunca en el grupo genético Criollo (TOXOPEUS, 1969)

Los caracteres de semilla para los otros dos caracteres (FLS y FTS), no mostraron marcada variación. Aun cuando estos clones denominados “criollos” podrían coincidir en alguno de estos dos caracteres, independientemente de su origen geográfico se pueden atribuir a sus orígenes genéticos probablemente descendientes de cruces Forastero x Trinitario (GARCÍA, 2017)

4.2 De la caracterización agronómica

En el Cuadro 6 se muestran los resultados de la caracterización cuantitativa y estadísticos de tendencia central y dispersión de tres variables de mazorca de seis clones de cacao de la Colección Mendis Paredes (CMP), 2017.

Cuadro 6. Valores estadísticos de la longitud, diámetro y número de semillas/mazorca de seis clones de cacao de la CMP.

Clon	Longitud de mazorca (cm)	Diámetro de mazorca (cm)	Número de semillas/mazorca
CMP-06	17.6	8.1	30.7
CMP-15	20.8	8.7	27.7
CMP-81	22.0	7.8	27.9
CMP-91	18.1	11.1	37.1
CMP-99	20.8	8.6	40.1
CMP-102	18.5	9.2	37.4
Promedio	19.62	8.92	33.5
Max – Min	22.0 - 17.6	11.1 - 7.8	40 - 28
Desv. estándar.	1.79	1,18	5.38
CV (%)	9.1	11.2	16.1

En el Cuadro 6, Figura 8 con relación a la longitud de la mazorca (LOM), éste osciló de 17.6 (CMP-06) hasta 22.0 (CMP-81) con un promedio de 19.6 cm; mientras que con el diámetro de mazorca (DIM) osciló de 7.8 (CMP-81) hasta 11.1 (CMP-91) con un promedio de 8.9 cm (Figura 9). En cuanto al número de semillas/mazorca (NSM), éste osciló de 28 (CMP-15 y CMP-81) hasta 40 (CMP-99), con un promedio de 33.5 semillas (Figura 10), siendo este carácter de mayor variación. En general, los coeficientes de variación fueron muy buenos y buenos considerando que han sido obtenidos de ensayos de campo. Aquí merece destacar la potencialidad productiva de los clones CMP-99, CMP-102 y CMP-91 que exhibieron un buen número de semillas (mayor de 35) y que podrían ser considerados árboles madres tal como lo sugiere AYESTAS (2009), y también el buen tamaño (longitud) de sus mazor

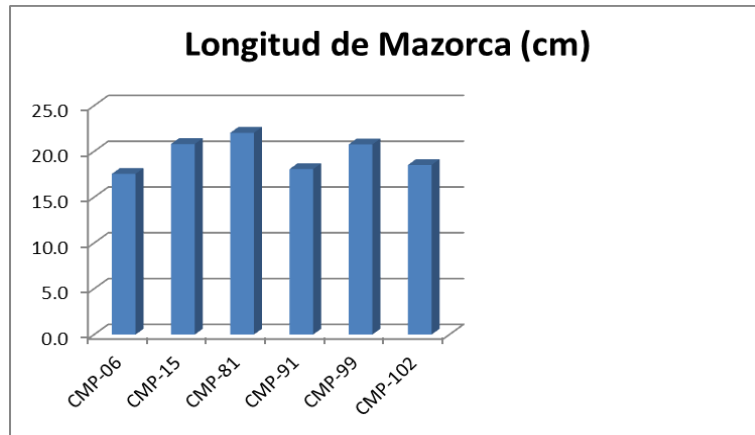


Figura 8. Longitud de mazorca (LOM) de seis clones de cacao de la CMP

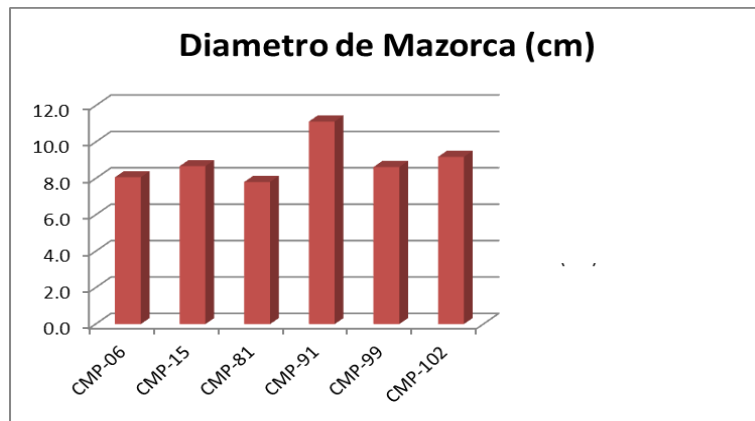


Figura 9. Diámetro de mazorca (DIM) de seis clones de cacao de la CMP

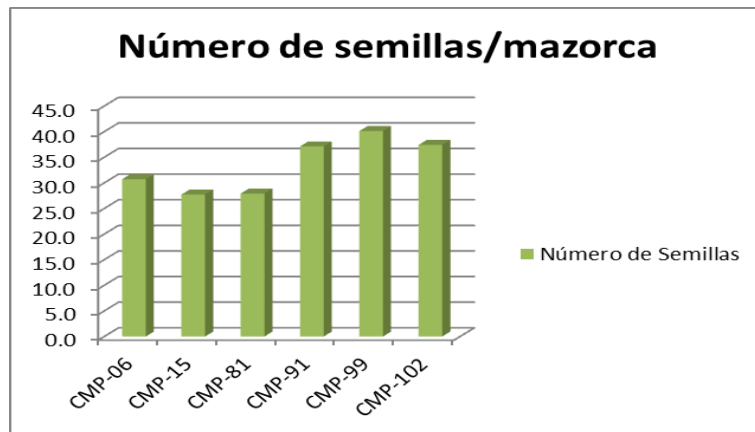


Figura 10. Número de semillas por mazorca (NSM) de seis clones de cacao de la CMP.

La mayor variación del carácter NSM comparado con los caracteres cuantitativos (LOM y DIM), si bien es inherente al genotipo, es también inestable y afectado por el ambiente aún dentro del mismo cultivar si se compara con el número de óvulos/ovario (LÓPEZ *et al.*, 1988)

Un estudio de árboles madres reporta que el número de semillas por mazorca tuvo 39 semillas en promedio, ocupando el primer lugar el árbol IDL-287 con 49 semillas cuando se estableció como criterio de selección que la mazorca deben tener más de 35 semillas (AYESTAS, 2009). Asimismo, ARCINIEGAS (2005) señala que 35 semillas por mazorca es un buen indicador del rendimiento; mientras que GARCÍA y GARCÍA (2016), proponen un valor igual o mayor de 36 semillas por mazorca. En este estudio como solo tres clones reúnen este requisito, merecerían ser objeto de selección.

Otro estudio taxonómico intraespecífico de 48 clones de cacao de la colección Ucayali-Urubamba en Tingo María, reporta un rango de número de semillas por mazorca de 28-51, destacando los clones U-21, U-12 y U-36 con 44, 45 y 51, respectivamente (GUERRERO, 2005).

En el Cuadro 7 se muestran los resultados de la caracterización cuantitativa y estadísticos de tendencia central y dispersión de tres variables de semilla e índice de mazorca de seis clones de cacao de la Colección Mendis Paredes (CMP).

Con relación al peso fresco de semillas (PFS) mostrado en el Cuadro 7, Figura 11, éste osciló de 30.1 (CMP-81) hasta 59.9 (CMP-102) con un promedio de 42.4 g; mientras que el peso seco de semillas (PSS) osciló de 23.4 (CMP-81) hasta 34 (CMP-102) con un promedio de 27 g (Figura 12). Con respecto al peso de 1 semilla seca (P1S), éste osciló de 0.59 (CMP-99 y CMP-15) hasta 0.95 (CMP-99), con un promedio de 0.82 g (Figura 13). Y, en cuanto al índice de mazorca (IM), éste osciló de 29.4 (CMP-102) hasta 42.5 (CMP-81), con un promedio de 37.5 (Figura 14). Si bien el coeficiente de variación fue mayor para el PFS y menor para el IM, estos valores son normales para los ensayos de campo.

Cuadro 7. Valores estadísticos del peso fresco, peso seco, peso seco de 1 semilla e índice de mazorca de seis clones de cacao de la CMP.

Clon	Peso fresco Semillas/mazorca (g)	Peso seco de Semillas/mazorca (g)	Peso seco de 01 semilla (g)	Índice de mazorca (IM)
CMP-06	42.4	27.1	0.87	37.1
CMP-15	35.5	26.7	0.95	37.6
CMP-81	30.1	23.4	0.84	42.5
CMP-91	42.0	27.3	0.74	36.5
CMP-99	44.7	23.5	0.59	42.2
CMP-102	59.9	34.0	0.92	29.4
Promedio	42.43	27.00	0.82	37.55
Max - Min	59.90 - 30.10	34.00 - 23.40	0.95 - 0.59	42.5 - 29.4
Desv.estánd.	10.11	3.86	0.13	4.77
CV (%)	23.8	14.3	15.8	12.7

En el Cuadro 7 merece destacar el potencial genético de los clones CMP-102 y CMP-91 para productividad aun cuando los IM no fueron bajos siendo calificados de intermedio y alto, respectivamente, según la escala propuesta por GARCÍA (2009)

Si bien se ha señalado que el peso de una semilla (P1S) es un buen indicador de la productividad, es necesario seleccionar clones con semillas medianas o grandes, ya que las semillas pequeñas pueden quemarse durante el tostado (Guzmán, 1997, citado por AYESTAS (2009). AYESTAS (2009) ha reportó un índice de semilla promedio de 1.4 g y que varió de 0.98 g (árbol ID-269) a 2.4 g (árbol ID-356). ARCINIEGAS (2005), también reporta un índice de semilla promedio de 1.2 g en clones de cacao ligeramente inferior al encontrado por AYESTAS (2009) en los árboles superiores de Waslala (Nicaragua).

Otro estudio realizado en la República Dominicana reporta que el cacao Trinitario (IML-92), tuvo la mayor productividad (6 kg/árbol) con un índice de mazorcas de 12.5 e índice de semilla de 1.6 g (VENTURA y GONZALEZ, 2013). En este estudio, ninguno de los clones superó el valor mínimo de 1 g requerido por la industria del chocolate y derivados y no merecerían ser considerados puesto que no reúnen el criterio (mayor de 1 g) propuesto por AYESTAS (2009).

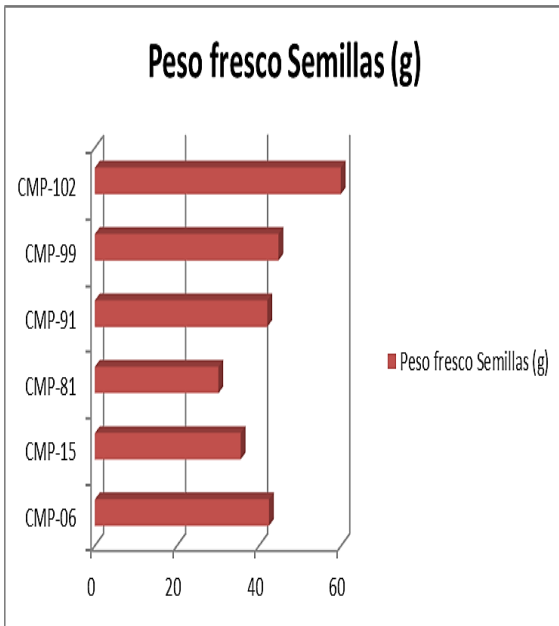


Figura 11. Peso fresco de semillas de seis clones de cacao de la CMP

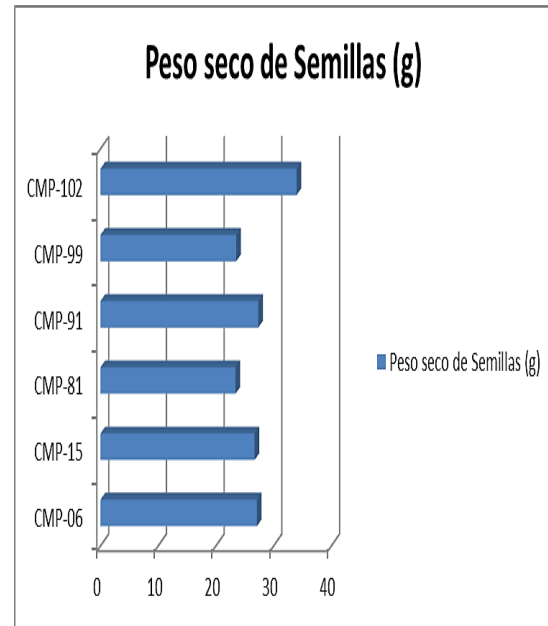


Figura 12. Peso seco de semillas de seis clones de cacao de la CMP

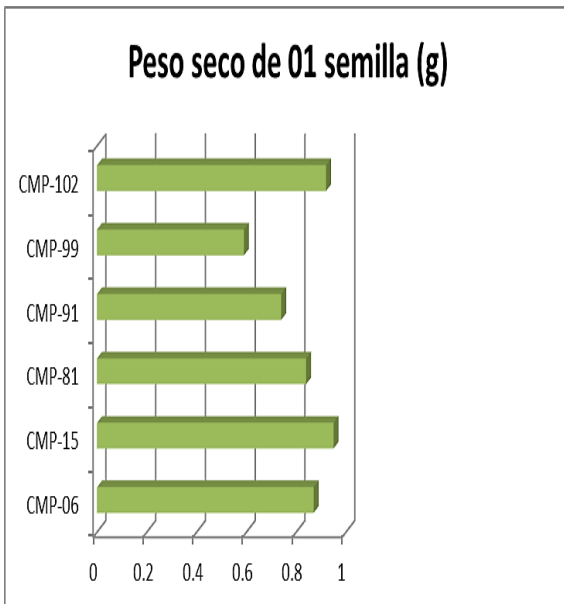


Figura 13. Peso seco de 1 semilla de seis clones de cacao de la CMP

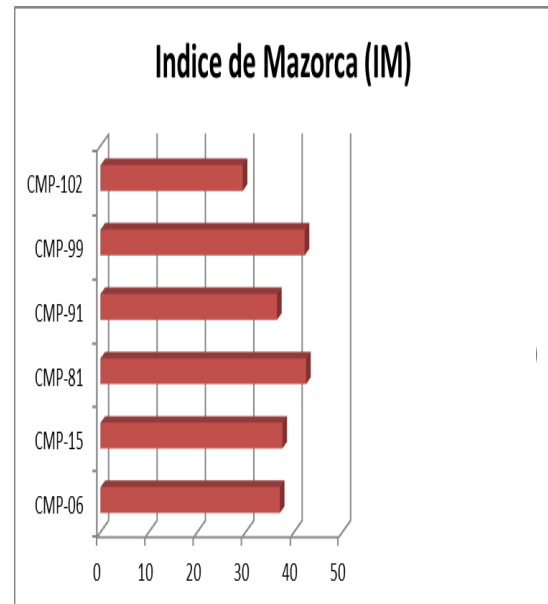


Figura 14. Índice de mazorca de seis clones de cacao de la CMP

Otro estudio realizado en la República Dominicana reporta que el cacao Trinitario (IML-92), tuvo la mayor productividad (6 kg/árbol) con un índice de mazorcas de 12.5 e índice de semilla de 1.6 g (VENTURA y GONZALEZ, 2013). En este estudio, ninguno de los clones superó el valor mínimo de 1 g requerido por la industria del chocolate y derivados y no merecerían ser considerados puesto que no reúnen el criterio (mayor de 1 g) propuesto por AYESTAS (2009). Quizás el CMP-15 y el CMP-102 cuyos valores que son muy cercanos a 1 g podrían ser admitidos por los procesadores agroindustriales.

El IM es un parámetro que depende principalmente de la variancia genética aditiva y es altamente heredable (RAMIREZ y ENRIQUEZ, 1994). Un bajo IM es deseable pues está asociado con el tamaño grande de la semilla y el alto número de semillas, y también como indicador del buen potencial productivo de los cultivares de cacao (WOOD y LASS, 1985).

MORENO (2018) encontró árboles superiores de cacao cuyos IM tuvieron un rango de 16-21, donde se incluyeron los árboles N2, M1 y N3, con IM, de 21.5, 21.6 y 21.7; teniendo el árbol N4 un IM=10.8, siendo el mejor y con mayor potencial genético por productividad. También AYCACHI (2008) evaluando 21 clones de la colección Internacional-B del Banco de germoplasma de Tingo María, encontró una amplia variación para el peso de semilla seca que osciló de 0.8-2.1 g, destacando los clones EET-19, EET-62 y EET-103 con 2.1, 1.8 y 1.6 g, respectivamente.

Asimismo, los clones TARS-14 (SCA-6 x EET-62), TARS-31 (SCA-6 x EET-62) y TARS-34 (UF-668 x Pound-7), tuvieron los más altos pesos de semilla seca/año con 1.60, 1.54 y 1.48 g sin diferencias estadísticas entre ellos (GOENAGA *et al.*, 2009).

Aunque para Ecuador un clon es ideal cuando el IM = 15 pudiendo aceptar hasta 20 o un poco más, en Brasil no es posible encontrarlo pues en la mayoría de los clones el IM está por encima de 30, que es aceptable para estas poblaciones (PAULIN y ESKES, 1995). SOLIS *et al.* (2007) reporta que el índice

de mazorca (IM) varió de 10 a 28.7. El híbrido PA-169 x RIM-117 presentó un IM=10; mientras que el híbrido UF-273 x SCA-6 requirió más de 25 mazorcas, siendo el estándar internacional para el IM=25 mazorcas. Un bajo IM está asociado con un buen tamaño y alto número de semillas, y reduce los costos de cosecha.

En el Cuadro 8 se presenta los coeficientes de correlación lineal entre la productividad y sus componentes asociados de mazorca y semilla de seis clones de cacao de la CMP.

Cuadro 8. Matriz de correlación lineal entre la productividad y sus componentes asociados de seis clones de cacao de la CMP.

Variable	PRO	LOM	DIM	NUS	PFS	PSS	P1S	IM
PROD	1							
LOM	-0.657**	1						
DIM	0.472**	-0.500**	1					
NUS	0.287	-0.343*	0.528**	1				
PFS	0.795**	-0.592**	0.313*	0.703**	1			
PSS	0.989**	-0.623**	0.342*	0.259	0.824**	1		
P1S	0.417*	-0.124	-0.291	-0.689**	-0.007	0.465**	1	
IM	-0.994**	0.677**	-0.401**	-0.247	-0.799**	-0.994**	-0.477**	1

Para $n = 48$, se tiene $(n-2)$ gl = 46. Los valores de $t \alpha \leq 0.05 = 0.288$ y $t \alpha \leq 0.01 = 0.372$

PRO= productividad

LOM= longitud de mazorca

DIM= diámetro de mazorca

NUS= número semillas/mazorca

PFS= peso fresco de semilla

PSS= peso seco de semilla

P1S= peso de 01 semilla

IM= índice de mazorca

Correlaciones positivas y altamente significativas de mayor importancia se obtuvo entre la PRO/PSS ($r=0.989$), PFS/PSS ($r=0.824$), PRO/PFS ($r=0.795$), NUS/PSF ($r=0.703$), LOM/IM ($r=0.677$) y DIM/NUS ($r=0.528$); mientras que correlaciones negativas altamente significativas se obtuvieron entre la PRO/IM ($r=-0.994$), PSS/IM ($r=-0.994$), PFS/IM ($r=-0.799$), NUS/P1S ($r=-0.689$) y PRO/LOM ($r=-0.657$); en cambio, correlaciones positivas cercanas a cero se obtuvieron entre PFS/P1S ($r=-0.007$) y LOM/P1S ($r=-0.124$), que se interpretan como ausencia de asociación lineal entre ellas.

VÁSQUEZ y GARCÍA (2005) evaluando 20 genotipos de cacao de distinto origen genético encontraron una correlación positiva y altamente significativa entre PFS/PSS ($r=0.96$) y una correlación significativa entre PFS/NUS ($r=0.51$); mientras que MORENO (2018), encontró una correlación negativa altamente significativas entre PES/IM ($r=-0.930$), similar a lo encontrado en este estudio. Atanda (1971) y de Castro y Bartley (1983), citado por VÁSQUEZ y GARCÍA (2005), reportaron que el PFS es un componente importante que influencia positivamente en la productividad del cacao.

Cuando se quiere obtener más efectividad en la selección, el uso de caracteres correlacionados resulta efectivos cuando el carácter deseable es difícil de seleccionar, bien sea, por su difícil identificación, medición o baja heredabilidad (Goldenberg, 1968, citado por VÁSQUEZ y GARCÍA, 2005).

En el Cuadro 9, Figura 15 se presenta la productividad estimada (kg ha^{-1}) de seis clones de cacao de la CMP, con cosechas hipotéticas de 40 y 60 mazorcas sanas.

Cuadro 9. Productividad estimada (kg ha^{-1}) de seis clones de cacao de la CMP con 40 y 60 mazorcas/árbol cosechadas sanas

Clon	PE (kg/ha)	
	(n=40 mazorcas/árbol)	(n=60 mazorcas/árbol)
CMP-06	1,080	1,620
CMP-15	1,060	1,590
CMP-81	0,940	1,410
CMP-91	1,100	1,650
CMP-99	0,940	1,410
CMP-102	1,360	2,040

PE = producción estimada

Del Cuadro 9, Figura 15 se deduce que la productividad estimada (PE) de los seis clones evaluados con $n=40$ mazorcas cosechadas osciló de 940 kg ha^{-1} hasta $1,360 \text{ kg ha}^{-1}$ que correspondieron a los clones (CMP-81, CMP-99) y CMP-

102, respectivamente. El 67% de los clones evaluados supera el nivel crítico de 1.0 tn ha^{-1} ($1,000 \text{ kg ha}^{-1}$), que es considerada como una producción crítica para obtener rentabilidad de un cacaotal.

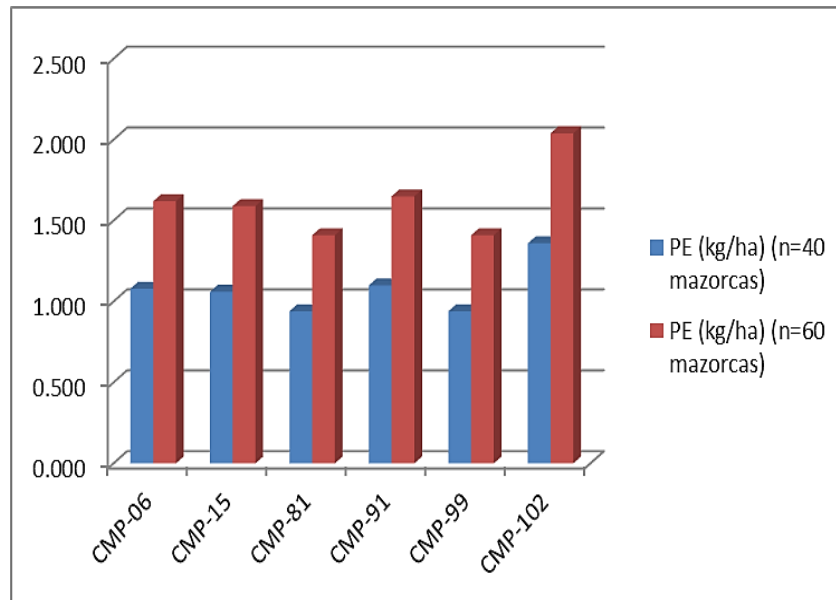


Figura 15. Producción estimada (kg ha^{-1}) de seis clones de cacao de la CMP con cosechas de 40 y 60 mazorcas/árbol

Mientras que con $n=60$ mazorcas cosechadas, la PE osciló de $1,410 \text{ kg ha}^{-1}$ a $2,040 \text{ kg ha}^{-1}$ que corresponden a los 3 clones mencionados. De modo similar el 67% de estos clones supera los $1,500 \text{ kg ha}^{-1}$; sin embargo, el clon CMP-102 al superar los $2,000 \text{ kg ha}^{-1}$ se puede considerar promisorio pudiendo ser difundido comercialmente y/o servir como progenitor en planes de cruzamiento futuro, si más adelante se confirma esta alta productividad.

Los árboles superiores indistintamente de su origen genético, sistema de propagación, edad y manejo agronómico, pueden ser más o menos productivos con relación a otros genotipos referenciales que son ampliamente conocidos (MORENO, 2018). Así de México, se reportan árboles híbridos promisorios que sobrepasaron los 2.0 kg/árbol procedentes de los cruces: UF-613 x IMC-67 (árbol 384), con 3.9 kg ; POUND-7 x EET-48 (árbol 13), con 2.9 kg y RIM-2 x EET-48 (árbol 155), con 2.5 kg (LÓPEZ, 2003).

QUIRÓZ y ELIZALDE (2013), señalan que para que un árbol de cacao que sea considerado élite éste debe cumplir los siguientes parámetros: a) número de mazorcas/árbol (>80), b) índice de mazorca (<20), c) índice de semilla (>1.1) y d) producción/árbol ($>3\text{kg}$). En este estudio, el mejor clon (CMP-102) con 2, 040 kg si bien no está cercano en cumplir con este último parámetro, no podría considerarse un árbol élite, sino más bien categorizarlo como árbol superior. Aunque es poco probable encontrar árboles élites de cacao que cumplan con todos estos exigentes parámetros, es posible encontrar árboles superiores que pueden superar ampliamente cualquier componente, v.g. el número de semillas/mazorca (> 36), como fue el caso de los clones CMP-99, CMP-102 y CMP-91, con NUS de 40.4, 37.4 y 37.1 semillas, respectivamente.

4.3 Del análisis de similaridad varietal.

El análisis de agrupamientos (AC) generó un dendrograma (Fig. 16) que a un nivel de 50% de similaridad solo muestra un agrupamiento IIB considerándose los clones CMP-102 y CMP-06 como similares fenéticamente; mientras que a un nivel de 75% se forman dos agrupamientos: I (CMP-15, CMP, 81 y CMP-99), y el II (CMP-6, CMP-102 y CMP-91), donde existe mayor afinidad fenética dentro de grupos y menor afinidad entre grupos, con un coeficiente cofenético, CCC=0.59

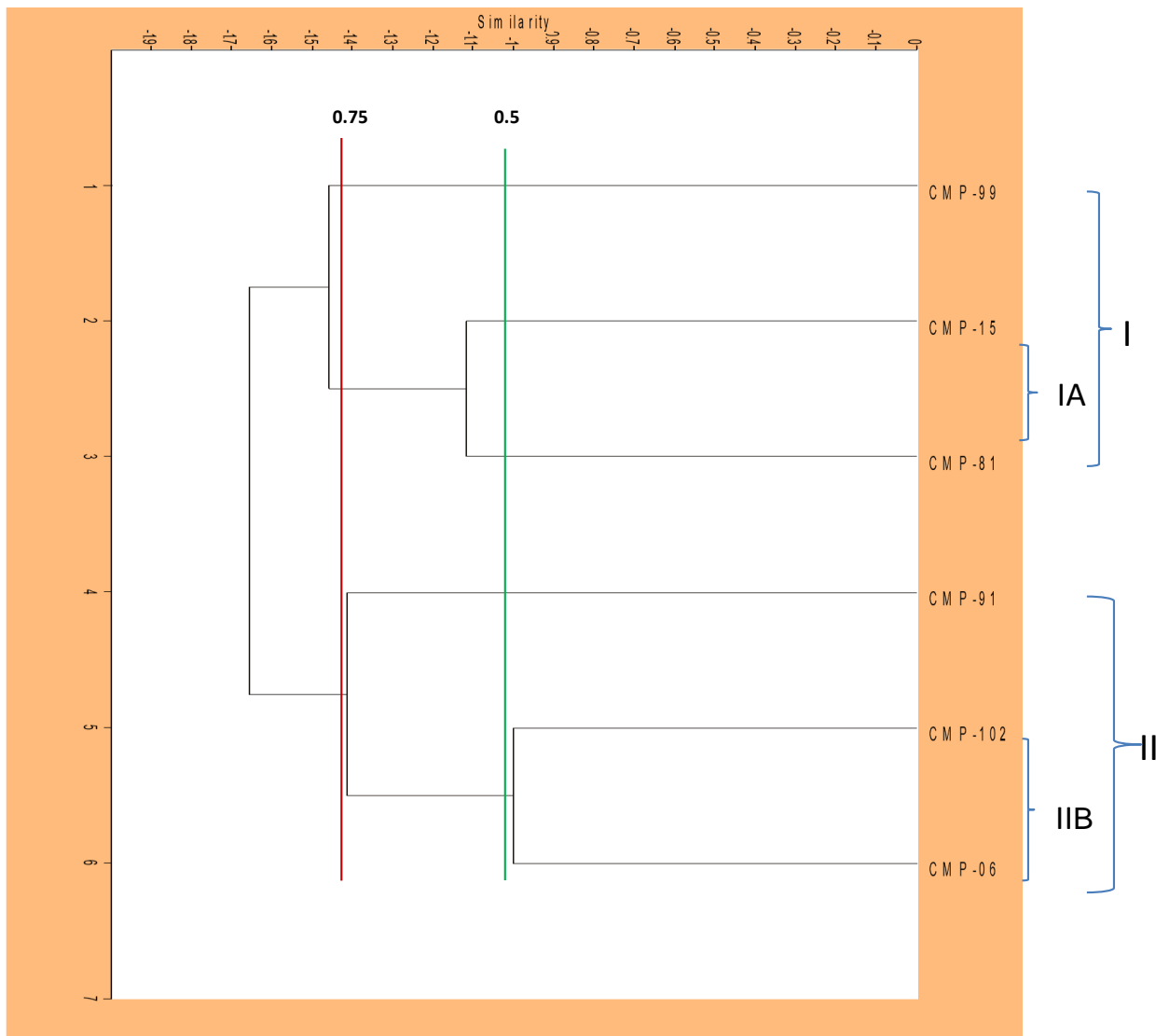


Figura 16. Dendrograma de similitud entre seis clones de cacao de la CMP, basada en la distancia euclidiana y el método del ligamiento promedio

El valor del $CCC=0.59$ refleja una correlación moderada que se interpreta como que no hubo buena representación de la matriz de afinidad por parte del dendrograma; sin embargo, un alto CCC es solo una medida de la poca distorsión de la técnica empleada y no necesariamente determina una buena o mala clasificación (CRISCI y LÓPEZ, 1983)

Como los clones de cacao son originados por libre polinización y proceden de seis poblacionales diferentes, la presión de selección (natural y/o

antropogénica) posibilita una ampliación de la base genética; por tanto es lógico esperar la existencia de una moderada o sustancial diversidad.

Las consistentes relaciones de similaridad/disimilaridad dentro y entre los dos agrupamientos de cacao resultantes de la caracterización morfológica, permite corroborar la mayor proximidad (afinidad) genética entre los clones cusqueños con sus homólogos ayacuchanos. La moderada similitud entre los clones CMP-102 (Huánuco) y CMP-06 (Cusco) se puede explicar por la compartición de genes iguales por descendencia procedente de un árbol ancestral transportado por la actividad antropogénica.

Cuando no existe suficiente correlación entre los datos morfológicos esto se puede deber a: a) un número reducido de caracteres morfoagronómicos, y b) al bajo poder discriminante de muchos de ellos; por consiguiente, se debería emplear un mayor número de caracteres morfo-agronómicos seleccionados por su buen poder discriminante.

V. CONCLUSIONES

Las conclusiones más importantes del estudio de caracterización botánico-agronómico preliminar son los siguientes:

1. La caracterización morfológica cualitativa de los seis clones de cacao de diferente procedencia geográfica muestran, con excepción de la antocianina en el lomo de la mazorca (ALM) y el color del cotiledón de la semilla (CCS), una baja a moderada variación fenotípica.
2. La caracterización agronómica cuantitativa de seis clones de cacao muestran, con excepción del peso fresco de semilla (PFS) y el número de semilla/mazorca (NUM), un coeficiente de variación de 23.8% y 16.1%, respectivamente; mientras que los demás caracteres tuvieron un bajo coeficiente de variación.
3. El dendrograma resultante del análisis de agrupamientos a un nivel de 50% de similitud, mostró un solo agrupamiento (IIB) constituido por los clones CMP-102 y CMP-06; mientras que a un nivel de 75% dos agrupamientos: I (CMP-15, CMP-81 y CMP-99), y II (CMP-06, CMP-102 y CMP-91), de acuerdo a su afinidad fenética.
4. Correlaciones positivas y altamente significativas se obtuvieron entre PRO/PSS ($r=0.989$), PFS/PSS ($r=0.824$), PRO/PFS ($r=0.795$) y NUS/PSF ($r=0.703$); y correlaciones negativas altamente significativas entre PRO/IM ($r=-0.994$), PSS/IM ($r=-0.994$), PFS/IM ($r=-0.799$) y NUS/P1S ($r=-0.689$)

VI. RECOMENDACIONES

En base a las conclusiones arribadas en este estudio y para futuros estudios morfo-agronómicos se proponen las siguientes recomendaciones:

1. Planificar y ejecutar otro estudio de caracterización morfoagronómica incluyendo otros caracteres (cualitativos y cuantitativos) discriminantes de órganos reproductivos que permitan verificar su identidad genética.
2. Monitorear por tres años consecutivos la productividad y estabilidad de los clones estudiados antes de decidir por su propagación y difusión en plantaciones comerciales.
3. Gestionar la incorporación del clon CMP-102 al Banco de germoplasma de cacao de la UNAS para su conservación y utilización futura.

VII. RESUMEN

Con la finalidad de caracterizar mediante descriptores morfoagronómicos y determinar el grado de similaridad de clones de cacao de la Colección Mendis Paredes (CMP), se realizó este estudio de Marzo a Agosto, 2017 en el sector "Alborada". El material genético estuvo constituido por seis clones colectados en Cusco (3), Ayacucho (2) y Huánuco (1). Con este propósito se utilizó una lista de descriptores morfológicos y agronómicos de Trinidad y Tobago, con 13 caracteres, ocho de mazorcas (5 cualitativos y 3 cuantitativos) y cinco de semillas (3 cualitativos y 2 cuantitativos). En el análisis estadístico univariado se utilizaron medidas de tendencia central y dispersión, para el bivariado, el coeficiente de correlación de Pearson y en el análisis multivariado, el análisis de agrupamientos utilizando la distancia euclidiana y el ligamiento promedio. Los resultados de la caracterización morfológica mostraron, con excepción de la ALM, y el (CCS), una baja a moderada variación fenotípica; en cambio, la caracterización agronómica mostraron, con excepción del PFS y el NUM, coeficiente de variación de 23.8% y 16.1%, respectivamente; mientras que otros tuvieron un bajo coeficiente de variación. El dendrograma a 0.75 de similaridad mostró dos grupos: I (CMP-15, CMP, 81 y CMP-99), y el II (CMP-6, CMP-102 y CMP-91), según su afinidad fenética. Correlaciones positivas y altamente significativas se obtuvieron entre PRO/PSS ($r=0.989$), PFS/PSS ($r=0.824$), PRO/PFS ($r=0.795$) y NUS/PSF ($r=0.703$); y correlaciones negativas altamente significativas entre PRO/IM ($r=-0.994$), PSS/IM ($r=-0.994$), PFS/IM ($r=-0.799$) y NUS/P1S ($r=-0.689$). A futuro debe ejecutarse otro estudio de caracterización morfoagronómica con caracteres discriminantes y monitorear por tres años la estabilidad productiva de estos clones antes de su propagación.

VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ABADIE, T y BERRETA, A. 2001. Caracterización y evaluación de recursos fitogenéticos. En: "Estrategia en Recursos Fitogenéticos para los Países del Cono Sur". PROCISUR, 2001. Uruguay. 8 p.
2. ANÓN. 1981. Genetic resources of cocoa. IBPGR Working Group on Genetic Resources of Cocoa, IBPGR Secretariat. Rome, Italy. 25 p
3. ARCINIEGAS, A.M. 2005. Caracterización de árboles superiores de cacao (*Theobroma cacao* L.) por el Programa de Mejoramiento Genético del CATIE, Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica. 125 p.
4. ARCINIEGAS, A.M. y PHILLIPS, W. 2006. Caracterización de genotipos superiores de cacao seleccionados por el Programa de Mejoramiento Genético del CATIE por su Rendimiento y/o Resistencia a Moniliasis. In: 15th International Cocoa Research Conference. Proceedings Acts. . COPAL. San José, Costa Rica.1: 21-25.
5. AYCACHI, M.S. 2006. Caracterización morfológica y relaciones de similitud fenotípica de 21 clones de cacao (*Theobroma cacao* L.) de la colección Introducida-B, en Tingo María. Tesis Ing. Agrónomo. Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo María, Perú. 66 p.
6. AYESTAS, E.D. 2009. Caracterización morfológica de 100 árboles promisorios de *Theobroma cacao* L. en Waslala. RAAN, Nicaragua. Tesis Ing. Agrónomo, UNA - Managua, Nicaragua. 57 p.
7. BEKELE F.L; BEKELE, I; BUTLER, D.R; BIDAISE, G. 2006. Patterns of morphological variation in a sample of cacao (*Theobroma cacao* L.) germplasm from the International Cacao Genebank, Trinidad. 53: 933-948.

8. BEKELE, F; BUTLER, D.R. 2000. Proposed of cacao descriptors for characterization. In: Working Procedures for Cacao Germplasm Evaluation and Selection. Eskes A.B., Engels J.M.M. and Lass R.A. (eds). Proceedings of the CFC/ICCO/IPGRI Project Workshop, February 1-6, 1998. IPGRI, Montpellier, France. Pp. 41- 48.
9. CHÍA, J.A. 2009. Caracterización molecular mediante marcadores ISSR de una colección de 50 árboles clonales e híbridos de cacao (*Theobroma cacao* L.) de la UNAS-Tingo María. Tesis Mag. Sc. en Biología Molecular. Lima, Perú. UNMSM. 135 p.
10. CRISCI, J.V. y LÓPEZ, M.F. 1983. Introducción a la teoría y práctica de la taxonomía numérica. Secretaria general de la Organización de los Estados Americanos (OEA). Monografía n.º 26. Serie Biología. Washington. D.C, USA. 132 p.
11. DE CASTRO, G.T.C. y BARTLEY, B.G.D. 1983. Caracterizado dos recursos genéticos de cacauero. Folha, fruto e semente das selecoes de Bahía dos series SIC e SIAL. *Theobroma* (B). Pp. 263 - 273.
12. DE LA CRUZ, M; WHITKUS, M; GÓMEZ-POMPA, R y MOTA-BRAVO, A. 1995. Origin of cacao cultivation. Mexico. 375: 542-543.
13. DÍAS, L.A.S (ed.). 2006. Genetic improvement of cacao. Editora da Univ. Fed. Viçosa, Viçosa, Minas Gerais, Brazil. 578 p.
14. EFRON, Y; EPAINA, P; TADE, E y MARFU, J. 2003. The relationship between vigor, yield and yield efficiency of cocoa clones planted at different densities. International Workshop on Cocoa Breeding for Improved Production Systems, INGENIC, 19-21 October 2003, Accra, Ghana, Pp. 92-102

15. ENGELS, J.M.M. 1986. The systematic description of cacao clones and its significance for taxonomy and plant breeding. Doctoral Thesis. Wageningen, Agricultural University. Países Bajos. 125 p.
16. ENRÍQUEZ, G. 1991. Características del cacao “Nacional” del Ecuador. Técnicas para el Manejo y Uso de los Recursos Genéticos Vegetales. INIAP. Quevedo. Ecuador. 120 p.
17. ESKES, B. y TAHI, M. 2006. Possibilities to simplify yield assessment in cocoa selection trials CFC/ICCO/Bioversity–INIAP Workshop on: “Collaborative and Participatory Approaches to Cocoa Variety Improvement”. CFC/ICCO/Bioversity. INIAP, Guayaquil, Ecuador. 55 p.
18. ESKES, B. y LANAUD, C. 2001. Cocoa. In: Tropical Plant Breeding. Charrier et al., (eds) CIRAD, France. p. 78-105.
19. GARCÍA, L.F. 2017. Catálogo de cultivares de cacao del Perú .DGCA-Minagri/DEVIDA. Lima, Perú.112 p.
20. GARCÍA, L.F. 2017. Recursos genéticos, genética y mejoramiento del cacao. UNAS, Tingo María, Perú. 147 p.
21. GARCÍA, L.F y GARCÍA, P.V. 2012. Identificación de árboles superiores de cacao: un método simplificado y participativo. DGCA-MINAG, Lima, Perú. 10 p.
22. GARCÍA, LF. 2010. Mejoramiento genético del cacao (*Theobroma cacao* L.): Situación actual y perspectivas futuras. Proceeding del I Congreso Peruano de Mejoramiento Genético y Biotecnología. EPG, UNA-La Molina, Lima, Perú. p. 139-141
23. GARCIA, L.F y GUARDA, D. 2009. Caracterización y evaluación de 28 árboles híbridos de cacao (*Theobroma cacao* L.), de distinto origen genético en

la Estación de Tulumayo. Informe de Investigación CIUNAS, Tingo María, Perú. 13 p.

24. GARCÍA, L.F. 2007. Diplomado en cultivos industriales tropicales. Cap. Mejoramiento Genético del Cacao. EPG/Facultad de Agronomía, UNAS, Tingo María, Perú. 26 p.
25. GARCÍA, L.F; GUARDA, D. y CHÁVEZ, J. 2004. Selection in terms of pod index and disease resistance of promising cocoa trees in Perú. INGENIC Newsletter, 2004, Perú. p. 21-24
26. GARCÍA, L.F y GUARDA, D. 2003. Evaluación de híbridos y árboles promisorios de cacao (*Theobroma cacao* L.) de distinto origen genético en la selva alta del Perú. Artículo de Investigación, 2003. CIUNAS, UNAS, Tingo María, Perú. 13 p.
27. GOENAGA, R; IRIZARRY, H y IRISH, B. 2009. TARS Series of cacao germplasm selections. HortScience, 44(3): 826-827.
28. GONZÁLEZ-ANDRÉS, F. 2001. La caracterización vegetal: objetivos y enfoques. En: Conservación y caracterización de Recursos Fitogenéticos. González-Andrés y Pita (eds.), p. 189-198
29. GUERRERO, J. 2005. Estudio taxonómico intra específico de 48 genotipos de Cacao (*Theobroma cacao* L.) de la colección Ucayali-Urubamba de la UNAS en la selva central de Perú. Tesis Ing. Agrónomo.. Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo María, Perú. 83 p.
30. INTERNATIONAL PLANT GENETIC RESOURCES INSTITUTE (IPGRI). 2000. Participatory approaches to the conservation and use of plant genetic resources. FAO, Rome, Italy. 65p.

31. KALOUSOVÁ, M. 2013. Morphological and genetic diversity of cacao (*Theobroma cacao* L.) in San Alejandro, Peruvian Amazon. Thesis M.Sc. Prague, Czech. Perú. 58p.
32. LEÓN, J. 1987. Botánica de los cultivos tropicales. IICA. San José, Costa Rica. 445p.
33. LÓPEZ, U.V; MONTEIRO, W.R; PIRES, J.L; CLEMENT, D; YAMADA, M.M y GRAMACHO, K.P. 2011. Cacao breeding in Bahía, Brazil - strategies and results. *Crop Breeding and Applied Biotechnology, Brazil*. 51: 73-81
34. LÓPEZ, O; ENRÍQUEZ, G; SORIA, J. 1988. Herencia del número de óvulos por ovario en *Theobroma cacao* L. *Rev. Turrialba, Costa Rica*. 38 (3): 163-167
35. LÓPEZ, R. 2003. Evaluación de árboles promisorios de cruces interclonales de cacao en el INIFAP. Tabasco, México. 14p.
36. MORENO, P. 2018. Identificación y selección de árboles promisorios de cacao (*Theobroma cacao* L.) con enfoque participativo en el distrito de Uchiza. Tesis Ing. Agrónomo. Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo María, Perú. 75p.
37. MORERA, J. y MORA, M. 1992. Comparación de 56 cruces interclonales de cacao en Pococí. *Turrialba, Costa Rica*. 41(4): 578-582
38. KENNEDY, A.J; LOCKWOOD, G; MOSSU, G; SIMMONDS, N.W. y TAN, G.Y. 1987. Cocoa breeding: past, present and future. *Cocoa Growers' Bulletin, Ghana*. 38: 71 - 78.
39. LACHENAUD, P. 1997. Genetic/taxonomic structuring of the *Theobroma cacao* L. species-fresh hypothesis. *INGENIC Newsletter*. 3: 10-11.

40. LEÓN, J. 1987. Botánica de los cultivos tropicales. 2 ed. IICA, San José, Costa Rica. 445 p.
41. LÓPEZ, R. 2003. Evaluación de árboles promisorios de cruces interclonales de cacao en el INIFAP Tabasco. México. 88p.
42. MARCANO, M.M; MORALES, S; HOYER, M.T; COURTOIS, B; RISTERUCCI, A.M; FOUET, O; PUGH, T; CROSS, E; GONZÁLEZ, V; DAGERT, M.A y LANAUD, C. 2009. Genome wide admixture mapping study for yield factors and morphological traits in a cultivated cocoa (*Theobroma cacao* L.) population. *Tree Genetics & Genomes*, Venezuela. 5:329-337
43. MORERA, J. y MORA, M. 1992. Comparación de 56 cruces interclonales de cacao en Pococí. Turrialba, Costa Rica. 41(4): 578-582
44. MOTAMAYOR, J.C; LACHENAUD, P; DA SILVA E MOTA, J.W; LOOR R, KUHN, D.N; BROWN, J.C; SCHNELL, J.R. 2008. Geographic and Genetic Population Differentiation of the Amazonian Chocolate Tree (*Theobroma cacao* L.). *PLOS ONE*, Chicago, USA. 3(10): 3311
45. PAOLETTI, R; POLI, A; CONTI, A y VISIOLI, F (eds). 2009. The Angiosperm Phylogeny Group. An update of the angiosperm phylogeny group classification for the orders and families of flowering plants APG II. In: *Chocolate and Health*. *Bot J Linn Soc.,USA*. 161:105-121
46. PALAEONTOLOGICAL STATISTICS (PAST). 2006. version 5.0 s.p.
47. PAULIN, D. y ESKES, A.B. 1995. Le cacaoyer: stratégies of sélection. *Plantations, recherche and développement, USA*. 2: 5 -18
48. PIÑERO, D. 2008. La diversidad genética como instrumento para la conservación y el aprovechamiento de la biodiversidad: estudios en

especies mexicanas. En: Capital natural de México, vol I: Conocimiento actual de la biodiversidad. México, p. 437-494.

49. QUIRÓZ, J. 1997. Recolección de genotipos y establecimiento de un banco de germoplasma de cacao Nacional en Ecuador. Boletín Técnico N°. 75 Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias, Estación Experimental Tropical Pichilingue, Quevedo. Ecuador. p. 3-8
50. QUIRÓZ, J. y ELIZALDE, M. 2013. Guía técnica del cultivo de cacao para la amazonia norte. INIAP-Quevedo, Ecuador. 63 p.
51. RAMÍREZ, L. y ENRÍQUEZ, G. 1984. Herencia de algunas características del fruto de cacao. En: 10º Conferencia Internacional de Investigación de Cacao. República Dominicana. p. 587-591
52. RENGIFO, L. 2002 Variabilidad genotípica y heredabilidad de caracteres biométricos de cacao (*Theobroma cacao* L.), de distinto origen genético. Tesis. Ing. Agr. Universidad Nacional Agraria se la Selva, Tingo María, Perú. 72p.
53. ROJAS, R; GARCÍA, L.F; CONDORI, D; RUIZ, C; ASENCIOS, E. 2014. Estudio del proceso de post-cosecha y caracterización morfológica-sensorial-molecular de 3 variedades de cacaos nativos de Piura, Junín y Cusco. APPCACAO/FINCYT/INNÓVATE PERÚ. Lima, Perú. 77 p.
54. ROMERO, C.A. 2016. Estudio del cacao en el Perú y el mundo: situación actual y perspectivas en el mercado nacional e internacional al 2015. MINAGRI-DGPA-DEEIA. Lima, Perú. 90 p.
55. RONDÓN, J.G. 2000. Mejoramiento genético del cacao. Programa Nacional de Cacao. En: Tecnología para el Mejoramiento del Sistema de Producción de Cacao. Tibaitatá, Columbia. Pp. 37-48

56. SIMMONDS, N.W. 1981. Principles of characterization and evaluation. In: International Conference on Crop Genetic Resources. Report of the FAO/UNEP/IBPGR, Roma, Italy. Pp. 33-35
57. SOLÍS, J.L; ZAMARRIPA, A; PECINA, V; GARRIDO, E y HERNÁNDEZ, E. 2007. Evaluación agronómica de híbridos de cacao (*Theobroma cacao* L.) para selección de alto rendimiento y resistencia en campo a moniliasis. Nicaragua. 23 p.
58. SORIA, J.V. 1987. Informes sobre los hallazgos de plantas de cacao silvestres en la Amazonía y cacao Criollo en Latinoamérica y México. I Foro Internacional. Cacao. FUPAD. San José, Costa Rica. p. 1 - 10.
59. SORIA, J.1978. Principal varieties of cacao cultivated in tropical América. Cocoa Growers' Bulletin, nº 15. Pp. 12-21
60. TAHI, G.M; N'GORAN, J.A.K; SOUNIGO, O; LACHENAUD, P y ESKESS, A.B. 2007. Efficacy of simplified methods to assess pod production in cocoa breeding trials. Ingenic Newsletter. USA. 11:7-11.
61. TOXOPEUS, H. 1969. Cacao. *Theobroma cacao* L. In: Outlines of perennial crop breeding in the tropics. Ferwerda y F. Wit (eds.). Wageningen, Pays-Bas. Veenman and Zonen. Pp. 79-109
62. VÁSQUEZ, H. y GARCÍA, L.F. 2005. Correlation and path coefficients analysis on pod and seeds of cocoa (*Theobroma cacao* L.). Proceeding of 4th Malaysian International Cocoa Conference: Sustainable Cocoa Economy through Increase in Productivity, Efficiency and Quality. Kuala, Lumpur, Malaysia, 2005. Pp. 410-417
63. VENTURA, M, y GONZÁLEZ, A. 2013. Selección de árboles de cacao (*Theobroma cacao* L.) por características de rendimiento e indicadores

de calidad. Revista Agropecuaria y Forestal (APF). Nota Técnica, 2(1): 65-68.

64. WOOD, G.A.R y LASS, R. 1988. Cocoa. 4 ed. Trop. Agric. Series. Longman, London,USA. 620 p.
65. ZHANG D; GARDINI, E.A; MOTILAL, L.A; BALIGAR, V.B; ZÚÑIGA-CERNADES, L; ARÉVALO-ARÉVALO, C.E; MEINHARDT, L. 2011. Dissecting Genetic Structure in Farmer Selections of Theobroma Cacao L, in the Peruvian Amazon: Implications for on Farm Conservation and Rehabilitation. Tropical Plant Biol., Perú. 4 (2): 106-116
66. ZHANG, D; BOCCARA, M; MOTILAL, L; MISCHKE, S. 2009. Molecular characterization of an earliest cacao (*Theobroma cacao* L.) collection from Upper Amazon using microsatellite DNA markers. Tree Genetics & Genomes, Sciences Institute Beltsville Agricultural Research Center, USDA/ARS, Beltsville, USA. Pp. 141-156.

IX. ANEXO

Cuadro 10. Valores de longitud, diámetro y número de semillas por mazorca de seis clones de cacao de la CMP

N° Árbol	CMP-06			N° Árbol	CMP-15			N° Árbol	CMP-81		
	LOM	DIM	NSE		LOM	DIM	NSE		LOM	DIM	NSE
1	17.0	8.9	19	1	22.3	8.7	30	1	23.2	8.6	16
2	15.7	8.3	20	2	18.5	7.3	28	2	22.6	7.7	24
3	20.5	8.2	40	3	20.4	9.2	26	3	22.6	7.8	38
4	18.7	8.6	35	4	18.2	8.3	29	4	22.4	7.7	35
5	20.4	8.7	40	5	22.5	9.0	32	5	20.7	7.6	25
6	18.8	7.0	32	6	20.4	8.9	25	6	19.6	6.7	32
7	13.4	7.0	18	7	19.5	8.7	27	7	23.1	8.1	20
8	15.8	7.5	20	8	22.3	9.3	28	8	21.9	7.8	22
9	17.3	8.3	38	9	22.1	9.1	29	9	23.3	8.3	32
10	17.9	8.3	35	10	22.0	8.6	22	10	21.8	7.8	35
11	17.0	9.5	20	11	20.0	8.5	32	11	22.0	8.2	20
12	16.0	8.2	24	12	18.2	7.2	26	12	23.0	7.2	24
13	20.2	8.2	45	13	22.0	9.2	28	13	22.6	8.1	35
14	18.7	8.5	35	14	18.8	8.3	25	14	21.2	7.5	35
15	20.1	8.6	40	15	22.0	8.8	30	15	21.3	7.6	25
16	18.8	7.0	32	16	20.4	8.3	25	16	19.6	6.3	30
17	14.0	7.0	19	17	19.4	8.2	26	17	23.1	8.5	21
18	15.2	7.5	20	18	22.3	9.5	23	18	21.6	7.8	22
19	17.2	8.2	40	19	23.0	9.1	27	19	23.1	8.3	34
20	17.0	8.0	42	20	21.0	8.7	25	20	21.8	7.4	36
21	17.3	9.0	26	21	22.7	7.9	31	21	23.2	8.6	19
22	15.7	8.3	20	22	19.8	7.9	27	22	22.5	7.5	21
23	20.0	8.2	44	23	20.4	9.2	27	23	21.8	7.4	32
24	19.0	8.6	36	24	18.2	8.5	28	24	22.4	7.2	31
25	20.4	8.4	38	25	20.1	8.9	36	25	20.1	8.5	27
26	18.8	7.0	30	26	20.4	9.2	24	26	20.1	7.2	31
27	14.3	7.0	17	27	19.8	8.7	26	27	23.2	8.1	21
28	15.8	7.5	20	28	22.7	9.1	33	28	20.9	8.0	22
29	17.5	8.3	42	29	21.5	9.2	28	29	23.2	8.1	34
30	18.0	8.4	34	30	23.4	8.7	28	30	23.1	8.7	38
Promedio	17.6	8.1	30.7	Promedio	20.8	8.7	27.7	Promedio	22.0	7.8	27.9

Cuadro 10. Valores de longitud, diámetro y número de semillas por mazorca de seis clones de cacao de la CMP (cont..)

N° Árbol	CMP-91			N° Árbol	CMP-99			N° Árbol	CMP-102		
	LOM	DIM	NSE		LOM	DIM	NSE		LOM	DIM	NSE
1	18.4	11.6	38	1	18.4	8.9	31	1	20.2	9.5	33
2	19.9	12.1	41	2	18.9	8.6	43	2	20.7	9.1	34
3	20.1	12.8	45	3	21.8	8.3	45	3	17.6	9.4	42
4	18.1	12.2	22	4	21.2	8.4	44	4	17.7	9.0	43
5	17.5	10.7	25	5	19.7	8.8	32	5	19.8	9.8	39
6	18.4	10.7	38	6	23.8	9.6	40	6	17.2	8.3	32
7	18.2	12.1	40	7	17.0	7.8	28	7	18.3	9.9	43
8	14.9	9.4	37	8	21.2	8.0	45	8	18.1	9.6	41
9	19.2	10.9	43	9	17.7	8.5	48	9	16.8	8.6	35
10	16.0	8.8	42	10	28.0	9.3	45	10	18.8	8.7	32
11	18.0	11.0	39	11	18.0	8.5	34	11	19.0	9.0	31
12	19.3	12.1	40	12	19.0	9.0	41	12	19.3	9.6	36
13	20.0	12.8	40	13	22.0	8.1	40	13	17.9	9.4	42
14	17.8	12.2	30	14	21.2	8.4	42	14	17.7	9.3	41
15	17.0	10.0	28	15	19.8	8.8	37	15	19.8	9.2	40
16	18.4	11.4	35	16	24.0	9.6	43	16	17.2	8.8	32
17	19.0	12.1	40	17	17.0	8.3	30	17	18.5	9.4	43
18	14.9	10.3	37	18	21.4	8.1	40	18	18.0	9.3	39
19	18.4	10.0	37	19	17.5	8.4	46	19	18.7	8.9	38
20	16.0	9.4	45	20	28.0	9.1	42	20	19.0	9.0	31
21	18.4	10.0	35	21	18.1	8.3	34	21	20.0	9.3	34
22	19.9	11.7	44	22	18.9	8.4	43	22	20.1	9.3	33
23	19.0	12.0	39	23	21.4	8.7	45	23	17.8	9.1	40
24	18.1	12.2	25	24	22.0	8.6	42	24	18.4	9.2	42
25	17.5	10.7	31	25	19.3	9.0	36	25	19.8	9.4	41
26	18.0	11.1	38	26	23.8	9.2	41	26	17.0	8.6	33
27	17.0	11.7	38	27	17.4	8.2	30	27	18.7	9.7	42
28	17.0	11.3	40	28	21.0	8.3	46	28	18.0	9.4	41
29	18.6	10.8	42	29	17.4	8.5	45	29	17.5	8.9	35
30	19.0	9.8	39	30	28.2	9.2	45	30	18.0	9.0	34
Promedio	18.1	11.1	37.1	Promedio	20.8	8.6	40.1	Promedio	18.5	9.2	37.4

Cuadro 11. Valores del peso fresco, peso seco, peso de 01 semilla e índice de mazorca de seis clones de cacao de la CMP

N° Árbol	CMP-06		N° Árbol	CMP-15		N° Árbol	CMP-81	
	PFS	PSS		PFS	PSS		PFS	PSS
1	23	13		37	28	1	30	24
2	44	28		40	28	2	31	25
3	50	34		32	27	3	28	23
4	56	36		40	28	4	35	28
5	58	40		35	25	5	24	19
6	38	24		34	26	6	33	25
7	28	15		36	27	7	34	28
8	34	19		38	28	8	26	20
9	47	32		34	28	9	23	18
10	45	30		30	22	10	34	22
11	25	15		35	27	11	31	26
12	41	28		39	30	12	29	23
13	52	32		35	26	13	34	27
14	55	33		42	31	14	32	28
15	58	41		32	28	15	27	21
16	39	24		36	26	16	31	22
17	32	19		31	25	17	38	27
18	34	20		36	28	18	29	19
19	45	30		30	24	19	26	21
20	41	31		37	25	20	30	25
21	28	16		34	26	21	33	21
22	42	28		40	28	22	32	24
23	47	30		33	25	23	32	23
24	56	34		35	24	24	31	26
25	58	40		41	27	25	27	22
26	42	26		36	26	26	31	24
27	28	17		34	25	27	30	28
28	34	23		39	30	28	26	20
29	45	27		30	24	29	27	20
30	47	28		34	29	30	29	23
Promedio	42.4	27.1	Promedio	35.5	26.7	Promedio	30.1	23.4

Cuadro 11. Valores del peso fresco, peso seco, peso de 01 semilla e índice de mazorca de seis clones de cacao de la CMP (cont..)

CMP-91			CMP-99			CMP-102		
N°	CMP-91		N°	CMP-99		N°	CMP-102	
Árbol	PFS	PSS	Árbol	PFS	PSS	Árbol	PFS	PSS
1	50	39		50	25	1	62	28
2	49	38		35	22	2	61	34
3	23	12		43	18	3	64	35
4	38	24		41	25	4	51	30
5	36	21		49	21	5	57	35
6	41	26		45	23	6	60	32
7	54	33		48	21	7	63	38
8	48	29		40	31	8	69	40
9	51	31		42	25	9	53	28
10	30	20		53	24	10	59	33
11	48	37		48	23	11	57	29
12	49	40		37	22	12	60	34
13	25	17		40	21	13	63	33
14	38	24		41	24	14	51	28
15	39	21		49	22	15	57	33
16	38	26		45	25	16	63	34
17	52	33		51	21	17	69	35
18	48	29		42	29	18	53	30
19	51	31		42	25	19	53	35
20	32	20		50	23	20	59	38
21	50	35		47	22	21	62	41
22	49	34		40	25	22	61	30
23	27	16		42	20	23	61	34
24	38	24		44	24	24	64	35
25	36	21		46	22	25	60	38
26	39	26		47	23	26	61	39
27	50	33		48	23	27	52	33
28	48	29		40	29	28	64	29
29	49	30		45	25	29	70	41
30	34	21		51	22	30	58	37
Promedio	42.0	27.3	Promedio	44.7	23.5	Promedio	59.9	34.0



A. Clon de cacao CMP- 06



B. Clon de cacao CMP-15



C. Clon de cacao CMP- 81

Figura 17. Clones de cacao A (CMP-06), B (CMP-15) y C (CMP-81)



D. Clon de cacao CMP- 91



E. Clon de cacao CMP-99



F. Clon de cacao CMP-102

Figura 18. Clones de cacao D (CMP-91), E (CMP-99) y F (CMP-102)



Figura 19. Caracterización y evaluación en laboratorio



Figura 20. Visita del Ing. M.Sc. Luis F. García Carrión, Pdte. Jurado Tesis

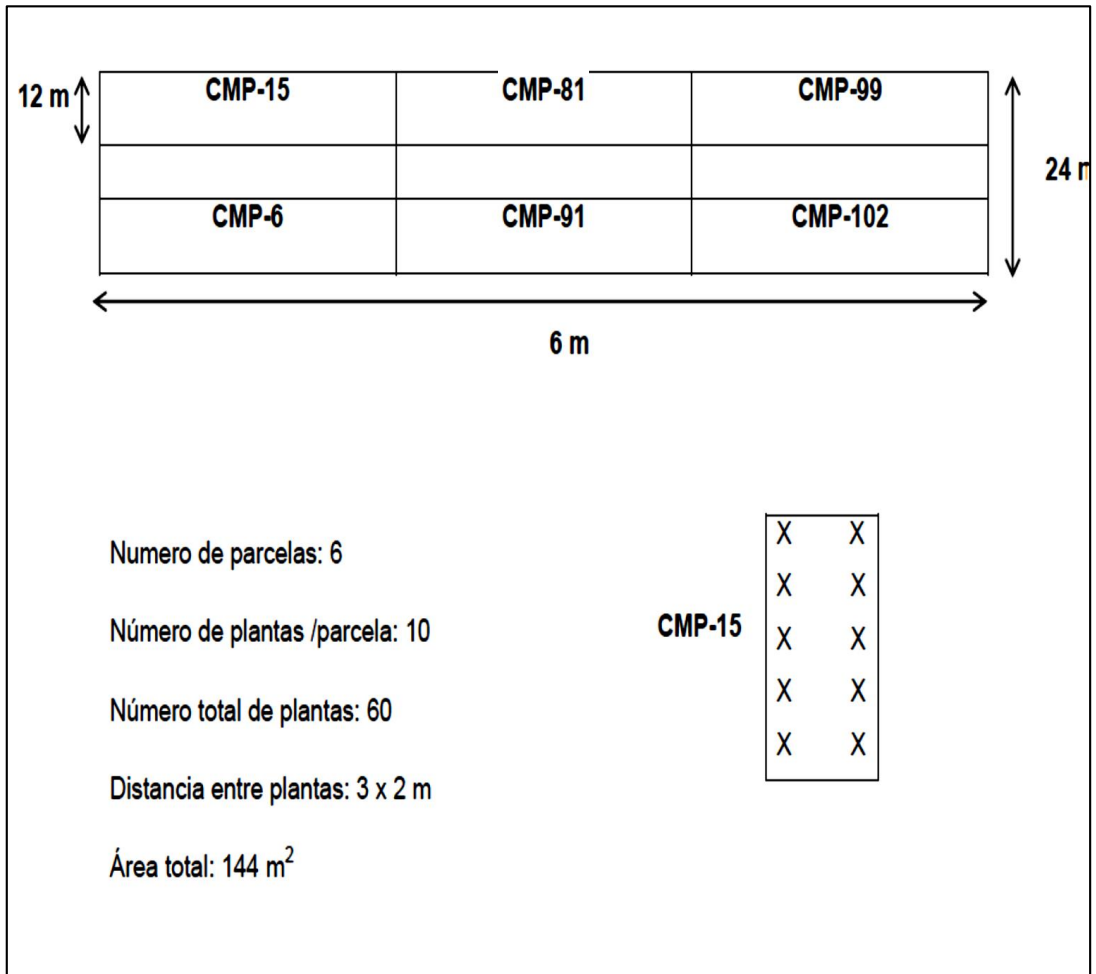


Figura 21. Croquis del campo experimental de cacao con seis clones de la CMP.