

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE ALTO AMAZONAS
FACULTAD DE INGENIERIA**



Escuela Profesional de Ingeniería Agrónoma

Caracterización morfológica de 50 accesiones de cacao silvestre procedentes de las cuencas de la Amazonía peruana

TESIS

PARA LA OBTENCIÓN DE TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO AGRÓNOMO

PRESENTADO POR

Bach. Gesti Flores Isuiza

Asesor:

Ph.D. Enrique Arévalo Gardini

Co - Asesor:

Dr. Rita de Cassia Siqueira Bahia

Yurimaguas, 2024

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE ALTO AMAZONAS

FACULTAD DE INGENIERÍA

Área de Investigación:

Programa de ciencia y tecnología en la agricultura sostenible

Línea de Investigación:

Sistema de producción sostenible, industrialización de los cultivos tropicales

TESIS

Caracterización morfológica de 50 accesiones de cacao silvestre procedentes de las cuencas
de la Amazonía peruana

Para optar el título profesional de:

Ingeniero agrónomo

Presentado por:

Bach. Gesti Flores Isuiza

MDJ-02. DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Ph.D **Enrique Arévalo Gardini** de la Facultad de Ingeniería, Programa de Estudios de Agronomía de la Universidad Nacional Autónoma de Alto Amazonas.

DECLARO:

Que el presente informe de investigación titulado: **“Caracterización morfológica de 50 accesiones de cacao silvestre procedentes de las cuencas de la Amazonía peruana”**, constituye la memoria que presenta el Bachiller **Gesti Flores Isuiza** para aspirar al título de Profesional de **INGENIERO AGRONOMO**. Ha sido realizado en la Universidad Nacional Autónoma de Alto Amazonas bajo mi dirección.

Las opiniones y declaraciones en este informe son de entera responsabilidad del autor, sin comprometer a la institución.

Y estando de acuerdo, firmo la presente constancia en Yurimaguas, a los 04 Días del mes de julio de 2024.



Ph.D. Enrique Arévalo Gardini

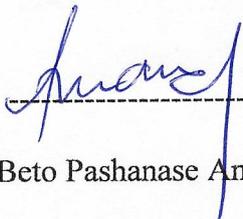
Asesor

“Caracterización morfológica de 50 accesiones de cacao silvestre procedentes de las cuencas de la Amazonía peruana”

TESIS

Presentada para optar el título profesional de Ingeniero Agrónomo

JURADO CALIFICADOR



Dr. Beto Pashanase Amasifuén

Presidente



Dr. Oscar A. Tuesta Hidalgo

Miembro



Dr. Juan C. Tuesta Hidalgo

Miembro



Ph.D. Enrique Arévalo Gardini

Asesor



Dr. Rita de Cassia Siqueira Bahia

Co - Asesor

Yurimaguas, 04 de julio del 2024

DEDICATORIA

Todo el esfuerzo y la dedicación puesta en una carrera profesional en la vida es un ejemplo y consecuencia de las personas que están detrás apoyándote con los mejores augurios y motivaciones. El sacrificio abnegado y el máximo esfuerzo realizado dentro de este trabajo de investigación se ve dirigido principalmente a Dios y a mis amados padres, por el apoyo infinito a mi educación y por ser los que siempre estuvieron conmigo a pesar de todo las dificultades presentadas.

De la misma manera con el profundo cariño a mis hermanos, asesores, maestros, mi universidad e Instituto de Cultivos Tropicales (ICT) en la cual me permitieron realizar el estudio. A todos ellos merezco dedicarles y agradecerles por siempre ya que han sido soporte moral acompañándome, apoyándome, alentándome, orientándome y por siempre permitirme ser mejor persona.

AGRADECIMIENTO

Quiero expresar mi sincero agradecimiento a la Universidad Nacional Autónoma de Alto Amazonas (UNAAA), al Instituto de Cultivos Tropicales (ICT) y al Programa Nacional de Investigación Científica y Estudios Avanzados (PROCIENCIA) por brindarme la invaluable oportunidad de formar parte del proyecto 188-2020 y contribuir con la investigación titulada "Caracterización morfológica de 50 accesiones de cacao silvestre procedentes de las cuencas de la Amazonía peruana".

Agradezco especialmente al equipo coordinador del proyecto por su orientación, apoyo y facilitación de recursos durante todo el proceso de investigación. Su compromiso y dedicación fueron fundamentales para el éxito de este trabajo.

Asimismo, deseo expresar mi gratitud a todas las personas e instituciones que colaboraron de alguna manera en este proyecto, incluyendo a los investigadores, técnicos y comunidades locales que brindaron su valiosa cooperación y conocimientos.

Debo también agradecer de manera infinita a mi asesor al Ph.D. Enrique Arévalo Gardini, por brindarme su confianza y también haberme dado la oportunidad de desarrollar el presente trabajo de investigación, y por todas sus enseñanzas durante el tiempo de ejecución de dicho proyecto.

De la misma manera quiero agradecer mi Co-asesora Dra. Rita de Casia Siqueira Bahia por todo el amplio conocimiento de su vida profesional que me ha brindado sin ningún compromiso con el único objetivo de verme crecer profesionalmente.

Como no expresar mi más sincero agradecimiento a los miembros del jurado de mi tesis por su valioso tiempo, dedicación y apoyo durante todo este proceso. Agradezco profundamente sus contribuciones y orientaciones que han enriquecido significativamente mi investigación.

En primer lugar, deseo agradecer al Dr. Beto Pashanase Amasifuén presidente de los miembros de jurados cuyo conocimiento y experiencia han sido fundamentales para la dirección y el desarrollo de este trabajo. Sus observaciones precisas y su compromiso inquebrantable han sido de gran ayuda para elevar la calidad de esta tesis, quiero también extender mi gratitud a los miembros del conjunto de jurados al Dr. Oscar A. Tuesta Hidalgo y al Dr. Dr Juan C. Tuesta Hidalgo por su meticulosa revisión y sus comentarios críticos que han permitido mejorar y fortalecer los aspectos metodológicos de esta investigación. Su perspicacia y enfoque analítico han sido invaluable.

A mis padres, Willer Cirilo Flores Upiachihua y Desibel Isuiza Fachin por su amor incondicional, su paciencia y su constante apoyo. Gracias por creer en mí y por ser mi fuente de fortaleza. Sus consejos y su ejemplo de dedicación y esfuerzo han sido mi mayor inspiración. Este logro es tanto mío como suyo.

A todos ustedes, muchas gracias por su compromiso y por haberme brindado la oportunidad de aprender y crecer a través de este proceso. Su guía y apoyo han sido esenciales para la culminación exitosa de esta tesis.

CARACTERIZACION MORFOLÓGICA DE 50 ACCESIONES DE CACAO SILVESTRE PROCEDENTES DE LAS CUENCAS DE LA AMAZONÍA PERUANA

Resumen

El cacao (*Theobroma cacao*) es un cultivo de gran importancia económica y cultural en muchas regiones tropicales del mundo. Sus granos son la materia prima esencial para la producción de chocolate y otros productos derivados, lo que lo convierte en un recurso valioso tanto para pequeños agricultores como para grandes productores. A través del tiempo, las poblaciones de cacao silvestre han estado algunas a la influencia de factores evolutivos, siendo necesario obtener información de sus caracteres, porque se prevé que los caracteres morfológicos de órganos vegetativos y reproductivos muestran variabilidad. La presente investigación tuvo como objetivo evaluar las características morfológicas (cualitativas y cuantitativas) de plantas, hojas, flores y frutos pertenecientes a 50 accesiones de cacao silvestre recolectados en las cuencas del alto amazonas, mediante el uso de descriptores morfológicos y análisis estadísticos. Se verificó una variabilidad de los componentes fenotípicos, en la cual se evidenció que de las 50 accesiones de cacao silvestre no hubo una predominancia de un solo genotipo que presentará mayor diversidad cualitativa y/o cuantitativa de los parámetros en estudio, ya que todos los genotipos presentan variabilidad. Asimismo, se obtuvieron seis grupos fenotípicos diferenciados. Se concluye que el uso de descriptores morfológicos permitió acumular una gran cantidad de información valiosa sobre las características morfológicas de los genotipos estudiados y contar con mayores elementos para seleccionar los más sobresalientes.

Palabras clave: accesiones, clones, fenotipo, variabilidad.

MORPHOLOGICAL CHARACTERIZATION OF 50 ACCESSIONS OF WILD
COCOA FROM THE BASINS OF THE PERUVIAN AMAZON

Abstract

Cocoa (*Theobroma cacao*) is a crop of great economic and cultural importance in many tropical regions of the world. Its beans are the essential raw material for the production of chocolate and other derived products, making it a valuable resource for both small farmers and large producers. Over time, wild cocoa populations have been influenced by evolutionary factors, making it necessary to obtain information on their characters, because it is expected that the morphological characters of vegetative and reproductive organs show variability. The objective of this research was to evaluate the morphological characteristics (qualitative and quantitative) of plants, leaves, flowers and fruits belonging to 50 accessions of wild cocoa collected in the upper Amazon basins, through the use of morphological descriptors and statistical analysis. A variability of the phenotypic components was verified, in which it was evident that of the 50 wild cocoa accessions there was no predominance of a single genotype that would present greater qualitative and/or quantitative diversity of the parameters under study, since all the genotypes They present variability. Likewise, six differentiated phenotypic groups were obtained. It is concluded that the use of morphological descriptors allowed us to accumulate a large amount of valuable information on the morphological characteristics of the genotypes studied and to have more elements to select the most outstanding ones.

Keywords: accesiones, clones, fenotipo, variabilidad.

INTRODUCCIÓN

El cultivo de género *Theobroma cacao* L., es una de las más importantes especies de bosques húmedos tropicales de una parte del mundo. Las semillas son el órgano vegetativo principal del cacao ya que son la fuente comercial: chocolate y manteca de cacao. Las semillas sometidas al proceso de fermentación son tostadas, molidas y esparcidas para dar un polvo del cual se tiene como resultado la grasa. Para la preparación del chocolate, el polvo obtenido de la semilla es mezclado con azúcar, sabores artificiales, y grasa extra de cacao (Alves et al, 2003).

La caracterización es definida como la descripción de una variabilidad existente en una colección de germoplasma establecida *in situ* o *ex situ*, que nos permite diferenciar a las accesiones de una especie (genotipos), sea en términos de características morfológicas y fenológicas de alta heredabilidad o características cuyas manifestaciones presentes en la planta son poco influenciadas por el medio ambiente (Abadie y Barreta, 2001)

Desde el año 2008 se han venido realizando diferentes expediciones en la Amazonía peruana a fin de coleccionar la mayor diversidad genética que se encuentran en los cacaos silvestres en los mismos que se conservan en el Banco de Germoplasma del Instituto de cultivos tropicales en Tarapoto. Este material necesita ser caracterizado a fin de poder seleccionar los potenciales

genotipos para mejorar la calidad de productividad a ser usados en programa de mejoramiento en el futuro (Dapeng et al., 2013).

Algunos inicios de caracterización fueron realizados por Soto (2019), con genotipos colectados en las cuencas de los ríos Santiago y Morona.

Con el fin de obtener información relevante y validada de los caracteres morfológicos de plantas, hojas, flores y frutos que muestren variabilidad del cacao silvestre, se tomó como estudio caracterizar clones de las cuencas pertenecientes a la tercera expedición (Aypena, Marañón y Charupa, Ungurahui, Pastaza, Ugumayo, Nucuray y Urituyacu, que consta de 50 accesiones, fueron evaluados mediante descriptores morfológicos y análisis estadísticos; para determinar las características cualitativas y cuantitativas; y así obtener información necesaria de éstas; que resalten para una investigación a futuro, con fines de conservación en la región San Martín y el país.

Índice General

	Página
CAPITULO I: PROBLEMA DE INVESTICIÓN	15
1.1 Identificación y determinación del problema.....	15
1.2 Delimitación de la investigación	16
1.3 Formulación del problema.....	17
1.4 Formulación de objetivos	17
1.5 Justificación e importancia	18
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	19
2.1 Antecedentes del estudio	19
2.2 Bases teóricas – científicas	21
2.3 Definición de términos básicos.....	27
2.4 Formulación de hipótesis.....	31
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA Y TECNICAS DE INVESTIGACIÓN	32
3.1 Tipo de investigación	32
3.2 Nivel de investigación	32
3.3 Métodos de investigación	33
3.4 Diseño de investigación.....	34
3.5 Población y muestra	34
3.6 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	38
3.7 Materiales.....	38
3.8 Técnicas de procesamiento de y análisis de datos.....	39
3.9 Procedimiento Estadístico	58
CAPÍTULO IV: PRESENTACIÓN DE LOS RESULTADOS	60
4.1 Características cualitativas: Plantas, hojas de cacao silvestre	60
4.2 Características cualitativas: Flores y frutos de cacao silvestre.....	63
4.3. Características cuantitativas de las plantas y hojas de cacao silvestre	67
4.4. Características cuantitativas de las flores y frutos de cacao silvestre	71
4.5. Análisis de conglomerados de las características cualitativas y cuantitativas.....	76
4.6. Análisis de coordenadas principales de las características cualitativas y cuantitativas	77
VII. CONCLUSIONES	81
VIII. RECOMENDACIONES	83
IX REFERENCIAS	84
ANEXOS	93

Índice de cuadros

	Página
Cuadro 1. Agrupación de cacao silvestre de acuerdo a sus características morfológicas	35
Cuadro 2. Características cualitativas generales de la planta y hoja de cacao silvestre	62
Cuadro 3. Características cualitativas de la flor y fruto del cacao silvestre	65
Cuadro 4. Estadísticas descriptivas de los parámetros cuantitativos de las características generales de la planta y hojas de cacao silvestre.....	69
Cuadro 5. Estadísticas descriptivas de los parámetros cuantitativos de las características generales de flores y frutos de cacao silvestre	74
Cuadro 6. Genotipos separados por grupos según características morfoagronómicas diferenciales de 50 accesiones de cacao silvestre	79
Cuadro 7. Características morfoagronómicas diferenciales de 50 accesiones de cacao silvestre .	80

Índice de figuras

	Página
Figura 1. Localización del experimento: A) Mapa geográfico del departamento de San Martín, B) Área e colección de genotipos	33
Figura 2. Croquis de accesiones estudiadas, de cinco plantas de cacao silvestre cada un experimental Juan Bernito	37
Figura 3. Pigmentación de las hojas nuevas	40
Figura 4. Vigor de la planta	40
Figura 5. Altura y la copa de la planta	41
Figura 6. Diámetro de copa de la planta	42
Figura 7. Diámetro de la base	42
Figura 8. Número de ramas de la planta: A) Ramas primarias, B) Ramas secundarias, C) Ramas terciarias	43
Figura 9. Presencia de pulvínulo en las hojas	44
Figura 10. Forma de la hoja	45
Figura 11. Longitud de la hoja	45
Figura 12. Ancho de la hoja	46
Figura 13. Medida desde la base al punto más ancho de la hoja ancho	46
Figura 14. Descriptores morfológicos de la hoja, destaque para longitud del peciolo	47
Figura 15. Determinación del área de la hoja	47
Figura 16. Determinación del color del pedúnculo de la flor	48
Figura 17. Determinación del color del pedúnculo de la flor	49
Figura 18. Evaluaciones de longitud y ancho: A) Longitud y ancho de sépalo, B) Longitud y ancho de pétalo, C) Longitud de estaminodio de la flor de cacao silvestre	50
Figura 19. Evaluaciones de longitud y ancho: A) Longitud de estilo de ovario de la flor de cacao, B) Longitud y ancho de ovario	51
Figura 20. Cuantificación de número de óvulos por ovario	52

Figura 21. Determinación del peso fresco del fruto	52
Figura 22. Medición de longitud del fruto	53
Figura 23. Medición del diámetro del fruto	53
Figura 24. Medición del espesor de la cáscara	54
Figura 25. Medición de la profundidad del surco.....	54
Figura 26. Descriptores morfológicos: Tipos de frutos de cacao según su forma. - Forma de los frutos de cacao. Fuente: Phillips, et al. (2012.....	55
Figura 27. Descriptores morfológicos – A) Forma del ápice, B) Constricción basal - Fuente: Agrobiz negocios sostenibles 2020.....	57
Figura 28. Análisis de conglomerados las características cualitativas y cuantitativas de los parámetros generales de la planta, de hojas, flores y frutos de 50 genotipos de cacao silvestre ...	76
Figura 29. Análisis de coordenadas principales con las características cualitativas y cuantitativas de los parámetros generales de la planta, de hojas, flores y frutos de 50 genotipos de cacao silvestre	78

CAPITULO I: PROBLEMA DE INVESTICIÓN

1.1 IDENTIFICACIÓN Y DETERMINACIÓN DEL PROBLEMA

El cacao (*Theobroma cacao* L.) es una especie nativa de la región amazónica y es considerado uno de los cultivos más importantes a nivel mundial debido a su valor económico y cultural (León, 2006), crece en los bosques tropicales hasta los 20° al norte y sur del Ecuador (Motamayor et al., 2008).

Los cacaos silvestres colectados y conservados en los bancos de germoplasma no se han caracterizado en su totalidad, por lo que se adolece de información detallada sobre sus características morfológicas que ayudan a seleccionar los cacaos con mayor potencial para programas de mejoramiento genético y conservación (Alverson et al., 2011).

La caracterización morfológica de cacaos silvestres colectadas en el Alto Amazonas permitirá comprender la diversidad fenotípica de esta población y su relación con factores ambientales locales. Sin embargo, hasta la fecha, ha habido una escasez de estudios sistemáticos que aborden este aspecto específico en el Alto Amazonas (Léon et al., 2018). Por lo tanto, es necesario realizar la caracterización morfológica que permita conocer la variabilidad fenotípica en el que se desarrolla el cacao silvestre en esta región (Allegre et al., 2020).

1.2 DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

Ámbito Geográfico: El estudio se centrará en accesiones colectadas en las cuencas de la región del Alto Amazonas en Perú, específicamente en áreas con características ecológicas representativas de los bosques tropicales amazónicos (León et al., 2018).

Ámbito Temporal: La caracterización morfológica se llevará a cabo durante un periodo de 12 meses, abarcando todas las estaciones del año para asegurar una evaluación completa de las variaciones fenotípicas (Allegre et al., 2020).

Variables de Estudio: Se analizarán características morfológicas específicas como el tamaño, forma y color de las mazorcas, así como la morfología de las hojas y flores. Estas variables se seleccionarán en base a su relevancia para la identificación de la diversidad fenotípica y su potencial uso en programas de mejoramiento genético (Alverson et al., 2011).

Métodos y Técnicas: La caracterización se realizará *ex situ*, utilizando técnicas de medición morfológica estandarizadas y análisis estadísticos para identificar y comparar las diferencias fenotípicas entre las accesiones. Las muestras se conservarán en un banco de germoplasma para garantizar la uniformidad y la trazabilidad de los datos (Motamayor et al., 2008).

Limitaciones: El estudio se limitará a las características morfológicas y no incluirá análisis genéticos o moleculares debido a restricciones de tiempo y recursos. Además, la investigación se enfocará en un número limitado de accesiones (50) para asegurar una caracterización detallada y manejable (León, 2006).

Factores Ambientales: Se considerarán factores ambientales locales que puedan influir en la morfología del cacao, como la altitud, precipitación, temperatura y tipo de suelo, con el fin de entender su impacto en las características fenotípicas observadas (León et al., 2018; Allegre et al., 2020).

1.3 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.3.1 Problema general

¿Cómo se caracteriza la diversidad fenotípica de 50 accesiones de cacao silvestre procedentes de las cuencas de la Amazonía peruana mediante la caracterización morfológica *ex situ*?

1.3.2 Problemas específicos

¿Cuáles son las diferencias morfológicas entre las 50 accesiones de cacao silvestre colectadas en las cuencas de la Amazonía peruana?

¿Cómo se relacionan las características morfológicas de las plantas, hojas y flores y frutos de las 50 accesiones de cacao silvestre con los factores ambientales locales en las cuencas de la Amazonía peruana?

1.4 FORMULACIÓN DE OBJETIVOS

1.4.1 Objetivo general

Caracterizar morfológicamente *ex situ* 50 accesiones de cacao silvestres de la Amazonía Peruana

1.4.2 Objetivos específicos

a) Caracterizar cualitativamente las 50 accesiones de cacao silvestres de la Amazonía Peruana (caracterizaciones generales de la planta, hojas, flores y frutos).

b) Caracterizar cuantitativamente las 50 accesiones de cacao silvestres de la Amazonía Peruana (caracterizaciones generales de la planta, hojas, flores y frutos).

1.5 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA

La Amazonía peruana es parte del centro de origen del cacao en el mundo, por su alta diversidad genética. Desde el 2008, múltiples colecciones de cacao silvestres fueron realizadas por el ICT/ INCAGRO/ USDA – ARS, en diferentes cuencas de la región amazónica, especialmente en la provincia de alto amazonas. Estas accesiones se encuentran en el banco de germoplasma de cacao del ITC, ubicada entre los paralelos latitud sur 6° 28' 24" y 6° 28' 25" y los paralelos longitud oeste 76° 20' 02" y 76° 20' 00", y a la fecha no se han caracterizado morfológica ni molecularmente, lo cual implica conocer la variabilidad fenotípica y de esta manera determinar accesiones que sean promisorias por su rendimiento, calidad y resistencia a plagas y enfermedades. Además, tener las bases de un programa de mejoramiento genético de acuerdo con estas caracterizaciones.

Este trabajo de investigación pretende determinar la caracterización fenotípica de 50 accesiones de cacao silvestre (*Theobroma cacao* L.) del Perú, para poder reforzar la información que ya se tiene de estos genotipos y también pueda llegar a los agricultores, y utilizar para disminuir los costos de producción, mayores beneficios económicos, mejorar el rendimiento.

La variabilidad genética es la base para la adaptación, evolución y supervivencia de especies e individuos, especialmente bajo condiciones de cambios ambientales y enfermedades, además de ser la base para el mejoramiento genético y/o la conservación. Así, la variabilidad genética puede verse como fundamental para la sustentabilidad y estabilidad del ecosistema (Rajora y Pluhar, 2003).

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES DEL ESTUDIO

Vásquez et al. (2022) caracterizó 113 accesiones de cacao silvestre conservados en el banco de germoplasma del Instituto Nacional de Agricultura Innovación de Huarangopampa, utilizando descriptores morfológicos que permitieron detectar cinco grupos fenotípicos diferentes. Concluyendo este trabajo con el análisis de conglomerados donde se formaron cinco grupos según características similares.

Soto (2019) en su trabajo de tesis caracterizó 28 accesiones de cacao silvestres *ex situ* procedentes de las cuencas de los ríos Santiago y Morona, según su investigación los clones evaluados presentaron variabilidad fenotípica tanto en órganos vegetativos y reproductivos, de manera cuantitativa y cualitativa. Con el análisis del conglomerado, nos demuestra que existe dos grupos diferenciados de las accesiones evaluadas a un coeficiente de 0,79; muy independientes de las cuencas donde fueron colectadas, pero a un coeficiente de 0,95 se agrupan en uno solo, determinando con ello que hay cierta homogeneidad en sus características fenotípicas; asumiendo que éstas sean de origen Forastero o Trinitario; y que el cruzamiento de dichas accesiones se produjeron por la expansión de modo cultural de la población *in situ* o por la misma condición ambiental de dichas cuencas.

Bartra (2009), en su tesis "Caracterización preliminar morfológica y de productividad de 42 genotipos promisorios de cacao (*Theobroma cacao* L.) colectados en la cuenca del huallaga San Martín" realizó un estudio de caracterización donde clones de la localidad de Juanjuí, presentaron mayor diversidad fenotípica que la colecta de Tocache. Concluyó sobre las características cualitativas que existió una variabilidad para la forma de la hoja, más no en la presencia de pulvínulos, lo cual sea posiblemente una característica genética, para el vigor los clones presentaron un rango de intermedio a vigoroso, el color de follaje con pigmentación rojiza y fueron de hábito de crecimiento erecto; en cuanto a las características cuantitativas el número de óvulos por ovario mostró ser muy variable, con más de 50 óvulos por ovario también hubo variabilidad en cuanto a frutos y semillas.

Carbajal (2007) desarrolló caracterización de 30 árboles promisorios de cacao (*Theobroma cacao* L.) en la cuenca del río marañón de plantas ubicadas en las cercanías de los márgenes del río Marañón y sus afluentes, el río Chinchipe y el río Utcubamba; evaluó características cualitativas y cuantitativas de planta, hojas y flores. Concluye su investigación demostrando que existe variación tanto en atributos botánicos (órganos vegetativos y reproductivos).

Ayestas (2009), en su investigación "Caracterización morfológica de cien árboles promisorios de *Theobroma cacao* L. en Waslala, RAAN, Nicaragua, 2009" caracterizó aplicando 12 descriptores, los frutos empleando 15 descriptores y las semillas aplicando 5 descriptores cualitativos y cuantitativos. Finaliza su trabajo teniendo como resultado poca variabilidad fenotípica, ya que los árboles se encuentran en altura promedio, las mazorcas con peso promedio y el número de semillas de 39 – 50. En el análisis de componentes principales demostró que 7 componentes explican el 77 % de variabilidad y que para explicar el 100 % de la variabilidad se necesita 20 componentes.

2.2 BASES TEÓRICAS – CIENTÍFICAS

2.2.1 Taxonomía del Cultivo de Cacao

Linneo en 1753, quien ubica primero el género *Theobroma* en la familia Tiliaceae; para luego después considerarlo que podría ser incluido en la familia Sterculiaceae, y en presente es incluido en la familia Malvaceae. Según Motamayor (2002), afirma que la clasificación taxonómica del cacao es la que sigue:

Reino: Plantae (plantas)
Subreino: Tracheobionta (plantas vasculares)
División: Magnoliophyta (plantas con flores, angiospermas)
Clase: Magnoliopsida (dicotiledóneas)
Subclase: Dilleniidae
Orden: Malvales
Familia: Malvaceae.
Subfamilia: Byttnerioideae
Género: *Theobroma*
Especie: cacao L.

2.2.2 *Theobroma cacao* L. (El Cacao)

A principios del siglo XVII, el cacao fue mencionado por primera vez en la literatura botánica por Charles de L'Écluse quien lo describió como *Cacao fructus*. Sin embargo, en 1737 Linneo la clasificó como *Theobroma fructus*. En 1753 se cambió a *Theobroma cacao*. Pertenece al género *Theobroma*, que cuenta con 22 especies (Sánchez, 2017), de las cuales se destaca *T. cacao* además de *T. grandiflorum* (Ducke, 1953).

Pertenece a la familia Malvaceae (Alves et al, 2003), la especie se difundió en dos direcciones principales, resultando en dos grandes grupos: Criollo y Forastero. El grupo criollo se cultiva en Venezuela, Colombia, Ecuador, América Central y México, y el Forastero en el norte de Brasil, Guyanas y Venezuela (Días, 2001; Efombagn, M. et al., 2009), ambos clasificados según características morfológicas y genéticas y origen geográfico. Un tercer grupo llamado trinitario es considerado por algunos autores como originario de cruces naturales entre los grupos Forasteiro y Criollo (Dias, 2001; Almeida y Valle, 2007).

Se dice que la especie *Theobroma cacao* L. tiene sus puntos de partida en Centroamérica, pero la exploración arqueológica iniciada hace tiempo en Montegrande, situada en la región de Jaén, en el cinturón silvestre del distrito de Cajamarca, demuestra que este producto orgánico fue desarrollado y domesticado hace tiempo por los pobladores asentados en el dominio amazónico peruano. El excavador peruano Quirino Olivera Núñez inició, en 2016, los desenterramientos en Montegrande, un sinuoso desconcierto arqueológico moldeado, asentado en un área de 600 metros cuadrados a nivel de una ladera englobada por arrozales y otros terrenos de uso hortícola, donde sus primeras investigaciones señalan que existen restos de almidón de cacao entre las tumbas y restos funerarios (Mendoza, 2014).

El cacao (*Theobroma cacao* L.) se inició en la cuenca alta del río Amazonas en un triángulo enmarcado entre Colombia, Ecuador y Perú. Su apogeo social con los aztecas en Centroamérica y posteriormente fue llevado a Europa, donde su utilización se hizo finalmente extensiva (Valenzuela, 2012). La mejor variedad hereditaria de la especie *Theobroma* se rastrea en el alto Amazonas (Motamayor et al., 2008), desde donde se ha difundido a Centroamérica y México (Zonneveld et al., 2012).

El cacao es considerado una especie de sol que es tolerante a la sombra moderada (Almeida y Gattward, 2018), perenne de porte arbóreo, perteneciente a regiones de clima típicamente tropical, tanto en tierras bajas, dentro de bosques oscuros y húmedos bajo la protección de árboles grandes, como en bosques menos frondosos y relativamente menos húmedos. La ocurrencia es común en altitudes variables, alcanzando los 20 metros de altura en condiciones silvestres, pero en condiciones de cultivo normalmente alcanzan unos 5 metros (Bartley, 2005; Muller y Valle, 2007).

La forma y desarrollo de las raíces del cacao dependerá de la textura, estructura y consistencia del suelo en que se cultive. En suelos profundos bien sueltos su desarrollo puede llegar hasta 2 metros de profundidad; en pedregosos su crecimiento es

tortuoso. Si el suelo es de una estructura granular uniforme y de textura arcillosa, la raíz crece erecta. A partir de la raíz pivotante, inmediatamente debajo del cuello, se desarrollan la mayoría de las raíces secundarias a unos 15 a 20 cm de profundidad en la porción superior de la capa de humus. Éstas se extienden en forma horizontal a 5 y 6 metros del tronco del árbol, con raíces laterales que se dividen repetidamente. Las raíces secundarias que se encuentran en la parte inferior de la raíz pivotante tienen un crecimiento hacia abajo en dirección a la roca madre o hacia la capa freática (Batista 2009).

Las ramas son dimórficas y pueden ser ortotrópicas (tronco y ramas de chupetón), que presentan crecimiento vertical, y plagiotrópicas (ramas laterales), de crecimiento oblicuo. Las hojas son pecioladas con dos hinchazones, las nuevas son tiernas de color que va del verde blanquecino al rojo y puede tener un tinte púrpura. En la planta adulta tienen bordes lisos, son acuminados, peninérveas y son de color verde oscuro. Su tamaño y grosor varían según la intensidad de la luz (Toxopeus, 1985).

Las plantas de cacao son coliflores, es decir, las flores aparecen en almohadillas florales sobre el tronco o ramas leñosas, en un capullo desarrollado en lugar de la axila de una hoja vieja. Las flores son hermafroditas y tienen la siguiente constitución: cinco sépalos, cinco pétalos, cinco estaminodios, cinco estambres y un pistilo cuyo ovario tiene cinco tiendas (Silva, 2001). Una planta de cacao adulta puede producir más de 50.000 flores al año, de las cuales menos del 5 % son polinizadas y solo del 0,5 % al 2 % dan como resultado la producción de frutos. El estambre y el pistilo están aislados en la flor por una corona de estaminodios y por los pétalos que rodean las anteras (Dias, 2001). Los frutos son indehiscentes, blancoides y pentaloculares, con un tamaño que varía de 10 a 32 cm de largo. Presenta genial diferencia en forma, grosor de la cáscara, color y rugosidad, peso de 100 a 2000g, dependiendo del grupo y cultivar al que pertenezca. A medida que los frutos desarrollan color varía de verde a rojo cuando está inmaduro y de amarillo a naranja cuando está maduro (Aguilar et al., 2016).

La parte de mayor interés económico, las semillas, tiene un peso seco unitario entre 0,5 y 5g, con concentración de antocianinas que sigue patrones de color de blanco a morado intenso (Bartley, 2005; Monteiro y Ahnert, 2007). Después del procesamiento, las semillas se usan para hacer chocolate. De estos también se extrae la manteca, muy utilizado en la industria farmacéutica. La pulpa que envuelve las semillas se utiliza en la fabricación de diversos productos como mermelada, vino, licor, vinagre y jugo (Dias, 2001; Almeida y Valle, 2007).

La propagación del cacao se puede realizar por semilla (sexual) o por propagación vegetativa (asexual). El más común, con el uso de semillas, fue muy utilizado en implantación y recuperación de cultivos en la región cacaotera del estado de Bahía, entre 1970 y 1980 (Sodré y Marrocos, 2009). Sin embargo, da como resultado la segregación y el desarrollo de la planta desigual en cuanto a crecimiento, floración y fructificación, lo que dificulta su manejo (Lira Junior et al., 2007). En propagación vegetativa utiliza partes de la planta para producir nuevos individuos, constituyendo una buena opción para la multiplicación de variedades clonales de cacao. El clon es una planta genéticamente idéntica a la planta que le dio origen, lo que hace de la variedad clonal un material más homogéneo (Sodré, 2009).

2.2.3 Origen y Variedades del Cacao

El cacao se puede dividir en tres grandes grupos denominados forastero, criollo y trinitario, en función de su morfología, características genéticas y origen área geográfica (N'goran et al., 1994).

A. Características del cacao criollo.

Esta variedad de cacao se caracteriza por tener mazorcas de color verde y rojizo alargados mientras están inmaduros, convirtiéndose en amarillos y naranja rosados cuando están maduros. También se caracterizan por tener semillas redondas o rosadas, de sabor dulce y de rápida fermentación, son frágiles por susceptibilidad a enfermedades. El chocolate que se obtiene de este cacao es apreciado por su sabor a nuez y sabor natural. Esperan unos días para llegar al punto de fermentación, tienen un olor extremadamente dulce y son monetariamente se alude económicamente como "Cacao Fino" (Navia y Pazmiño, 2012).

B. Características del Cacao Forastero

Los cacaos forasteros tienen estaminodios violetas, las mazorcas tornan de coloración amarilla cuando están en el punto de maduración, presentan surcos con rugosidad poco notorias, son lisos y sus extremos de forma redondeada, La cáscara es bastante gruesa y el mesocarpio lignificado, las semillas están bastante enderezados con cotiledones de tono púrpura (Palacios, 2008). De esta variedad de cacao se obtiene un chocolate con sabor básico de cacao, (Borbor y Vera, 2007).

Los forasteros se cultivaron en la baja Amazonía, principalmente en Brasil y Venezuela (Sounigo et al., 2005). Los forasteros pueden ser identificadas por las semillas de color violeta y forma plana, ampliamente cultivadas debido a su alta productividad y resistencia a enfermedades, ya que son consideradas genéticamente más diversas y utilizadas frecuentemente en programas de mejoramiento debido a su vigor (Marita et al., 2000). Se identifican por sus semillas, tienen frutos que varían en forma, siendo la variedad más extendida, dominando el 80% de la producción mundial (Carvalho, 2006).

C. Características del Cacao Trinitario

El cacao trinitario es un tipo que se genera por la hibridación de criollos por forasteros. Son muy heterogéneos genética y morfológicamente, aunque no es posible delimitarlos a través de características externas comunes, los árboles son robustos con frutos verdes o pigmentados y con semillas que van del violeta oscuro al rosa pálido (Arévalo et al., 2017).

Obtenido del cruce entre criollos y forasteros, reproducidos asexualmente, constituyéndose en clones, surgió un híbrido llamado trinitario, un individuo muy heterogéneo, sin embargo, de suma importancia para genetistas y criadores (Arvelo et al 2017).

2.2.4 Manejo del cacao silvestre

El cacao silvestre se encuentra ampliamente distribuido en los bosques de tierra firme y en las planicies de inundación de los principales ríos de la región. Especie tradicional, fuente productora de cacao, esta actividad es de gran importancia económico para las poblaciones ribereñas que habitan sus llanuras aluviales (Brito et al., 2002)

Las poblaciones de cacao silvestre en la Amazonía peruana se encuentran ampliamente dispersas y adaptadas a diversos ambientes físicos y bióticos (Almeida, 2001). Se encuentra en grandes cantidades, asociada a varias especies botánicas de valor económico, incluyendo frutales y maderables, entre otras (Nascimento, 1974). Lachenaud et al. (1997), que es posible que aún existan poblaciones genuinamente silvestres de *Theobroma cacao* en regiones remotas de los estados de Amazonas, Rondônia y Acre en el Brasil, así como en los valles de cuencas hidrográficas con obstáculos naturales, permitiendo la integridad genuinamente silvestre de las poblaciones cacaoteras, como en el Perú.

El manejo del cacao nativo se puede resumir prácticamente en la zona baja de la Amazonía, y la cosecha de los frutos se realiza durante el período de la merma de los ríos. Después de la cosecha, los frutos se rompen y las semillas se colocan en cajas fermentadoras donde se pierde la pulpa. se distribuyen posteriormente en la superficie para que las almendras se sequen de forma natural. Finalmente, el material se empaca en una bolsa de fibra y se envía a las industrias, que es el procedimiento estándar que se sigue en la región (Arvelo et al 2017).

El árbol del cacao es explotado en forma semi-extractiva, cuyas plantaciones son de edad desconocida, macizos, con alto número de chupetones (ramas jóvenes ortótropas) que son tallos con desarrollo vertical (ortotropía) que distorsionan la arquitectura de la copa de los árboles y ejercen competencia por los nutrientes, favoreciendo la disminución de la producción de frutos. Los árboles de cacao silvestre son excesivamente sombreados, de baja productividad y con incidencia de las principales enfermedades fúngicas del cacao en la región (Brito et al, 2002).

Al tratarse de una actividad semi-extractiva que se desarrolla en terrenos inundable, los frutos están libres de fertilizantes químicos y pesticidas, resultando un producto de alta calidad, con valor agregado en el mercado nacional e internacional (Arvelo et al 2017).

Nascimento et al. (1984) verificaron la posibilidad de incrementar la productividad del cacao silvestre en un 83%, utilizando las técnicas de aclareo de hierbas malas, aclareo de exceso de sombra y control cultural de enfermedades, hongos. Estos resultados iniciales sirvieron de incentivo para estudios posteriores, contribuyendo significativamente a la economía de las poblaciones ribereñas.

2.3 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS

2.3.1 Variabilidad genética

El conocimiento del grado de diversidad genética, a través de estudios de divergencia, se hace necesario en el proceso de identificación de nuevas fuentes de genes de

interés (Falconer, D. 1976). La evaluación de la diversidad genética, basada en evidencia científica, es importante en el contexto de la evolución de las especies, ya que proporciona información sobre los recursos disponibles y ayuda a localizar e intercambiar esta información (Hijmans, R., 2001).

La reducción del tamaño de la población o la pérdida de individuos lleva a muchas especies a detenerse evolutivamente como resultado de la pérdida de variabilidad genética, lo que hace que sea imposible adaptarse a los cambios ambientales (Aguilar et al., 2003).

Las poblaciones de cacao a lo largo de su distribución natural en la Amazonía peruana muestran una amplia variabilidad genética (Montamayor, 2002). En gran área de la Amazonía, región de origen de la especie *Theobroma cacao*, se presentan recursos genéticos con posibilidad de aprovechamiento para obtener variedades más productivas, adaptadas a las regiones de cultivo y más resistentes a plagas y enfermedades (Almeida, 2009).

Ciertamente, la variabilidad detectada en las poblaciones brasileña y peruana exploradas no cubre todo el rango de variación inherente a *Theobroma cacao*. Sin embargo, según investigaciones sobre la evaluación y caracterización morfoagronómica del germoplasma de cacao, han mostrado una amplia variabilidad de varios caracteres relacionados con frutos, semillas, hojas y flores, así como tamaño, arquitectura de la planta y autoincompatibilidad (Castro y Bartley, 1983; Bartrar, 2009; Amaciufen, 2019), que puede manifestarse en distintas magnitudes, tanto inter como intrapoblacionales (Almeida, 2001).

2.3.2 Caracterización Morfoagronómica

Los recursos genéticos se recolectan no solo para ser conservados, sino también para ser utilizados en un programa de mejoramiento (Sobral, 2009). Por lo tanto, la caracterización morfoagronómica es necesaria para permitir ganancias genéticas más prometedoras en la mejora y también para mejorar el uso de estos recursos (Coelho, 2007).

La caracterización morfoagronómica se ha realizado en colecciones de germoplasma para generar información sobre la descripción y clasificación del material conservado. En la mayoría de las colecciones, es costumbre obtener datos morfológicos y agronómicos simultáneamente, lo que explica la fusión de nombres (Silva y Filho, 2007).

En plantas perennes, los caracteres se pueden obtener en diferentes estados (germinativos, juveniles y adultos), grupos (vegetativos, reproductivos, productivos) y modos, es decir, por observaciones, registradas en escalas de grado (cualitativas), y/o por mediciones (cuantitativas) (Cury, 1993).

En conjunto, estos marcadores deben describir en detalle cada accesión, por lo que se denominan descriptores, y expresan el uso potencial del germoplasma para diferentes líneas de investigación (Carvalho, 2001). Según Engels (1998), tales descriptores son predominantemente taxonómicos, mientras que el mejorador necesita información agronómica detallada.

La caracterización de estos descriptores consiste en la obtención de datos, especialmente características cualitativas, para describir y diferenciar las accesiones existentes. En general, los principales descriptores se agrupan por ser de planta (altura, forma, hábito de crecimiento y ramificaciones); hoja (forma, ancho, largo, color, tipo de borde y nervaduras); flor (forma, color y tipo de cáliz); fruto (forma, color, volumen y número de semillas por fruto) y semilla (tamaño, forma y color) (Querol, 1993).

La estandarización de descriptores cobra especial relevancia en la ejecución de proyectos, que crean la oportunidad de estudiar el papel del medio ambiente en la expresión de las características fenotípicas del cacao, así como las posibles interacciones genotipo versus ambiente asociadas con caracteres agronómicos y morfológicos (Bekele y Butler, 2000).

2.3.3 Recursos Genéticos

En las diversas colecciones de germoplasma de cacao, distribuidas por América, África y Asia, se conservan aproximadamente 7.300 accesiones originales, incluidas más de 2.800 provenientes de material silvestre (Paulin y Eskes, 1995). La acumulación de estas accesiones silvestres, producto de procesos de colecta de germoplasma en una zona de dispersión natural de la especie, fue iniciada por Pound (1938), en una expedición a Colombia y Ecuador, en la búsqueda de genotipos resistentes a diversas enfermedades.

Los recursos fitogenéticos deben conservarse en sistemas vivos, es decir, en forma de plantas, semillas o tejidos con potencial de reproducción. En este contexto, la implementación y mantenimiento de colecciones y bancos de germoplasma activos son de gran importancia (Barbieri, 2003). El germoplasma, que es el patrimonio genético de una especie, está compuesto por los parientes silvestres de plantas cultivadas, de variedades locales, también conocidas como landraces, de variedades obsoletas o antiguas, de líneas avanzadas de mejoramiento y por las variedades élite actuales (Engle, 1992).

Un banco de germoplasma activo es una colección de accesiones que se utiliza habitualmente con fines de investigación, conservación, caracterización, evaluación y uso, cuyos objetivos son reducir la erosión genética, conservar las fuentes de genes para uso futuro e identificar y caracterizar genotipos para su uso en agricultura. Los accesos se multiplican según la demanda y se regeneran periódicamente (Barbieri, 2003).

Los recursos fitogenéticos pueden ser conservados en sus hábitats naturales (*in situ*), tales también en condiciones diferentes a las de su hábitat natural (*ex situ*), o según el manejo del banco de germoplasmas se puede combinar los métodos *in situ* y *ex situ*, es decir, de manera complementaria.

A. Conservación *ex situ*

En el mundo existen más de 2500 jardines botánicos, que mantienen importantes colecciones *ex situ* con cerca de 4 millones de accesiones de más de 80 000 especies. Los jardines botánicos y los bancos de germoplasma agrícolas deben jugar un rol complementario en el marco de la conservación *ex situ* de la biodiversidad vegetal (Engels y Engelmann 1998).

La conservación *ex situ* es uno de los métodos que busca mantener germoplasmas fuera de sus ambientes originales, ya sea en forma de plantas enteras (jardines botánicos) o en bancos de genes, semillas, tubérculos o propagados (bancos de germoplasma) (Hong et al. 1998 y Franco 2008)

B. Conservación *in situ*

Ha sido definida como la conservación de ecosistemas enteros y ambientes naturales en cuya área se protegen especies silvestres o cultivadas para que puedan mantener poblaciones viables en unidades de conservación como reservas naturales, parques nacionales, reservas privadas, entre otras (Hong et al. 1998; Franco 2008).

2.4 FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS

2.4.1 Hipótesis general

La caracterización morfológica *ex situ* permite diferenciar la diversidad fenotípica de los cacaos silvestres de la Amazonía peruana.

2.4.2 Hipótesis específica

La caracterización morfológica *ex situ* permitirá identificar diferencias fenotípicas significativas entre diferentes poblaciones de cacaos silvestres de la Amazonía peruana.

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN

El tipo de investigación fue básica porque fue orientada a la búsqueda de nuevos conocimientos y campos de investigación sin un fin práctico específico e inmediato y que tiene como fin crear un cuerpo de conocimiento teórico sobre los fenómenos; sin preocuparse de su aplicación práctica (Sánchez y Reyes, 2006).

3.2 NIVEL DE INVESTIGACIÓN

Con nivel descriptivo porque se caracterizó morfológicamente variables cualitativas y cuantitativas.

Los estudios descriptivos se caracterizan por la evaluación de una serie de variables, midiéndose cada una de ellos independientemente, para así describir lo que se investiga (Hernández et al, 1999).

3.3 MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN

3.4.1 Ubicación del ensayo

El presente trabajo se realizó en la Estación Experimental "El Choclino" del ICT, que se encuentra UBICADO a 4 km del distrito Banda de Shilcayo - provincia de Tarapoto, departamento de - San Martín, conocido como el banco de germoplasma de cacao silvestre AMAZON COLLECTION, al igual que utilizando las oficinas y laboratorios de la Estación Experimental Juan Bernito.

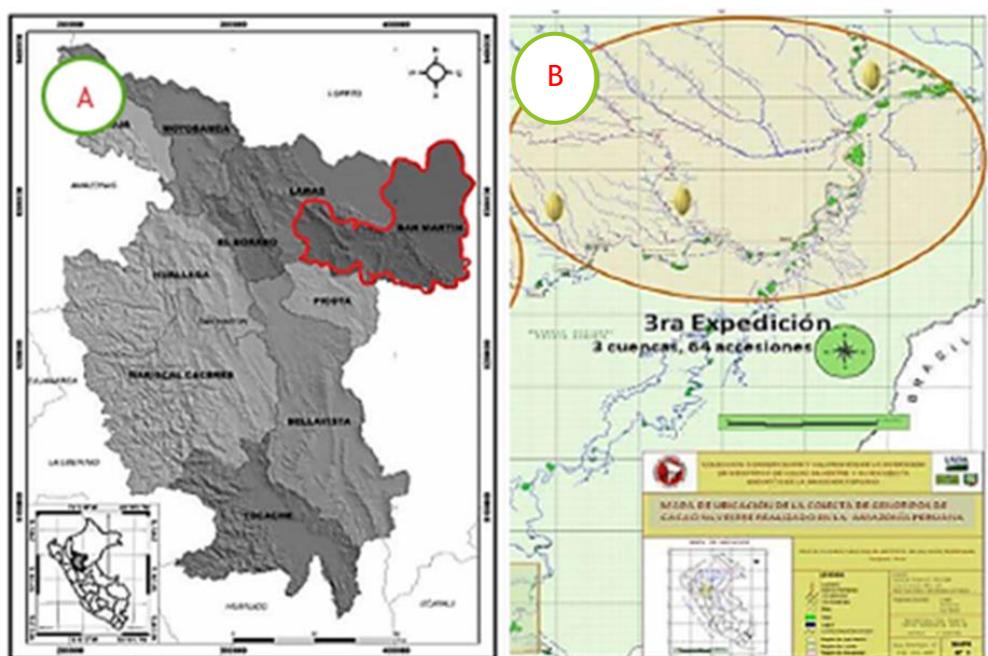


Figura 1. Localización del experimento: A) Mapa geográfico del departamento de San Martín, B) Área e colección de genotipos

A. Ubicación Política:

Departamento : San Martín.
 Provincia : San Martín.
 Distrito : Banda de Shilcayo.

B. Ubicación geográfica:

Latitud Sur : 06°28'37.3''
Longitud Oeste : 76°19'54.6''
Altitud : 506 m.s.n.m.

3.4 DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

La investigación ejecutada corresponde a un diseño no experimental dado que no existió manipulación de alguna variable. Lo que se plantea y hace en las investigaciones no experimentales, es observar fenómenos tal y como se dan en su contexto natural, para luego ser analizadas (Hernández et al, 1999).

3.5 POBLACIÓN Y MUESTRA**3.5.1 Población**

El ICT ejecutó el proyecto de investigación “Colección, conservación y valoración de la diversidad de genotipos de cacao silvestre y su micota endófito en la Amazonía peruana”, dentro de un convenio entre USDA-ARS e INCAGRO. Se realizaron 3 expediciones en los principales ríos tributarios del Alto Amazonas. La primera colecta se hizo en el mes de julio del 2008; en los ríos Huallaga y Marañón y se obtuvo 190 accesiones, en el año 2009 se realizaron dos expediciones, con un total de 88 y 64 accesiones (Dapeng et al., 2013).

La población del presente estudio está constituida de 50 accesiones de cacao silvestre, que fueron colectados de los departamentos de Madre de Dios, Cuzco, Ucayali, Loreto, Amazonas y San Martín, de los cuales solo se han tomado para este trabajo de investigación las muestras pertenecientes al Departamento de Loreto: AYP(Ayapata) n = 7, MACH (Marañón y Charupa) n = 7, UNG(Ungurahui) n =7, PAS(Pastaza) n = 7, UGU(Ungumayo) n =7, NUC(Nucuray) n =7, URI(Urituyacu) n = 7. Las 50 ACCESIONES seleccionadas cuenta con 5 plantas cada una, haciendo un número de 250 plantas en total caracterizadas.

3.5.2 Muestra

De 160 genotipos que hacen el 100% de accesiones en estudio: que constituyen a la tercera expedición de los departamentos de Madre de Dios, Cuzco, Ucayali, Loreto, Amazonas y San Martín, solo el 31.25% (50 accesiones), fueron seleccionadas para la caracterización pertenecientes al Departamento de Loreto y relación de los genotipos de cacao silvestre (Cuadro 1).

Cuadro 1. Agrupación de cacao silvestre de acuerdo a sus características morfológicas

N° de accesión	Genotipos*	Ríos de afluencia	Departamento	latitud	longitud	Altitud MSNM
1	AYP 1	Río Aypena Bajo Huallaga	Loreto	5°08'22"	75°60'56"	182
2	AYP 2	Río Aypena Bajo Huallaga	Loreto	5°08'25"	75°67'58"	183
3	AYP 7	Río Aypena Bajo Huallaga	Loreto	5°09'21"	75°63'58"	182
4	AYP 8	Río Aypena Bajo Huallaga	Loreto	5°08'22"	75°63'57"	180
5	AYP 10	Río Aypena Bajo Huallaga	Loreto	5°10'28"	75°67'58"	182
6	AYP 12	Río Aypena Bajo Huallaga	Loreto	5°10'28"	75°65'71"	181
7	AYP 15	Río Aypena Bajo Huallaga	Loreto	5°05'20"	75°67'58"	182
8	MACH 23	Río Marañón y Charupa	Loreto	4° 25' 24"	77°26'00.1"	88
9	MACH 25	Río Marañón y Charupa	Loreto	4° 25' 24"	77°27'00.0"	88
10	MACH 27	Río Marañón y Charupa	Loreto	4° 23' 20"	77°27'02"	89
11	MACH 37	Río Marañón y Charupa	Loreto	4° 20' 24"	77°27'02"	88
12	MACH 38	Río Marañón y Charupa	Loreto	4° 26' 28"	73°27'00.3"	88
13	MACH 39	Río Marañón y Charupa	Loreto	4° 27' 24"	73°26'00"	88
14	MACH 40	Río Marañón y Charupa	Loreto	4° 25' 24"	73°26'00.0"	88
15	UNG 45	Río Ungurahui	Loreto	4° 25' 24"	73°26'00.1"	86
16	UNG 47	Río Ungurahui	Loreto	4° 25' 24"	73°27'00.0"	88
17	UNG 48	Río Ungurahui	Loreto	4° 23' 20"	73°27'02"	89
18	UNG 49	Río Ungurahui	Loreto	4° 20' 24"	73°27'02"	88
19	UNG 52	Río Ungurahui	Loreto	4° 26' 28"	73°27'00.3"	86
20	UNG 53	Río Ungurahui	Loreto	4° 27' 24"	73°26'00"	86
21	UNG 54	Río Ungurahui	Loreto	4° 25' 24"	73°26'00.0"	88
22	PAS 83	Río Pastaza	Loreto	4° 55'	76° 24'	131
23	PAS 85	Río Pastaza	Loreto	4° 52'	76° 25'	131
24	PAS 86	Río Pastaza	Loreto	4° 55'	76° 24'	131
25	PAS 87	Río Pastaza	Loreto	4° 55'	75° 24'	131
26	PAS 88	Río Pastaza	Loreto	4° 56'	76° 24'	131
27	PAS 91	Río Pastaza	Loreto	4° 55'	76° 24'	131
28	PAS 93	Río Pastaza	Loreto	4° 55'	76° 24'	131

29	UGU 114	Río Ugumayo	Loreto	4° 57' 2.2"	76° 8'	142
30	UGU 115	Río Ungumayo	Loreto	4° 57' 2.0"	76° 8.0'	142
31	UGU 117	Río Ungumayo	Loreto	4° 57' 2.1"	76° 7'	142
32	UGU 118	Río Ungumayo	Loreto	4° 57' 2.2"	76° 8'	142
33	UGU 120	Río Ungumayo	Loreto	4° 57' 2.2"	76° 8'	142
34	UGU 124	Río Ungumayo	Loreto	4° 57' 2.2"	76° 8'	142
35	UGU 126	Río Ungumayo	Loreto	4° 57' 2.3"	76° 7'	142
36	NUC 133	Río Nucuray	Loreto	4° 56' 41"	75° 31' 8"	106
37	NUC 136	Río Nucuray	Loreto	4° 56' 42"	75° 30' 8"	106
38	NUC 137	Río Nucuray	Loreto	4° 55' 42"	75° 31' 8"	106
39	NUC 139	Río Nucuray	Loreto	4° 56' 41"	75° 31' 8"	106
40	NUC 150	Río Nucuray	Loreto	4° 54' 41"	75° 30' 8"	106
41	NUC 154	Río Nucuray	Loreto	4° 56' 41"	75° 31' 7"	106
42	NUC 156	Río Nucuray	Loreto	4° 56' 41"	75° 31' 8"	106
43	URI 160	Río Urituyacu	Loreto	4° 56' 41"	70° 31' 8"	106
44	URI 172	Río Urituyacu	Loreto	4° 55' 42"	70° 30' 8"	101
45	URI 173	Río Urituyacu	Loreto	4° 53' 42"	70° 31' 8"	102
46	URI 176	Río Urituyacu	Loreto	4° 56' 41"	70° 31' 8"	102
47	URI 177	Río Urituyacu	Loreto	4° 54' 41"	70° 30' 8"	102
48	URI 179	Río Urituyacu	Loreto	4° 56' 41"	70° 31' 7"	101
49	URI 181	Río Urituyacu	Loreto	4° 56' 41"	70° 31' 8"	102
50	URI 182	Río Urituyacu	Loreto	4° 53' 41"	70° 31' 8"	102

*AYP(Ayapen), MACH (Marañón y Charupa), UNG(Ungurahui), PAS(Pastaza), UGU(Ungumayo), NUC(Nucuray), URI(Uricuyacu).

3.5.3 Croquis del Campo Experimental

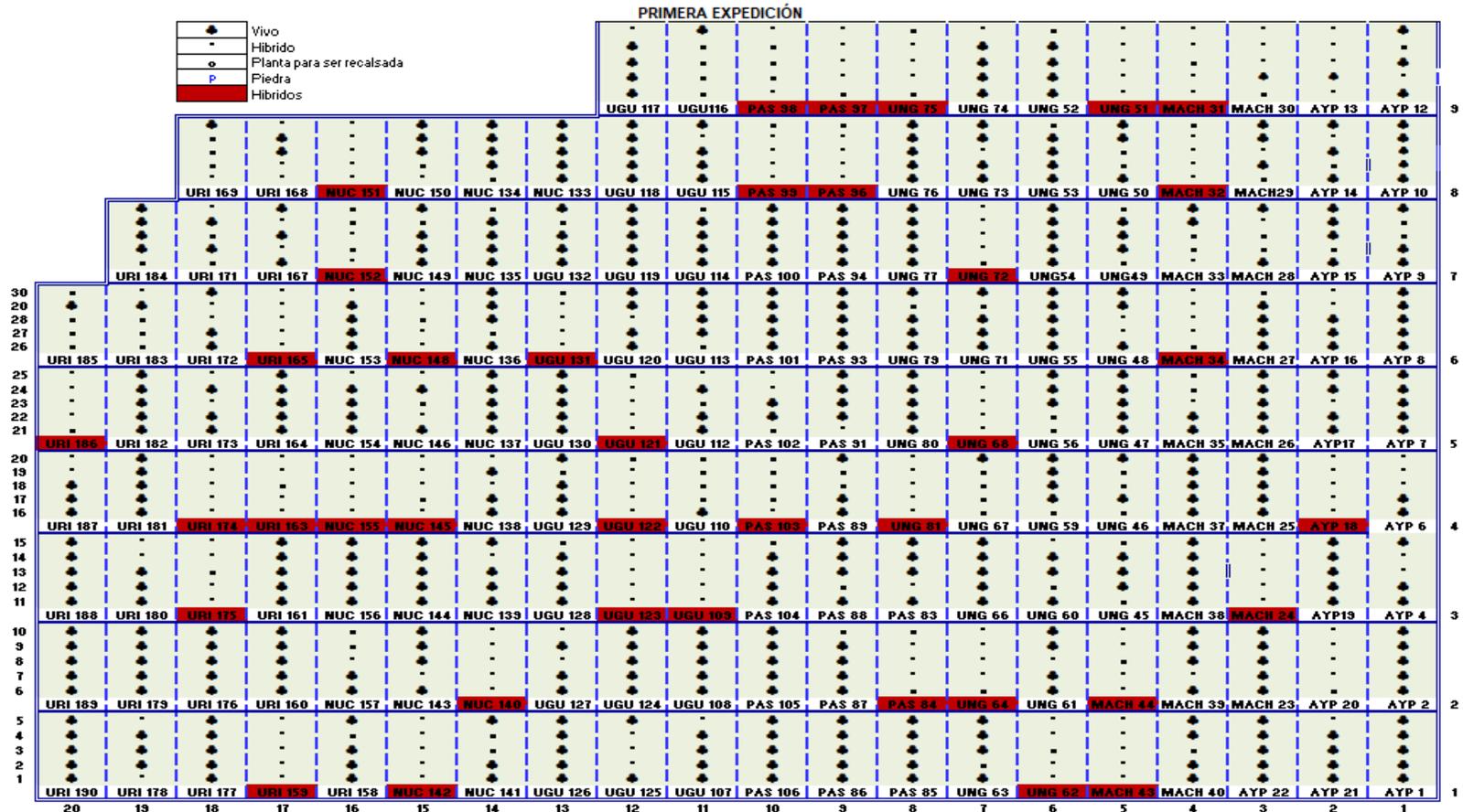


Figura 2. Croquis de accesiones estudiadas, de cinco plantas de cacao silvestre cada un experimental Juan Bernito

3.6 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Percepción y clasificación directa de las características cualitativas y cuantitativas de cada uno de los genotipos evaluados en base a descriptores ampliamente validados en trabajos de cacao.

Los instrumentos de evaluación fueron: ficha de campo con descriptores agromorfológicos reglas, balanza,

3.6.1 Fuentes primarias

Observación y toma directa de los datos en el banco de germoplasma del cultivo de cacao silvestre y en el laboratorio. Los instrumentos de recolección de datos fueron:

- Fichas de descriptores en campo.
- Fichas de toma de datos en el laboratorio.
- Fichas bibliográficas.

3.6.2 Fuentes secundarias

Búsqueda de literaturas para comparar resultados.

3.7 MATERIALES

3.2.1 Herramientas:

- | | |
|-------------------------|---------------------------------------|
| - Vernier o pie de rey. | - Placa Petri. |
| - Forcípula. | - Tubos de ensayo. |
| - Wincha de 5 m. | - Regla de 60 cm. |
| - Cinta métrica. | - Bolsas de polietileno. |
| - Pinzas N° 3,4. | - Tijera de podar. |
| - Estilete. | - Plumón indeleble. |
| - Gilet. | - Etiquetas y fichas de evaluaciones. |

3.2.2 Equipos:

- Estereoscopio 10x
- Balanza electrónica - Accuris Compact de precisión de 5 kg.
- Balanza gramera 600 g
- Cámara digital - Canon.

3.8 TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO DE Y ANÁLISIS DE DATOS

3.8.1 Característica general de la planta

Las características morfológicas generales de la planta para las evaluaciones de los parámetros:

A. Características cualitativas

a) Estructura de la planta

Fueron tomadas de forma visual teniendo en cuenta el ángulo de las ramas laterales con respecto al tallo principal, según las siguientes informaciones:

valoración	Ángulo de inclinación	Descripción
0	< 90°	Erecto
1	90° - 135°	Intermedio
2	> 135°	Pénduloso

b) Pigmentación del follaje nuevo

Se evaluó la presencia o ausencia de una pigmentación rojiza (Antocianina) en las hojas tiernas de cada accesión (Figura 3), determinándose según la siguiente escala:

valoración	Descripción
0	Sin pigmentación
1	Con pigmentación



Figura 3. *Pigmentación de las hojas nuevas*

c) **Vigor de la planta**

Para la evaluación de este parámetro, se tomó como referencia la apariencia física de la planta (estado de crecimiento) calificándose de acuerdo con la siguiente escala (Figura 4).

valoración	Descripción
5	Débil
6	Intermedio
7	Vigoroso



Figura 4. *Vigor de la planta*

B. Características cuantitativas

a) Altura de la planta (m)

Se midió la altura de planta con una wincha métrica de metal, desde la base hasta la copa (Figura 5).



Figura 5. *Altura y la copa de la planta*

b) Diámetro de la copa (m)

Se evaluó el diámetro de la copa de la planta con una wincha métrica de plástico en metros, tomando en cuenta las siguientes medidas: altura de planta y diámetro de copa, luego de realizar la medición se aplica la fórmula diámetro de copa entre altura de planta obteniendo como resultado el diámetro o manto de copa (Figura 6).



Figura 6. *Diámetro de copa de la planta*

c) Diámetro de la base (cm)

Se evaluó el diámetro de la base con una forcípula de brazos paralelos en centímetros (Figura 7).



Figura 7. *Diámetro de la base*

d) Ramas primarias

Se enumeró a partir del injerto para arriba las ramas primarias que forma la copa en unidad de medición (Figura 8).

e) Ramas secundarias

Se evaluó las ramas secundarias que brotan de las ramas primarias se contó en unidad de medición (Figura 8).

f) Ramas terciarias

A partir de la rama secundaria se evaluó las ramas terciarias siendo considerada en unidad de medición (Figura 8).



Figura 8. Número de ramas de la planta: A) Ramas primarias, B) Ramas secundarias, C) Ramas terciarias

3.8.2 Características generales de la hoja

A. Características cualitativas

a) Presencia y ausencia de pulvínulo

Se evaluó con la observación directa si existe presencia de constricción y abultamiento en el pecíolo (Figura 9), utilizando la siguiente escala:

valoración	Descripción
0	Pulvínulo ausente
1	Pulvínulo presente



Figura 9. *Presencia de pulvínulo en las hojas*

b) Forma de la hoja (Longitud/Longitud desde la base hasta el punto más ancho de la hoja (LBL))

Se evaluó mediante la siguiente escala: (Figura 10)

Valoración	Comparación	Descripción
1	L/LBL mayor de 2 cm	Ovoide
2	L/LBL igual a 2 cm	Elíptica
3	L/LBL menor de 2 cm	Obovada



Figura 10. *Forma de la hoja*

B. Características cuantitativas

a) Longitud de la hoja (L)

- b) Es la distancia (cm), desde la base del limbo hasta el ápice de la hoja; se utilizó una regla de 60 cm (Figura 11).



Figura 11. *Longitud de la hoja*

c) Ancho de la hoja (A)

Es la distancia (cm) que existe entre las tangentes trazadas en ambos bordes laterales de la hoja y paralela a la línea de la longitud; se utilizó una regla metálica en centímetros (Figura 12).



Figura 12. *Ancho de la hoja*

d) Longitud desde la base hasta el punto más ancho de la hoja (LBL)

Este descriptor se utilizó para determinar la forma de las hojas, de acuerdo con la siguiente relación (L/LBL) en cm, (Figura 13).



Figura 13. *Medida desde la base al punto más ancho de la hoja ancho*

e) Longitud del pecíolo

Distancia (cm) que existe entre el inicio del pecíolo adherido hasta la base del limbo de la hoja, para ello se utilizará una regla de 20 cm (Figura 14)

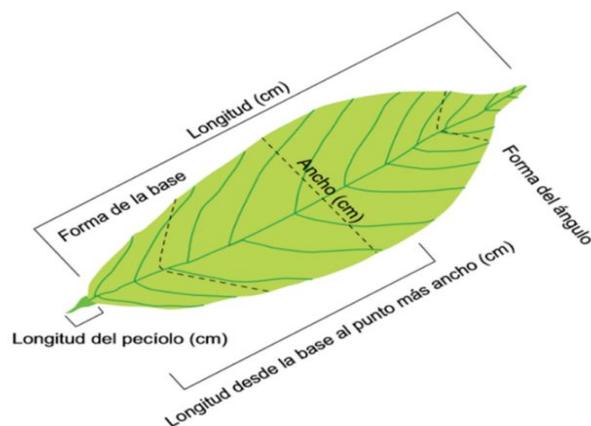


Figura 14. *Descriptor morfológico de la hoja, destaque para longitud del pecíolo*

f) Área de la hoja

El área de la hoja fue determinada a través del programa ImageJ (National Institutes of Health (NIH) de los Estados Unidos), donde se sacó el promedio de 5 hojas (Figura 15).

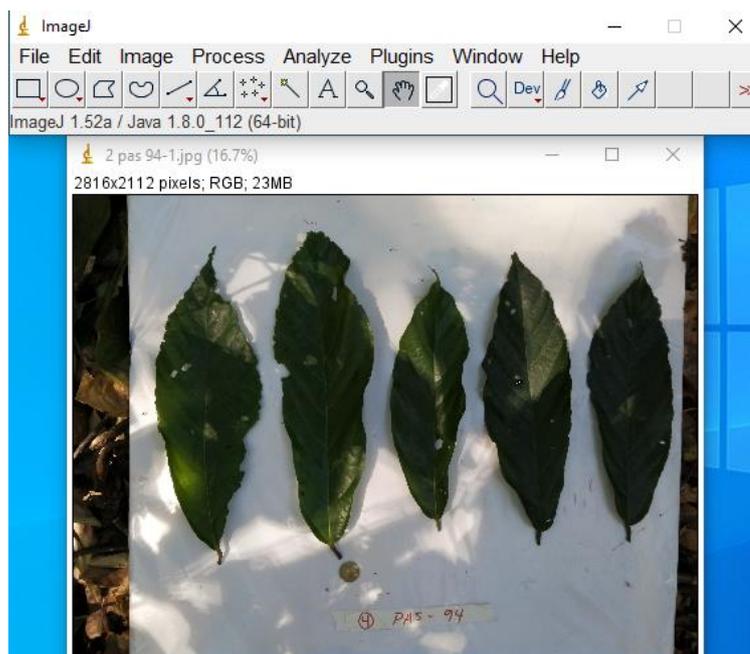


Figura 15. *Determinación del área de la hoja*

3.8.3 Características generales de la flor

A. Características cualitativas

a) Color del pedúnculo floral

Se evaluó utilizando la siguiente escala (Figura 16)

valoración	Descripción
1	Verde
2	Verde con Rojo
3	Rojo



Figura 16. *Determinación del color del pedúnculo de la flor*

b) Color de estaminodio

Se determinó utilizando la siguiente escala (Figura 17)

valoración	Descripción
1	Morado claro
2	Morado oscuro (intenso)



Figura 17. *Determinación del color del pedúnculo de la flor*

c) Longitud de sépalo

Se evaluó esta medida utilizando papel milimétrico, la medida se toma desde la base hasta el ápice (Figura 18).

d) Ancho de sépalo

Se registró esta medida en el punto más ancho del sépalo, utilizando papel milimétrico (Figura 18).

e) Longitud de pétalo

Se utilizó papel milimétrico para efectuar esta medida desde la inserción con el ovario hasta el ápice de este (Figura 18).

f) Ancho de pétalo

Se utilizó papel milimétrico para la medición, en el punto más ancho del órgano floral (Figura 18).

g) Longitud de estaminodio

Se utilizó papel milimétrico, para realizar la medición desde la inserción con el ovario hasta el término del filamento (Figura 18).



Figura 18. *Evaluaciones de longitud y ancho: A) Longitud y ancho de sépalo, B) Longitud y ancho de pétalo, C) Longitud de estaminodio de la flor de cacao silvestre*

h) Longitud de ovario

Se utilizó papel milimétrico para la medición, del órgano floral desplegando todas las partes de la flor (Figura 19).

i) Ancho de ovario

Se utilizó papel milimétrico, para la medida de extremo a extremo del órgano floral (Figura 19).

j) Longitud de estilo

Para este proceso se extrajo el ovario de la flor, empezando por quitar los pétalos de la flor hasta llegar al ovario, una vez que se obtuvo el material se colocó sobre papel milimétrico para la toma de la medida, nos ubicamos en la parte superior del ovario desde

donde comienza el estilo hasta su terminación para tomar la medida correspondiente en ml (Figura 19).

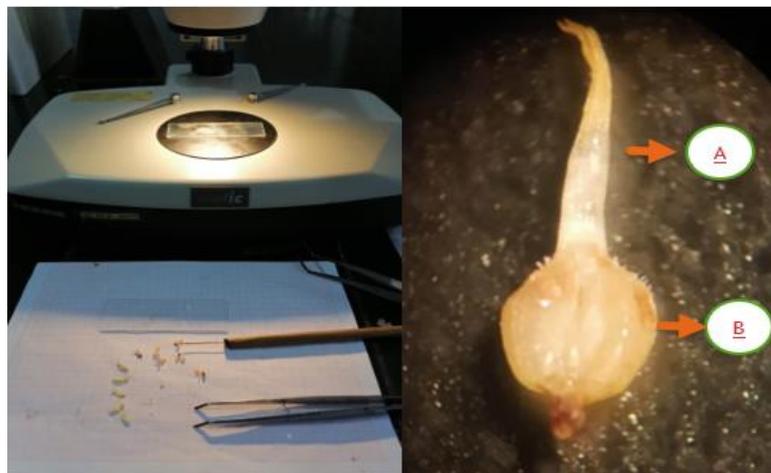


Figura 19. *Evaluaciones de longitud y ancho: A) Longitud de estilo de ovario de la flor de cacao, B) Longitud y ancho de ovario*

k) Número de óvulos por ovario

Para la evaluación de las cantidades de óvulos se realizó según la metodología sugerida por (Enríquez y López, 1985), consiste en observar al estereoscopio ovarios aplastados y teñidos con un colorante a base de zafranina diluida en una solución de lactophenol y cotton blue. Solo se determinó el número de óvulos con el siguiente proceso: se hizo un corte transversal al órgano floral (ovario) con gilet y se observa en el estereoscopio, luego se procedió a cuantificar y se multiplica por cinco. (Figura 20).



Figura 20. *Cuantificación de número de óvulos por ovario*

3.8.4 Características generales del fruto

A. Características cualitativas

a) Peso del fruto (g)

Se utilizó una balanza digital para el pesaje del fruto, después de la cosecha es llevado al laboratorio para el pesaje respectivo.



Figura 21. *Determinación del peso fresco del fruto*

b) Longitud de fruto (cm)

La medición se efectuó utilizando una regla graduada en centímetros, desde la base hasta el ápice.



Figura 22. *Medición de longitud del fruto*

c) Diámetro del fruto (cm)

El diámetro (cm), se efectuó utilizando una forcípula o pie de rey que esta graduada en cm.



Figura 23. *Medición del diámetro del fruto*

d) Espesor de la cascara (cm)

Para obtener esta medida (cm), se utilizó el vernier o pie de rey efectuada en la parte más ancha del mesocarpio.



Figura 24. *Medición del espesor de la cáscara*

e) Profundidad de surco

La medición de la profundidad del surco se efectuó con ayuda del vernier en la parte más profunda.



Figura 25. *Medición de la profundidad del surco*

B. Características cualitativas

a) Tipo de fruto

Se determinó en función a una comparación de cada fruto recolectado en la parcela, de acuerdo con la siguiente escala.

valoración	Descripción
1	Amelonado
2	Cundeamor
3	Angoleta
4	Calabacillo
5	Criollo
6	Pentágona



Figura 26. *Descriptor morfológico: Tipos de frutos de cacao según su forma.*
- Forma de los frutos de cacao. Fuente: Phillips, et al. (2012)

b) Forma del fruto

Se determinó teniendo en cuenta la relación longitud/diámetro, de acuerdo con la siguiente escala:

Valoración	Relación longitud/diámetro	Descripción
1	Menor de 1.5	Redondeado
2	De 1.5 a 3.0	Ovalada
3	Mayor de 3.0	Alargada

c) Tamaño de Fruto

La longitud del fruto se determinó con la ayuda de una regla graduada en cm, de acuerdo con la siguiente escala:

Valoración	Longitud	Descripción
1	Menor de 15cm	Pequeño
2	De 16cm a 19cm	Mediano
3	Mayor de 20cm	Grande

d) Forma del ápice

Se determinó por comparación de acuerdo con la escala grafica mostrada en la Figura 27.

Valoración	Descripción
0	Acuminado
1	Agudo
2	Obtuso
3	Redondo
4	Atenuado
5	Caudado
6	Mamilado
7	Dentado

e) Constricción basal

Fue evaluado tomando en consideración los descriptores morfológicos de la figura 27.

Valoración	Descripción
0	Ausente
1	Suave
2	Intermedio
3	Fuerte



Figura 27. *Descriptor morfológicos – A) Forma del ápice, B) Constricción basal - Fuente: Agro biz negocios sostenibles 2020*

f) Rugosidad de cáscara

Se evaluó por la ausencia o presencia de protuberancias en la superficie del fruto mediante la siguiente escala:

Valoración	Descripción
5	Caudado
6	Mamilado
7	Dentado

g) Color del fruto

Se evaluó teniendo como base la siguiente escala de coloración:

Valoración	Descripción	Valoración	Descripción
C	Crema	R	Rojo
E	Gris	W	Blanco
G	Verde	Y	Amarillo
K	Rosa	L	Claro
O	Naranja	D	Oscuro
P	Púrpura	I	Intenso

<i>De las combinaciones obtenidas</i>	
<i>Valoración</i>	<i>Descripción</i>
OR	Naranja Rojizo
RK	Rojo rosa
R + Y	Rojo con franjas amarillas
Y + O	Amarillo con franjas naranjas

3.9 PROCEDIMIENTO ESTADÍSTICO

Los datos recolectados fueron almacenados en una base de datos en Excel, para su posterior análisis estadístico. ¿El diseño experimental utilizado es enteramente al azar?

El análisis de coordenadas principales ACP O PCA, es un método para representar en una figura de 28 y 29 dimensiones objetos descritos por una matriz cuadrada que contiene índices de semejanza entre dichos objetos Gower (1966). En ocasiones se denomina escalamiento multidimensional métrico (MDS métrico), como opuesto al escalamiento multidimensional (MDS) no métrico. Ambos métodos tienen el mismo objetivo y producen resultados similares si la matriz de similitudes de distancias al cuadrado es métrica y la dimensionalidad es suficiente.

En la práctica, PCA se utiliza para reducir el espacio paramétrico. Cuanto mayor sea la retención de la variación total en un menor número de combinaciones lineales, mejor será la aplicación práctica de este procedimiento a los datos experimentales.

3.5.1 Análisis Estadísticos

Se utilizó un análisis descriptivo considerando: media, máximos, mínimos, desviación estándar (DE), coeficiente de variación (CV) y error estándar (ES) para las características cuantitativas; y además se utilizó el análisis de dispersión y la técnica multivariada de conglomerados, con la intención de identificar los factores correlacionados sobre las variables biométricas.

3.5.1.1. Características generales de la planta

Altura de la planta (m) = AP; Diámetro de la base (cm) = DB; Diámetro de la copa (m) = DC; Estructura de la planta = EP; Ramas primarias (n) = RP; Ramas secundarias (n) = RS; Ramas terciarias (n) = RT; Vigor de la planta = VP.

3.5.1.2. Características generales de la hoja

Ancho de la hoja = ANH; Área de la hoja = AH; Forma de la hoja = FH; Longitud de la hoja = LNGH; Longitud del peciolo = LNGP; Longitud desde base al punto más ancho de la hoja = LNGBPH; Presencia del pulvínulo = PP.

3.5.1.3. Características generales de la flor

Ancho del ovario (mm) = ANOV; Ancho del pétalo (mm) = ANP; Ancho del sépalo (mm) = ANS; Longitud del estaminodio (mm) = LNGEND; Longitud del estilo (mm) = LNGEST; Longitud del ovario (mm) = LNGOV; Longitud del pétalo (mm) = LNGP; Longitud del sépalo (mm) = LNGS; Número de flores a 1 m desde el injerto = NFIN; Números de óvulos por ovario = NOOV.

CAPÍTULO IV: PRESENTACIÓN DE LOS RESULTADOS

4.1 CARACTERÍSTICAS CUALITATIVAS: PLANTAS, HOJAS DE CACAO SILVESTRE

El Cuadro 2 presenta una visión detallada de las características cualitativas observadas en las plantas y hojas de cacao. Las siguientes categorías resumen las cualidades distintivas que han sido evaluadas en base a la estructura de la planta, pigmentación del follaje nuevo, vigor de la planta, presencia del pulvínulo y forma de hoja.

4.1.1 Características cualitativas de las plantas

En el Cuadro 2 se observa que el 100% de los genotipos de cacao silvestre tienen una estructura intermedia, asimismo para la pigmentación el 76% del follaje nuevo de los genotipos evaluados no mostraron pigmentación y el 24% si mostraron. Con respecto al vigor de la planta se verifico que un 70% fueron vigoroso, 28% intermedio y 2% débil.

Correspondiente a los resultados del 100% de la estructura intermedia de la planta se puede afirmar que probablemente la mayoría de las accesiones tuvieron esta estructura por que presentaban características de 90° - 135° entre las ramas laterales, aunado a ellos estas plantas fueron propagadas por injertos. Estructuras de crecimiento similares fueron encontrados por Carbajal (2007) al evaluar accesiones procedentes del rio marañón, que fueron propagadas

por injerto. Probablemente influenciados por las labores culturales, podas y fertilización. Además, las características generales pueden cambiar con el tiempo y manejo que se les imparte a las accesiones del banco de germoplasma e influye en su conservación. Sin embargo, resultados diferentes fueron observados por Soto (2019) al evaluar la caracterización morfológica de 28 accesiones de cacao silvestre de las cuencas Santiago y Morona - Alto Amazonas, encontró diferencias en la estructura de la planta (85,71% erecto y 14,29% intermedio), la autora atribuye la mayor incidencia de la caracteriza erecta por que tuvieron injertación por lo cual sus ramas forman un ángulo agudo, esta misma caracteriza también la observo Bartra (2009).

Resultados correspondientes al 76% sin pigmentación del follaje nuevo frente al 24% si mostraron (Cuadro 2), esto probablemente puede deberse al carácter heredable del cacao diferenciándose en sus accesiones, pues esa diferencia de pigmentación parecen depender de genes modificadores, esta afirmación se evidencia en la base teórica de Enriquez (1981) ya que el autor manifiesta que las características de pigmentación lo comandan genes de recesividad para la no pigmentación y el de dominancia para la pigmentación, ante esto es necesario que se realicen mayores estudios para tener la certeza de dicha afirmación. Esta variabilidad la observo también Soto (2019), donde la mayoría de los genotipos evaluados no tuvieron pigmentación (53.57%) y el (46.43%) con pigmentación.

Los resultados correspondientes a la característica del 70% vigoroso, 28% intermedio y 2% débil (Cuadro 2). Estas variaciones pueden ser debido a las condiciones edáficas, manejo de la plantación, etc.; que presenta zona. Esto puede ser corroborado a través del estudio de Carbajal (2007) en la cual afirma que la vigorosidad de las plantas puede deberse a las condiciones edafoclimáticas que se encuentran, por lo cual las manifestaciones que presenta cada planta pueden estar relacionadas principalmente a su constitución genética en estrecha interacción con el medio ambiente y el manejo agronómico.

Cuadro 2. Características cualitativas generales de la planta y hoja de cacao silvestre

Números	Genotipos	PLANTAS			HOJAS	
		Estructura de la planta	Pigmentación del follaje nuevo	Vigor de la planta	Presencia del pulvínulo	Forma de hoja
1	AYP 1	Intermedio	Sin pigmentación	Intermedio	Con pulvínulo	Obovada
2	AYP 2	Intermedio	Con pigmentación	Débil	Con pulvínulo	Obovada
3	AYP 7	Intermedio	Sin pigmentación	Intermedio	Con pulvínulo	Obovada
4	AYP 8	Intermedio	Sin pigmentación	Vigoroso	Con pulvínulo	Obovada
5	AYP 10	Intermedio	Sin pigmentación	Intermedio	Con pulvínulo	Elíptica
6	AYP 12	Intermedio	Sin pigmentación	Intermedio	Con pulvínulo	Elíptica
7	AYP 15	Intermedio	Con pigmentación	Vigoroso	Con pulvínulo	Elíptica
8	MACH 23	Intermedio	Con pigmentación	Vigoroso	Con pulvínulo	Elíptica
9	MACH 25	Intermedio	Con pigmentación	Débil	Con pulvínulo	Elíptica
10	MACH 27	Intermedio	Sin pigmentación	Vigoroso	Con pulvínulo	Elíptica
11	MACH 37	Intermedio	Sin pigmentación	Vigoroso	Con pulvínulo	Elíptica
12	MACH 38	Intermedio	Con pigmentación	Intermedio	Con pulvínulo	Elíptica
13	MACH 39	Intermedio	Con pigmentación	Intermedio	Con pulvínulo	Elíptica
14	MACH 40	Intermedio	Sin pigmentación	Intermedio	Con pulvínulo	Elíptica
15	UNG 45	Intermedio	Con pigmentación	Vigoroso	Con pulvínulo	Elíptica
16	UNG 47	Intermedio	Sin pigmentación	Vigoroso	Con pulvínulo	Elíptica
17	UNG 48	Intermedio	Sin pigmentación	Vigoroso	Sin pulvínulo	Elíptica
18	UNG 49	Intermedio	Sin pigmentación	Vigoroso	Con pulvínulo	Elíptica
19	UNG 52	Intermedio	Sin pigmentación	Vigoroso	Con pulvínulo	Elíptica
20	UNG 53	Intermedio	Sin pigmentación	Intermedio	Con pulvínulo	Elíptica
21	UNG 54	Intermedio	Sin pigmentación	Vigoroso	Con pulvínulo	Elíptica
22	PAS 83	Intermedio	Con pigmentación	Intermedio	Con pulvínulo	Elíptica
23	PAS 85	Intermedio	Sin pigmentación	Intermedio	Con pulvínulo	Elíptica
24	PAS 86	Intermedio	Sin pigmentación	Vigoroso	Con pulvínulo	Elíptica
25	PAS 87	Intermedio	Sin pigmentación	Intermedio	Con pulvínulo	Elíptica
26	PAS 88	Intermedio	Con pigmentación	Vigoroso	Con pulvínulo	Elíptica
27	PAS 91	Intermedio	Sin pigmentación	Vigoroso	Con pulvínulo	Elíptica
28	PAS 93	Intermedio	Sin pigmentación	Intermedio	Con pulvínulo	Elíptica
29	UGU 114	Intermedio	Sin pigmentación	Vigoroso	Con pulvínulo	Elíptica
30	UGU 115	Intermedio	Con pigmentación	Vigoroso	Con pulvínulo	Elíptica
31	UGU 117	Intermedio	Sin pigmentación	Vigoroso	Con pulvínulo	Elíptica
32	UGU 118	Intermedio	Sin pigmentación	Vigoroso	Con pulvínulo	Elíptica
33	UGU 120	Intermedio	Sin pigmentación	Vigoroso	Con pulvínulo	Elíptica
34	UGU 124	Intermedio	Sin pigmentación	Intermedio	Con pulvínulo	Elíptica
35	UGU 126	Intermedio	Sin pigmentación	Vigoroso	Con pulvínulo	Elíptica
36	NUC 133	Intermedio	Sin pigmentación	Vigoroso	Con pulvínulo	Elíptica
37	NUC 136	Intermedio	Sin pigmentación	Vigoroso	Con pulvínulo	Elíptica
38	NUC 137	Intermedio	Con pigmentación	Vigoroso	Con pulvínulo	Elíptica
39	NUC 139	Intermedio	Sin pigmentación	Vigoroso	Con pulvínulo	Elíptica
40	NUC 150	Intermedio	Sin pigmentación	Intermedio	Con pulvínulo	Elíptica
41	NUC 154	Intermedio	Con pigmentación	Vigoroso	Con pulvínulo	Elíptica
42	NUC 156	Intermedio	Sin pigmentación	Vigoroso	Con pulvínulo	Elíptica
43	URI 160	Intermedio	Sin pigmentación	Vigoroso	Con pulvínulo	Ovoide
44	URI 172	Intermedio	Sin pigmentación	Vigoroso	Con pulvínulo	Elíptica
45	URI 173	Intermedio	Sin pigmentación	Vigoroso	Con pulvínulo	Elíptica
46	URI 176	Intermedio	Sin pigmentación	Vigoroso	Con pulvínulo	Elíptica
47	URI 177	Intermedio	Sin pigmentación	Vigoroso	Con pulvínulo	Elíptica
48	URI 179	Intermedio	Sin pigmentación	Vigoroso	Con pulvínulo	Elíptica
49	URI 181	Intermedio	Sin pigmentación	Vigoroso	Con pulvínulo	Elíptica
50	URI 182	Intermedio	Sin pigmentación	Vigoroso	Con pulvínulo	Elíptica

4.1.2 Características cualitativas de las hojas

En el Cuadro 3 se observa que el 99.8% presencia de pulvínulos y el único genotipo que no presento pulvínulo es el acceso UNG 48. Con respecto la forma de la hoja, el 90% es elíptica, el 8% abovada y el 2% ovoide. La predominancia en porcentaje del 99% sobre la presencia del pulvínulo probablemente se deba a las características genéticas que posee el género *Theobroma*, estos resultados lo evidenciaron (Carbajal, 2007; Soto, 2019; Bartra, 2009). Sin embargo, los resultados en base a la forma de las hojas fueron muy variables para los autores (Carbajal, 2007; Soto, 2019; Bartra, 2009) con relación al presente trabajo de investigación esto probablemente se deba a los diferentes tipos de genotipos encontrados y/o estudiados (Cuadro 4).

4.2 CARACTERÍSTICAS CUALITATIVAS: FLORES Y FRUTOS DE CACAO SILVESTRE

El Cuadro 3 presenta una recopilación de información detallada de las características cualitativas observadas en las flores y frutos de cacao. Las siguientes categorías resumen las cualidades distintivas que han sido evaluadas en base al color de pedúnculo, color del estaminodio, tipo de fruto, forma del fruto, tamaño del fruto, forma del ápice constricción basal, rugosidad de cascara y color del fruto.

4.2.1 Características cualitativas de las flores

Para el parámetro sobre el color del pedúnculo de la flor (Cuadro 3) el 52% es Verde, el 17% es verde con rojo y el 14% es rojo, en cuanto al parámetro del color del estaminodio es 50% tanto para morado oscuro y morado claro.

Referente a los resultados sobre el mayor porcentaje de coloración verde del pedúnculo en relación a las otras coloraciones (Cuadro 3), se deba a su constitución genética, esta característica también la evidencio (Carbajal, 2007; Soto, 2019), asimismo podemos afirmar que la coloración verde con rojo (17%) probablemente sea a las condiciones del

ambiente en donde se desarrollan, pues Bartra (2009) al evaluar 42 accesiones fundamenta que la coloración del pedúnculo color verde – rojo se debe a que las expresiones fenotípicas pueden ser influenciadas por su origen o tipo de cacao.

Referente a los resultados sobre al color del estaminodio (Cuadro 3) se evidenció que de la totalidad 50% en la variación de coloración de morado oscuro a claro. Probablemente esta situación se deba a la población y tipo en estudio. Resultados opuestos fueron observados (Arguello et al, 1999; Soto, 2019; Bartra, 2009) ya que encontraron 100% de la coloración morado oscuro en sus genotipos evaluados, los autores atribuyen que su población tuvo esta totalidad en esta coloración ya que sus genotipos fueron de tipo de cacao Forastero.

4.2.2 Características cualitativas de los frutos

En el Cuadro 3, se muestran las evaluaciones del fruto de cacao, referente al tipo de fruto el 56% es angoleta, el 28% es calabacillo y el 8% de tipo amelonado; para la forma de fruto se logró determinar que el 42% son alargado y el 38% ovalados. De la misma manera se pudo identificar en cuanto al tamaño del fruto que el 60% son medianos y el 40% pequeños. También se logra observar en la Cuadro que para el parámetro forma del ápice el 86% es mamilado, el 10% es redondo y el 4% es caudado. Asimismo, se aprecia que para el parámetro de constricción basal el 48% es intermedio, el 24% es suave, el 20% es ausente y el 8% es fuerte; del mismo modo evaluando la rugosidad de la cascara se logra determinar que un 44% es rugoso, un 28% es intermedio y un 14% es áspero y suave. Y como ultimo parámetro evaluado en el fruto en cuanto a su color se determina que el 54% es de color amarillo y el 46% de color rojo.

Cuadro 3. Características cualitativas de la flor y fruto del cacao silvestre

N°	Genotipos	FLORES			FRUTOS					
		Color de pedúnculo	Color del estaminodio	Tipo de fruto	Forma del fruto	Tamaño de Fruto	Forma del ápice	Constricción basal	Rugosidad de cáscara	Color del fruto
1	AYP 1	Rojo	Morado oscuro	Ang	Alargada	Mediano	Cau	Fue	Asp	Amarillo
2	AYP 2	Verde	Morado oscuro	Ang	Alargada	Mediano	Cau	Fue	Asp	Amarillo
3	AYP 7	Verde con rojo	Morado oscuro	Ang	Alargada	Pequeño	Red	Sua	Asp	Amarillo
4	AYP 8	Verde	Morado claro	Ang	Alargada	Pequeño	Red	Sua	Asp	Amarillo
5	AYP 10	Verde	Morado claro	Ang	Alargada	Pequeño	Red	Sua	Asp	Amarillo
6	AYP 12	Verde	Morado claro	Ang	Alargada	Pequeño	Red	Int	Asp	Amarillo
7	AYP 15	Verde	Morado claro	Ang	Alargada	Pequeño	Red	Int	Asp	Amarillo
8	MACH 23	Verde	Morado oscuro	Ang	Alargada	Pequeño	Mam	Sua	Sua	Amarillo
9	MACH 25	Verde	Morado oscuro	Ang	Alargada	Mediano	Mam	Aus	Sua	Amarillo
10	MACH 27	Verde	Morado oscuro	Ang	Alargada	Mediano	Mam	Aus	Sua	Amarillo
11	MACH 37	Verde	Morado claro	Ang	Alargada	Mediano	Mam	Aus	Sua	Amarillo
12	MACH 38	Verde	Morado oscuro	Ang	Alargada	Mediano	Mam	Fue	Sua	Amarillo
13	MACH 39	Verde	Morado oscuro	Ang	Alargada	Mediano	Mam	Fue	Sua	Amarillo
14	MACH 40	Verde	Morado oscuro	Ang	Alargada	Mediano	Mam	Sua	Sua	Amarillo
15	UNG 45	Verde con rojo	Morado oscuro	Ang	Ovalada	Pequeño	Mam	Int	Int	Amarillo
16	UNG 47	Verde con rojo	Morado oscuro	Ang	Ovalada	Pequeño	Mam	Int	Int	Amarillo
17	UNG 48	Verde con rojo	Morado oscuro	Ang	Ovalada	Pequeño	Mam	Int	Int	Amarillo
18	UNG 49	Verde con rojo	Morado oscuro	Ang	Ovalada	Pequeño	Mam	Int	Int	Amarillo
19	UNG 52	Verde con rojo	Morado oscuro	Ang	Ovalada	Pequeño	Mam	Int	Int	Amarillo
20	UNG 53	Verde con rojo	Morado claro	Ang	Ovalada	Pequeño	Mam	Int	Int	Amarillo
21	UNG 54	Verde con rojo	Morado oscuro	Ang	Ovalada	Pequeño	Mam	Int	Int	Amarillo
22	PAS 83	Verde	Morado oscuro	Ang	Ovalada	Pequeño	Mam	Int	Int	Amarillo
23	PAS 85	Verde con rojo	Morado oscuro	Ang	Ovalada	Pequeño	Mam	Int	Int	Amarillo
24	PAS 86	Verde con rojo	Morado claro	Ang	Ovalada	Pequeño	Mam	Int	Int	Amarillo
25	PAS 87	Verde	Morado oscuro	Ang	Ovalada	Pequeño	Mam	Int	Int	Amarillo
26	PAS 88	Verde con rojo	Morado oscuro	Ang	Ovalada	Pequeño	Mam	Int	Int	Amarillo
27	PAS 91	Verde	Morado claro	Ang	Ovalada	Pequeño	Mam	Int	Int	Amarillo
28	PAS 93	Verde	Morado oscuro	Ang	Ovalada	Pequeño	Mam	Int	Int	Amarillo
29	UGU 114	Rojo	Morado oscuro	Cal	Alargada	Mediano	Mam	Sua	Rug	Rojo
30	UGU 115	Rojo	Morado claro	Cal	Alargada	Mediano	Mam	Sua	Rug	Rojo
31	UGU 117	Rojo	Morado claro	Cal	Alargada	Mediano	Mam	Sua	Rug	Rojo
32	UGU 118	Rojo	Morado oscuro	Cal	Alargada	Mediano	Mam	Sua	Rug	Rojo
33	UGU 120	Rojo	Morado claro	Cal	Alargada	Mediano	Mam	Sua	Rug	Rojo
34	UGU 124	Rojo	Morado oscuro	Cal	Alargada	Mediano	Mam	Sua	Rug	Rojo
35	UGU 126	Verde con rojo	Morado claro	Cal	Alargada	Mediano	Mam	Sua	Rug	Rojo
36	NUC 133	Verde	Morado claro	Cal	Ovalada	Mediano	Mam	Aus	Rug	Rojo
37	NUC 136	Verde con rojo	Morado claro	Cal	Ovalada	Mediano	Mam	Aus	Rug	Rojo
38	NUC 137	Verde con rojo	Morado claro	Cal	Ovalada	Mediano	Mam	Aus	Rug	Rojo
39	NUC 139	Verde con rojo	Morado claro	Cal	Ovalada	Mediano	Mam	Aus	Rug	Rojo
40	NUC 150	Verde con rojo	Morado claro	Cal	Ovalada	Mediano	Mam	Aus	Rug	Rojo
41	NUC 154	Verde con rojo	Morado claro	Cal	Ovalada	Mediano	Mam	Aus	Rug	Rojo
42	NUC 156	Verde	Morado claro	Cal	Ovalada	Mediano	Mam	Aus	Rug	Rojo
43	URI 160	Verde	Morado claro	Ame	Ovalada	Mediano	Mam	Int	Rug	Rojo
44	URI 172	Verde	Morado claro	Ame	Ovalada	Mediano	Mam	Int	Rug	Rojo
45	URI 173	Verde	Morado oscuro	Ame	Ovalada	Mediano	Mam	Int	Rug	Rojo
46	URI 176	Verde	Morado claro	Ame	Ovalada	Mediano	Mam	Int	Rug	Rojo
47	URI 177	Verde	Morado claro	Ame	Ovalada	Mediano	Mam	Int	Rug	Rojo
48	URI 179	Verde	Morado claro	Ame	Ovalada	Mediano	Mam	Int	Rug	Rojo
49	URI 181	Verde	Morado oscuro	Ame	Ovalada	Mediano	Mam	Int	Rug	Rojo
50	URI 182	Verde	Morado claro	Ame	Ovalada	Mediano	Mam	Int	Rug	Rojo

Referente a los resultados del tipo y forma de fruto (Cuadro 3) se evidencio una predominancia del tipo angoleta (56%) y forma alargada (42%), probablemente la característica del tipo de fruto no determina ciertas combinaciones de los caracteres, sin embargo, lo que respeta a la forma este puede ser determinado en base la relación de largo por diámetro, pudiendo evidenciar de esta manera las características de tamaño (Cuadro 4) entre mediano>pequeño, cabe resaltar que esta variación en tamaño también se atribuye al factor del medio ambiente donde se desarrolla. Resultados en cuanto a cantidades diferentes fueron observados por Soto (2019) al encontrar Angoleta (35,71%) Criollo el (25%), Amelonado (21,43%), y Cundeamor (21,43, encontrando asimismo que la mayoría de las accesiones evaluadas resultaron de forma ovalada, la autora lo atribuye a su resultado a su tipo de cacao encontrado en su investigación que Forastero Amazónico, este resultado también lo evidencio como Carbajal (2007) al encontrar mayor incidencia de la forma ovalada en los genotipos evaluados de la cuenca del Marañón , por lo cual el autor atribuye la frecuencia de esta forma al complejo germoplásmico del Amazonas que posee Forastero Amazónico.

Referente a los datos del color del fruto (Cuadro 3) se evidencio un 54% de color amarillo y el 46% de color rojo. Probablemente la incidencia del color amarillo se deba a características hereditarias de su origen. Resultados semejantes fueron observados por Soto (2019) y Bartra (2009) en lo cual los autores manifiestan que esto se debe a una característica hereditaria de los Forasteros Amazónicos.

De modo general para estos atributos se observa una variabilidad diferenciada, probablemente la variación de cada uno de los parámetros se daba a las condiciones ambientales donde se ubicaba, como también a la variabilidad de los genotipos, pues Enríquez (1991) manifiesta que la diversidad de resultados en estudios de investigación se deba a la variabilidad que se refleja en la heterogeneidad de los frutos. Lo que respecta a los datos sobre la forma del ápice, constricción basal y la rugosidad de la cascara no se encontraron evidencias similares

con los encontrados en la presente investigación por lo cual ante lo manifestado es probable que no se tenga un fundamento persistente para cada uno de los atributos ya que son escasos los trabajos donde se tienen estos parámetros estudiados en base a estos genotipos por lo cual es necesario resaltar realizar mayores estudios en base a estos parámetros, relacionados mejoramiento genético, heredabilidad, etc.

4.3. CARACTERÍSTICAS CUANTITATIVAS DE LAS PLANTAS Y HOJAS DE CACAO SILVESTRE

El Cuadro 4 muestra los resultados de la evaluación de diversas características cuantitativas de las plantas y hojas bajo estudio. Estas características abarcan aspectos como la altura de la planta, diámetro de la copa, diámetro de la base, cantidad de ramas (primarias, secundarias y terciarias), longitud de hoja, ancho de hoja, área de la hoja, así mismo la cuantificación de la longitud desde base al punto más ancho de la hoja y longitud del peciolo. Los datos proporcionan una visión detallada de la morfología y las propiedades fenotípicas de las plantas y hojas.

4.3.1 Características cuantitativas de las plantas

Con relación a los parámetros evaluados para la planta, relacionado a la altura el valor mayor lo obtiene URI 176 (3.89m) y el menor fue AYP 12 (1.87m); para el diámetro de la copa el valor mayor corresponde a URI 172 (2.90m) y con menor UGU 124 (1.29m); respecto al diámetro de la base quien tiene el valor mayor es URI 172 (17.96cm) y con menor UNG 47 (7.23), (Cuadro 4).

Probablemente esta diferenciación numérica se deba a la procedencia genética que poseen cada uno de los clones, ya que estos se adaptan a las condiciones edafoclimáticas propias del lugar de habitad. Haciendo necesario entender que cada genotipo puede estar relacionada principalmente a su constitución genética en una relación con los factores ambientales y su manejo.

4.3.2 Características cuantitativas de las hojas

En la evaluación de las variables del Cuadro 4, la longitud de la hoja fue mayor para UGU 114 (34.61cm) y menor para AYP 10 (23.56cm), para el ancho de la hoja fue mayor en PAS 88 (12.59cm) y menor en PAS 93 (8.64cm), con relación al área de la hoja quien presenta mayor valor cuantitativo fue UGU 115 (247.92cm) y con menor valor AYP 10 (111.65cm); para el parámetro longitud desde base al punto más ancho de la hoja quien obtuvo mayor valor es AYP 2 (20.52cm) y con menor URI 182 (12.96cm), para la longitud del peciolo esta con mayor valor AYP 7 (4.95cm) y con menor NUC 156 (1.62cm).

Para las variables mencionada se observó que los genotipos evaluados no presentaron mayor variabilidad ya que los valores del coeficiente de variabilidad son muy bajos, esto puede deberse a que existe una variabilidad en relación a la genética, esto también fue observado por De casto et al (1983) en la cual los autores afirman cuando no existe una variabilidad d ellos parámetros se puede atribuir a que los géneros y especies se encuentran en estabilidad por no sufrir acciones modificadoras del ambiente.

Resultados diferenciados también fueron encontrados por Bartra (2009) en donde la longitud de la hoja para los genotipos estudiados, se encuentran en el rango de 30.64 cm a 33.74 cm; en el ancho se encuentran en un rango de 10.12 cm a 11.50 cm; respecto a la longitud desde la base hasta el punto más ancho de la hoja de los 42 genotipos caracterizados están dentro de un rango de 13.40 cm a 15.61 cm; en la longitud del pecíolo en un rango de 2.22 cm a 2.76 cm; ante sus resultados el autor atribuye a que mayores valores diferenciados en relación a menores cantidades se debe a que se tendrá un mayor área foliar, permitiendo una mayor capacidad de absorción de luz.

Cuadro 4. Estadísticas descriptivas de los parámetros cuantitativos de las características generales de la planta y hojas de cacao silvestre

Número	Genotipos	PLANTAS						HOJAS				
		Altura de la planta (m)	Diámetro de la copa (m)	Diámetro de la base (cm)	Ramas primarias (Unidad)	Ramas secundarias (Unidad)	Ramas terciarias (Unidad)	Longitud de la hoja (cm)	Ancho de la hoja (cm)	Área de la hoja (cm)	Longitud desde base al punto más ancho de la hoja (cm)	Longitud del peciolo (cm)
1	AYP 1	2.75	2.43	8.20	2.00	4.00	9.00	28.21	10.63	173.81	15.84	2.72
2	AYP 2	2.94	2.05	7.52	2.00	3.00	7.00	33.77	11.71	221.75	20.52	3.08
3	AYP 7	2.53	2.71	7.24	1.00	2.00	5.00	32.04	10.93	180.38	18.50	4.95
4	AYP 8	3.05	2.49	11.33	2.00	3.00	7.00	26.58	10.96	180.82	14.75	2.10
5	AYP 10	2.75	2.19	9.08	2.00	4.00	9.00	23.56	8.73	111.65	13.48	1.76
6	AYP 12	1.87	2.26	7.90	2.00	3.00	6.00	27.23	10.10	175.39	15.13	1.97
7	AYP 15	3.15	2.72	11.18	2.00	3.00	5.00	26.34	9.04	146.84	14.20	1.64
8	MACH 23	2.98	2.28	9.78	2.00	2.00	3.00	26.26	10.04	181.98	14.36	1.96
9	MACH 25	3.12	2.14	8.70	1.00	2.00	3.00	26.31	9.40	165.07	14.52	2.15
10	MACH 27	3.17	2.53	11.10	2.00	4.00	2.00	25.41	9.26	155.37	13.35	1.64
11	MACH 37	2.83	2.58	8.18	2.00	2.00	3.00	27.72	9.02	178.94	14.56	1.72
12	MACH 38	2.51	1.85	8.64	1.00	2.00	1.00	28.49	9.24	179.36	15.76	1.83
13	MACH 39	3.40	2.18	11.65	1.00	2.00	4.00	24.92	8.90	146.09	13.30	2.03
14	MACH 40	3.36	2.19	11.98	2.00	2.00	3.00	26.95	10.03	160.12	14.70	1.94
15	UNG 45	2.34	1.43	9.53	1.00	1.50	1.00	29.07	10.50	172.90	16.93	2.13
16	UNG 47	1.95	1.84	7.23	1.00	2.00	1.00	30.59	10.58	224.45	16.20	1.74
17	UNG 48	2.71	2.20	9.10	2.00	2.00	1.00	31.93	9.87	220.10	17.20	2.60
18	UNG 49	2.58	2.40	8.05	1.00	2.50	3.00	27.75	9.10	174.48	15.60	2.10
19	UNG 52	2.73	2.66	8.60	2.00	2.00	3.00	29.92	11.81	214.36	15.85	1.97
20	UNG 53	2.51	1.95	7.28	2.00	2.00	2.00	29.49	11.44	245.05	15.70	1.62
21	UNG 54	3.32	2.42	9.36	2.00	2.00	3.00	28.21	10.22	185.85	14.76	2.52
22	PAS 83	2.89	1.40	9.65	1.00	1.00	1.00	29.52	11.11	207.09	16.30	1.70
23	PAS 85	2.73	2.13	9.36	1.00	2.00	2.00	28.07	10.64	200.71	15.10	1.66
24	PAS 86	3.20	2.37	9.88	1.00	2.00	2.00	29.12	11.58	205.76	16.16	1.90
25	PAS 87	3.02	2.04	11.70	1.00	2.00	2.00	29.53	9.58	180.91	17.10	2.11
26	PAS 88	3.16	2.24	14.20	1.00	2.00	3.00	32.15	12.59	242.39	18.25	2.16
27	PAS 91	3.21	2.50	10.18	2.00	3.00	2.00	28.19	10.48	185.65	15.60	2.00
28	PAS 93	3.37	1.85	10.26	1.00	2.00	3.00	26.86	8.64	157.75	15.72	1.94
29	UGU 114	3.26	2.32	15.58	2.00	2.00	2.00	34.61	10.49	241.97	18.65	2.05
30	UGU 115	3.23	2.25	12.03	2.00	3.00	3.00	34.08	11.79	247.92	18.80	1.94
31	UGU 117	3.13	2.34	11.18	2.00	3.00	2.00	31.32	10.40	181.03	18.20	2.07
32	UGU 118	3.07	2.33	13.30	2.00	3.00	2.00	29.66	10.03	178.34	16.78	1.76
33	UGU 120	3.34	2.44	15.58	2.00	3.00	3.00	30.27	10.60	193.35	15.20	1.74
34	UGU 124	2.19	1.29	9.84	1.00	1.00	0.00	27.42	8.77	149.99	14.12	1.91
35	UGU 126	2.77	1.80	12.46	1.00	1.00	0.00	27.42	10.63	160.59	14.60	1.89
36	NUC 133	3.04	2.55	14.82	2.00	2.00	2.00	29.60	9.66	204.31	15.64	1.88
37	NUC 136	2.51	2.21	12.23	2.00	2.00	2.00	27.15	9.93	183.17	13.85	2.06
38	NUC 137	2.92	2.27	12.04	2.00	2.00	2.00	28.74	9.26	168.95	15.76	1.89
39	NUC 139	2.07	1.98	13.48	2.00	2.00	0.00	29.76	10.85	199.48	14.28	1.84
40	NUC 150	3.29	1.91	8.77	1.00	2.00	0.00	29.07	10.80	185.02	17.07	2.12
41	NUC 154	3.38	2.56	14.85	2.00	2.00	2.00	29.25	10.28	198.25	15.30	1.90
42	NUC 156	3.46	2.25	13.14	2.00	3.00	4.00	25.39	10.02	175.82	13.24	1.62

43	URI 160	3.55	2.57	11.12	2.00	3.00	4.00	26.53	9.41	167.80	14.56	1.84
44	URI 172	3.83	2.90	17.95	2.00	2.00	3.00	30.10	10.40	162.74	16.50	2.30
45	URI 173	3.23	2.24	13.03	1.00	2.00	3.00	31.85	10.63	245.67	17.77	2.37
46	URI 176	3.89	2.62	13.54	2.00	2.00	4.00	25.15	9.15	149.65	14.24	1.66
47	URI 177	3.43	2.58	14.02	2.00	3.00	4.00	27.85	10.80	193.15	15.56	1.98
48	URI 179	3.52	2.73	12.28	2.00	3.00	4.00	26.75	9.68	149.06	13.56	1.86
49	URI 181	3.06	2.24	15.60	2.00	2.00	3.00	27.38	9.04	122.87	15.04	2.44
50	URI 182	3.19	2.38	16.54	2.00	4.00	5.00	27.52	10.46	193.83	12.96	4.92
Rango por cuencas												
	Ayapna	1.87 – 3.05	2.05 – 2.71	7.24 – 11.33	1 - 2	2 - 4	5 - 9	23.56 – 33.77	8.73 – 11.71	111.65 – 221.75	13.48 – 20.52	1.64 – 4.95
	Marañón Charupa	2.51 – 3.17	1.85 – 2.58	8.18 – 11.65	1 - 2	2 - 4	1 - 4	24.92 – 27.72	8.90 – 10.04	146.09 – 181.98	13.30 – 15.76	1.72 – 2.15
	Ungurahui	1.95 – 3.32	1.43 – 2.66	7.23 – 9.53	1 - 2	1.5 – 2.5	1 - 3	27.75 – 30.59	9.10 – 11.81	172.90 – 245.05	14.76 – 17.20	1.62 – 2.52
	Pastaza	2.73 – 3.37	1.40 – 2.50	9.36 – 14.20	1 - 2	1 - 3	1 - 3	26.86 – 32.15	8.64 – 12.59	157.75 – 242.39	15.10 – 18.25	1.66 – 2.16
	Ungumayo	2.19 – 3.34	1.29 – 2.44	9.84 – 15.58	1 - 2	1 - 3	0 - 3	27.42 – 34.61	8.77 – 11.79	149.99 – 247.92	14.12 – 18.80	1.74 – 2.07
	Nucuray	2.07 – 3.46	1.91 – 2.56	8.77 – 13.48	1 - 2	2 - 3	0 - 4	25.39 – 29.76	9.26 – 10.85	175.82 – 199.48	13.24 – 17.07	1.62 – 2.12
	Urituyacu	3.06 – 3.89	2.24 – 2.90	11.12 – 17.95	1 - 2	2 - 4	3 - 5	25.15 – 27.52	9.04 – 10.80	122.87 – 193.15	12.96 – 17.77	1.66 – 4.92
	Promedio	2.99	2.26	11.20	1.67	2.36	3.00	28.62	10.18	184.56	15.62	2.11
	Máximo	3.89	2.90	17.95	2.00	4.00	9.00	34.61	12.59	247.92	20.52	4.95
	Mínimo	1.87	1.29	7.23	1.00	1.00	0.00	23.56	8.64	111.65	12.96	1.62
	Desviación estándar	0.44	0.34	2.70	0.47	0.73	2.02	2.40	0.92	30.62	1.66	0.65
	CV%	0.15	0.15	0.24	0.28	0.31	0.67	0.08	0.09	0.17	0.11	0.31

4.4. CARACTERÍSTICAS CUANTITATIVAS DE LAS FLORES Y FRUTOS DE CACAO SILVESTRE

En el Cuadro 5 se presenta los resultados cuantitativos de la evaluación de diversas características de las flores y frutos del cacao silvestre. Las características evaluadas incluyen aspectos como longitud, cantidad, peso, diámetro y otros atributos relevantes para la calidad y la valoración de este cultivo. Los datos proporcionan una visión detallada de la variabilidad y las cualidades distintivas presentes en las muestras de cacao silvestre analizadas, lo que puede ser útil para comprender su potencial comercial, sus propiedades organolépticas y su diversidad genética.

4.4.1 Características cuantitativas de las flores

En cuanto al número de flores a 1m del injerto quien tuvo mayor valor fue PAS 85 (57ud.) y con menor PAS 83 (5ud.); para la longitud del sépalo con mayor URI 176 (8.9mm) y con menor MACH 23 (4mm); respecto al ancho del sépalo con mayor está AYP 2 (3mm) con valor menor MACH 23 (1.38mm) en la longitud del pétalo con mayor valor AYP 15 (6.64mm) y el valor menor esta para UNG 54 (3.28mm); ahora para ancho del pétalo con mayor URI 176 (3mm) con menor UNG 54 (1.44mm); con relación a la longitud del estaminodio con mayor URI 176 (7mm) y con menor MACH 23 (3.28mm); para la longitud presentó mayor valor URI 179 (2.3mm) menor longitud UNG 54 (1.16mm); en el ancho del ovario con mayor está URI 173 (1.30mm) menor valor para MACH 23, UNG 54 (0.06mm); en longitud del estilo con mayor están UNG 45, UNG 47 (3.40mm) con menor MACH 23 (1.44mm) por consiguiente para el número de óvulos por ovario con mayor valor se encuentra PAS 88 (36ud.) y con menor UNG 54 (19 ud.).

Probablemente estas diferencias en las longitudes de la flor sean por el factor ambiente quien es el que determina estos caracteres de mucha variabilidad por condiciones de zonas de vida y/o clima. Resultados de variación fueron observadas también por Amasifuen (2019) y Carbajal (2007) al evaluar bajo una misma zona de estudio que fue en la cuenca del marañón, sin embargo, resultados diferentes fueron observados por Bartra (2009) debido a que su zona de estudio fue en la cuenca del Huallaga.

Referente al número de óvulos por ovario oscilo entre 19 a 36, esta característica numérica es considerado como bajo esto pude deberse a la afirmación que indica Lopez et al (1997) al indicar que esto se debe al carácter altamente heredable. Por lo cual resultado con características de nivel bajo fueron encontrados en la cuenca del marañón por Amasifuén (2019) entre un rango de 36 a 45 óvulos/ovario y Carbajal (2007) con valores menores de 45, los autores indican que sus valores se deben probablemente que sus accesiones podrían ser del tipo Criollo o cruce con Forastero Amazónico. Ya Bartra (2009) en la cuenca del Huallaga evidencio que el número de óvulos por ovario mostró ser muy variable, entre 45 a 51 óvulos por ovario en los clones.

4.4.2 Características cuantitativas de los frutos

En relación con el peso del fruto el mayor valor está en MACH 40 (8.08.75g) con menor NUC 156 (248.25g); para la longitud del fruto con mayor valor MACH 40 (23.40cm) y con menor UNG 53 (10.8cm); respecto al diámetro del fruto NUC 150 (11.21cm) y menor para PAS 88 (5.98cm); en cuanto al espesor de la cascara con mayor NC 156 (2.42cm) y con menor UNG 53 (0.91cm); y para la profundidad de surco con mayor AYP 2 (13.54mm) con menor NUC 137 (5.13mm).

Las accesiones presentaron variabilidad con respeto al peso del fruto, siendo esto como una característica genética de la diversidad de accesiones que se evaluaron, indicando heterogeneidad en el fruto en relación con su tamaño esto lo evidencio (De Castro, 1983). Esta diversidad de accesiones puede ser a la variación del número de semillas por fruto y por el número de óvulos por ovario fueron observados en distintas investigaciones, Soto (2019) en su trabajo de caracterización reportándose de 28 a 55 semillas y óvulos de 36 a 50 respectivamente; asumiendo que éstas sean de origen Forastero o Trinitario; donde SAN 227 obtuvo el mayor peso de fruto (891,47 g). Carbajal (2007) al realizar caracterización de los clones evaluados en cuanto a frutos y semillas evidencio una variabilidad menor; el número de óvulos por mazorca está en el rango de 50(M-20) – 49(M-14), el tamaño de mazorca es poco variable, destacó solo un clon M-7, en tamaño el M -27; en semillas

destaca el M- 25 por su mayor peso y el M-2 por su mayor longitud. Ayestas (2009), el peso medio del fruto fue 683.1 g con 39 semillas en promedio, donde el árbol ID- 298 registró el máximo peso y diámetro del fruto, el ID-287 registró la mayor cantidad de semilla por fruto (49) y el ID-356 presentó el mayor peso de 100 semillas al 6.7% de humedad.

Los resultados referentes al espesor de la cascara (Cuadro 4) en donde probablemente los mayores espesores pueden deberse al efecto limitante en pleno desarrollo y el peso final de las almendras serian un reflejo de esa característica, ya los menores valores permiten obtener un mayor espacio dentro de la cascara para dicho desarrollo. Esto fue evidenciado por León (1968) afirmando que a mayor grosor de la cáscara podría limitar el desarrollo completo y peso de las almendras, y a menor espesor permitiría un mejor desarrollo de los granos.

Cuadro 5. Estadísticas descriptivas de los parámetros cuantitativos de las características generales de flores y frutos de cacao silvestre

Genotipos	FLORES									FRUTOS					
	Número de flores a 1m del injerto (Unidad)	Longitud del sépalo (mm)	Ancho del sépalo (mm)	Longitud del pétalo (mm)	Ancho del pétalo (mm)	Longitud del estamino dio (mm)	Longitud del ovario (mm)	Ancho del ovario (mm)	Longitud del estilo (mm)	Número de óvulos por ovario (Unidad)	Peso del fruto (g)	Longitud de fruto (cm)	Diámetro del fruto (cm)	Espesor de la cascara (cm)	Profundidad de surco
AYP 1	34.00	7.70	2.65	5.50	2.70	5.55	1.93	1.10	2.20	32.00	374.67	16.55	7.81	1.27	6.90
AYP 2	41.00	8.20	3.00	5.80	2.64	5.28	1.96	1.08	2.40	32.00	349.31	15.55	9.50	1.48	13.54
AYP 7	19.00	8.35	2.75	6.30	2.70	5.90	1.93	1.00	2.95	31.00	344.57	15.65	8.09	1.67	5.98
AYP 8	25.00	8.55	2.75	6.50	2.70	5.95	1.93	1.00	2.95	32.00	528.31	18.65	7.64	1.52	5.13
AYP 10	24.00	8.40	2.80	6.20	2.72	6.00	1.94	1.00	2.84	32.00	472.96	19.00	7.71	1.58	8.12
AYP 12	34.00	6.90	2.40	5.30	2.50	5.70	1.80	1.00	2.95	30.00	351.98	15.85	8.13	1.32	10.29
AYP 15	34.00	8.40	2.80	6.64	2.80	6.12	1.92	1.00	3.02	33.00	460.41	18.50	8.46	1.82	6.80
MACH 23	15.00	4.00	1.38	3.32	1.48	3.28	1.20	0.60	1.44	20.00	397.53	16.60	7.81	1.51	9.85
MACH 25	10.00	6.60	2.10	5.20	2.00	5.40	2.00	1.00	2.80	30.00	399.65	19.60	8.75	1.13	11.15
MACH 27	10.00	6.60	2.10	5.20	2.00	5.40	2.00	1.00	2.60	30.00	398.00	19.50	9.08	2.42	11.64
MACH 37	17.00	6.52	2.06	5.80	2.00	6.00	1.48	1.00	2.10	32.00	396.09	16.50	7.83	1.27	6.95
MACH 38	13.00	7.90	2.55	6.10	2.50	6.40	2.00	1.00	2.80	30.00	412.98	19.90	7.81	1.59	8.12
MACH 39	18.00	6.20	2.04	4.64	1.98	5.08	1.40	0.80	1.72	27.00	399.10	18.30	9.50	1.33	10.29
MACH 40	26.00	6.72	2.04	5.44	2.06	5.92	1.42	1.04	2.38	34.00	808.75	23.40	8.19	1.91	6.80
UNG 45	8.00	7.60	2.20	5.60	2.00	5.00	1.60	1.00	3.20	32.00	335.11	13.45	8.09	1.88	9.47
UNG 47	8.00	7.60	2.20	5.60	2.00	5.00	1.60	1.00	3.20	33.00	421.80	15.37	7.64	2.06	8.10
UNG 48	9.00	7.60	2.20	5.60	2.00	5.00	1.60	1.00	3.20	33.00	304.64	11.00	7.71	1.61	11.23
UNG 49	11.00	7.60	2.20	5.60	2.00	5.00	1.60	1.00	3.20	28.00	353.85	13.27	8.13	0.97	9.85
UNG 52	17.00	7.00	2.20	5.20	2.05	5.50	1.50	1.00	2.60	31.00	329.25	13.99	8.46	1.60	11.15
UNG 53	10.00	7.40	2.00	5.60	2.00	5.10	1.80	1.00	2.80	27.00	260.68	10.88	8.30	0.91	7.19
UNG 54	13.00	4.36	1.52	3.28	1.44	3.38	1.16	0.60	1.68	19.00	334.22	13.77	6.80	1.34	11.64
PAS 83	5.00	6.70	2.00	5.70	2.00	5.00	2.00	1.00	2.70	33.00	374.67	19.64	8.90	1.83	8.10
PAS 85	57.00	6.50	2.10	4.80	2.00	5.10	1.60	1.00	2.50	32.00	349.31	13.42	8.59	1.74	11.23
PAS 86	17.00	7.40	2.20	5.00	2.00	5.80	2.00	1.00	2.80	30.00	293.93	14.06	7.59	1.69	9.85
PAS 87	18.00	7.60	2.00	5.40	2.00	5.90	2.00	1.00	3.00	32.00	344.57	14.07	9.15	2.09	11.15
PAS 88	19.00	6.60	2.30	5.80	2.20	6.00	1.30	1.00	2.00	36.00	528.31	15.87	5.98	1.93	7.19
PAS 91	20.00	7.60	2.00	5.40	2.00	5.90	2.00	1.00	3.00	32.00	472.96	13.85	8.45	1.47	11.64
PAS 93	20.00	7.60	2.00	5.40	2.00	5.90	2.00	1.00	3.00	32.00	351.98	14.13	10.60	1.65	6.95
UGU 114	7.00	7.10	2.00	4.90	2.60	4.80	1.20	1.00	2.20	21.00	357.10	12.94	6.70	2.09	8.10
UGU 115	7.00	7.10	2.00	4.90	2.80	4.80	1.20	1.00	2.20	27.00	299.56	13.31	7.71	2.10	5.96
UGU 117	12.00	6.80	2.00	5.00	2.70	4.80	1.20	1.00	2.20	25.00	284.37	13.10	6.63	1.35	6.73
UGU 118	25.00	6.40	2.00	4.90	2.60	5.00	1.20	1.00	2.20	24.00	278.90	13.94	8.78	1.37	7.34
UGU 120	15.00	6.60	2.00	5.00	2.70	5.00	1.20	1.00	2.20	28.00	397.07	15.00	7.44	1.66	7.35
UGU 124	20.00	7.60	2.00	4.90	2.70	5.00	1.20	1.00	2.20	30.00	300.54	13.60	7.65	1.93	6.33
UGU 126	10.00	7.60	1.90	5.50	2.00	5.20	1.80	1.00	2.80	33.00	318.28	13.59	6.50	1.65	6.75
NUC 133	35.00	6.50	2.00	4.80	2.00	4.80	1.80	1.00	2.70	32.00	248.25	13.79	7.01	1.75	10.29

NUC 136	12.00	7.50	2.00	5.40	2.40	5.40	1.80	1.00	2.30	33.00	267.01	13.73	6.67	1.97	5.98
NUC 137	12.00	7.80	2.20	5.50	2.40	5.70	2.00	1.00	3.00	32.00	284.01	19.26	9.00	2.35	5.13
NUC 139	20.00	8.15	2.50	6.20	2.70	6.95	2.00	1.00	3.00	32.00	307.06	13.73	8.94	2.09	8.12
NUC 150	9.00	6.70	2.00	4.80	2.00	4.90	1.60	1.00	2.70	26.00	267.01	21.68	11.21	1.45	9.15
NUC 154	7.00	7.60	2.80	5.50	2.00	5.20	2.00	1.00	2.60	30.00	385.59	13.63	10.28	1.59	8.14
NUC 156	37.00	6.56	2.36	4.96	2.32	5.48	1.76	0.80	2.38	27.00	248.25	18.53	9.15	2.42	8.12
URI 160	25.00	7.70	2.40	5.20	2.50	6.60	2.00	1.00	2.60	34.00	456.78	18.53	9.34	1.59	6.80
URI 172	33.00	6.60	2.30	5.30	2.50	6.00	1.90	1.00	2.60	29.00	461.14	20.09	7.34	2.06	9.85
URI 173	17.00	6.70	2.10	4.50	1.70	5.40	1.80	1.30	2.00	33.00	459.10	19.09	8.25	1.61	11.15
URI 176	37.00	8.60	3.00	5.90	3.00	7.00	2.00	1.00	3.00	32.00	453.89	18.67	7.45	0.97	7.19
URI 177	28.00	7.04	2.40	4.44	2.28	5.08	1.76	0.96	2.32	25.00	532.56	13.45	7.95	1.60	9.13
URI 179	41.00	7.35	2.75	5.50	2.63	6.15	2.03	1.00	2.60	32.00	578.10	22.32	6.55	0.91	8.14
URI 181	31.00	5.36	2.32	4.40	1.92	5.16	1.60	0.80	2.08	25.00	564.32	19.45	7.25	1.34	8.12
URI 182	52.00	6.92	2.80	5.56	2.48	6.36	1.92	1.00	2.82	31.00	565.67	11.23	6.35	1.45	10.29
Rango por cuencas															
Aypena	19 - 41	6.90 - 8.55	2.40 - 3.00	5.30 - 6.64	2.50 - 2.80	5.28 - 6.00	1.80 - 1.94	1.00 - 1.08	2.20 - 3.02	30 - 33	344.57 - 528.31	15.55 - 19.00	7.64 - 9.50	1.27 - 1.82	5.13 - 13.54
Marañón Charupa	13 - 18	4.00 - 7.90	1.38 - 2.55	3.32 - 6.10	1.48 - 2.06	3.28 - 6.40	1.20 - 2.00	0.60 - 1.04	1.44 - 2.80	20 - 34	396.09 - 808.75	16.60 - 23.40	7.81 - 9.50	1.13 - 2.42	6.80 - 11.64
Ungurahui	8 - 17	4.36 - 7.60	1.52 - 2.20	3.28 - 5.60	1.44 - 2.05	3.38 - 5.50	1.16 - 1.80	0.60 - 1.00	1.68 - 3.20	19 - 33	260.68 - 421.80	10.88 - 15.37	6.80 - 8.46	0.91 - 2.06	7.19 - 11.64
Pastaza	5 - 57	6.50 - 7.60	2.00 - 2.30	4.80 - 5.80	2.00 - 2.20	5.00 - 6.00	1.30 - 2.00	1.00 - 1.00	2.00 - 3.00	30 - 36	293.93 - 472.96	13.42 - 15.87	5.98 - 10.60	1.47 - 2.09	6.95 - 11.64
Ungumayo	7 - 25	6.40 - 7.60	1.90 - 2.00	4.90 - 5.50	2.00 - 2.80	4.80 - 5.20	1.20 - 1.80	1.00 - 1.00	2.20 - 2.80	21 - 33	278.90 - 397.07	12.94 - 15.00	6.50 - 8.78	1.35 - 2.10	5.96 - 8.10
Nucuray	7 - 37	6.50 - 8.15	2.00 - 2.80	4.80 - 6.20	2.00 - 2.70	4.80 - 6.95	1.60 - 2.00	0.80 - 1.00	2.38 - 3.00	26 - 33	248.25 - 385.59	13.59 - 21.68	7.01 - 11.21	1.45 - 2.42	5.13 - 10.29
Urituyacu	17 - 41	5.36 - 8.60	2.10 - 3.00	4.40 - 5.90	1.70 - 3.00	5.08 - 7.00	1.76 - 2.03	0.80 - 1.30	2.00 - 3.00	25 - 34	453.89 - 578.10	11.23 - 20.09	6.35 - 9.34	0.91 - 2.06	6.80 - 11.15
Promedio	20.9	7.1	2.2	5.3	2.3	5.4	1.7	1.0	2.6	29.9	389.3	15.8	8.1	1.6	8.6
Máximo	57	8.60	3.00	6.64	3.00	7.00	2.03	1.30	3.20	36	808.75	23.4	11.21	2.42	13.54
Mínimo	5	4.00	1.38	3.28	1.44	3.28	1.16	0.60	1.44	19	248.25	10.8	5.98	0.91	5.13
Desviación estándar	12.2	0.9	0.4	0.7	0.4	0.7	0.3	0.1	0.4	3.7	106.8	3.0	1.1	0.4	2.0
CV%	0.58	0.13	0.16	0.12	0.16	0.13	0.17	0.11	0.17	0.12	0.27	0.19	0.13	0.22	0.23

4.5. ANÁLISIS DE CONGLOMERADOS DE LAS CARACTERÍSTICAS CUALITATIVAS Y CUANTITATIVAS

La Figura 28 muestra el dendrograma referente a las distancias fenotípicas de las diferentes accesiones en estudio, a través de ello se realizó el análisis de conglomerados identificando 6 grupos definidos de las 50 accesiones de cacao silvestre recolectadas en los siguientes lugares: Río Aypena Bajo Huallaga, Rio Marañón y Charupa, Río Ungurahui, Río Pastaza, Río Ungumayo, Río Nucuray, Río Urituyacu del departamento de Loreto. El mayor grupo es de color verde formado por 35 accesiones, seguido del rojo que lo forman 9 accesiones; con 2 genotipos, el grupo de color gris y amarillo; el azul y fucsia con 1 genotipo, constituido por el río Uritcuyacu.

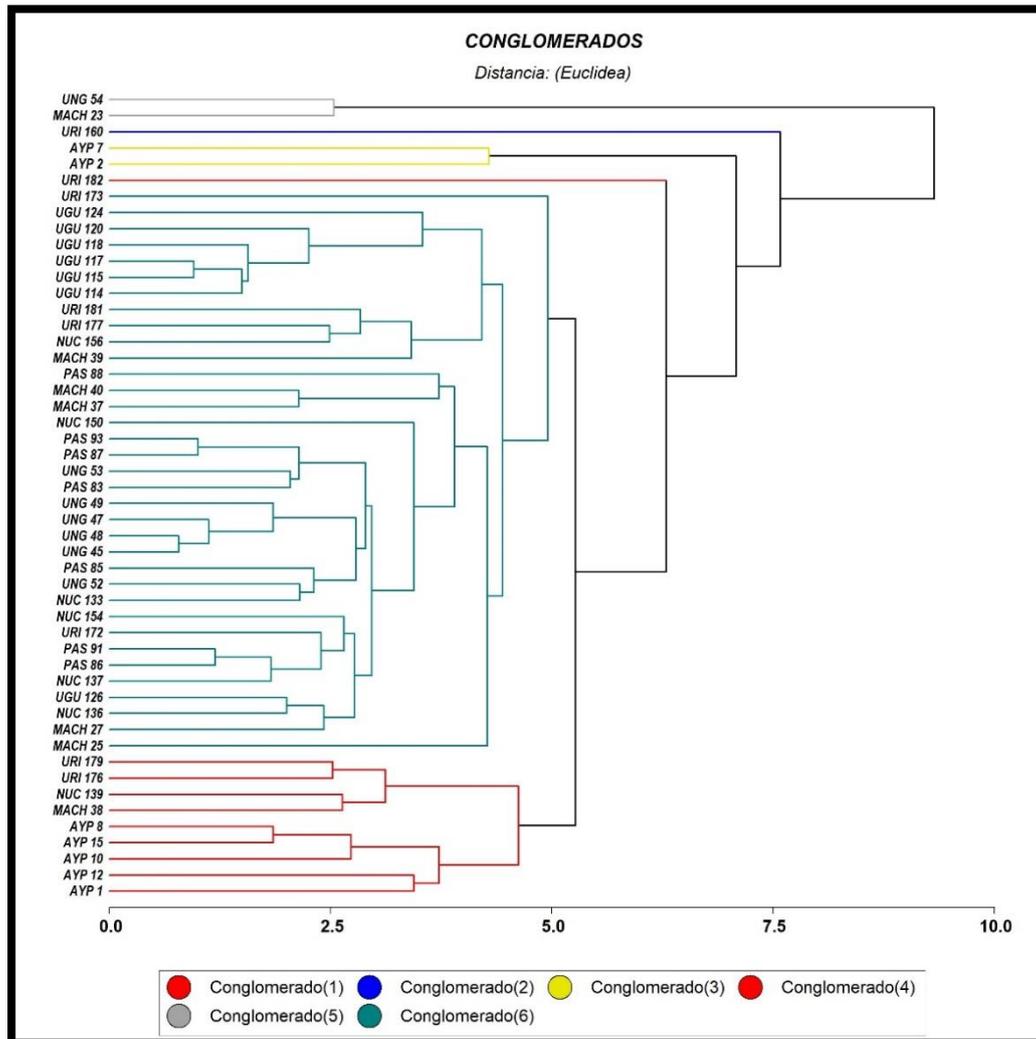


Figura 28. Análisis de conglomerados las características cualitativas y cuantitativas de los parámetros generales de la planta, de hojas, flores y frutos de 50 genotipos de cacao silvestre

Investigaciones que usan análisis de conglomerado es con la finalidad de analizar datos mixtos (cuantitativos y cualitativos) mostrando asociaciones de acuerdo con el nivel de significancia, la cual representa la similitud como la proximidad de todas las variables evaluadas respecto a los demás, siendo en realidad medidas de diferencias donde los valores elevados indican una menor similitud. Ante esto López-Hernández et al. (2019) logró diferenciar cinco grupos de clones de cacao, agrupados, demostrando así una alta variabilidad genética y heterogeneidad entre grupos de árboles, hojas, flores, frutos y semillas. La conformación de los grupos fue similar a lo investigado por Oliva (2020), quien encontró 5 grupos de diferentes características de un total de 146 accesiones evaluado en tres regiones del Perú (Amazonas, Cajamarca y San Martín), utilizando descriptores morfológicos de frutos y semillas. Por otra parte, Quevedo et al. (2020) reportó 10 grupos formados para 650 muestras de cacao en su estudio de caracterización morfoagronómica en Ecuador. Ya Soto (2019) observó solo dos grupos claramente definidos, cada uno con varios subgrupos, dichos agrupamientos son indiferentes a la zona de origen.

4.6. ANÁLISIS DE COORDENADAS PRINCIPALES DE LAS CARACTERÍSTICAS CUALITATIVAS Y CUANTITATIVAS

En la Figura 29 se observa el análisis de coordenadas principales se evidenció 6 grupos definidos de 50 accesiones de cacao silvestre estudiadas teniendo una similitud en cuanto a agrupamiento con el análisis de conglomerado (Figura 29).

Estos 6 grupos están conformados por una variabilidad alta cuando se evalúa los descriptores cuantitativos y cualitativos agromorfológicos, mostrando un mayor grado de dispersión en los dos primeros componentes; el primer componente (CP 1) contribuyó con más del 38,9% de la varianza total explicada, mientras que el segundo componente principal (CP 2) aportó 14,2%, totalizando una variabilidad de 43,1%. Así mismo, se evidencia que, a mayor distancia euclidiana, se presenta mayor cantidad de grupos heterogéneos. El indicador que muestra esta población es muy variable en sus características cuantitativas y cualitativas. Además, la selección de progenitores y la

caracterización de la variabilidad genética que existente son determinantes para el aumento de la eficiencia en los programas de mejoramiento, ya que una de las principales necesidades del mejorador es la identificación de plantas que tengan genes superiores en una progenie segregando.

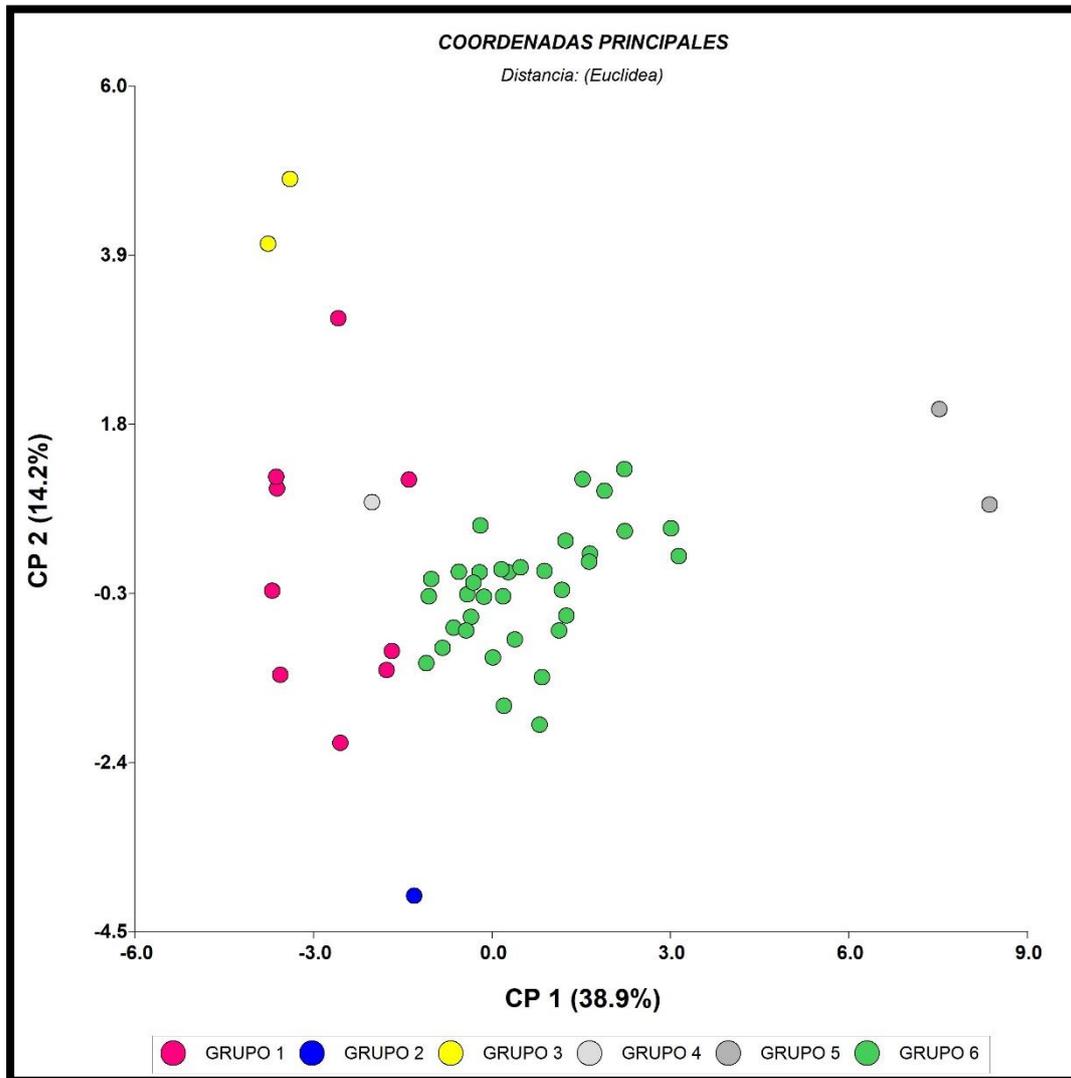


Figura 29. Análisis de coordenadas principales con las características cualitativas y cuantitativas de los parámetros generales de la planta, de hojas, flores y frutos de 50 genotipos de cacao silvestre

Bartra (2009), evaluó 42 clones de las 2 localidades de la región de San Martín, donde la localidad de Tocache mostró mayor agrupamiento que la localidad de Juanjuí, debido a las características semejantes que presentan, posiblemente propias del mismo lugar y en donde no existió mucha variabilidad genética ocasionada por la introducción de los clones internacionales. Soto (2019), trabajo con 28 genotipos de la segunda expedición del Banco de Germoplasma de Cacao Silvestre del ICT, identificó 2 grupos distintos en relación a la distancia fenotípica que fluctúa entre 0,00 a 0,95. Esta agrupación de dos grupos por su dispersión, fueron indiferentes a su origen o lugar de colecta, posiblemente por el tipo de cacao Forastero Amazónico originario de la Amazonía a la cual pertenecen. Los datos anteriores confirman que esta población de cacao silvestres es una gran alternativa para ser insertada en programas de mejoramiento genético por presentar genotipos con características variables en las flores, hojas y parámetros generales de la planta.

El Cuadro 6 muestra los genotipos separados por grupos que son evidencia comparativa del Análisis de conglomerados (AC) y el Análisis de coordenadas principales (ACP) de cacao silvestre.

Cuadro 6. *Genotipos separados por grupos según características morfoagronómicas diferenciales de 50 accesiones de cacao silvestre*

Grupo 1 35 genotipos		Grupo 2 9 genotipos	Grupo 3 1 genotipos	Grupo 4 2 genotipos	Grupo 5 2 genotipos	Grupo 6 1 genotipos
MACH 25	UGU 114	AYP 1	URI 160	MACH 23	AYP 2	URI 182
MACH 27	UGU 115	AYP 8		UNG 54	AYP 7	
MACH 37	UGU 117	AYP 10				
MACH 39	UGU 118	AYP 12				
MACH 40	UGU 120	AYP 15				
UNG 45	UGU 124	MACH 38				
UNG 47	UGU 126	NUC 139				
UNG 48	NUC 133	URI 176				
UNG 49	NUC 136	URI 179				
UNG 52	NUC 137					
UNG 53	NUC 150					
PAS 83	NUC 154					
PAS 85	NUC 156					
PAS 86	URI 172					
PAS 87	URI 173					
PAS 88	URI 177					
PAS 91	URI 181					
PAS 93						

Este Cuadro 7 se evidencia una comparativa de las diferencias cualitativas claves entre los 6 grupos formados en el Análisis de conglomerados (AC) y el Análisis de coordenadas principales (ACP) de cacao silvestre.

Cuadro 7. Características morfoagronómicas diferenciales de 50 accesiones de cacao silvestre

	Grupo 1 35 genotipos	Grupo 2 9 genotipos	Grupo 3 1 genotipos	Grupo 4 2 genotipos	Grupo 5 2 genotipos	Grupo 6 1 genotipos
Planta	Estructura de la planta	Intermedio	Intermedio	Intermedio	Intermedio	Intermedio
	Pigmentación del follaje nuevo	Sin pigmentación			Sin pigmentación	Sin pigmentación
Hojas	Vigor de la planta	Vigoroso	Vigoroso		Intermedio	Vigoroso
	Presencia del pulvínulo	Con pulvínulo		Con pulvínulo	Con pulvínulo	Sin pulvínulo
	Forma de hoja	Elíptica	Elíptica	Obovada	Obovada	Elíptica
Flores	Color de pedúnculo	Verde			Verde con rojo	Verde
	Color del estaminodio	Morado claro	Morado oscuro		Morado oscuro	Morado claro
Frutos	Tipo de fruto	Angoleta			Angoleta	Amelonado
	Forma del fruto	Ovalada	Angoleta		Alargada	Ovalada
	Tamaño del fruto	Mediano	Pequeño	Mediano	Pequeño	Mediano
	Forma del ápice	Mamilado	Mamilado		Redondeado	Mamilado
	Constricción basal	Intermedio			Suave	Intermedio
	Rugosidad de la cascara	Rugoso			Áspero	Intermedio
	Color del fruto	Amarillo	Amarillo		Amarillo	Amarillo

VII. CONCLUSIONES

Se verifico una variabilidad de los componentes fenotípicos, en la cual se evidencio que de las 50 accesiones de cacao silvestre no hubo una predominancia de un solo genotipo que presente mayor diversidad cualitativa y/o cuantitativa de los parámetros en estudio, ya que todos los genotipos presentaron variabilidad.

En base a las características cualitativas todos los genotipos presentaron estructura intermedia, con una de vigorosidad (70%) y el 76% presentaron pigmentación. Existió variabilidad en la expresión de la forma de la hoja con un 90% elíptica y un 99.8% en la presencia de pulvínulos. Referente a las flores se evidencio que el color verde del pedúnculo fue 52%, en cuanto al parámetro del color del estaminodio fue 50% tanto para morado oscuro y morado claro. Las evaluaciones del fruto el tipo que predomino fue angoleta (56%), de forma alargada (42%) ovalados, con un 60 % de tamaño medianos, con forma de ápice mamilado (86%), constricción basal intermedia (48%), un 44% es rugoso y 54% color amarillo con relación a la cascara del fruto.

En base a las características cuantitativas todos los genotipos presentan variabilidad en relación con los mayores valores de los parámetros estudiados, a nivel de las hojas: UGU 114 (longitud de la hoja), UGU 115 (área de la hoja), AYP 7 (longitud del peciolo). En cuanto a las flores: PAS 85 (números de flores a 1m del injerto), AYP 15 (longitud del pétalo), URI 173 (ancho del ovario), UNG 45 (longitud del estilo). En relación con el fruto: NUC 150 (diámetro) y el NC 156 (espesor de la

casaca). Sin embargo, se evidencio que el genotipo URI 176 presento predominancia en: altura de la planta, longitud del estaminodio, longitud y ancho del sépalo de la flor. El URI 172 predomino: en el diámetro de la copa y de la base de la planta; el PAS 88 influencio para: el ancho de la hoja y el número de óvulos por ovario; el AYP 2 fue superior para la longitud desde base al punto más ancho de la hoja, al ancho del sépalo y la profundidad de surco. El MACH 40 influencio en el peso y longitud del fruto.

VIII. RECOMENDACIONES

Después de analizar las características morfológicas de las 50 accesiones de cacao silvestre, con los resultados obtenidos según los agrupamientos se deben direccionar para futuros estudios relacionados con la caracterización molecular y utilización del cacao silvestre en la Amazonía. Esto podría incluir investigaciones adicionales sobre la diversidad genética, estudios de adaptabilidad a diferentes condiciones ambientales, o evaluaciones de resistencia a enfermedades y plagas.

De acuerdo a las conclusiones definidas en el trabajo de investigación se recomienda continuar con el trabajo de caracterización, de otros genotipos existentes y no identificados en la Amazonía, también utilizar nuevos descriptores que ayuden a complementar la información en la base de datos para fines agronómicos y de conservación en los bancos de germoplasma.

Se recomienda continuar, completar y re-evaluar la información en cada uno de los parámetros evaluados, con la finalidad de determinar la estabilidad productiva para cada uno de los materiales.

También se recomienda el manejo adecuado del banco de germoplasma más grande ICT, que tiene el Perú para su conservación, y así poder seguir realizando estudios de investigación que contribuyan con un buen aporte a la parte científica.

IX REFERENCIAS

- Abadie, M. y Berretta, M. (2001). Caracterización y evaluación de recursos fitogenéticos. "Estrategia en recursos fitogenéticos para los países del cono sur". PROCISUR, INIA, 8 págs.
- Allegre, M., Gavidia, J., & Acosta, M. (2020). Diversidad de Cacao en la Amazonía Peruana. Documento de Trabajo, No. 5. Lima, Perú: Instituto de Investigación y Desarrollo Sostenible de la Selva Peruana.
- Allegre, R., et al. (2020). Título del estudio. Revista de Botánica Amazónica, 45(2), 123-145.
- Alverson, W. S., et al. (2011). Diversidad genética del cacao. Plant Genetics Journal, 32(1), 89-101.
- Brito, A. M. de, Almeida, C. M. V. C. de, Matos, P. G. G. de, Silva, G. C. V. da, & Almeida, L. C. de. (2002). Cultivo de cacau em várzeas amazônicas (CEPLAC. Boletim técnico, 184). Ilhéus: CEPLAC.
- Almeida, A.-A.F., Gattward, J.N. (2018). Respostas do cacaueiro as variações da intensidade de luz. In Em Capítulo 2 de Cacao: Cultivo, Pesquisa e Inovação; de Souza Junior, J.O., Ed.; Editora da Universidade Estadual de Santa Cruz: Ilhéus, Brazil, 2018; pp. 35–58.
- (1) (PDF) Growth, Physiological, Nutrient-Uptake-Efficiency and Shade-Tolerance Responses of Cacao Genotypes under Different Shades. Available from: https://www.researchgate.net/publication/353592610_Growth_Physiological_Nutrient-Uptake-Efficiency_and_Shade-

Tolerance_Responses_of_Cacao_Genotypes_under_Different_Shades [accessed Mar 18 2024].

Almeida, C. M. V. C. de; Locatelli, M.; Lima, A. de A.; Xavier, P. I.; Cidin, A. C. M. Diversidade de espécies arbóreas e potencial madeireiro em sistemas agrossilviculturais com cacauero em Ouro Preto do Oeste, Rondônia, Brasil. *Agrotrópica*, v. 21, n.1, p. 73-82, 2009.

Álvarez, Clímaco, Pérez, Elevina, & Lares, Mary. (2002). Morfología de los frutos y características físico-químicas del Mucílago del cacao de tres zonas del Estado Aragua. *Agronomía Tropical*, 52(4), 497-506. Recuperado en 09 de julio de 2022, de http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0002192X2002000400006&lng=es&tlng=es.

Alverson, W. S., Whitlock, B. A., Nyffeler, R., Bayer, C., & Baum, D. A. (2011). Phylogeny of the core Malvales: evidence from ndhF sequence data. *American Journal of Botany*, 98(8), 1474-1484.

Alves, R. M., Garcia, A. A. F., Cruz, E. D., & Figueira, A. (2003). Seleção de Descritores Botânico-Agrônomicos Para Caracterização de Germoplasma de Cupuaçuzeiro. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 38(7), 807-818. <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2003000700004>

Arévalo, M.A.; Gonzales, D. ; Maroto, S. ; Delgado, T. ; Montoya, P.. (2017). *Theobroma cacao*. Manual técnico del cultivo de cacao: prácticas latinoamericanas, 01, 165.

Ayestas, E (2009). Caracterización morfológica de cien árboles promisorios de *Theobroma cacao* L. en Waslala, RAAN. Universidad Nacional Agraria. Nicaragua. Pags 68.

Bekele, F., Buttler, D. R. (2000). Proposed short list cocoa descriptors for characterization. In Eskes, A. B. Engels, J. M. M.; Lass, R. A. eds. Working procedures for cocoa germplasm evaluation and selection (Proceedings of the CFC/ICCO/IPGRI project Workshop 1 – 6 February 1988 – Montpellier, France). Rome, Italy. IPGRI. p 41-48.

- Barbieri, RL (2003). Conservación y uso de recursos genéticos vegetales. En LB Freitas & F. Bered (Eds.), *Genética e evolução vegetal* (págs. 403-414). Porto Alegre: UFRGS.
- Bartley, G. (2005). *The Genetic Diversity of Cocoa and Its Utilization*. CABI, Cambridge, doi:10.1079/9780851996196.0000.
- Batista, L. (2009). *Guía técnica el cultivo de cacao en la República Dominicana*. CEDAF. 2009. 250p.
- Bartra, J. M. (2009). *Caracterización preliminar morfológica y de productividad de 42 genotipos promisorios de cacao (Theobroma cacao l.) colectados en la cuenca del Huallaga – San Martín*. [Título profesional, UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN - TARAPOTO] Repositorio Institucional de la UNSM
https://repositorio.unsm.edu.pe/bitstream/11458/762/1/TP-FAGRO_0386.pdf
- Borbor, F. y Vera, M. (2007). *Manual del cultivo de cacao para productores*. Unidad ejecutora del programa Corporación de Promoción de Exportaciones e Inversiones CORPEI, y Co – ejecutor Asociación Nacional de Exportadores de cacao ANECACAO. Guayaquil – EC. 47 p.
- Carbajal, S. (2007). *Caracterización de árboles promisorios de cacao (Theobroma cacao L.) en la cuenca del río Marañón*. Universidad Agraria de la Selva. Peru. Pags 95.
- Carvalho, C. G. P. de, Almeida, C. M. V. C. de, Cruz, C. D., & Machado, P. F. R. (2001). *Avaliação e seleção de híbridos de cacauero em Rondônia [Evaluation and selection of cacao hybrids in Rondônia]*. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 36(8), 1043-1051.
- Carvalho, R. T., Da Silva, E. A., & Davide, A. C. (2006). *Storage behaviour of forest seeds*. *Revista Brasileira de Sementes*, 28(2), 15-25.
- De Castro, C. T. G y Bartley G. (1983). *Caracterización dos recursos genéticos de cacauero*. *Holha, fruto e semente de selecciones de Bahía dos series SIC e SIAL. Theobroma (B)*. Brasil. 18 (8): 263-273.
- Cheesman, E. (1944). *Notes on the nomenclature, classification and possible relationships of cocoa populations*. *Tropical Agriculture* 21: 144–159.

- Crouzillat, D.; Laurence, B. ; Rigoreau, M. ; Bucheli, P. y Petiard, V. (2000). Genetic Structure, characterization and selection of National cocoa compared to other genetic groups. In International workshop on new Technologies and Cocoa Breeding. p. 47-64.
- Dapeng et al. (2013). The Newly Collected Wild Cacao Germplasm from Peruvian Amazon and its Implications for Diseases Resistance. Plant & Animal Genome XXI Meeting. San Diego, CA. www.intlpag.org
- De La Cruz, M. T., De La Cruz Perez, A., De La Cruz, M. P., & García, C. F. O. (2019). Registro y descripción del daño de la cochinilla rosada del hibisco, *Maconellicoccus hirsutus* Green (Hemiptera: Pseudococcidae), en *Theobroma cacao* L., en Tabasco, México. Revista Chilena de Entomología, 45(1).
- Días LAS. (2001). Genetic improvement of cacao (melhoramento genético do cacauero) (ed. Dias LAS), FUNAPE-UFG.
- Ducke, A. (1953). As espécies brasileiras do gênero *Theobroma* L. Boletim técnico N°28. Instituto Agrônomico do Norte. Belem-Para Brazil. 19 p.
- Efombagn, M.; Sounigo, O.; Eskes, A.; Motamayor, J.; Manzanares, M.; Schnell, R. y Nyassé, S. (2009). Parentage analysis and outcrossing patterns in cacao *Theobroma cacao* L. farms in Cameroon. In: Heredity 103: 46-53.
- Engle, L. M. (1992). Introduction to concepts of germplasm conservation. In M. L. Chadna, A. M. K. Anzad Hossain, & S. M. Monowar Hossain (Eds.), Germplasm collection, evaluation, documentation and conservation (pp. 11-17). Memorias del curso realizado en Bangladesh por el Asian Vegetable Research and Development Center, el Bangladesh Agricultural Research Council y el Bangladesh Agricultural Research Institute, mayo 4-6 de 1992. Asian Vegetable Research and Development Center, Taiwan.
- Engels, J.; B. Bartley, G. Enríquez. (1979). Descriptores de cacao, sus clases y modus operandi. CATIE, Costa Rica. 191 p.

- Engels, JMM; Engelmann, F. (1998). Botanic gardens and agricultural genebanks: building on complementary strengths for more effective global conservation of plant genetic resources. In Fifth International Botanic Gardens Conservation Congress (1998, Kirstenbosch, ZA). Proceedings. Federal de Vicoso. Brasil.
- Falconer, D. S. (1976). Introducción a la genética cuantitativa. Trad. Del inglés por F Márquez Sánchez. CECSA, México.
- Franco, T. (2008). Los Bancos de germoplasma de las Américas. Recursos Naturales y Medio Ambiente N° 53: págs. 81–84. Bioersivity International– Regional Office for the Americas c/o Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Apartado Aéreo 6713. Cali, Colombia. Garcia, C. L. F. (2000). Recursos genéticos y mejoramiento de cacao. Contradrogas. Lima -Perú. 18p.
- Hernández, R.; Fernández, C. y Baptista, P. (1999). Metodología de la Investigación – segunda edición. Mc GRAW-HILL Interamericana Editores, S.A. de C.V. 06450 México D.F. 501 p.
- Hijmans, R., Guarino, L., Cruz, M., & Rojas, E. (2001). Computer tools for spatial analysis of plant genetic resources data: 1. DIVA-GIS. Plant Genetic Resources Newsletter, (127), 15–19.
- Hong, T.D., Linington, S.H. and Ellis, R.H. (1998). Compendium of Information on Seed Storage. Volumen 1 & 2. Royal Botanic Gardens Kews, UK.
- Kongor, J., Hinneh, M., Van de Walle, D., Afoakwa, E. O., Boeckx, P. & Dewettinck, K. (2016). Factors Influencing Quality Variation in Cocoa (*Theobroma cacao*) Bean Flavour Profile. A Review. Food Research International, 82, 44-52. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2016.01.012>.
- Lachenaud, Ph. (1997). Genetic/Taxonomic structuring of the *Theobroma cacao* L species-fresh hypothesis. In: INGENIC Newsletter 3, Pp:10-11

- Léon, J., Malosetti, M., & Mendes, A. (2018). Cacao Silvestre en Perú. Documento de Trabajo, N° 2. Lima, Perú: Instituto de Investigación y Desarrollo Sostenible de la Selva Peruana.
- León, J. (2006). El cacao y su cadena productiva en el Ecuador. Corporación Editora Nacional.
- León, J. (2006). El cacao en la región amazónica. *Agroforestería en las Américas*, 12(3), 45-60.
- Léon, J., et al. (2018). Caracterización de cacaos silvestres en el Alto Amazonas. *Journal of Tropical Agriculture*, 36(4), 210-225.
- Leung, A.Y. (1980). *Encyclopedia of common natural ingredients used in food, drugs, and cosmetics*. John Wiley & Sons. New York.
- López-Hernández, J.A., Ortiz-Mejía, F.N., Parada-Berrios, F., Lara-Ascencio, F., Vásquez Osegueda, E.A. (2019). Caracterización morfoagronómica de cacao criollo (*Theobroma cacao* L.) y su incidencia en la selección de germoplasma promisorio en áreas de presencia natural en El Salvador. *Minerva* 2, 31–50.
- Manual técnico del cultivo de cacao: prácticas latinoamericanas / Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura; Miguel Ángel Arvelo Sánchez, Diego González León, Steven Maroto Arce, Tanya Delgado López y Paola Montoya López. – San José, C.R.: IICA, 2017. 165 p.; 21,5 cm X 28 cm.
- Mendoza, F.G. (2014). En la búsqueda del origen amazónico de la Civilización Andina: los destacados trabajos de Quirino Olivera Núñez. El Blog de Guido Mendoza Fantinato. www.guidomendozafantinato.com. DOI: 10.13140/RG.2.2.22016.17926
- Marita, M. M., Rodriguez, J. M., & Nienhuis, J. (2000). Development of an algorithm identifying maximally diverse core collections. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 47(5), 515-526. doi:10.1023/A:1008784610962
- 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), e331

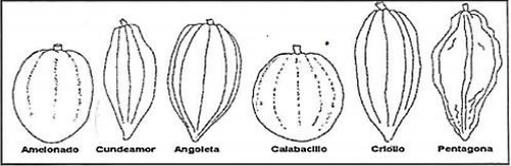
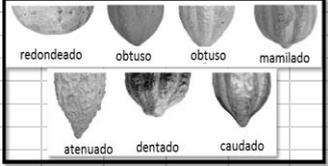
- Motamayor, J. C., et al. (2008). Geografía genética del cacao. *Nature Genetics*, 40(9), 1138-1140
- Motamayor, J. C.; Risterucci, A. M; López, P. A; Ortiz, C. F; Moreno, A; Lanaud, C. (2002). Cacao domesticación. In *The origin of the cacao cultivated by the Mayas*. *Heredity* 89:380-386.
- Müller, M.W. & Valle, R.R. (2007). Ecofisiología do cultivo do cacauero. In *Ciência, tecnologia e manejo do cacauero* (R.R. Valle, ed.). Gráfica e Editora Vital Ltda., Itabuna, p.17-41.
- Nascimento, J. L. do A.-A. F. de A., Barroso, J. P., Mangabeira, P. A. O., Ahnert, D., Souza, A. G. R., Silva, J. V. S., & Baligar, V. C. (2018). Physiological, ultrastructural, biochemical and molecular responses of young cocoa plants to the toxicity of Cr (III) in soil. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 159, 272-283. <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2018.04.058>
- Navia, A.A. Pazmiño, N.V. (2012). “Mejoramiento de las Características Sensoriales del Cacao CCN51 a través de la Adición de Enzimas durante el Proceso de Fermentación” [TESIS DE GRADO, ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL] Repositorio ESPDL.
- N’Goran, J.A.K., V. Laurent, A.M. Risterucci y C. Lanaud. (1994). Comparative genetic diversity studies of *Theobroma cacao* L. Using RFLP and RAPD markers. *Heredity* 73: 589-597.
- Núñez, C., & Escobedo, D. (2015). Caracterización de germoplasma vegetal: la piedra angular en el estudio de los recursos fitogenéticos. *Acta Agrícola y Pecuaria*, 1(1), 1–6.
- Oliva, S.M., (2020). Caracterización socioeconómica de la diversidad biológica de cacao criollo fino de aroma en comunidades rurales de la región Amazonas. Postgraduate thesis. Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas, Perú. <https://repositorio.untrm.edu.pe/handle/UNTRM/2211>.
- Palacios, C. (2008). “Establecimientos de parámetros (físicos, químicos y organolépticos) para diferenciar y valorizar el cacao (*Theobroma cacao* l.) producido en dos zonas identificadas al norte y sur del litoral ecuatoriano” [Tesis optar el título de Ingeniero Agrónomo, Universidad Técnica de Manabí - Ecuador]. Repositorio académico UTM. https://docplayer.es/26842912-Universidad-tecnica-de-manabi.html#google_vignette

- Pound, J. F. (1932). The genetic constitution of the cacao crop. In. Imperial College of Tropical Agriculture, Trinidad. Annual Report on Cacao Research. 2:9-25.
- Quevedo, J.N., Ramírez, M., Zhiminaicela, J., Noles, M.J., Quezada, C., Aguilar, S., (2020). Diversidad morfoagronómica: caracterización de 650 árboles de *Theobroma cacao* L, 12. Universidad y Sociedad, pp. 14–21.
- Rajora, O.P. y S.A. Pluhar. (2003). Genetic diversity impacts of forest fires, forest harvesting, and alternative reforestation practices in black spruce (*Picea mariana*). Theoretical Applied Genetic 106(7):1203-1212.
- Rao, NK. (2004). Plant genetic resources: Advancing conservation and use through biotechnology. African Journal of Biotechnology 3:136-145.
- Sodré, G. A.; Marrocos, P. C. L. (2009). Manual da produção vegetativa de mudas de cacaeiro Ilhéus: Editus. 46p.
- Silva, S.D.V.M., Mandarino, E.P., Damaceno, V.O. and Santos Filho, L.P. (2007) Reacao de genotipos de cacaeiros a isolados de *Ceratocystis cacaofunesta*. Fitopatologia Brasileira, 32, 504-506. <https://doi.org/10.1590/S0100-41582007000600009>.
- Sounigo, O., Umaharan, R., Christopher, Y., Sankar, A., & Ramdahin, S. (2005). Assessing the Genetic Diversity in the International Cocoa Genebank, Trinidad (ICG,T) using Isozyme Electrophoresis and RAPD. Genetic Resources and Crop Evolution, 52(8), 1111–1120. doi:10.1007/s10722-004-6110-4
- Soto, M. (2019), “Caracterización morfológica de 28 accesiones de cacao silvestre (*Theobroma cacao* L.) de las cuencas Santiago y Morona - Alto Amazonas” [Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Agrónomo, Universidad Nacional de San Martín-Tarapoto]. Repositorio de la UNSM.
- Species 2000 & ITIS Catalogue of Life, 23rd December (2016). Digital resource at www.catalogueoflife.org/col. Species 2000. ISSN 2405-8858.

- Thomas, E. M.; Van Zonneveld, J.; Loo, T; Hodgkin, G.; Galluzzi, and J. Van Etten. (2012). Present spatial diversity patterns of *Theobroma cacao* L. in the Neotropics reflect genetic differentiation in pleistocene refugia followed by human-influenced dispersal. PLoS ONE 7(10): e47676. doi: 10.1371/journal.pone.0047676.
- Toxopeus H (1985) Botany, types and populations. In: Wood GAR, Lass RA (eds) Cocoa, 4th edn. Longman, London, pp 11–37
- VALENZUELA, J.F., (2012). El cultivo de cacao. Paquete tecnológico Compañía Nacional de Chocolates S.A.S., Medellín (Colombia).
- Vásquez, J.; Santos, J.; Malqui, R.; Vigo, C.; Alvarado, W. & Bobadilla, L. (2022). Agromorphological characterization of cacao (*Theobroma cacao* L.) accessions from the germplasm bank of the National Institute of Agrarian Innovation, Peru. Heliyon, 8, e10888. doi: 10.1016/j.heliyon. 2022.e10888
- Withers, LA; Wheelans, SK; Williams, JT. (1990). In vitro conservation of crop germplasm and the IBPGR databases. Euphytica 45:9-22.

ANEXOS

Anexo A: Ficha de evaluación de caracterización morfológica de 50 accesiones de cacao silvestre (theobroma cacao L.) en el banco de germoplasma del Instituto de Cultivos Tropicales

1.- Planta												
1.1.- Forma del árbol	a.- Erecto	<input type="checkbox"/>	b.- Intermedio	<input type="checkbox"/>	c.- Penduloso	<input type="checkbox"/>						
1.2.- Color del follaje	a. Sin pigmentación	<input type="checkbox"/>	b. Con pigmentación	<input type="checkbox"/>								
1.3.- Altura de la planta (m)			1.8. Tipo de fruto									
1.4.- Diámetro de la copa (m)												
1.5.- Número de frutos a 1 m. desde el injerto												
1.6.- Diámetro de tallo base (cm)			1.9.- Vigor de la planta									
1.7.- Número de ramas	Primarias	<input type="checkbox"/>	a.- Débil									
	Secundarias	<input type="checkbox"/>	b.- Intermedio									
	Terciarias	<input type="checkbox"/>	c.- Vigoroso									
												
2. Mazorca	1	2	3	4	5	Promedio	2.12.- Tamaño del fruto	1	2	3	4	5
2.1.- Peso total (g)							Pequeño : Menor de 15 cm					
2.2.- Longitud del fruto (cm)							Mediano : De 16 a 19 cm					
2.3.- Diámetro del fruto (cm)							Grande : Mayor de 20 cm					
2.4.- Peso de la semilla c/ pulpa (g)												
2.5.- Rugosidad de la cáscara	a. Caballete	<input type="checkbox"/>										
	b. En surco	<input type="checkbox"/>										
2.6.- Ancho del surco (cm)												
2.7.- Constrictión basal:												
Marque el tipo de constrictión basal												
2.8.- Forma del ápice:												
Marque el tipo de ápice												
2.9.- Superficie:	Lisa	<input type="checkbox"/>	Rugosa	<input type="checkbox"/>	Muy rugosa	<input type="checkbox"/>						
2.10.- Surcos:	Superficiales	<input type="checkbox"/>	Medios	<input type="checkbox"/>	Profundos	<input type="checkbox"/>						
2.11.- color de la mazorca (X)												
C = Crema	R = Rojo	de las combinaciones										
E = Gris	W = Blanco	OR = Naranja rojizo										
G = Verde	Y = Amarillo	RK = Rojo rosa										
K = Rosa	L = Claro	R + Y = Rojo con franjas amarillas										
O = Naranja	D = Oscuro	Y + O = Amarillo con franjas naranjas										
P = Púrpura	I = Intenso	OR + Y = OR con franjas amarillas										

3.- Hoja						
N°.- Hojas	1	2	3	4	5	Promedio
3.1.- Longitud de la hoja (cm) L						
3.2.- Ancho de la hoja (cm) A						
3.3.- Área total						
3.4.- Longitud desde la base hasta el punto mas ancho de la hoja en (cm) LBL						
3.5.- Longitud del peciolo (cm)						
3.6 Presencia del pulvinulo	SI					
	NO					
3.7.- Forma de la hoja (L/LBL)	> de 2: Ovoide					
	= de 2: Elíptica					
	< de 2: Ovada					

4.- Semilla										
N°.- Semilla	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
4.1.- Largo (cm)										
4.2.- Ancho (cm)										
4.3.- Espesor (cm)										

4.4.- Color del cotiledon (X)

Blanco	Gris	Púrpura claro	Medio morado	Púrpura oscuro	Moteado
--------	------	---------------	--------------	----------------	---------

5.- Forma longitudinal

4.6.- Forma transversal

5.- Flor						
5.1.- Número de flores a un 1 metro desde el injerto	1	2	3	4	5	Promedio
5.2.- Longitud del sépalo (mm)						
5.3.- Ancho del sépalo (mm)						
5.4.- Longitud del pétalo (mm)						
5.5.- Ancho del pétalo (mm)						
5.6.- Longitud del estaminoide (mm)						
5.7.- Longitud del ovario (mm)						
5.8.- Ancho del ovario (mm)						
5.9.- Longitud del estilo (mm)						
5.10.- Número de ovulos por ovario						

5.11.- Color del pedúnculo floral (x)

Verde	Verde con rojo	Rojo
-------	----------------	------

5.12.- color del estaminoide

Morado claro	Morado oscuro
--------------	---------------

NOMBRE DEL TRABAJO

ARCHIVO TURNITIN.pdf

AUTOR

GESTI FLORES ISUIZA

RECUENTO DE PALABRAS

18263 Words

RECUENTO DE CARACTERES

83470 Characters

RECUENTO DE PÁGINAS

71 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

2.3MB

FECHA DE ENTREGA

Aug 9, 2024 12:53 PM GMT-5

FECHA DEL INFORME

Aug 9, 2024 12:54 PM GMT-5**● 10% de similitud general**

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos.

- 10% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 3% Base de datos de trabajos entregados
- 1% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● Excluir del Reporte de Similitud

- Material bibliográfico
- Material citado
- Material citado
- Material citado
- Coincidencia baja (menos de 10 palabras)