



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
CARRERA INGENIERÍA AGROPECUARIA

Proyecto de investigación previo a la
obtención del título de Ingeniera
Agropecuaria

Título del Proyecto de Investigación:

Caracterización fenotípica en flores de cacao (*theobroma cacao* L.) en 40
híbridos experimentales en la finca experimental La Represa

Autora:

Karem Stefanie Mindiola Véliz

Director del proyecto de investigación:

Ing. Jaime Vera Chang M.Sc.

Quevedo - Los Ríos - Ecuador

2017

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS.

Yo, **Karem Stefanie Mindiola Véliz**, declaro que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Universidad Técnica Estatal de Quevedo, puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su reglamento y por la normatividad institucional vigente.

Karem Stefanie Mindiola Véliz

CI: 094118838-5

CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.

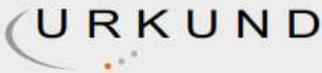
El suscrito, **Ing. Jaime Vera Chang M.Sc.**, Docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, certifica que la estudiante **Karem Stefanie Mindiola Véliz**, realizó el Proyecto de Investigación de grado titulado, “CARACTERIZACIÓN FENOTÍPICA EN FLORES DE CACAO (*Theobroma cacao* L.) EN 40 HÍBRIDOS EXPERIMENTALES EN LA FINCA EXPERIMENTAL LA REPRESA”, previo a la obtención del título de Ingeniera Agropecuaria, bajo mi dirección, habiendo cumplido con las disposiciones reglamentarias establecidas para el efecto.

Ing. Jaime Vera Chang M.Sc

DIRECTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

CERTIFICACIÓN DEL REPORTE DE LA HERRAMIENTA DE PREVENCIÓN DE COINCIDENCIA Y/O PLAGIO ACADÉMICO.

Dando cumplimiento al Reglamento de la Unidad de Titulación Especial de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo y a las normativas y directrices establecidas por el SENESCYT, el suscrito **Ing. Jaime Vera Chang M.Sc.**, en calidad de Director del Proyecto de Investigación de Grado “CARACTERIZACIÓN FENOTÍPICA EN FLORES DE CACAO (*Theobroma cacao* L.) EN 40 HÍBRIDOS EXPERIMENTALES EN LA FINCA EXPERIMENTAL LA REPRESA”, de autoría de la estudiante **Karem Stefanie Mindiola Véliz**, certifica que el porcentaje de similitud reportado por el Sistema URKUND es de 10%, el mismo que es permitido por el mencionado software y los requerimientos académicos establecidos.



Urkund Analysis Result

Analysed Document:	TESIS PARA URKUND-MINDIOLA.docx (D29821763)
Submitted:	2017-07-31 17:54:00
Submitted By:	karemsvel.mindiola@uteq.edu.ec
Significance:	10 %

Sources included in the report:

RELACIÓN DE LA MORFOLOGÍA FLORAL CON LA COMPATIBILIDAD GENÉTICA EN 13 CLONES ÉLITES DE CACAO (*Theobroma cacao* L.).docx (D28344657)
CORRECCION DE TESIS.docx (D14855822)
TESIS FINAL HECTOR DAVID CHEVEZ VERA Correccion.docx (D14812201)

Instances where selected sources appear:

Ing. Jaime Vera Chang M.Sc.

DIRECTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Título:

“CARACTERIZACIÓN FENOTÍPICA EN FLORES DE CACAO (*Theobroma cacao* L.)
EN 40 HÍBRIDOS EXPERIMENTALES EN LA FINCA EXPERIMENTAL LA
REPRESA”

Presentado a la Comisión Académica como requisito previo a la obtención del título de
Ingeniera Agropecuaria.

Aprobado por: Tribunal de sustentación

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Dr. Gregorio Vasconez Montufar M. Sc.

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Ing. Diana Veliz Zamora M. Sc.

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Dr. Luis Godoy Montiel M. Sc.

QUEVEDO –LOS RÍOS– ECUADOR
2017

AGRADECIMIENTO.

Agradezco primero a Dios ya que fue el quien me brindo unos padres incondicionales que han dado todo el esfuerzo para que yo ahora este culminando esta etapa de mi vida y darles las gracias por apoyarme en todos los momentos difíciles de mi vida ellos siempre han estado junto a mí y gracias a ellos soy lo que ahora soy y con el esfuerzo de ellos y mi esfuerzo ahora puedo ser una gran profesional y seré un gran orgullo para ellos y para todos los que confiaron en mí.

También agradezco al Lic. José Macías por su incondicional apoyo y estimación durante estos cinco años de mi carrera, a mi tutor el Ing. Jaime Vera Chang quien me brindo el apoyo y me dio la oportunidad y la confianza para realizar mi tesis, a los Ingenieros Bolívar Montenegro, Dr. Gregorio Vasconez, Dr. Luis Godoy, Ing. Diana Vélez por su apoyo en la realización de mi tesis.

A la Facultad de Ciencias Pecuarias de la Universidad Tecnica Estatal de Quevedo por haberme acogido en sus aulas; a sus docentes, quienes han demostrado a lo largo de estos años de estudio su profesionalismo y calidad humana, compartiendo sus conocimientos y aptitudes con el estudiantado, generando en nosotros ganas de superarnos día a día.

DEDICATORIA.

Hay personas maravillosas que en todo momento están junto a nosotros, es por ello que dedico este logro a quienes llenaron de apoyo, esperanza, fe y amor.

A Dios por la vida y por cada día que me otorga para compartir con las personas que más amo y por las bendiciones otorgadas todos estos años, por haberme brindado la oportunidad de vivir y llenar de bendiciones todas las etapas de mi vida.

A mis padres Wladimiro Mindiola y Fátima Véliz por ser los pilares fundamentales de mi vida quienes con sacrificio, entrega y amor me brindaron su apoyo incondicional.

A mis hijos Wladimir y Stefanie por ser mi inspiración y motor de mi vida quienes me dieron fuerzas para seguir adelante con mi carrera y mi esposo por entender la importancia de culminar esta etapa en mi vida, por darme tiempo, paciencia y apoyo.

RESUMEN EJECUTIVO Y PALABRAS CLAVE.

La polinización es una de las prácticas más determinantes en el cultivo de cacao; por ello con el objetivo de determinar la auto compatibilidad, y evaluar la morfología de la flor, se realizó en la finca experimental “La Represa”, Quevedo, Ecuador. Para el efecto, se empleó un diseño completamente al azar DCA, con cuarenta tratamientos, considerando como tratamientos a los híbridos de cacao utilizados, con tres repeticiones. Para determinar las diferencias entre las medias, se aplicó la prueba de rangos múltiples de Tukey ($P \leq 0,05$). Se realizaron pruebas de polinización manual para determinar el porcentaje de fecundación con quince flores por tratamiento, cuyo porcentaje de polinización sobresalieron los tratamientos T26 y T38 con el 100% de auto compatibilidad, seguido del T15 y T35 con 80% de autocompatibilidad. También se registraron variables como el largo y ancho de sépalo y pétalo, largo de pedúnculo, largo del estaminoide y pistilo, y el peso de la flor en donde sobresalieron diferentes híbridos, tales como el T1 y T11 para largo y ancho del sépalo con 0.27 y 0.82 mm respectivamente. En el largo y ancho del pétalo resaltaron los tratamientos T10 y T26 con 0.25 mm. En el largo del pedúnculo resalto el T20 con 1.81 mm y T6 con 0.62 mm para el largo del estaminoide. El largo del pistilo, el T10 obtuvo el mayor índice con 0.25 mm. No obstante el peso de la flor resaltaron los tratamientos T13 y T20, registrando el promedio más alto con 0.065 g, con relación a los demás híbridos estudiados.

Palabras clave: Autocompatibilidad, cacao, híbridos, polinización; flores.

ABSTRACT AND KEYWORDS.

Pollination is one of the most important practices in cocoa cultivation; For this purpose, with the objective of determining the self-compatibility, and evaluating the flower morphology, was carried out in the experimental farm "La Represa", Quevedo, Ecuador. For this purpose, a completely randomized DCA design was used, with forty treatments, considering as treatments the hybrids of cocoa used, with three replicates. To determine the differences between the means, Tukey's multiple range test was applied ($P \leq 0.05$). Manual pollination tests were performed to determine the percentage of fertilization with fifteen flowers per treatment. The percentage of pollination was higher in T26 and T38 treatments with 100% of autocompatibility, followed by T15 and T35 with 80% of autocompatibility. We also recorded variables such as the length and width of sepal and petal, length of peduncle, length of staminoid and pistil, and flower weight where different hybrids stood out, such as T1 and T11 for length and width of the sepal with 0.27 And 0.82 mm respectively. In the length and width of the petal the treatments T10 and T26 were highlighted with 0.25 mm. In the length of the peduncle the T20 with 1.81 mm and T6 with 0.62 mm for the length of the staminoid. The length of the pistil, the T10 obtained the highest index with 0.25 mm. Despite the weight of the flower, the treatments T13 and T20 were highlighted, registering the highest average with 0.065 g, in relation to the other hybrids studied.

Keywords: Autocompatibility, cocoa, hybrids, pollination; flowers.

TABLA DE CONTENIDO

PORTADA.....	i
DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS.....	ii
CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.....	iii
CERTIFICACIÓN DEL REPORTE DE LA HERRAMIENTA DE PREVENCIÓN DE COINCIDENCIA Y/O PLAGIO ACADÉMICO.....	iv
MIEMBROS DEL TRIBUNAL DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.....	v
AGRADECIMIENTO.....	vi
DEDICATORIA.....	vii
RESUMEN Y PALABRAS CLAVES.....	viii
ABSTRACT AND KEYWORDS.....	ix
TABLA DE CONTENIDO.....	x
ÍNDICE DE TABLAS.....	xiv
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xv
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xvi
CÓDIGO DUBLIN.....	xvii
Introducción.....	1
CAPÍTULO I. CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	3
1.1. Problema de investigación.....	4
1.1.1. Planteamiento del problema.....	4
Diagnóstico.....	4
Pronóstico.....	4
1.1.2. Formulación del problema.....	4
1.1.3. Sistematización del problema.....	5
1.2. Objetivos.....	6
1.2.1. Objetivo general.....	6
1.2.2. Objetivos específicos.....	6
1.3. Justificación.....	7
CAPÍTULO II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN.....	8
2.1. Marco conceptual.....	9
2.2. Marco referencial.....	11
2.2.1. Origen, distribución y taxonomía del cacao.....	11

2.2.2.	Condiciones edafoclimáticas del cultivo de <i>T. cacao</i>	11
2.2.2.1.	Precipitación.....	12
2.2.2.2.	Temperatura.....	12
2.2.2.3.	Viento.....	12
2.2.2.4.	Altitud.....	13
2.2.2.5.	Luminosidad.....	13
2.2.3.	Inflorescencia.....	13
2.2.4.	Partes de la flor.....	13
2.2.4.1.	La flor.....	14
2.2.4.2.	Pedúnculo.....	14
2.2.4.3.	Los sépalos (cáliz).....	14
2.2.4.4.	Los pétalos (corola).....	15
2.2.4.5.	Los estambres (androceo).....	15
2.2.4.6.	Polen.....	15
2.2.4.7.	El ovario.....	15
2.2.4.8.	Pistilo.....	15
2.2.4.9.	El estilo.....	15
2.2.5.	Biología floral.....	16
2.2.6.	Propagación.....	17
2.2.6.1.	Propagación sexual.....	17
2.2.6.2.	Propagación asexual.....	18
2.2.7.	Polinización del cacao.....	18
2.2.7.1.	Polinización natural.....	19
2.2.7.2.	Polinización asistida.....	19
2.2.8.	Mejoramiento genético.....	20
2.2.9.	Grupos genéticos.....	20
2.2.9.1.	Criollo.....	20
2.2.9.2.	Forastero.....	21
2.2.9.3.	Trinitario.....	21
2.3.	Investigaciones relacionadas.....	22
CAPÍTULO III. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....		26
3.1.	Localización.....	27
3.2.	Tipo de investigación.....	27
3.3.	Métodos de investigación.....	27

3.4.	Fuentes de recopilación de información.....	28
3.4.1.	Fuentes primarias.	28
3.4.2.	Fuentes secundarias.....	28
3.5.	Diseño de la investigación.....	28
3.5.1.	Modelo estadístico.....	28
3.5.2.	Análisis de la varianza.....	29
3.6.	Técnicas de autopolinización.....	29
3.7.	Número e identificación de flores.....	29
3.8.	Instrumentos de investigación.....	29
3.8.1.	Variables bajo estudio.	29
3.8.1.1.	Largo del pedúnculo (mm).	30
3.8.1.2.	Largo y ancho del sépalo (mm).	30
3.8.1.3.	Largo y ancho del pétalo (mm).	30
3.8.1.4.	Largo del estaminoide (mm).	30
3.8.1.5.	Largo del pistilo (mm).....	30
3.8.1.6.	Peso de la flor (g).	30
3.9.	Tratamientos de los datos.....	30
3.9.1.	Material genético.....	31
3.10.	Recursos humanos y materiales.....	36
3.10.1.	Recursos humanos.....	36
3.10.2.	Materiales.....	36
3.10.2.1.	Materiales de campo.....	36
3.10.2.2.	Materiales de oficina.....	36
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....		37
4.1.	Porcentajes de fecundación (autopolinización).....	38
4.2.	Caracterización floral.....	41
a.	Largo del sépalo.	41
b.	Ancho de sépalo.	42
c.	Largo de pétalo.....	42
d.	Ancho de pétalo.....	43
e.	Largo del pedúnculo.....	43
f.	Largo del estaminoide.	44
g.	Largo de pistilo.....	44
4.3.	Peso de la flor.....	49

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	51
5.1. Conclusiones.....	52
5.2. Recomendaciones.....	53
CAPÍTULO VI. BIBLIOGRAFÍA	54
6.1. Bibliografía.....	55
CAPÍTULO VII. ANEXOS.....	60
7.1. Análisis de varianza.....	61
7.2. Imágenes de la investigación.....	64
7.3. Croquis de campo.....	66

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla.		Página.
1.	Taxonomía del cacao.....	11
2.	Características agroclimáticas de la zona.....	27
3.	Análisis de varianza en la caracterización de la flor.....	29
4.	Híbridos interclonales de la finca experimental “La Represa”.....	32
5.	Porcentajes de fecundación (autopolinización).....	40
6.	Caracterización floral en 40 híbridos experimentales de cacao.....	45
7.	Peso de la flor en 40 híbridos experimentales de cacao.....	49

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Anexo.		Página.
1.	Características de la flor de <i>T. cacao</i>	14
2.	Propagación en <i>T. cacao</i>	17
3.	Parte interna de la flor.....	20

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo.		Página.
1.	Análisis de varianza aplicada al largo del sépalo.....	61
2.	Análisis de varianza aplicada al ancho del sépalo.....	61
3.	Análisis de varianza aplicada al largo del pétalo.	61
4.	Análisis de varianza aplicada al ancho del pétalo.	62
5.	Análisis de varianza aplicada al largo del pedúnculo	62
6.	Análisis de varianza aplicada al largo del estaminoide.....	62
7.	Análisis de varianza aplicada al largo del pistilo.	63
8.	Análisis de varianza aplicada al peso de la flor.....	63
9.	Pruebas de polinización manual.....	64
10.	Aislamiento floral.....	64
11.	Flores fecundadas después de la polinización manual.....	65
12.	Toma de datos de la morfología floral.....	65
13.	Croquis de campo	66

CÓDIGO DUBLIN

Título:	Caracterización fenotípica en flores de cacao (<i>Theobroma cacao</i> L.) en 40 híbridos experimentales en la finca experimental “La Represa”.			
Autor:	Karem Stefanie Mindiola Véliz			
Palabras clave:	Autocompatibilidad	Cacao	Híbridos	Polinización
Fecha de Publicación:				
Editorial:				
Resumen	<p>Esta investigación tuvo lugar en la finca experimental “La Represa”, Quevedo, Ecuador. El objetivo de este trabajo fue determinar la auto compatibilidad y evaluar la morfología de la flor. Su desarrollo consistió en el uso de un diseño completamente al azar DCA, con cuarenta tratamientos y tres repeticiones. Se aplicó la prueba Tukey ($P \leq 0,05$). Se realizaron pruebas de polinización manual obteniendo porcentajes de 80 y 100% de auto compatibilidad. Se registraron variables de morfología y peso de la flor con diferencias estadísticas entre los híbridos evaluados. Estos análisis demostraron que T1 y T11 fueron los mejores en cuanto al largo y ancho del sépalo. Los tratamientos T10 y T26 en el largo y ancho del pétalo. El tratamiento T20 y T6 para el largo del estaminoide, y el T10 para el largo del pistilo. El peso de la flor registrado demostró que el T13 y T20, obtuvieron el promedio más alto con 0.065 g, con relación a los demás híbridos estudiados.</p>			
Abstract	<p>This research was carried out in the experimental farm "La Represa", Quevedo, Ecuador. The objective of this work was to determine the self-compatibility, and to evaluate the flower morphology. Its development consisted in the use of a completely random DCA design, with forty treatments and</p>			

	<p>three replicates. The Tukey test ($P \leq 0.05$) was applied. Manual pollination tests were performed, obtaining percentages of 80 and 100% of auto-compatibility. Variables of flower morphology and weight were recorded with statistical differences among the evaluated hybrids. These analyzes showed that T1 and T11 were the best in terms of the length and width of the sepal, the treatments T10 and T26 in the length and width of the petal. Treatment T20 and T6 for the length of the staminoid. And the T10 for the length of the pistil. The weight of the registered flower showed that the T13 and T20, obtained the highest average with 0.06 g, in relation to the other hybrids studied.</p>
Descripción	75 hojas : dimensiones, 29 x 21 cm + CD-ROM
URI:	

Introducción.

El cacao, es uno de los cultivos más importantes en la agricultura y es originario de las zonas tropicales de América. Actualmente se cultiva en más de 60 países, la producción mundial se concentra en África occidental, Centro y Sudamérica y las regiones tropicales de Asia (1). En el Ecuador el cacao se encuentra históricamente enlazado con la actividad, política, económica y social del país. Debido a su producción y calidad de aroma único en el mundo ha generado una gran demanda de mano de obra en la región, tanto como en el sector agrícola o industrial (2).

En Ecuador se cultivan varios tipos de cacao, pero la variedad conocida como “Nacional” es la más requerida por los fabricantes de chocolate por su calidad y aroma. Anecacao afirma que más del 70% de la producción mundial de cacao fino y de aroma corresponde al Nacional. El orden socio-económico ecuatoriano se desarrollaba en gran medida alrededor del mercado internacional del cacao, la “pepa de oro” dominó por varios siglos la generación de divisas para el país antes del boom petrolero, dando lugar a los primeros capitales y desarrollando sectores importantes como la banca, industria y el comercio (3).

La producción de cacao en el Ecuador para el 2014 fue de 36 mil toneladas, siendo la provincia de Los Ríos la principal productora del país, con un 22% del total nacional, seguido por Guayas con el 20% y en el tercer lugar Manabí con el 18% durante este periodo (4).

Los bajos rendimientos del cacao Nacional han contribuido a que los agricultores lo sustituyan por materiales de origen trinitario más productivos y tolerantes a enfermedades, ocasionando una erosión genética, especialmente de genes relacionados con la calidad (5).

La caracterización fenotípica en flores de cacao consiste en evaluar el tamaño, forma y demás descriptores físicos que caracterizan a la variedad. De esta manera se consigue determinar si las variedades del tipo Criollo son diferentes estructural o morfológicamente a las otras variedades en calidad y si son susceptibles a enfermedades (6).

En una de las investigaciones realizadas por la Universidad Técnica Estatal de Quevedo (UTEQ) sobre la “Auto-compatibilidad genética y calidad física de almendra en veinte híbridos interclonales de cacao (*Theobroma cacao* L.),” se dio a conocer que la autopolinización en híbridos interclonales es enormemente baja con un promedio de 24.13%, mientras que en morfología de la flor de estos híbridos interclonales se encontraron discrepancias entre flores (7).

CAPÍTULO I
CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Problema de investigación.

1.1.1. Planteamiento del problema.

Uno de los principales problemas de los productores cacaoteros ecuatorianos es la falta de conocimientos en caracterización floral, componente importante en el que radica la base de una buena producción.

Además una de las debilidades fundamentales en el programa genético para establecer nuevas plantaciones de cacao. Siendo unas de ellas las causantes de que las plagas y enfermedades sean resistentes lo cual no generen una producción deseada, esto se suma el problema de la incompatibilidad, y demás factores ambientales.

Diagnóstico.

Este problema se ve manifestado, en la carencia de conocimientos de la biología floral en nuestros productores cacaoteros las cuales no obtienen un rendimiento esperado en producción sino más bien en aumento de plagas y enfermedades causando pérdidas económicas hacia los agricultores.

Pronóstico.

Al dar a conocer a los agricultores la caracterización fenotípica de las flores de cada uno de los híbridos a estudiarse, se da una apreciación casi exacta de cuál de estos híbridos estudiados es la mejor para nuestra zona, por ello es necesario considerar lo siguiente:

¿Las caracterizaciones fenotípicas en 40 híbridos de flores de cacao permitirán que los agricultores cacaoteros tengan un conocimiento exacto de la biología floral de estos híbridos?

1.1.2. Formulación del problema.

¿Considerando la falta de conocimientos acerca de la biología floral en el cultivo de cacao, influye en las producciones de las huertas tradicionales y comerciales el tamaño y morfología floral?

1.1.3. Sistematización del problema.

- ¿La caracterización fenotípica en flores de cacao influye en el conocimiento de los productores?
- ¿Se puede obtener beneficios productivos sobre el conocimiento de la caracterización fenotípica en flores de cacao?

1.2. Objetivos.

1.2.1. Objetivo general.

Evaluar las características fenotípicas de flores provenientes de 40 híbridos experimentales de cacao (*Theobroma cacao* L.) provenientes de la finca experimental “La Represa”.

1.2.2. Objetivos específicos.

- Determinar la importancia de los órganos florales para la diferenciación de materiales genéticos.
- Determinar la auto compatibilidad en híbridos experimentales de cacao y la cantidad de flores fecundadas.
- Caracterizar fenotípicamente las flores y utilizarlas como descriptores para encontrar diferencias entre cultivares en fase experimental.

1.3. Justificación.

Para contribuir a resolver estas dificultades, la Universidad Técnica Estatal de Quevedo (UTEQ) a través de su Programa de Investigación de cacao ha realizado desde las 2008 investigaciones en fase experimental. Como primera etapa se realizó la selección de progenies altamente adaptadas, tolerantes a enfermedades de la zona.

Uno de los propósitos de esta investigación es dar a conocer a los productores cacaoteros sobre las características de la biología floral fenotípicas de materiales híbridos y sobre todo determinar los principales parámetros fenotípicos en flores de los 40 híbridos de cacao en fase productiva que conforman este estudio.

Esta propuesta permitirá dar paso a identificar preliminarmente materiales con parámetros aceptables de auto compatibilidad, además de tener información base sobre su estructura floral y determinar cómo se asocia las flores fecundadas con una alta productividad en campo.

CAPÍTULO II
FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. Marco conceptual.

Estaminoides.

Este órgano protege a la parte femenina de la flor cuya función es atraer a los insectos polinizadoras (8).

Estigma.

Órgano que recibe los granos de polen (6).

Ovarios.

Parte u órgano de la estructura femenina que da origen al fruto (2).

Óvulos.

Órgano interno de la flor encargada de fecundar la semilla (9).

Estambres.

Hace referencia a pequeñas fracciones que están tornadas hacia atrás tomando como eje el pistilo formando el pétalo (10).

Polen.

Sustancia pegajosa proveniente de las flores, cuya función característica es la de fecundar los óvulos (4).

Sépalos.

Protegen a las demás partes de la flor, por lo general son de color blanco o rosado y se encuentra en la base de la flor (11).

Pétalos.

Son un fragmento basal, en el cual se encuentra una parte en forma de lazo con una parte espatulada al final, de color rosada con dos cordones que corren longitudinalmente (12).

Pedicelo.

Este órgano sostiene a la flor, cuya longitud varía de 1 a 2cm y puede variar mucho en pigmentación y en contenido de pelos y glándulas laterales, debido a que conecta la flor con el tronco y es por donde pasan los nutrientes para la futura mazorca (13).

Híbrido o hibridación.

El término hibridación es considerado como estrategia potencial para el desarrollo de nuevos cultivos (resistentes) de cacao. Una hibridación es viable entre especies debidamente relacionadas, como también entre especies de diferentes secciones del género *Theobroma* (14).

Polinización.

La polinización se refiere a la transmisión del polen (espermios vegetales masculinos) hacia los estigmas de otra planta, alcanzando la fecundación del óvulo y la concepción de un nuevo fruto (15).

Auto-compatibilidad.

Se refiere a un carácter genético de alguna periodicidad en cacao y en algunos cultivos alógamos tales como (maíz, cebolla, remolacha, sorgo y otros). Radica en que ciertos genes intervienen para que el polen de algunas plantas no pueda fecundar los óvulos de la misma planta, cabe recalcar que un parámetro de auto-compatibilidad son polinizaciones fecundadas mayores a 40% (16)

Incompatibilidad.

Se designa como incompatibilidad a la ausencia de tubos polínicos en el interior del estilo e imposibilitan el proceso de fecundación también cabe recalcar que un parámetro de incompatibilidad son polinizaciones fecundadas menores al 40% (13).

2.2. Marco referencial.

2.2.1. Origen, distribución y taxonomía del cacao.

El cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.) pertenece a la familia Esterculiáceas, orden Malvales y es una de las especies del género *Theobroma* (17). Es una especie Diploide ($2n = 20$), cuyo eje de origen es la cuenca del Alto Amazonas. En general, la producción de *T. cacao* a nivel nacional se halla distribuida principalmente en las provincias de Los Ríos; Guayas, Manabí y Sucumbíos (18).

Tabla 1. *Taxonomía del cacao.*

Clasificación	
Reino	Vegetal
Clase	Angiospermae
Subclase	Dicotiledoneae
Orden	Malvales
Familia	Esterculiáceae
Genero	Theobroma
Especie	Cacao
Nombre científico	<i>Theobroma cacao</i> L.

Fuente: (17).

2.2.2. Condiciones edafoclimáticas del cultivo de *T. cacao*.

El desarrollo del cultivo de cacao y su producción está profundamente relacionado con los escenarios medio ambientales del lugar donde este se va a establecer. En relación a eso, los factores meteorológicos si intervienen en la producción del cultivo, es por ello que las condiciones de humedad y luminosidad deben ser las adecuadas para el cultivo. La época de floración, brotación y cosecha están previstos por los factores climáticos. Por esta razón es importante implementar guías agroclimáticas para un óptimo desarrollo del cultivo (19).

2.2.2.1. Precipitación.

El cultivo de cacao se ve perjudicado por el déficit hídrico, así como por el encharcamiento, por lo que un apropiado abastecimiento y manejo del agua es fundamental para que la planta lleve a cabo sus procesos metabólicos. Debido a que la lluvia es el elemento climático más inestable durante el año, y es cambiante de una región a otra, es un factor que establece discrepancias en el manejo del cultivo (19).

Los niveles de precipitación óptimos para el cultivo son de 1600 a 2500 mm al año de lluvia aproximadamente en las zonas más cálidas y entre 1200 a 1500 mm para las zonas templadas. En zonas donde los ciclos de sequía son amplios es recomendable establecer un sistema de riego para así mantener la producción (20).

2.2.2.2. Temperatura.

El cacao es originario de zonas tropicales, razón por la cual la temperatura es un factor que tiene una considerable importancia debido a que está relacionada con el desarrollo, la floración y fructificación de las plantas de cacao. La temperatura promedio para un correcto desarrollo del cultivo oscila entre los 23 y 25 °C. Las temperaturas bajas en el cultivo de *T.cacao* inciden en la velocidad del desarrollo vegetativo, el desarrollo del fruto y el nivel de vigor de la floración; cuando la temperatura es menor a los 21 °C, la floración disminuye, no obstante, cuando se encuentra a 25 °C, la floración es abundante. De la misma forma las bajas temperaturas intervienen en el proceso radicular por lo que en temperaturas inferiores a 15 °C la absorción de agua y nutrientes provoca una reducción de la producción (20).

2.2.2.3. Viento.

Vientos incesantes pueden inducir desecación, caída de hojas e inclusive la muerte de la planta, este factor además establece la velocidad de la evapotranspiración del agua en la superficie del suelo. En plantaciones en donde la velocidad del viento es de 4 m/seg y tiene insuficiente sombra hay defoliaciones muy fuertes (19) (20).

Es necesario recurrir al uso de cortinas cortavientos para así impedir daños, se puede hacer esto usando especies frutales o maderables y se las coloca en torno al cultivo de cacao, pese a esto, se debe considerar que es necesario que corran ligeras brisas entre las plantas de cacao para renovar masas de aire para un mejor beneficio de CO₂ y también para reducir

el exceso de humedad que muchas veces son la causa de enfermedades de origen fúngico que atacan principalmente al fruto (20).

2.2.2.4. Altitud.

El cacao es cultivado hasta los 800 msnm, no obstante, plantaciones alrededor de la línea Ecuatorial producen de manera normal en altitudes que van desde los 1000 msnm hasta los 1400 msnm; debido a esto se considera a la altitud como un factor no determinante para un desarrollo óptimo del cultivo (20).

2.2.2.5. Luminosidad.

La fuerza o intensidad de la luz es otro de los factores determinantes en el cultivo del *T. cacao*, esencialmente porque influye en la fotosíntesis. En épocas de plantación del cultivo es recomendable policultivos; es decir la siembra de plantas que suministren sombra ya que la acción directa de la luz del sol afecta negativamente a las plantas de cacao durante esta etapa. Se cree que una intensidad lumínica menor al 50% del total de la luz, limita la producción, mientras cuando es mayor al 50% incrementa (19).

2.2.3. Inflorescencia.

Desde el punto de vista botánico, la inflorescencia del cacao se forma directamente en la madera más vieja del tronco y de las ramas adultas del árbol y, de manera muy específica, en la base de una hoja, alrededor de la cicatriz y de la yema axilar que queda al caer la hoja. La inflorescencia, en su proceso de formación y crecimiento, se transforma en una masa densa que conforme se desarrolla forma un cojín (14).

Existe una marcada diferencia en el número de flores presentes en diferentes cojines de diferentes árboles, lo cual obedece a caracteres genéticos. Untuña (21), registró dos picos de menor intensidad en junio, septiembre y octubre y un período de floración intenso que va de diciembre a marzo, en clones e híbridos de cacao (22).

2.2.4. Partes de la flor.

Las flores de *T. cacao* son pequeñas, escasean de nectarios, la mayoría son de color blanco o rosado. La inflorescencia o cojinetes florales surgen en el tronco y ramas principales,

fenómeno denominado caulifloria. La flor del *T. cacao* es hermafrodita por tener los dos sexos, tal como se observa en la figura 1 (23).

2.2.4.1. La flor.

La flor de *T. cacao* está sostenida por el pedicelo con una longitud aproximada de 1 a 3 cm, de diámetro variable (0.5 a 1 cm). Su fórmula floral es: S5, P5, E5+5, + G(5) (22).

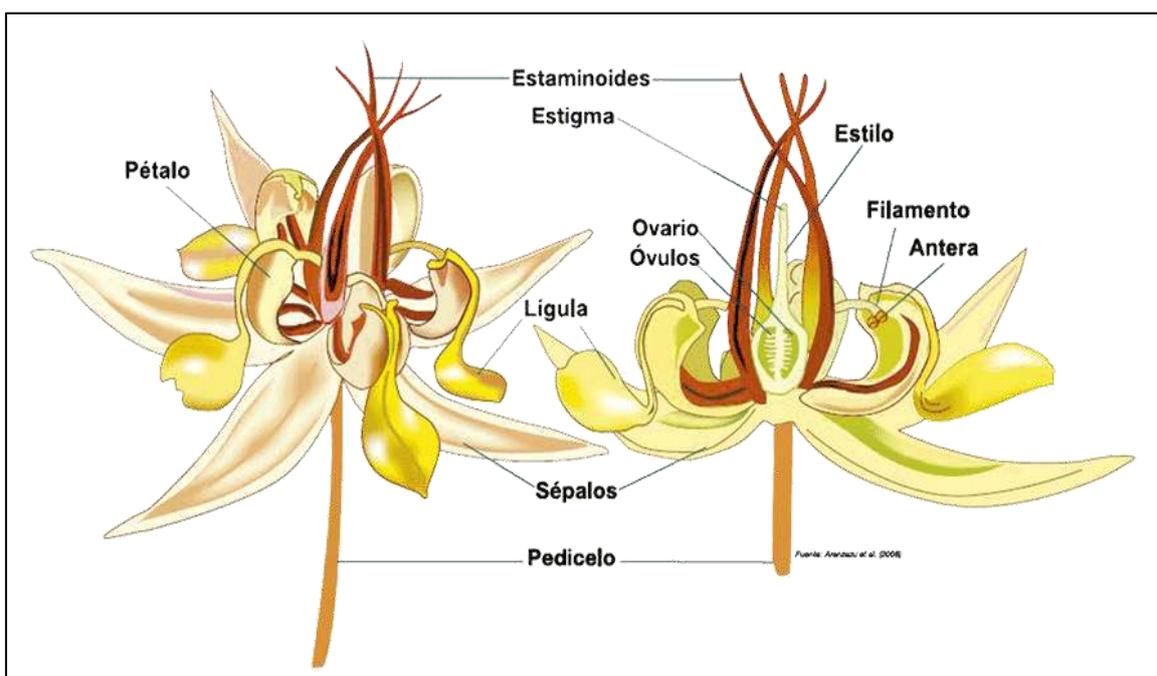


Fig 1. Características de la flor de *T. cacao*.

2.2.4.2. Pedúnculo.

En el lapso del tiempo o maduración del fruto del *T. cacao* se convierte en una mazorca bastante grande con tamaños promedios entre 10 – 42 cm, se produce del crecimiento del pedicelo de la flor, la cual lo sostiene un pedúnculo no muy prolongado pero resistente (24).

2.2.4.3. Los sépalos (cáliz).

Los sépalos están sujetos por la base, pueden ser de coloración verde muy pálido y en ocasiones pueden presentar o no una coloración rojiza (25). En las mediciones encontramos los sépalos unidos en la base, ovadolanceolados, delgados en el ápice y membranosos, por lo que había que tener mayor atención en el manejo (26).

2.2.4.4. Los pétalos (corola).

Expresan un perfil propio, reducidos en la base y luego se extienden, se muestra en forma alterna con los sépalos (25), su abertura está encaminada hacia el eje de la flor, se hacen desiguales para formar una pequeña capa de color translucido, blanco o teñidos de rosa. Protegen a los estambres en el cual se encuentra el polen, en una lígula que vincula con el limbo del pétalo (27).

2.2.4.5. Los estambres (androceo).

Se encuentra conformada por dos verticilos, con cinco estambres estériles y con cinco estambres fértiles que alternan (estaminodios), el androceo es la parte masculina de la flor (4).

Los estaminodios protegen la parte femenina de la flor y son de color violáceo, se levantan erguidos rodeando el estilo, cada estambre esta coronado con cuatro sacos polínicos, directamente hacia los pétalos en tal forma que sus anteras descansan en las cogullas de cada pétalo, los estambres son de color blanco y están recurvados hacia el exterior (25).

2.2.4.6. Polen.

Los grano del polen son muy pequeños de (16 a 23 μ) y esferoidales, contiene cientos de granos, estos granos son transportados por un número reducido de insectos, en general sale del saco en forma de grúmulos y el grano del polen es pegajoso (10) (16).

2.2.4.7. El ovario.

El ovario contiene de 35 – 50 óvulos, conformado por cinco vacíos. Parte de la estructura femenina que da inicio al fruto (28).

2.2.4.8. Pistilo.

El largo del pistilo es el órgano que impide la fecundación por incompatibilidad morfológica entre las estructuras sexuales femeninas y masculinas del cultivo de cacao (7).

2.2.4.9. El estilo.

El estilo termina en cinco estigmas que se adhieren más o menos entre sí y es tubular (29).

2.2.5. Biología floral.

En general una planta de *T. cacao* puede producir un promedio de 4554 flores en un ciclo de 6 meses, donde se da un porcentaje promedio de polinización efectiva de 5.2% de probabilidad que pueda formar el fruto. La flor del cacao es hermafrodita, sostenida por un pedicelo dotado de una constricción basal en la que se puede producir su separación (30). La longitud varía de 1-3 cm, y un diámetro que fluctúa entre 0.5 a 1 cm.

El androceo está compuesto por diez filamentos, cinco de los cuales son fértiles y toman el nombre de estambres y los otros cinco son infértiles y toman el nombre de estaminoides, que se sitúan cerca del pistilo como protección. Los estambres son mucho más pequeños que los estaminoides y se encuentran invertidos hacia atrás, tomando como eje el pistilo y están recubiertos por la cubierta que forma el pétalo (9).

Crece y se desarrollan a lo largo del tronco y de las ramas sostenidas, son pequeñas de color rosado, blanco y púrpura frecuentemente; la polinización del cultivo de cacao es entomófila; es decir, se realiza a través de la presencia de insectos de los géneros *Forciponya* (31).

Este cultivo es hermafrodita, cuya fórmula floral es: S5, P5, E5+5, + G (5). Esta fórmula hace referencia a que la flor del cacao está constituida en su estructura floral por 5 sépalos, 5 pétalos; el androceo conformado por 10 filamentos; 5 son fértiles denominados (estambres) y los otros 5 son infértiles conocidos también como (estaminodios); el gineceo (pistilo) está compuesto por un ovario con 5 lóculos unidos desde la base donde cada uno puede contener de 5 a 15 óvulos, dependiendo del genotipo (11).

Los pétalos están formados por tres partes visiblemente particulares:

- a) La cubierta que nace de la base misma entre el sépalo y el estambre;
- b) El ribete que es un filamento de coloración blanca translúcida;
- c) La lígula, también llamada limbo.

El pistilo está compuesto por un ovario constituido de la fusión de cinco lóculos y cada uno puede contener de 5 a 15 óvulos fecundados dependiendo del genotipo. El estilo está formado por la fusión de cinco apéndices de unos 5 mm de largo, que finalizan en un estigma compuesto de cinco filamentos (23).

Las flores de *T. cacao* nacen agrupadas en fragmentos especializados que se conocen como cojines florales. Estos están localizados alrededor del punto de inserción de las hojas, tanto en el tronco como en las ramas. Generalmente el cacao es cauliflor, es decir, que sus flores se desarrollan en el tronco principal. La flor se abre de 20 a 25 días después de aparecer el diminuto botón floral y de no ser fecundada o por problemas de incompatibilidad genética, esta cae luego de un lapso de tres días (32).

2.2.6. Propagación.

El cultivo de *T. cacao* se puede propagar de dos formas: sexual o por semilla y asexual: por estacas, acodos e injertos (33).



Fig 2. Propagación en *T. cacao* (33).

2.2.6.1. Propagación sexual.

En este método de propagación se hace uso de la semilla botánica. En esta técnica, cuando se va a propagar es obligatorio identificar el biotipo y las particularidades de la planta, para que así esta reciba un apropiado tratamiento. Es recomendable conseguir las semillas de campos representativos, pero en el caso de no contar con este tipo de campos, se debe ejecutar una buena elección de plantas madres de donde se conseguirán las semillas (19) (8).

2.2.6.2. Propagación asexual.

La propagación de tipo asexual radica en el manejo de ciertas partes vegetales de la planta seleccionada, esta técnica es muy utilizada, debido a que todas las características de la planta madre la tendrá la nueva planta, es decir, no hay cambio en la naturaleza genética de la nueva planta (19). La propagación asexual se puede efectuar mediante el uso de estacas o ramillas, pero el más utilizado es el de los injertos ya que no demandan una inversión elevada en instalaciones y se aprovecha al máximo el material vegetativo de la planta madre (varetas) (34).

2.2.7. Polinización del cacao.

En el cultivo de cacao la transferencia del polen es un proceso muy delicado, debido principalmente a que la flor parece estar creada por naturaleza para impedir la polinización, no para favorecerla. Sin embargo; cada flor abierta está metódicamente diseñada para imposibilitar que los insectos polinizadores consigan el polen que se encuentra en las cinco anteras que tiene la flor (34).

El polen de estas flores continúa viable durante tres días, por ende están receptivas durante las primeras horas de la mañana y empiezan a abrirse progresivamente por la tarde prolongándose por la noche hasta resultar totalmente abierta justo antes del amanecer. Sin embargo, una proporción muy grande de estas flores no son polinizadas y caen en un lapso 48 horas (35).

La polinización es de suma importancia en la producción de alimentos y los medios de vida de los seres humanos, y se relaciona claramente los ecosistemas silvestres con los sistemas de producción agrícola, ya que una gran porción de las especies de plantas fanerógamas sólo producen semillas cuando los insectos polinizadores han transportado previamente el polen de las anteras a los estigmas de sus flores (23).

2.2.7.1. Polinización natural.

La polinización natural de las flores de cacao es también realizada por las mosquitas del genero *Forcipomyia*, y es una de la más efectivas para la fecundación de las flores. Posnette (36), sugirió que la mosquita *Forcipomyia* sp, era el único agente polinizador conocido idóneo con capacidad de depositar una cantidad considerable de polen en la superficie del estilo y estigma de la flor.

La polinización natural del *T. cacao* ha sido apreciada en muchos casos como un factor limitante de producción, de acuerdo a numerosos trabajos citadas por Soria (37), sigue siendo motivo de estudio en muchos países productores de cacao, exclusivamente de la América Continental Tropical y África

La polinización del cacao por las mosquitas *Forcipomyia* según Soria (37), es posiblemente una consecuencia de su visita a las flores en busca de alimentos. Se desconoce si este género de insectos buscan alimentos energéticos (azúcares) para la maduración de sus huevos. Sin embargo, es un hecho casi demostrado que solamente las hembras polinizan las flores.

2.2.7.2. Polinización asistida.

Este procedimiento radica en elegir el árbol macho del cual se adquirirá el polen que será situado en las flores de la planta hembra. A la flor macho o donante se le eliminan los pétalos para dejar descubiertos los estambres y facilitar la técnica, seguidamente se frotran las anteras sobre el estigma con movimientos leves de abajo hacia arriba y de esa forma se depositan los granos de polen en el pistilo de la flor femenina. Las flores escogidas deben estar recién abiertas con anteras de color blanco cremoso, descartando flores con anteras de color amarillo o marrón por no ser aptas para el proceso (24) (15).

La polinización asistida se instaura como un procedimiento que implica la transferencia del polen de las anteras a los estigmas de las flores de una misma planta o de distintas plantas, siendo en la mayoría de las angiospermas mediado por insectos y a la vez constituye un servicio crítico para los agro-ecosistema, alrededor del 90% de las 300.000 especies de angiospermas son polinizadas por insectos con un 90% de participación (38).

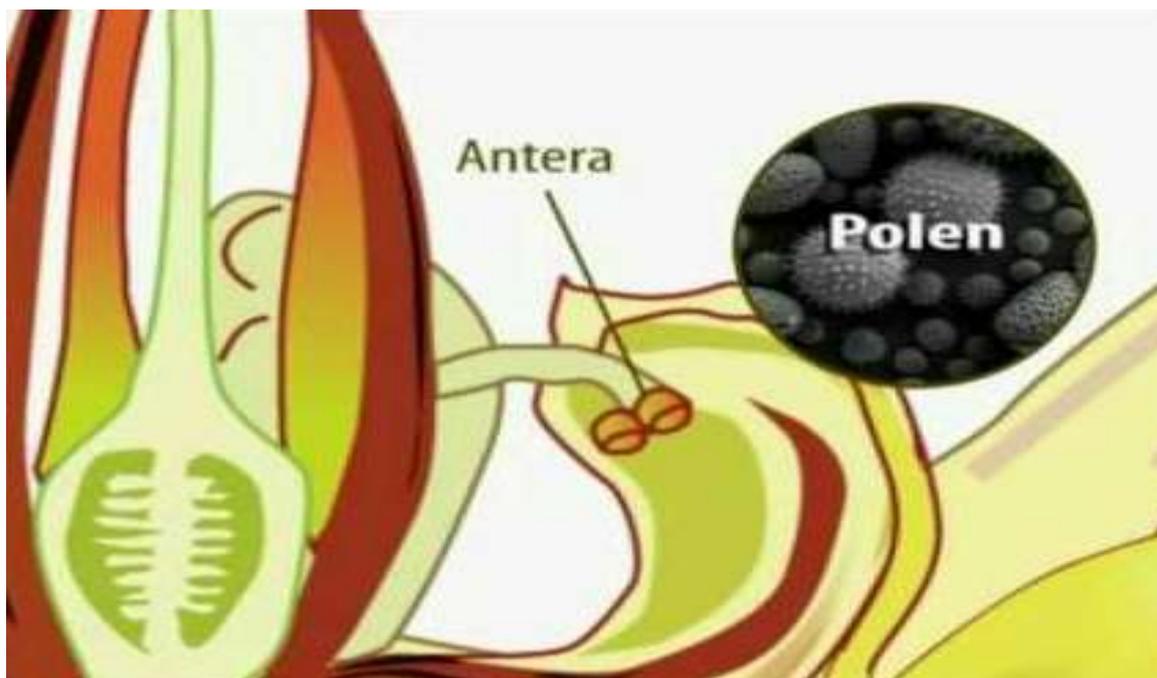


Fig 3. *Parte interna de la flor.*

2.2.8. Mejoramiento genético.

A nivel mundial, el mejoramiento genético de cacao está encaminado a obtener dos objetivos principales: el primero busca la obtención de variedades con alto rendimiento o producción para superar el problema de la baja productividad por unidad de superficie dada en la mayoría de los países cacaoteros, y el otro se basa en la resistencia de plagas y enfermedades, las cuales perjudican la producción de cacao (39).

Únicamente el 30% del cacao producido en el mundo provienen de variedades mejoradas y menos del 1% de los mejores clones. Esto es sorprendente considerando la extensa diversidad genética del cacao en Latinoamérica, la cual fue colectada en forma intensa en los años 30 (40).

2.2.9. Grupos genéticos.

El cacao se divide en tres grandes grupos: Criollos, Forasteros y Trinitario.

2.2.9.1. Criollo.

Este tipo de cacao fue inicialmente cultivado por los mayas en América Central y simboliza el primer grupo de cacao cultivado y domesticado del mundo (41). Su principal

característica son mazorcas de tonalidades verdes y rojizas en estado inmaduro, tornándose amarillas y anaranjado rojizos, individualmente cuando están maduras (12).

El *T. cacao* de tipo criollo, ha sido el más fino y de escasa productividad, y simultáneamente el más susceptible a enfermedades, por haber sido el cacao domesticado y acondicionado a diferentes zonas o regiones del planeta. Este genotipo de cacao casi desaparece, fundamentalmente en Panamá, Costa Rica y Nicaragua. En este sentido, la palabra `criollo` no debe ser confundida con el término local o de ese sitio, puesto que algunos lugares no necesariamente hay cacao tipo criollo, sino mezclas indefinidas, que no pertenecen a su biotipo (42).

2.2.9.2. Forastero.

Los cacaos de tipo Forasteros, conocidos también en diversas zonas como cacaos Amazónicos y/o amargos, son procedentes de América del Sur. Su centro de origen es la parte alta de la cuenca del Rio Amazonas en el área comprendida entre los ríos Napo, Putumayo y Caquetá. Esta población de *T. cacao* es la más sembrada en las regiones cacaoteras de África y Brasil y aportan más del 80 % de la producción mundial (43).

Es muy voluble y se encuentra en forma silvestre en la alta y baja Amazonia, muestra estaminodios con pigmentación púrpura, mazorcas verdes con más de 30 semillas en promedio, de color púrpura, con alta astringencia y bajo contenido de grasa (17).

2.2.9.3. Trinitario.

El *T. cacao* de tipo Trinitario ocupa alrededor del 10 al 15% de la producción mundial, este grupo de los trinitarios está compuesto por poblaciones híbridas desarrolladas a partir de hibridaciones naturales entre Criollo y Forastero (41).

Este grupo se usa principalmente como material de injerto para reproducciones de tipo asexual y multiplicarlo sin perder sus características, siendo así las mejores cruzas que adoptan el sabor del cacao criollo con la rusticidad del Forastero, produciendo de esta forma un cacao de mucha demanda por su aplicación en los subproductos como el chocolates de alto grado de “sabor” (17).

2.3. Investigaciones relacionadas.

Dostert, *et al.* (9) evaluaron la hoja botánica del cacao en su proyecto Perú biodiverso, en la Universidad Nacional Mayor de San Marcos. La sistemática de la especie *T. cacao* ha sido relativamente bien investigada y la especie está claramente delimitada. Aún hay preguntas abiertas con relación a la filogenia de los géneros *Theobroma*, así como sobre algunas secciones dentro de los géneros, indicando que los sépalos son (blancos-verdosos) blancos o rosa claros con 1.5 - 2 mm de ancho.

Hardy (16), en el manual de cacao editado por el Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, en Turrialba, Costa Rica, manifiesta sobre la botánica de la planta de cacao, donde se menciona que el cáliz tiene cinco sépalos de color rosado o blanco, de 7 a 11 mm de longitud, en forma de cuña, unidos en su base.

Laje, (44) en su investigación titulada “Evaluación de la auto compatibilidad en algunos cultivares de cacao (*Theobroma cacao* L.) Tipo Nacional y Trinitario en el litoral Ecuatoriano”, mencionó que el ancho de sepalos pueden alcanzar un promedio de 2 mm.

Nosti, (45), en el libro titulado: “Cacao, café y te” de la 2ª edición de la colección agrícola Salvat Agricultura, indica que puede medir entre 20 a 30 mm la longitud del pedúnculo de la flor de *T. cacao*. El cojinete floral nace directamente de la madera vieja del tallo principal y las ramas laterales, con periodo de duración de 20 a 22 días y al abrirse empieza la dehiscencia de las anteras, las flores se producen y desarrollan en cojinetes florales, contiene 40 a 60 flores cada cojinete floral, en grupos que varían entre 14 y 48. Las diferencias grandes en el número de flores en los cojinetes de diferentes árboles han sido atribuidas a la herencia.

Baena y García, (28) realizaron una investigación basada en la “Obtención y caracterización de fibra dietaria a partir de cascarilla de las semillas tostadas de (*Theobroma cacao* L.) de una industria chocolatera colombiana”, con el fin de proponer un potencial uso de este subproducto para su aprovechamiento por la industria en general, donde se menciona además que las ramas están sostenidas por un pedúnculo de 10 – 30 mm.

Mendoza, (27) estudió la auto-compatibilidad genética en clones de cacao, caracterizando la morfología floral del clon auto compatible, cuya investigación se tituló “Compatibilidad genética de 64 clones élites de cacao (*Theobroma cacao* L.) Tipo Nacional y Trinitario”,

en la finca experimental La Represa”, y de acuerdo a los resultados obtenidos, se observó un índice de auto compatibilidad de 1.00, asimismo se presentaron promedios del peso de la flor comprendidos entre 0.063 g y 2.19 mm en ancho de pétalo y la longitud de pistilo con 2.90 mm.

Pacheco, (46), evaluó la “Producción del clon de cacao (*Theobroma cacao* L.) CCN-51 orgánico a tres distanciamientos en un sistema triangular de doble hilera, en la finca experimental La Represa” cuyo trabajo de investigación encontró que los sépalos de la flor pueden medir de 6 – 8 mm de longitud.

Peña, (47) en su estudio sobre la “Caracterización morfológica de 57 secciones de cacao (*Theobroma cacao* L.) Tipo Nacional del banco de germoplasma de la estación experimental tropical Pichilingue”, manifestó que el largo del estaminoide puede medir entre 1.85 y 3.57 mm.

Veliz, (7) en su proyecto de investigación “Auto-compatibilidad genética y calidad física de almendra en veinte híbridos interclonales de cacao (*Theobroma cacao* L.)”, evaluó la auto-compatibilidad, morfología floral de híbridos de cacao, obteniendo promedios de auto-compatibilidad de 0.60, promedios del tamaño de la flor entre 1.95 y 1.92 cm, mientras que en el ancho del pétalo registró promedios de 2.00 mm en el 71% de los tratamientos evaluados; sin embargo, la medida del largo del pétalo fue de 7 mm y el peso de la flor 0.040 g (7).

Villegas y Astorga, (48) en su investigación titulada “Caracterización morfológica del cacao Nacional boliviano, alto Beni, Bolivia”, analizaron la variabilidad morfológica y genética del cacao Nacional Boliviano, silvestre y cultivada, en donde se evaluaron 164 genotipos de CNB con diferente nivel de domesticación (57 silvestres, 107 cultivados) y 61 selecciones élites de fincas de productores de la cooperativa; para ello se analizó la caracterización morfológica, molecular y de calidad de genotipos silvestres y con diferente grado de domesticación, registrando un promedio de 2.20 mm en la longitud del pistilo.

Zambrano, (49) en su investigación “Caracterización fenotípica de 67 genotipos de cacao (*Theobroma cacao* L.) Tipo Nacional y otros orígenes en la colección de la estación experimental tropical Pichilingue – INIAP”, menciona que la auto polinización en cincuenta y cinco clones de cacao tipo Nacional, treinta y nueve de ellos resultaron ser auto compatibles con un índice 0.85 de fecundación, y de compatibilidad 0.60 (49).

Meza, (29) en su investigación titulada “Sistema de reproducción sexual y morfología floral de cinco clones de cacao (*Theobroma cacao* L.) Tipo Nacional y dos Trinitarios en la finca experimental La Represa”, realizó pruebas de Auto compatibilidad; estudió algunos componentes de la biología floral de los clones tales como longitud del pedúnculo, longitud y ancho del sépalo, longitud y ancho del pétalo, longitud del estaminoide, longitud de pistilo, y peso de la flor, cuyos resultados demostraron que el clon DIRCYT 186, presentó el mayor índice de auto-compatibilidad con 0.93.

Sin embargo en la caracterización de la estructura floral se identificó que el tamaño de los órganos florales influye en la compatibilidad genética. Siendo el clon DIRCYT 217 el que registró el mayor peso de la flor con 0.0749, con promedios comprendidos entre 21.90, 8.49, 2.89, 3.04, 2.85, 7.10 y 4.88 mm para la longitud del pedúnculo, longitud del sépalo, ancho del sépalo, longitud y ancho del pétalo, longitud del estaminoide, y longitud del pistilo respectivamente.

Villegas y Astorga, (50) evaluaron la “Caracterización morfológica del cacao Nacional Boliviano”, donde estudiaron las medidas florales, tales como largo del pedúnculo, largo y ancho del sépalo, largo del estaminodio, usando 73 genotipos de cacao Nacional Boliviano en nueve fincas de cuatro localidades del Alto Beni, Bolivia. Estas mismas características se midieron en cinco clones internacionales representativos del complejo Forastero Trinitario (EET 400, OC 77, PA 121, ICS 1, TJ 1). En este estudio se realizaron análisis de conglomerados y discriminante canónico para identificar y estudiar las diferencias y semejanzas entre el cacao Nacional Boliviano y los clones de referencia y entre subgrupos dentro del cacao Nacional Boliviano. Los resultados obtenidos demostraron promedios aproximados de 0.16 para el largo del pedúnculo, 0.84 y 0.24 para el largo y ancho del sépalo, y 0.76 para el largo del estaminodio.

Arciniegas, (51), en su investigación “Caracterización de árboles superiores de cacao (*Theobroma cacao* L.), seleccionados por el programa de mejoramiento genético del CATIE”, estudió la auto compatibilidad de los árboles y se encontró que de los 62 árboles superiores evaluados el 67,7% fueron auto compatibles y 32.2% auto incompatibles. La mayor proporción de árboles auto compatibles en la presente investigación es de relevancia porque la autocompatibilidad es un parámetro que ha sido relacionado con una mayor producción. Se ha observado que los árboles auto compatibles muestran una tendencia a

tener producciones superiores a los 1000 kg/ha/año que los árboles no compatibles (IPGRI 2000).

Vera *et al.* (52) evaluaron tres métodos de polinización artificial en clones de cacao (*Theobroma cacao* L.) CCN-51, donde se evaluó el número de flores fecundadas. Los tratamientos correspondieron a: T0 = Control polinización natural, T1 = Polinización manual, T2 = Presión de aire con neblinadora sobre las flores del tronco del cacao, T3 = Presión de aire con neblinadora sobre el suelo. Los resultados en la variable número de flores polinizadas, indicaron que el T1 registró 28 flores, y fue diferente estadísticamente del T0 (15 flores). Se concluyó que los mejores métodos para polinizar cacao clonal CCN-51 es aplicando la presión de aire al suelo y tronco.

CAPÍTULO III
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Localización.

La presente investigación se llevó a cabo en la finca experimental “La Represa” propiedad de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo (UTEQ), localizada en el recinto Faighta, Kilómetro 7.5 de la vía San Carlos, en Quevedo, provincia de Los Ríos, República del Ecuador. Su ubicación geográfica corresponde a 01°03`18`` de latitud Sur y 79°25`24`` de longitud Oeste localizada en una zona clasificada como bosque húmedo-tropical a una altura de 73 msnm. El ensayo se estableció entre los meses de enero a mayo del 2017 (ver tabla 2).

Tabla 2. *Características agroclimáticas de la zona implantada del proyecto de investigación.*

Parámetros	Promedio
Temperatura °C	25.47
Humedad relativa, %	85.84
Precipitación anual / mm	2223.78
Heliofanía, hora luz / año	898.77
Evaporación, promedio mensual mm	78.30
Zona ecológica	bh – T
Topografía	Ligeramente ondulada

Fuente: (53).

3.2. Tipo de investigación.

La investigación fue de tipo información, variable medición campo; experimental cuantitativo y cualitativo, en donde se evaluó la caracterización fenotípica en flores de cacao (*Theobroma cacao* L.) en 40 híbridos experimentales que permitieron obtener las mejores características agronómicas de los híbridos.

3.3. Métodos de investigación.

Para el efecto de esta investigación se utilizaron métodos deductivos y experimentales, que permitieron obtener información eficaz y relevante sobre la caracterización fenotípica en flores de cacao (*Theobroma cacao* L.) en 40 híbridos experimentales en la finca experimental “La Represa”.

3.4. Fuentes de recopilación de información.

3.4.1. Fuentes primarias.

En la presente investigación se realizaron las mediciones experimentales de las flores de cacao de materiales experimentales, provenientes de la finca experimental La Represa.

3.4.2. Fuentes secundarias.

Las fuentes secundarias correspondieron a la fase investigativa de información literaria obtenida de libros, revistas científicas e internet. Las fuentes de información fueron actualizadas con fecha de publicación mayor a 5 años de antigüedad.

3.5. Diseño de la investigación.

En la presente investigación se utilizó un Diseño Completamente al Azar (DCA), donde se determinó la caracterización fenotípica de las flores de cacao pertenecientes a 40 híbridos (consideradas los tratamientos en estudio), el experimento estuvo conformado por 40 tratamientos y tres repeticiones. Cada unidad experimental estuvo constituida por un grupo de diez flores de cacao, totalizando treinta flores por tratamiento. Luego de este análisis se procedió a realizar las correspondientes tablas y gráficos para una mejor interpretación de los resultados.

3.5.1. Modelo estadístico.

El modelo estadístico del diseño experimental se estableció de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$Y_{ijk} = \mu + T_i + E_{ij}$$

Dónde:

Y_{ij} = Observación del efecto deseado en la unidad experimental

μ = Efecto de la media

T_i = Efecto i-esimo del tratamiento

E_{ij} = Error experimental

3.5.2. Análisis de la varianza.

Tabla 3. *Análisis de varianza en la caracterización de la flor.*

Fuentes de variación		Grados de libertad
Tratamiento	(t-1)	39
Error Experimental	t(r-1)	80
Total	(t.r)-1	119

Elaboración: Autora.

3.6. Técnicas de autopolinización.

Para polinizar las flores de un mismo híbrido, se utilizó la técnica manual o controlada, la cual consistió en colocar en los botones florales un tubo eppendorf transparente de 1 cm de diámetro por 1.5 cm de largo de este modo la flor no sea polinizada por ningún insecto polinizador.

Cuando los botones estaban completamente abiertos se retiró el tubo sin dañar a la flor para realizar la polinización, se utilizaron pinzas de metal para retirar los estaminoides, estambres y pétalos para dejar libre el estigma y poder polinizar a la flor donante; de este modo se procedió a frotar las anteras sobre el estigma o estilo de la flor de abajo hacia arriba hasta haber depositado el polen en el órgano femenino.

3.7. Número e identificación de flores.

Para la identificación de flores polinizadas se utilizaron alfileres, los cuales sujetaron pequeñas láminas plásticas que indicaron los datos de cada clon, nombre de la autora y fecha de polinización. Luego se procedió a registrar el número de flores polinizadas, fecundadas y el porcentaje de fecundación.

3.8. Instrumentos de investigación.

3.8.1. Variables bajo estudio.

En el presente estudio se evaluaron las siguientes variables:

3.8.1.1. Largo del pedúnculo (mm).

Para registrar esta variable se procedió a medir el pedúnculo desde la base de la flor hasta la unión de los sépalos con la ayuda de una hoja milimetrada.

3.8.1.2. Largo y ancho del sépalo (mm).

Se registró la longitud desde el punto de unión con el receptáculo hasta su ápice, mientras que el ancho se lo midió registrando la parte más ancha del sépalo entre los bordes laterales utilizando papel milimetrado mediante observación directa.

3.8.1.3. Largo y ancho del pétalo (mm).

La longitud y ancho del pétalo se lo midió en la misma hoja milimetrada de la misma manera como se realizó con el sépalo de la flor.

3.8.1.4. Largo del estaminoide (mm).

Para registrar esta variable se procedió a medir con una hoja milimetrada la longitud desde el encuentro con la columna estaminal hasta el ápice.

3.8.1.5. Largo del pistilo (mm).

Para registrar esta variable se procedió a medir con una hoja milimetrada la longitud desde el estigma hasta el ovulo de cada flor.

3.8.1.6. Peso de la flor (g).

Se pesaron 10 flores enteras, con una balanza de precisión para luego extraer el promedio de este parámetro.

3.9. Tratamientos de los datos.

Los resultados experimentales se analizaron empleando el procedimiento de los modelos lineales general (GLM por sus siglas en inglés), mediante el empleo de un paquete estadístico de software libre y las diferencias de medias fueron comparadas usando la prueba de Tukey ($p < 0.05$).

3.9.1. Material genético.

Se utilizaron 40 híbridos, con características similares de producción, tolerantes a las principales enfermedades, pertenecientes al Departamento de Investigación Científica y Tecnológica de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo. En la tabla 4 se muestran las características de los híbridos en estudio experimental.

Tabla 4. Características de los híbridos interclonales de la finca experimental “La Represa” utilizadas en este estudio.

N°	Cód.	Híbrido	Material genético	Procedencia	N° pl
1	DIRCYT-H -272	LR17 X L46H88	Trinitario x Nacional	La Represa	8
2	DIRCYT-H -273	LR17 X L12H27	Trinitario x Nacional	La Represa	8
3	DIRCYT-H -274	CCN-51 XL46H75	Trinitario x Nacional	La Represa	8
4	DIRCYT-H -275	LR18 X T19	Trinitario x Nacional	La Represa	8
5	DIRCYT-H -276	CCN-51 X L46H57	Trinitario x Nacional	La Represa	8
6	DIRCYT-H -277	CCN-51 X L49H98	Trinitario x Nacional	La Represa	8
7	DIRCYT-H -278	LR17 X JHVH-10	Trinitario x Nacional	La Represa	8
8	DIRCYT-H -279	CCN-51 X L4H98	Trinitario x Nacional	La Represa	8
9	DIRCYT-H -280	CCN-51 X L26H64rl	Trinitario x Nacional	La Represa	8
10	DIRCYT-H -281	CCN-51 X L26H64	Trinitario x Nacional	La Represa	8
11	DIRCYT-H -282	LR14 X L12H27	Trinitario x Nacional	La Represa	8

N°	Cód.	Híbrido	Material genético	Procedencia	N° pl
12	DIRCYT-H -283	LR14 X L46H67	Trinitario x Nacional	La Represa	8
13	DIRCYT-H 284	LR20 X L12H27	Trinitario x Nacional	La Represa	8
14	DIRCYT-H -285	LR20 X L40H49	Trinitario x Nacional	La Represa	8
15	DIRCYT-H -286	LR20 X L8H12	Trinitario x Nacional	La Represa	8
16	DIRCYT-H -287	LR18 X L12H37	Trinitario x Nacional	La Represa	8
17	DIRCYT-H -288	LR18 X LN3H27	Trinitario x Nacional	La Represa	8
18	DIRCYT-H -289	LR18 X L21H38	Trinitario x Nacional	La Represa	8
19	DIRCYT-H -290	LR14 X L13H37	Trinitario x Nacional	La Represa	8
20	DIRCYT-H -291	LR14 X L46H75	Trinitario x Nacional	La Represa	8
21	DIRCYT-H -292	LR46H75 X DR14	Trinitario x Nacional	La Represa	8
22	DIRCYT-H -293	LR20 X D40H66	Trinitario x Nacional	La Represa	8

N°	Cód.	Híbrido	Material genético	Procedencia	N° pl
23	DIRCYT-H -294	LR15 X L20H43	Trinitario x Nacional	La Represa	8
24	DIRCYT-H -295	LR16L11H18 X L19H43	Trinitario x Nacional x Nacional	La Represa	8
25	DIRCYT-H -296	LR14 X LR16L18H58	Trinitario x Nacional	La Represa	8
26	DIRCYT-H -297	LR20H21XLR14X L18H58	Trinitario x Nacional x Nacional	La Represa	8
27	DIRCYT-H -298	LR19 X D42H80	Trinitario x Nacional	La Represa	8
28	DIRCYT-H -299	LR14L26H64 X L46H66	Trinitario x Nacional	La Represa	8
29	DIRCYT-H- 300	LR20H26XLR18X L49H98	Trinitario x Nacional	La Represa	8
30	DIRCYT-H -301	LR19 X LR18L26H69	Trinitario x Nacional x Nacional	La Represa	8
31	DIRCYT-H -302	LR16D11H19 X L15H34	Trinitario x Nacional	La Represa	8
32	DIRCYT-H -303	LR18L23H64	Trinitario x Nacional	La Represa	8
33	DIRCYT-H -304	LR20 X LR16L18H58	Trinitario x Nacional	La Represa	8

N°	Cód.	Híbrido	Material genético	Procedencia	N° pl
34	DIRCYT-H -305	LR20 (LR16) (EET-103)	Trinitario x Nacional	La Represa	8
35	DIRCYT-H -306	LR14 X LR14L18H53	Trinitario x Nacional	La Represa	8
36	DIRCYT-H -307	LR20 X LR17L11H19	Trinitario x Nacional	La Represa	8
37	DIRCYT-H -308	LR17L11H19 X L8H12	Trinitario x Nacional	La Represa	8
38	DIRCYT-H -309	LR17L11H19 X L32H72	Trinitario x Nacional	La Represa	8
39	DIRCYT-H -310	LR19 X L12H27	Trinitario x Nacional	La Represa	8
40	DIRCYT-H -311	L46H75 X LR20	Trinitario x Nacional	La Represa	8

*DIRCYT= Departamento de Investigación Científica y Tecnológica.

3.10. Recursos humanos y materiales.

3.10.1. Recursos humanos.

Karem Mindiola (Autor)

Ing. Jaime Vera Chang (Tutor del proyecto de investigación)

3.10.2. Materiales.

3.10.2.1. Materiales de campo.

- Machetes
- Tijeras de podar
- Tabla de campo
- Plastilina.
- Cámara fotográfica
- Tubitos eppendorf
- Pinzas para polinizar.
- Hoja milimetrada
- Alfileres

3.10.2.2. Materiales de oficina.

- Computadora
- Cuaderno de campo
- Lapicero

CAPÍTULO IV
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Porcentajes de fecundación (autopolinización).

De acuerdo a la prueba de Tukey ($p < 0.05$) si se encontraron diferencias estadísticas en la variable porcentaje de autopolinización. Sin embargo se observa que los tratamientos T26 (DYRCYT-H -297), y T38 (DYRCYT-H -309) resultaron ser autocompatibles con un porcentaje del 100% de auto compatibilidad, seguido del T15 (DYRCYT-H -286) y T35 (DYRCYT-H -306) que registraron un promedio de 80% de autocompatibilidad.

Por otro lado, los tratamientos T21 (DYRCYT-H -292) y T24 (DYRCYT-H -295) fueron auto-incompatibles con una fecundación del 0%, seguido del T4 (DYRCYT-H -275), T5 (DYRCYT-H -276), que obtuvieron un promedio de 6.67%. Cabe mencionar que los resultados de esta variable se obtuvieron con un total de quince flores por tratamiento.

Estos promedios registrados concuerdan con la investigación realizada por Mendoza (27), quien obtuvo un índice de auto compatibilidad de 1.00.

Por su parte, Meza (29) al evaluar el sistema de reproducción sexual y morfología floral de cinco clones de cacao encontró que el clon DIRCYT 186 presentó el mayor índice de auto-compatibilidad 0.93.

Veliz, evaluó la auto-compatibilidad de híbridos de cacao, obteniendo un promedio 0.60 en el 71% de los tratamientos evaluados (7).

Zambrano, en un estudio de caracterización fenotípica de 67 genotipos de cacao encontró que la auto polinización en 55 clones de cacao tipo Nacional, 39 resultaron ser auto compatibles con un índice 0.85 de fecundación y una compatibilidad de 0.60 (49).

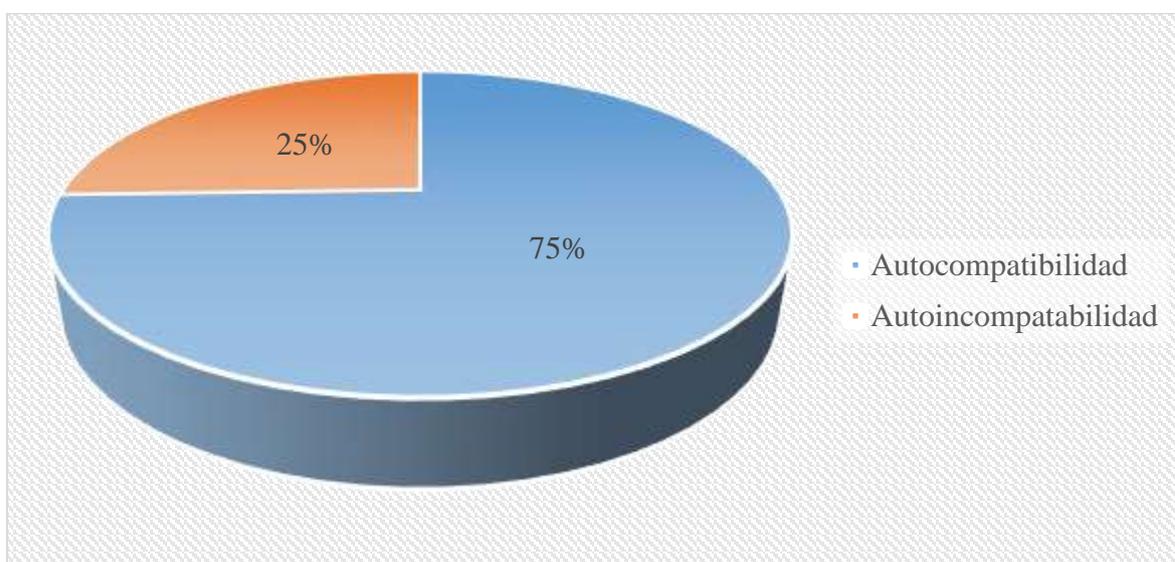
Arciniegas (51) estudió la compatibilidad de clones de cacao y encontró que un 67.7% de los 62 árboles evaluados fueron autocompatibles, mientras que 32.2% fueron autoincompatibles. Valores de compatibilidad superiores fueron registrados en la presente investigación.

Vera *et al.* (52). Evaluaron tres métodos de polinización artificial en clones de cacao (*Theobroma cacao* L.) CCN-51. Cuyas evaluaciones correspondieron al número de

flores fecundadas. Los resultados indicaron que el T1 polinización manual registró 28 flores fecundadas, diferente estadísticamente del T0 (Polinización natural) con 15 flores.

En general es necesario mencionar que se clasificaron los materiales en grupos de acuerdo al porcentaje de prendimiento $>40\%$ para determinar la auto compatibilidad, razón por la cual, no se puede asegurar que niveles inferiores a este indiquen que los árboles sean incompatibles, si no que posiblemente, esto se deba a que en ocasiones el polen no queda bien adherido al pistilo de la flor o que las temperaturas en las cuales se realizaron dichos eventos no sean la sugeridas.

Gráfico 1. Promedio de auto compatibilidad y auto incompatibilidad floral.



El gráfico expuesto demuestra los valores de auto compatibilidad y auto incompatibilidad de 40 líneas híbridas de cacao. Estos valores corresponden a los porcentajes obtenidos luego de la polinización manual, en donde se observa que el 75% de las flores son auto compatibles, mientras que el 25% restante son auto incompatibles. Entendiéndose como auto compatible a aquellos valores que superen el 40%, y como auto incompatibilidad a los valores comprendidos entre 0 y 40% (Ver tabla 5)

Tabla 5. Porcentajes de fecundación (autopolinización) en 40 híbridos experimentales en la Finca Experimental “La Represa”.

Tratamiento	PF (%)
T1 (DYRCYT-H -272)	53.33+ ^a
T2 (DYRCYT-H -273)	20.00 ^a
T3 (DYRCYT-H -274)	33.33 ^b
T4 (DYRCYT-H -275)	6.67 ^b
T5 (DYRCYT-H -276)	6.67 ^b
T6 (DYRCYT-H -277)	46.66+ ^a
T7 (DYRCYT-H -278)	26.66 ^b
T8 (DYRCYT-H -279)	33.33 ^b
T9 (DYRCYT-H -280)	40.00+ ^{ab}
T10 (DYRCYT-H -281)	60.00+ ^a
T11 (DYRCYT-H -282)	26.66 ^a
T12 (DYRCYT-H -283)	20.00 ^a
T13 (DYRCYT-H 284)	46.66+ ^a
T14 (DYRCYT-H -285)	13.33 ^a
T15 (DYRCYT-H -286)	80.00+ ^a
T16 (DYRCYT-H -287)	40.00+ ^{ab}
T17 (DYRCYT-H -288)	33.33 ^b
T18 (DYRCYT-H -289)	73.33+ ^a
T19 (DYRCYT-H -290)	33.33 ^b
T20 (DYRCYT-H -291)	26.66 ^a
T21 (DYRCYT-H -292)	0.00 ^b
T22 (DYRCYT-H -293)	33.33 ^b
T23 (DYRCYT-H -294)	53.33+ ^a
T24 (DYRCYT-H -295)	0.00 ^b
T25 (DYRCYT-H -296)	26.66 ^b

Continua.....

Tratamiento	PF (%)
T26 (DYRCYT-H -297)	100.00 ⁺ ^a
T27 (DYRCYT-H -298)	13.33 ^b
T28 (DYRCYT-H -299)	20.00 ^b
T29 (DYRCYT-H- 300)	60.00 ⁺ ^a
T30 (DYRCYT-H -301)	46.66 ⁺ ^a
T31 (DYRCYT-H -302)	40.00 ⁺ ^a
T32 (DYRCYT-H -303)	53.33 ⁺ ^a
T33 (DYRCYT-H -304)	46.66 ⁺ ^a
T34 (DYRCYT-H -305)	66.66 ⁺ ^a
T35 (DYRCYT-H -306)	80.00 ⁺ ^a
T36 (DYRCYT-H -307)	46.66 ⁺ ^a
T37 (DYRCYT-H -308)	66.66 ⁺ ^a
T38 (DYRCYT-H -309)	100.00 ⁺ ^a
T39 (DYRCYT-H -310)	60.00 ⁺ ^a
T40 (DYRCYT-H -311)	73.33 ⁺ ^a
Promedio	42.67
Coefficiente de variación	20.65
Error estándar	0.002

*PF: Porcentaje de fecundación.

+Auto compatible

- Valores con letras diferentes son significativos según el Test o prueba de Tukey (P<0.05).

4.2. Caracterización floral.

a. Largo del sépalo.

Los resultados de la variable largo del sépalo presentaron diferencias estadísticas entre los tratamientos evaluados. De acuerdo al análisis de varianza aplicado, esta variable alcanzo el mayor promedio en el T11 (DYRCYT-H -282) con 0.82 mm. No obstante, el menor promedio lo presento el T22 (DYRCYT-H -293) con un promedio de 0.70 mm.

Estos valores coinciden con Hardy, (16), quien señala que el sépalo posee 7 a 11 mm de longitud. A pesar de esto, el estudio realizado por Pacheco, (46) muestra un promedio inferior de 6 a 8 mm. El coeficiente de variación para esta variable fue de 13%. Además Meza, (29) en su investigación y registró un promedio de 8.49 longitud del sépalo.

Por su parte, Villegas y Astorga, (50), en su estudio de “caracterización morfológica del cacao Nacional Boliviano”, registraron promedios aproximados de 0.84 para el largo del sépalo.

b. Ancho de sépalo.

En el análisis de varianza aplicado no se encontraron diferencia estadísticas para la variable ancho del sépalo entre los híbridos de cacao evaluados. Sin embargo, el promedio más alto lo presentaron los tratamientos T1 (DYRCYT-H -272) y T3 (DYRCYT-H -274) con 0.27 mm. el tratamiento que presento el menor valor fue el T22 (DYRCYT-H -293) con 0.20 mm.

Laje, (44), evaluó la auto compatibilidad en algunos cultivares de cacao (*Theobroma cacao* L.) Tipo Nacional y Trinitario, en donde mencionó que el ancho de sepalo pueden alcanzar un promedio de 2 mm.

Estos valores se encontraron dentro del rango encontrado por Dostert *et al.* (9), quienes reportaron un promedio entre 1.50– 2.00 mm de ancho sépalo. El coeficiente de variación fue de 19.46%.

Meza, (29) en su investigación sobre la caracterización de la estructura floral en clones de cacao, identificó un promedio de 2.89 cm, ancho del sépalo.

Villegas y Astorga, (50), evaluaron la caracterización morfológica del cacao Nacional en Bolivia, con un promedio aproximado de 0.24 mm para el ancho del sépalo.

c. Largo de pétalo.

El largo del pétalo presentó diferencias significativas entre los híbridos evaluados, de acuerdo a la prueba de Tukey ($P \leq 0.05\%$), siendo T10 (DYRCYT-H -281) el tratamiento que registro el mayor promedio con 0.25 mm, a diferencia de T3 (DYRCYT-H -274) y

T19 (DYRCYT-H -290) que registraron el menor valor (0.19 mm). El coeficiente de variación para esta variable fue de 25.07%.

En relación a lo anterior, estos valores fueron inferiores a los reportados por Veliz, B (7) en el 2015, que obtuvo un promedio de 7.00 mm de longitud.

Por otro lado, Hardy (16), reporto un promedio superior de 7 a 11 mm de longitud del pétalo.

d. Ancho de pétalo.

El ancho de pétalo se encontraron diferencias estadísticas entre los híbridos de cacao evaluados, siendo T26 (DYRCYT-H -297) el tratamiento que obtuvo el mayor promedio (0.25 mm) mientras que T22 (DYRCYT-H -293) obtuvo el menor promedio (0.16 mm).

Estos valores estuvieron dentro del rango encontrado por Veliz (7) cuyos promedios de ancho de pétalo no superaron los 2.00 mm

De la misma forma Mendoza, (27), registró un promedio aproximado de 2.19 mm para el ancho de sépalo.

e. Largo del pedúnculo.

El largo del pedúnculo, presentó diferencias estadísticas entre todos los tratamientos evaluados, tal como se muestra en la (Tabla 6), donde el tratamiento que presentó la mejor característica fue el T20 (DYRCYT-H -291) con un promedio de (1.81 mm). Mientras que el tratamiento T23 (DYRCYT-H -294) presentó el menor promedio (1.21 mm).

Estos promedios no coinciden al registrado Nosti, (45), donde se indica que el pedúnculo puede medir entre 20 a 30 mm la longitud en la flor de cacao.

Por su parte, Baena y García (28) mencionan que la longitud del pedúnculo es de entre 10 a 30 mm, lo que concuerda con lo registrado en la presente investigación.

Meza, (29) en su investigación en flores de cacao Nacional y Trinitario encontró un promedio de 21.90 mm para la longitud del pedúnculo.

Por su parte Villegas y Astorga, (50) registraron un promedio 16.60 mm para el largo del pedúnculo, valores inferiores a los reportados en la presente investigación.

f. Largo del estaminoide.

Se encontraron diferencias estadísticas ($P \leq 0.05\%$) entre los tratamientos analizados, por cuanto T6 (DYRCYT-H -277), obtuvo el mayor promedio (0.62 mm); sin embargo T21 (DYRCYT-H -292) presentó el menor valor (0.48 mm).

Peña (47), estudiaron el largo del estaminoide en flores de cacao y encontraron promedios de 6.50 a 7.50 mm de longitud, por lo tanto estos valores fueron superiores a los registrados en la presente investigación, en donde se obtuvo promedios comprendidos entre 0.48 y 0.62 mm.

Por su parte, Meza (29), encontró un promedio 7.10 mm para longitud del estaminoide.

Villegas y Astorga, (50) demostraron un promedio de 0.76 mm para el largo del estaminodio.

g. Largo de pistilo.

De acuerdo con el análisis de la variancia se evidenciarán diferencias estadísticas entre los híbridos de cacao. Fácilmente se observa que el T10 (DYRCYT-H -281) obtuvo el mayor promedio en el largo del pistilo (0.25 mm) y el menor promedio lo presentaron los tratamientos T3 (DYRCYT-H -274) y T19 (DYRCYT-H -290) con 0.19 mm. Cabe recalcar que esta variable presentó un coeficiente de variación de 25.07%.

Estos promedios revelaron ser superiores a los mencionados por Villegas y Astorga (48) con 2.20 mm de longitud.

Por su parte, Mendoza (27), registró un promedio superior con 2.90 mm en longitud de pistilo.

Meza (29), registró un promedio de 4.88 mm para longitud del pistilo en su caracterización floral en clones de cacao de tipo Nacional y Trinitario.

Tabla 6. Índices de caracterización floral (Largo del sépalo, ancho del sépalo, largo del pétalo, ancho del pétalo, largo del pedúnculo, largo del estaminoide, y largo del pistilo) en 40 híbridos experimentales en la Finca Experimental “La Represa”.

Tratamiento	L. Sépalo	A. Sépalo	L. Pétalo	A. Pétalo	L. Pedúnculo	L. Estaminoide	L. Pistilo
T1 (DYRCYT-H -272)	0.72 fghi	0.27 a	0.20 efg	0.23 abcde	1.42 ab	0.50 ef	0.20 efg
T2 (DYRCYT-H -273)	0.73 efghi	0.23 a	0.20 cdefg	0.19 g	1.24 b	0.50 ef	0.20 cdefg
T3 (DYRCYT-H -274)	0.77 abcdefgh	0.27 a	0.19 g	0.24 ab	1.51 ab	0.56 abcde	0.19 g
T4 (DYRCYT-H -275)	0.72 ghi	0.25 a	0.22 abcdef	0.21 bcdefg	1.59 ab	0.57 abc _d	0.22 abcdef
T5 (DYRCYT-H -276)	0.71 hi	0.26 a	0.22 abcdef	0.20 efg	1.52 ab	0.55 abcde	0.22 abcdef
T6 (DYRCYT-H -277)	0.77 abcdefgh	0.25 a	0.21 bcdefg	0.22 abcdefg	1.44 ab	0.62 a	0.21 bcdefg
T7 (DYRCYT-H -278)	0.76 abcdefgh	0.26 a	0.21 bcdefg	0.22 abcdefg	1.43 ab	0.60 abc	0.21 bcdefg
T8 (DYRCYT-H -279)	0.79 abcdef	0.25 a	0.22 abcdef	0.24 abc	1.47 ab	0.60 ab	0.22 abcdef
T9 (DYRCYT-H -280)	0.77 abcdefgh	0.26 a	0.22 abcdefg	0.23 abcde	1.54 ab	0.57 abcd	0.22 abcdefg
T10 (DYRCYT-H -281)	0.79 abcdef	0.26 a	0.25 a	0.23 abcde	1.65 ab	0.59 abc	0.25 a
T11 (DYRCYT-H -282)	0.82 a	0.26 a	0.20 cdefg	0.24 ab	1.62 ab	0.56 abcde	0.20 cdefg
T12 (DYRCYT-H -283)	0.72 fghi	0.23 a	0.22 abcdefg	0.23 abcde	1.41 ab	0.57 abcd	0.22 abcdefg
T13 (DYRCYT-H 284)	0.80 abc	0.26 a	0.23 abcde	0.24 ab	1.55 ab	0.61 ab	0.23 abcde
T14 (DYRCYT-H -285)	0.78 abcdefg	0.25 a	0.22 abcdef	0.23 abcde	1.60 ab	0.58 abc	0.22 abcdef
T15 (DYRCYT-H -286)	0.78 abcdefg	0.26 a	0.21 bcdefg	0.23 abcdef	1.52 ab	0.59 abc	0.21 bcdefg

Continua.....

Tratamiento	L. Sépalo	A. Sépalo	L. Pétalo	A. Pétalo	L. Pedúnculo	L. Estaminoide	L. Pistilo
T16 (DYRCYT-H -287)	0.77 ^{abcdefg}	0.24 ^a	0.21 ^{bcdefg}	0.23 ^{abcd}	1.53 ^{ab}	0.56 ^{abcde}	0.21 ^{bcdefg}
T17 (DYRCYT-H -288)	0.78 ^{abcdefg}	0.25 ^a	0.21 ^{bcdefg}	0.23 ^{abcde}	1.52 ^{ab}	0.59 ^{abc}	0.21 ^{bcdefg}
T18 (DYRCYT-H -289)	0.75 ^{bcdefghi}	0.24 ^a	0.24 ^{abc}	0.20 ^{fge}	1.58 ^{ab}	0.56 ^{abcde}	0.24 ^{abc}
T19 (DYRCYT-H -290)	0.73 ^{defghi}	0.23 ^a	0.19 ^{fg}	0.21 ^{defg}	1.44 ^{ab}	0.56 ^{abcde}	0.19 ^{fg}
T20 (DYRCYT-H -291)	0.81 ^{ab}	0.26 ^a	0.22 ^{abcdef}	0.20 ^{fg}	1.81 ^a	0.53 ^{cdef}	0.22 ^{abcdef}
T21 (DYRCYT-H -292)	0.73 ^{efghi}	0.24 ^a	0.23 ^{abcdef}	0.20 ^{fg}	1.22 ^b	0.48 ^f	0.23 ^{abcdef}
T22 (DYRCYT-H -293)	0.70 ⁱ	0.20 ^a	0.22 ^{abcdef}	0.16 ^h	1.33 ^b	0.51 ^{def}	0.22 ^{abcdef}
T23 (DYRCYT-H -294)	0.74 ^{defghi}	0.49 ^a	0.22 ^{abcdefg}	0.20 ^{fg}	1.21 ^b	0.51 ^{def}	0.22 ^{abcdefg}
T24 (DYRCYT-H -295)	0.76 ^{abcdefgh}	0.24 ^a	0.21 ^{bcdefg}	0.23 ^{abcdef}	1.54 ^{ab}	0.55 ^{bcdef}	0.21 ^{bcdefg}
T25 (DYRCYT-H -296)	0.74 ^{cdefghi}	0.24 ^a	0.20 ^{fg}	0.21 ^{bcdefg}	1.42 ^{ab}	0.56 ^{abcde}	0.20 ^{fg}
T26 (DYRCYT-H -297)	0.74 ^{cdefghi}	0.24 ^a	0.21 ^{bcdefg}	0.25 ^a	1.53 ^{ab}	0.59 ^{abc}	0.21 ^{bcdefg}
T27 (DYRCYT-H -298)	0.75 ^{bcdefghi}	0.25 ^a	0.23 ^{abcd}	0.22 ^{abcdefg}	1.42 ^{ab}	0.59 ^{abc}	0.23 ^{abcd}
T28 (DYRCYT-H -299)	0.79 ^{abcde}	0.25 ^a	0.22 ^{abcdef}	0.21 ^{cdefg}	1.61 ^{ab}	0.56 ^{abcde}	0.22 ^{abcdef}
T29 (DYRCYT-H- 300)	0.75 ^{abcdefghi}	0.24 ^a	0.21 ^{abcdefg}	0.22 ^{abcdefg}	1.41 ^{ab}	0.57 ^{abcd}	0.21 ^{abcdefg}
T30 (DYRCYT-H -301)	0.76 ^{abcdefghi}	0.26 ^a	0.23 ^{abcdef}	0.21 ^{bcdefg}	1.56 ^{ab}	0.56 ^{abcde}	0.23 ^{abcdef}
T31 (DYRCYT-H -302)	0.71 ^{cdefghi}	0.26 ^a	0.24 ^{ab}	0.22 ^{abcdefg}	1.47 ^{ab}	0.57 ^{abcde}	0.24 ^{ab}

Continua.....

Tratamiento	L. Sépalo	A. Sépalo	L. Pétalo	A. Pétalo	L. Pedúnculo	L. Estaminoide	L. Pistilo
T32 (DYRCYT-H -303)	0.77 abcdefgh	0.25 a	0.22 abcdef	0.22 abcdefg	1.42 ab	0.56 abcde	0.22 abcdef
T33 (DYRCYT-H -304)	0.74 defghi	0.25 a	0.22 abcdefg	0.22 abcdefg	1.56 ab	0.55 bcdef	0.22 abcdefg
T34 (DYRCYT-H -305)	0.77 abcdefghi	0.24 a	0.21 bcdefg	0.22 abcdefg	1.53 ab	0.53 cdef	0.21 bcdefg
T35 (DYRCYT-H -306)	0.78 abcdef	0.25 a	0.20 fg	0.21 cdefg	1.56 ab	0.58 abc	0.20 fg
T36 (DYRCYT-H -307)	0.77 abcdefghi	0.24 a	0.23 abcdef	0.23 abcde	1.57 ab	0.59 abc	0.23 abcdef
T37 (DYRCYT-H -308)	0.77 abcdefghi	0.23 a	0.20 defg	0.23 abcde	1.61 ab	0.54 bcdef	0.20 defg
T38 (DYRCYT-H -309)	0.75 bcdefghi	0.23 a	0.22 abcdef	0.22 abcdefg	1.60 ab	0.59 abc	0.22 abcdef
T39 (DYRCYT-H -310)	0.74 defghi	0.25 a	0.21 bcdefg	0.24 abc	1.64 ab	0.55 bcde	0.21 bcdefg
T40 (DYRCYT-H -311)	0.77 abcdefghi	0.24 a	0.20 bcdefg	0.23 abcdefg	1.56 ab	0.58 abcd	0.20 bcdefg
Promedio	0.76	0.26	0.22	0.22	1.50	0.56	0.22
CV %	13.02	19.46	25.07	21.53	20.48	19.27	25.07
EEM	0.002	0.011	0.001	0.001	0.007	0.002	0.001

* Los promedios con letras diferentes, difieren estadísticamente entre sí, según la prueba de Tukey ($P \leq 0.05$)

*CV= Coeficiente de variación

EEM= Error estándar de la media

4.3. Peso de la flor.

El análisis de varianza realizado al peso de la flor reportó diferencias estadísticas entre los tratamientos de cacao ($P \leq 0.05\%$), con un promedio general de todos los tratamientos o híbridos experimentales estudiados de 0.05 g.

El T13 (DIRCYT-H 284) y T20 (DIRCYT-H 291), registraron el promedio más alto del peso de la flor con 0.06 g, con relación a los demás híbridos estudiados.

Por otro lado el análisis indicó que el promedio más bajo (0.04 g) fue obtenido en la mayoría de los híbridos estudiados, como se observa en la Tabla 7.

Estos valores promedios fueron similares a los citados por Mendoza (27), quien obtuvo un valor de 0.063 g en el peso de la flor.

Por su parte, Véliz, (7) encontró un promedio inferior de 0.040 g en el peso de la flor, con un coeficiente variación de 13.72%.

Meza, (29) menciona que en la caracterización de la estructura floral se identificó que el tamaño de los órganos florales influye en la compatibilidad genética. Siendo el clon DIRCYT 217 quien registró el mayor peso de la flor con 0.0749.

Mendoza, (27) en su estudio reportó un promedio del peso de la flor de 0.063 g.

Tabla 7. *Peso de la flor en 40 líneas híbridas experimentales en la finca experimental “La Represa”.*

Tratamiento	Peso de la flor	
T1 (DYRCYT-H -272)	0.057	abcdef
T2 (DYRCYT-H -273)	0.046	cdefghij
T3 (DYRCYT-H -274)	0.051	abcdefghi
T4 (DYRCYT-H -275)	0.064	ab
T5 (DYRCYT-H -276)	0.055	abcdef
T6 (DYRCYT-H -277)	0.043	defghij
T7 (DYRCYT-H -278)	0.058	abcdef
T8 (DYRCYT-H -279)	0.050	abcdef
T9 (DYRCYT-H -280)	0.062	ab
T10 (DYRCYT-H -281)	0.058	abcdef
T11 (DYRCYT-H -282)	0.057	abcdef
T12 (DYRCYT-H -283)	0.051	abcdef
T13 (DYRCYT-H 284)	0.065	a
T14 (DYRCYT-H -285)	0.055	abcdef
T15 (DYRCYT-H -286)	0.057	abcdef
T16 (DYRCYT-H -287)	0.060	ab
T17 (DYRCYT-H -288)	0.061	ab
T18 (DYRCYT-H -289)	0.054	abcdef
T19 (DYRCYT-H -290)	0.055	abcdef
T20 (DYRCYT-H -291)	0.065	a
T21 (DYRCYT-H -292)	0.044	abcdefg
T22 (DYRCYT-H -293)	0.034	j
T23 (DYRCYT-H -294)	0.036	ij
T24 (DYRCYT-H -295)	0.036	ij
T25 (DYRCYT-H -296)	0.041	ghij
T26 (DYRCYT-H -297)	0.042	fghij
T27 (DYRCYT-H -298)	0.040	ghij
T28 (DYRCYT-H -299)	0.038	hij

Tratamiento	Peso de la flor	
T29 (DYRCYT-H- 300)	0.042	fghij
T30 (DYRCYT-H -301)	0.044	defghij
T31 (DYRCYT-H -302)	0.043	defghij
T32 (DYRCYT-H -303)	0.048	cdefghij
T33 (DYRCYT-H -304)	0.054	abcdef
T34 (DYRCYT-H -305)	0.043	defghij
T35 (DYRCYT-H -306)	0.053	abcdef
T36 (DYRCYT-H -307)	0.042	efghij
T37 (DYRCYT-H -308)	0.044	efghij
T38 (DYRCYT-H -309)	0.050	abcdef
T39 (DYRCYT-H -310)	0.044	defghij
T40 (DYRCYT-H -311)	0.049	abcdefghi
Promedio	0.05	
CV %	9.53	
EEM	0.0001	

*Los promedios con letras diferentes, difieren estadísticamente entre sí, según la prueba de Tukey ($P \leq 0.05$).

*CV= Coeficiente de variación

*EEM= Error estándar de la media

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones.

De acuerdo a los resultados expuestos, se plantean las siguientes conclusiones:

- ❖ Los híbridos de cacao evaluados que resultaron ser auto-compatibles fueron los T15 DYRCYT-H 286, T26 DYRCYT-H 297, T35 DYRCYT-H 306 y T38 DYRCYT-H 309 con porcentajes comprendidos entre 80 y 100 %.
- ❖ La mayoría de los tratamientos evaluados obtuvieron porcentajes muy bajos de fecundación entre 0 y 50%.
- ❖ En cuanto al peso de la flor los híbridos T13 DYRCYTH 284 y T20 DYRCYT-H 291 alcanzaron el mayor peso de la flor con 0.065 g.
- ❖ La caracterización floral permitió conocer la variabilidad existente entre los híbridos evaluados, para su selección y utilización en programas de mejoramiento genético.

5.2. Recomendaciones.

- ❖ Incluir los híbridos con las mejores características de morfología floral y auto-compatibilidad en programas de mejoramiento genético por selección, valorando su comportamiento en jardines clonales que permitan identificar su potencial en el campo.

- ❖ Seleccionar los materiales que poseen las mejores características florales para el estudio de la relación entre la compatibilidad manual y cruzada, para un mejor análisis en programas de mejoramiento genético.

- ❖ Realizar estudios que den respuesta al porqué de la incompatibilidad de los híbridos, considerando factores genéticos y ambientales.

- ❖ Estudiar la relación entre el tamaño de la flor y la atracción de los insectos polinizadores en los híbridos analizados.

CAPÍTULO VI
BIBLIOGRAFÍA

6.1. Bibliografía.

1. Mendoza, C. El cultivo de cacao. Opción rentable para la selva; ISBN: 978-612-4043-50-5. Desco. 2013. p. 10-50.
2. Boza, J. Nuevos mercados para la exportación del cacao fino de aroma producido en los cantones Portoviejo y Santa Ana y su incidencia en el desarrollo local. [TESIS]; 2012. p. 18-25.
3. PRO ECUADOR, Instituto de Promoción de Exportaciones e Inversiones. Dirección de Inteligencia Comercial e Inversiones. Análisis del sector cacao y elaborados; 2013. p. 1-10.
4. PRO ECUADOR, Instituto de Promoción de Exportaciones e Inversiones. Perfil sectorial de cacao y elaborados 2015. p. 3-7
5. Sanchez, F., Zambrano, J., Vera J., Ramos, R., Garces, F., Vásquez, G., Productividad de clones de cacao tipo Nacional en una zona del bosque húmedo tropical de la Provincia de Los Ríos, Ecuador. Dirección de Investigación Científica Tecnológica, Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Campus Finca Experimental "La Maria". 2014; 7(1): p. 33 - 41.
6. Avalos, A; Porres, A; Pöll, E; Dardón, E; Arévalo, L; Rosales, J. Caracterización agronómica, botánica y molecular de clones de cacao tipo criollo y mejorado de la zona sur de Guatemala. Universidad del Valle Guatemala. 2012; 24(9): p. 2-6
7. Veliz, B. "Auto-compatibilidad genética y calidad física de almendra en veinte híbridos interclonales de cacao (*Theobroma cacao* L.). [TESIS]. 2015. p. 1-48.
8. Zuloaga, F. Catálogo de Plantas Vasculares del Cono Sur. Angiosperm Phylogeny. 2010 Julio. p. 589-590.
9. Dostert, N., Roque, J., Cano, A., La Torre, M., Weigend, M. Hoja botánica: Cacao; Lima: Botconsult. 2012. p. 1-20.
10. Enriquez, G y Paredes, A. El cultivo de cacao. Universidad Estatal a Distancia: San José - Costa Rica; 1989. 3-323.
11. Malespín, M. El cacao Managua: Ministerio de desarrollo agropecuario y reforma agraria; 1982. p. 61.
12. Calderón, Z. Informe final sobre el cultivo de cacao. Turrialba - Costa Rica; 1950. p. 41.

13. Enríquez, G. Curso sobre el cultivo de cacao San Jose - Costa Rica: Agrinter; 1985. 240 p.
14. León, J. Botánica de los cultivos tropicales San José - Costa Rica: Agroamerica; 2000. p. 1-462.
15. Kalvatchev, Z., Garzazo, D., Guerra, F. *Theobroma cacao* L: Un nuevo enfoque para nutrición y salud. Agroalimentaria. 1998. Junio;(6). p. 1-3.
16. Hardy, F. Manual del cacao Turrialba - Costa Rica: Antonio Lehmann; 1961. p. 1-429.
17. Guevara, M y Salazar R. Caracterización morfológica del fruto y la semilla de 9 clones de cacao (*Theobroma cacao* L.) realizado en el Centro de Desarrollo Tecnológico del INTA El Recreo, El Rama, RAAS, en el año 2014-2015. [TESIS]; 2015. 1-55.
18. Guerrero, G.. El cacao ecuatoriano. Su Historia empezó antes del siglo XV. Lideres. 2015.
19. Suarez, C; Mite, F; Páiz, V; Sotomayor, I; Vera, J. Manual del cultivo de cacao. INIAP. Segunda edición. N. 25.; 1993. p. 1-143.
20. Quiroz, J., Agama, J. Programa de capacitación en la cadena de cacao. Módulo Producción. Unidad 2. Quito; 2006. 1-141.
21. Untuña, J. Niveles de fertilización empleando SUMICOAT II en la producción de clones de cacao (*Theobroma cacao* L.) asociados con Fernansánchez. Quevedo; 2014. p. 1-23.
22. Hardy, F. Manual de cacao. Edición en español. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. Turrialba. Costa Rica; 1961. p. 380
23. Córdoba, C., Cerda, R., Deheuvels, O., Hidalgo, E., & Declerck, F. Polinizadores, polinización y producción potencial de cacao en sistemas agroforestales de Bocas del Toro, Panamá.» biblioteca.catie.ac.cr/, nº 49. ; 2013. p. 1-3.
24. INTA. Instituto de Nutrición y Tecnología de los Alimentos. Guía tecnológica del cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.); 2010.
25. Tadeo, F. Fisiología de las plantas y el estrés. In. España: Mc Graw Hill; 2000. p. 481 – 498.
26. Gómez, M. Compatibilidad del patrón y métodos de microinyección en la

- propagación del clon de cacao (*Theobroma cacao* L.) CCN-51. Quevedo; 2015. p. 1-17.
27. Mendoza, C. Compatibilidad genética de 64 clones élites de cacao (*Theobroma cacao* L.) Tipo Nacional y Trinitario. Quevedo- Ecuador; 2015. p. 86.
 28. Baena, García. Obtencion y caracterizacion de fibra dietariaa partir de cascarilla de las semillas tostadas de *Thebroma cacao* L. de una industria chocolatera colombiana. [Tesis]. ; 2012. p. 1-20.
 29. Meza, G. Sistema de reproducción sexual y morfología floral de cinco clones de cacao (*Theobroma cacao* L.) Tipo Nacional y dos Trinitarios en la finca experimental La Represa Quevedo; 2016. p. 1-49.
 30. Batista, L. FUNDESYRAM. [Online].; 2009 [cited 2016 11 14. Available from: <http://www.fundesyram.info/biblioteca.php?id=3096>.
 31. García, B. Obtencion y caracterizacion de fibra dietariaa partir de cascarilla de las semillas tostadas de Thebroma cacao L. de una industria chocolatera colombiana; 2012. p. 1-20.
 32. Córdova, C. CATIE. [Online].; 2011 [cited 2016 Nov 14. Available from: <http://biblioteca.catie.ac.cr:5151/repositoriomap/bitstream/123456789/108/3/185.pdf>.
 33. Enriquez, G. Cacao organico, guía para productores Ecuatorianos. In INIAP. 54; 2004; Quito – Ecuador, p. 39-41.
 34. CONABIO. Comisión Nacional para el conocimiento y uso de la biodiversidad. *Theobroma cacao* L.; 2010.
 35. Peña, J. Insectos polinizadores de frutales tropicales: no solo las abejas llevan la miel al panal. Manejo Integrado de Plagas y Agroecología. Scielo. 2003;(69): p. 6-20.
 36. Posnette, A. Pollination of Cacao in Trinidad. Tropical Agriculture (Trinidad) 21;; 1944. p.115-118.
 37. Soria, S. La polinización del cacao por las mosquitas *Forcipomya* spp. (Dipera. Ceratopogonidae). Palmira. Colombia.; 1971. p. 77-80.
 38. Mavisoy, K., Cabezas, S., Ballesteros, W., Somarriba, E. Universidad de Nariño. [Online].; 2009 [cited 2016 Nov 14. Available from:

http://biblioteca.catie.ac.cr:5151/repositoriomap/bitstream/123456789/239/1/Mavisoy_Evaluacion.pdf.

39. Tarqui, O. Evaluacion de clones de cacao (*Theobroma cacao* L.) provenientes de plantulas hibridas seleccionadas por resistencia a la enfermedad escoba de bruja (*Moniophthora perniciosa*); 2010. p. 20-28.
40. Phillips, M, Wilbert A, Adriana, M, Allan Motamayor A, Juan, C. Catalogos de clones de cacao seleccionados por el CATIE para siembras comerciales.; 2012. p. 3-8
41. Romero, C., Bonilla, J., Santos E., Peralta, E. Identificación varietal de 41 plantas seleccionada de cacao (*Theobroma cacao* L.) provenientes de cuatro cultivares distintos de la región amazonica ecuatoriana, mediante el uso de marcadores microsátélites. Rev. Tecnológica ESPOL. 2010 Diciembre; 23(1): p. 6.
42. Ayala, M. Manejo Integrado de Moniliasis (*Theobroma cacao* L.) mediante el uso de fungicidas, combinado con labores culturales.; 2008. p. 14-42.
43. Mora, P., Arciniegas, W., Mata, A., Motamayor, A. Catalogo de clones de cacao seleccionados por el CATIE para siembra comerciales.; 2012. p. 24.
44. Laje, O. Evaluación de la autocompatibilidad en algunos cultivares de cacao (*Theobroma cacao* L.) Tipo Nacional y Trinitario en el Litoral ecuatoriano; 2013. p. 15.
45. Nosti, J. Cacao, café y té. 2nd ed. Barcelona, España. Salvat, editor.; 1963. p. 1-374.
46. Pacheco, E. Producción del clon de cacao (*Theobroma cacao* L.) CCN-51 orgánico a tres distanciamientos en un sistema triangular de doble hilera. Quevedo; 2015. p. 50.
47. Peña, G. Caracterización morfológica de 57 secciones de cacao (*Theobroma cacao* L.) Tipo Nacional del banco de germoplasma de la Estación Experimental Pichilingue Quevedo; 2003. p. 36-42.
48. Villegas, R. Caracterización morfológica del cacao Nacional Boliviano, Alto Beni. Bolivia; 2005. p. 81-85.
49. Zambrano, J. Caracterización fenológica de 67 genotipos de cacao (*Theobroma cacao* L.) tipo Nacional y otros orígenes en la colección de la Estación Experimental Tropical Pichilingue. INIAP Quevedo; 2000. p. 5-10.

50. Villegas, R., y Astorga, C. Caracterización morfológica del cacao Nacional Boliviano, Alto Beni, Bolivia. *Agroforesteria en las Américas*. 2005; 43(44). p. 4-30.
51. Arciniegas, A. Caracterización de árboles superiores de cacao (*Theobroma cacao* L.) seleccionados por el programa de mejoramiento genético del CATIE. Costa Rica; 2005. p. 5-47.
52. Vera-Chang J, Cabrera-Verdezoto R, Morán-Morán J, Neira-Rengifo K, Haz-Burgos R, J. Vera-Barahona, H. Molina-Triviño, O. Moncayo-Carreño, E. Díaz-Ocampo, C. Cabrera-Verdesoto. Evaluación de tres métodos de polinización artificial en clones de cacao (*Theobroma cacao* L.) CCN-51. *SciELO*. 2016; 34(6). p. 1-5.
53. Departamento Agrometeorológico del INIAP. Información Agrometeorológica de la Finca Experimental "La María". Quevedo, Ecuador: Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI), Estación Experimental Tropical Pichilingue; 2010-2015.
54. Lopez, N. Evaluación productiva de once clones de cacao (*Theobroma cacao* L.) del banco de germoplasmas mico de la carrera de agricultura de la ESPAM MFL. Ecuador; 2012. p. 1-5.
55. Mazeira, F. Compatibilidad genética en arboles de cacao (*Theobroma cacao* L.) tipo Nacional in situ en la zona de valencia durante la época seca. Valencia, Ecuador; 2013. p. 1-12.
56. Baena, L. & García, N. «Obtencion y caracterizacion de fibra dietariaa partir de cascarilla de las semillas tostadas de *Thebroma cacao* L. de una industria chocolatera colombiana.» Tesis,; Universidad Tecnológica de Pereira. Pereira, Colombia. 2012. p. 8-19.

CAPÍTULO VII
ANEXOS

7.1. Análisis de varianza.

Anexo 1. Análisis de varianza aplicado al largo del sépalo.

Fuente	DF	S. Cuadrado	CM	F-Valor	F. Tabla	F. Tabla
					5%	1%
Tratamientos	39	2.01	0.053	5.26	1.55	1.85
Error	80	29.03	0.009			
Total	119	31.05				
Significancia	Ns					
Error estándar	0.002					

Elaborado: Autor.

*ns= no significativo

*= significativo

**= altamente significativo

Anexo 2. Análisis de varianza aplicado al ancho del sépalo.

Fuente	DF	S. Cuadrado	CM	F-Valor	F. Tabla	F. Tabla
					5%	1%
Tratamientos	39	9.98	0.255	0.97	1.55	1.85
Error	80	777.30	0.262			
Total	119	787.28				
Significancia	Ns					
Error estándar	0.01					

Elaborado: Autor.

*ns= no significativo

*= significativo

**= altamente significativo

Anexo 3. Análisis de varianza aplicado al largo del pétalo.

Fuente	DF	S. Cuadrado	CM	F-Valor	F. Tabla	F. Tabla
					5%	1%
Tratamientos	39	0.52	0.013	4.33	1.55	1.85
Error	80	9.05	0.003			
Total	119	9.57				
Significancia	**					
Error estándar	0.001					

Elaborado: Autor.

*ns= no significativo

*= significativo

**= altamente significativo

Anexo 4. *Análisis de varianza aplicado al ancho del pétalo.*

Fuente	DF	S. Cuadrado	CM	F-Valor	F. Tabla 5%	F. Tabla 1%
Tratamientos	39	0.79	0.020	8.70	1.55	1.85
Error	80	6.91	0.002			
Total	119	7.70				
Significancia	**					
Error estándar	0.001					

Elaborado: Autor.

*ns= no significativo

*= significativo

**= altamente significativo

Anexo 5. *Análisis de varianza aplicado al largo del pedúnculo.*

Fuente	DF	S. Cuadrado	CM	F-Valor	F. Tabla 5%	F. Tabla 1%
Tratamientos	39	8.28	0.212	2.33	1.55	1.85
Error	80	53.40	0.095			
Total	119	61.68				
Significancia	**					
Error estándar	0.007					

Elaborado: Autor.

*ns= no significativo

*= significativo

**= altamente significativo

Anexo 6. *Análisis de varianza aplicado al largo del estaminoide.*

Fuente	DF	S. Cuadrado	CM	F-Valor	F. Tabla 5%	F. Tabla 1%
Tratamientos	39	3.01	0.077	7.00	1.55	1.85
Error	80	35.37	0.011			
Total	119	38.38				
Significancia	**					
Error estándar	0.002					

Elaborado: Autor.

*ns= no significativo

*= significativo

**= altamente significativo

Anexo 7. *Análisis de varianza aplicado al largo del pistilo.*

Fuente	DF	S. Cuadrado	CM	F-Valor	F. Tabla 5%	F. Tabla 1%
Tratamientos	39	0.52	0.013	4.33	1.55	1.85
Error	80	9.05	0.003			
Total	119	9.57				
Significancia	**					
Error estándar	0.001					

Elaborado: Autor.

*ns= no significativo

*= significativo

**= altamente significativo

Anexo 8. *Análisis de varianza aplicado al peso de la flor.*

Fuente	DF	S. Cuadrado	CM	F-Valor	F. Tabla 5%	F. Tabla 1%
Tratamientos	39	0.008	0.00	9.51	1.55	1.85
Error	80	0.001	0.00			
Total	119	0.010				
Significancia	**					
Error estándar	0.0001					

Elaborado: Autor.

*ns= no significativo

*= significativo

**= altamente significativo

7.2. Imágenes de la investigación.



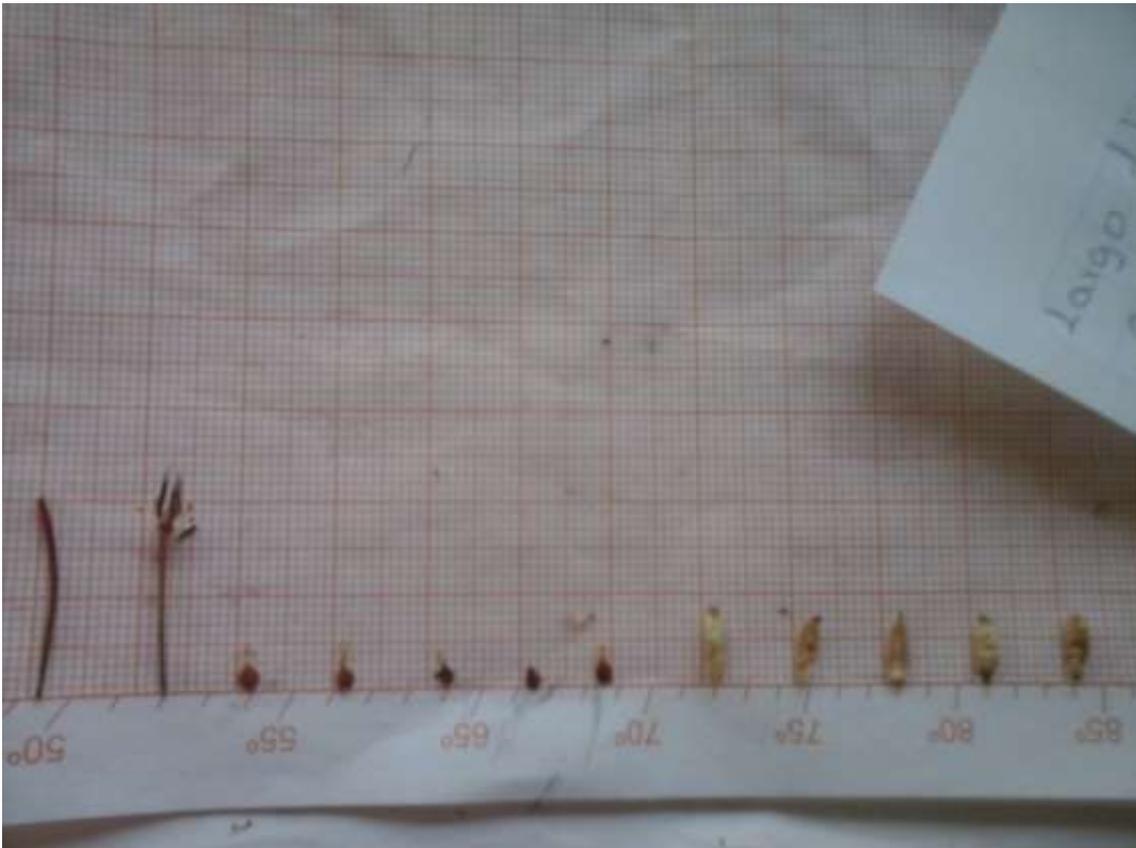
Anexo 9. Pruebas de polinización manual.



Anexo 10. Aislamiento floral.



Anexo 11. Flores fecundadas después de la polinización manual.



Anexo 12. Toma de datos de la morfología floral.

Anexo 13. Croquis de campo.

