

UNIVERSIDAD AMAZÓNICA DE PANDO

UNIDAD ACADÉMICA EL SENA

PROGRAMA INGENIERIA AGROFORESTAL



TESIS DE GRADO

CARACTERIZACION DE LA DIVERSIDAD MORFOLOGICA DE LOS ECOTIPOS DE CACAO (*Theobroma cacao L.*) EN LAS COMUNIDADES DE IRAK, JERICOB Y CONQUISTA DEL MUNICIPIO DE PUERTO RICO DEL DEPARTAMENTO DE PANDO.

Modalidad de Tesis de Grado

Presentado por: Univ. Keili Huppa Olivera

Para optar al título de Licenciado en Ingeniería Agroforestal

Tutor: Ing. German Kauko Coímbra

El Sena, Pando – Bolivia

2023

BIOGRAFIA DEL AUTOR

Keili Huppa Olivera, nació el 24 de mayo de 1999 en la ciudad de Cobija del Departamento de Pando, sus padres el Señor Evert Julio Huppa Ferrufino y la Señora Valeria Olivera Espinoza, realizó sus estudios primarios y secundarios en el colegio Mariana Baptista terminando sus estudios en el Centro de Educación Alternativa CEA 11 de octubre de la ciudad de Cobija.

Sus estudios universitarios los realizó en la Universidad Amazónica de Pando, Unidad Académica El Sena, Programa Ingeniería Agroforestal.

Ingreso al programa de Ingeniería Agroforestal en el 1er periodo de la gestión 2019 y culminó sus estudios en el 2do periodo de la gestión 2023.

DEDICATORIA

El presente trabajo de investigación va dedicado a mi amada hija Karla Valeria López Huppa.

A mis queridos padres: Evert Julio Huppa Ferrufino y Valeria Olivera Espinoza.

A mis hermanos: Rizolet Huppa Olivera y Emily Huppa Olivera

Y a todas las personas que influyeron de manera positiva en la elaboración de este trabajo

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios, no como una simple formalidad vacía y fría, sino porque siento y creo, que debe estar presente en cada etapa y cada decisión de mi vida, gracias por permitir que esté presente y por tener a mis seres amados a mi lado.

Todas las palabras de agradecimiento que pudiera expresar en estas líneas, simplemente serían muy pequeñas para describir el sentimiento de gratitud eterna que tengo hacia mi hija Karla Valeria López Huppa y mis padres: Evert Julio Huppa Ferrufino y Valeria Olivera Espinoza, gracias por ser mi fuerza, mi guía, mi consejo y mi soporte, estando siempre, gracias por ser tan importantes en mi vida. Agradezco a mis hermanos: Rizolet Huppa Olivera y Emily Huppa Olivera. Por todo el apoyo y confianza que siempre me demostraron.

A mis asesores: al Ing. German Kauko Coímbra por las enseñanzas y la paciencia que me demostró desde el principio, cuando no sabía por dónde comenzar. Al Ing. José Miguel Noza Colque, por los consejos que me brindo y por transmitirme su conocimiento.

Agradezco a mis tribunales por los consejos dados, a todos y cada uno de los docentes que pude conocer en el transcurso de estos años universitarios, en ellos no solo veo profesionales de los cuales se aprende, sino veo también personas amigas. Agrades a mis compañeros de generación y a todos los compañeros y amigos que nos tocó compartir juntos esta etapa de nuestra vida, gracias por haber estado conmigo estos años siempre los recordar con cariño.

Agradezco a la Universidad Amazónica de Pando a la Unidad Académica El Sena programa Ingeniería Agroforestal por contribuidor en este largo camino que decidí transitar y que recién comienza. Donde me toque estar, siempre recordare el compromiso moral de contribuir con la gran mística de este gran Programa. Muchas gracias a todos.

RESUMEN

Los métodos estadísticos empleados muestran que existe diferencia estadística significativa, en un ecotipo con relación al otro; donde el $UAP\ 1 \neq UAP\ 2 \neq UAP\ 3$, puesto que los datos obtenidos llevado al análisis de varianza y a la prueba de Fisher nos mostró el resultado de los análisis de varianza UAP 1(5,87), UAP 2 (16,91) y UAP 3 (14,44), la prueba de Fisher UAP 1(27,59), UAP 2 (69,39) y UAP 3 (51,12) no indica que existe diferencia estadística significativa entre todos los tratamientos.

Se concluye que el Ecotipo UAP 2 es el más sobresaliente obteniendo mayor diferencia estadística de (69,39) y una cantidad promedio de 35 semillas por fruto, también un peso promedio de semillas de 1,43 gr alcanzando mayores rendimientos en comparación con el ecotipo UAP1 y UAP 3.

Palabras Claves

Ecotipo: Árbol con características sobresalientes

Rodal: sitio con árboles de la misma especie

U.A.P.: Universidad Amazónica de Pando

ANAVA: Análisis de Varianza

ABSTRACT

The statistical methods used show that there is a significant statistical difference in one ecotype in relation to the other; where $UAP\ 1 \neq UAP\ 2 \neq UAP\ 3$, since the data obtained led to the analysis of variance and the Fisher test showed us the result of the analyzes of variance UAP 1 (5.87), UAP 2 (16.91) and UAP 3 (14.44), the Fisher test UAP 1 (27.59), UAP 2 (69.39) and UAP 3 (51.12) does not indicate that there is a significant statistical difference between all treatments.

It is concluded that Ecotype UAP 2 is the most outstanding, obtaining the greatest statistical difference of (69.39) and an average quantity of 35 seeds per fruit, also an average seed weight of 1.43 gr, achieving higher yields compared to the ecotype. UAP1 and UAP 3.

Keywords

Ecotype: Tree with outstanding characteristics

Stand: site with trees of the same species

U.A.P.: Amazonian University of Pando

ANAVA: Analysis of Variance

INDICE GENERAL

GENERALIDADES	1
1.1 INTRODUCCION	2
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	4
1.2.1 Descripción Problema	4
1.2.2 Formulación problema	4
1.3 OBJETIVOS	5
1.3.1 Objetivo General.....	5
1.3.2 Objetivos Específicos	5
1.4 JUSTIFICACIÓN	6
1.5 HIPÓTESIS	7
SUSTENTACION TEORICA	8
2.1 Revisión Bibliográficas.....	¡Error! Marcador no definido.
2.1.1 Importancia del cacao	9
2.1.2 Biología y botánica del cacao.....	9
2.1.3 Taxonomía y razas cultivadas.....	10
2.2 Requerimientos ambientales	11
2.3 Manejo agronómico de la plantación.....	12
2.4 Enfermedades del cacao.....	13
2.4.1 Métodos de combate de las enfermedades	14
2.4.2 La mazorca negra o fitóftora	15
2.4.2.1. Sintomatología.....	15
2.4.2.2. Control de la enfermedad	15
2.4.2.3. Resistencia genética	16
2.4.2.4. Métodos de inoculación	16
2.4.3 La moniliasis.....	17
2.4.3.2. Sintomatología	18
2.4.3.3. Control de la enfermedad	18
2.4.3.4. Resistencia genética	19
2.4.3.5. Métodos de inoculación	19
2.5. Mejoramiento genético convencional.....	20
2.6. Parámetros de rendimiento	20
2.6.1. Número de frutos por árbol.....	20

2.6.2.	Peso del fruto	21
2.6.3.	Índice de mazorca.....	21
2.6.4.	Índice de semilla.....	21
2.6.5.	Índice de rendimiento	22
2.6.6.	El vigor en las plantas.....	22
2.7.	Beneficio del cacao	22
2.7.2.	Factores modificantes de la calidad en cacao	25
2.7.2.2.	Influencia del genotipo.....	25
2.7.2.3.	Influencia de las condiciones edafoclimática.....	27
2.8.	Caracterización morfológica.....	28
2.9.	Compatibilidad.....	30
MARCO METODOLOGICO		32
3.1 METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION		33
3.1.1.	Tipo de Investigación.....	33
3.1.2.	Enfoque	38
3.1.3.	Método	38
3.1.4.	Población y Muestreo.....	39
3.1.4.1.	Población	39
3.1.4.2.	Muestreo	42
3.2.	Técnicas e instrumentos de la investigación.....	46
3.3. REFERENCIA GEOGRAFICA DONDE SE EJECUTA LA INVESTIGACION		46
3.4. DISEÑO DEL MODULO DE EXPERIMENTO.....		47
3.5. DESCRIPCION DEL MATERIAL DE REQUERIMIENTO		47
3.6. DETALLE DEL TRABAJO DE INVESTIGACION QUE SE VA EJECUTAR		48
3.7. PLAN DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACION		49
4.1. RESULTADOS		51
4.1.1	Caracterización morfológica de los arboles promisorios	51
4.1.1.1.	Forma de la hoja	51
4.1.1.2.	Forma del Fruto	52
4.1.1.3.	Forma de la Semilla.....	53
4.2. DISCUSIÓN		56
5.1. CONCLUSIONES		58
5.2. RECOMENDACIONES		60

INDICE DE FIGURA

Figura N° 1.....	42
Descripción de la Hoja.....	42
Figura N° 2.....	43
Descripción de los frutos	43
Figura N° 3.....	44
Descripción de la Semilla	44
Figura 4.....	45
Enfermedades del cacao (Moniliasis, Mazorca Negra y Escoba de Bruja).....	45

INDICE DE TABLAS

Tabla N °1	52
Promedio de Forma de la hoja	52
Tabla N °2.....	53
Promedio de Forma del Fruto	53
Tabla N °3.....	53
Promedio de Forma de la semilla	53
Tabla N °4.....	54
Promedio de peso de la semilla, suma de cuadrados y cuadrados medios	54
Tabla N °5.....	55
Prueba de ANAVA y Fisher	55

INDICE DE MAPA

Mapa N° 1	40
Ubicación De Las Parcelas Municipio De Puerto Rico.....	40
Mapa N° 2.....	40
Parcela Comunidad Irak.....	40
Mapa N°3.....	41
Parcela Comunidad Jericob	41
Mapa N° 4.....	41
Parcela Comunidad Conquista.....	41

CAPITULO I

GENERALIDADES

1.1 INTRODUCCION

El cacao (El cacao (*Theobroma cacao* L.), es una especie de la familia de las Malváceas nativa de los bosques tropicales húmedos de América del sur. Sus poblaciones naturales ostentan una amplia diversidad genética debido a su sistema de reproducción sexual, a su mecanismo de polinización cruzada natural y a la recombinación genética, entre otras.

Desde el siglo pasado, cuando se generaban cultivares élites de cacao (clones y/o híbridos) por métodos de mejoramiento genético, solamente se difundían los principales atributos agronómicos mejorados de dichos cultivares. No obstante, esta información no era suficiente y se hacía necesario acompañarla con información morfológica de tipo descriptiva para que el nuevo cultivar sea convenientemente identificada y diferenciada de otros cultivares.

Hoy día con mayor justificación, todos los cultivares nativos además de sus parientes silvestres, necesitan ser documentados con información generada por la caracterización (morfológica y/o molecular), y de la evaluación agroindustrial de dichos germoplasmas con fines de conservación y utilización futura.

Los caracteres morfológicos cuantitativos de flores y frutos, han sido usados para evaluar la variabilidad entre clones de cacao. Sin embargo, tienen la desventaja de que éstos recién se expresan a la madurez de la planta y son muy influenciados por los factores ambientales, necesiéndose grandes muestras para obtener la precisión en las evaluaciones. En cambio, los caracteres morfológicos cualitativos a diferencia de sus correspondientes cuantitativos, por ser muy discriminativos y altamente heredables, facilitan la verificación de la identidad genética; la detección de duplicados (en casos de duda o mal rotulado de alguna accesión), y en la diferenciación de cultivares de cacao con un alto grado de confianza.

Engels *et. Al.* (1980), reporta que el uso de descriptores en cacao es necesario por las siguientes razones: (i) estandarizar la terminología descriptiva que permita el intercambio de información entre investigadores que trabajan en recursos genéticos, (ii) elaborar un inventario fácil que esté disponible a todos los investigadores, definiendo qué accesiones disponibles deberían ser duplicadas en otros lugares, (iii) ayudar al Fito mejorador a seleccionar las

mejores accesiones para el programa de mejoramiento, y (iv) simplificar el manejo y el mantenimiento de la colección, entre otros.

Theobroma cacao L.), es una especie de la familia de las Malváceas nativa de los bosques tropicales húmedos de América del sur. Sus poblaciones naturales ostentan una amplia diversidad genética debido a su sistema de reproducción sexual, a su mecanismo de polinización cruzada natural y a la recombinación genética, entre otras.

Desde el siglo pasado, cuando se generaban cultivares élites de cacao (clones y/o híbridos) por métodos de mejoramiento genético, solamente se difundían los principales atributos agronómicos mejorados de dichos cultivares. No obstante, esta información no era suficiente y se hacía necesario acompañarla con información morfológica de tipo descriptiva para que el nuevo cultivar sea convenientemente identificada y diferenciada de otros cultivares.

Hoy día con mayor justificación, todos los cultivares nativos además de sus parientes silvestres, necesitan ser documentados con información generada por la caracterización (morfológica y/o molecular), y de la evaluación agroindustrial de dichos germoplasmas con fines de conservación y utilización futura.

Los caracteres morfológicos cuantitativos de flores y frutos, han sido usados para evaluar la variabilidad entre clones de cacao. Sin embargo, tienen la desventaja de que éstos recién se expresan a la madurez de la planta y son muy influenciados por los factores ambientales, necesiéndose grandes muestras para obtener la precisión en las evaluaciones. En cambio, los caracteres morfológicos cualitativos a diferencia de sus correspondientes cuantitativos, por ser muy discriminativos y altamente heredables, facilitan la verificación de la identidad genética; la detección de duplicados (en casos de duda o mal rotulado de alguna accesión), y en la diferenciación de cultivares de cacao con un alto grado de confianza.

Engels *et. Al.* (1980), reporta que el uso de descriptores en cacao es necesario por las siguientes razones: (i) estandarizar la terminología descriptiva que permita el intercambio de información entre investigadores que trabajan en recursos genéticos, (ii) elaborar un inventario fácil que esté disponible a todos los investigadores, definiendo qué accesiones disponibles deberían ser duplicadas en otros lugares, (iii) ayudar al Fito mejorador a seleccionar las

mejores accesiones para el programa de mejoramiento, y (iv) simplificar el manejo y el mantenimiento de la colección, entre otros.

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.2.1 Descripción Problema

La presente tesis de grado llevara a cabo el estudio de diversidad morfológica en las plantaciones de cacao para caracterizar ecotipos en las comunidades de Irak, Jericob y Conquista del municipio de Puerto Rico, Departamento de Pando.

El origen del problema es la Falta de conocimiento detallado sobre la diversidad morfológica en las poblaciones de cacao en el municipio de Puerto Rico, en las comunidades de Irak, Jericob y Conquista, crean un vacío que dificulta el desarrollo de estrategias agrícolas específicas y la conservación de recursos genéticos valiosos.

La presente investigación aborda estas deficiencias al centrarse en la caracterización de ecotipos de cacao, proporcionando datos esenciales para la toma de decisiones informadas en la gestión y mejora de este cultivo fundamental

1.2.2 Formulación problema

¿Cuál es la variabilidad morfológica entre ecotipos de caca en las comunidades de Irak, Jericob y Conquista del municipio de Puerto Rico? ¿Cuáles parcelas de cacao presentaran mayor variabilidad con características adecuadas para los productores?

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo General

- ✚ Caracterizar la diversidad morfológica de los ecotipos de cacao silvestre (*Theobroma cacao L*), en las comunidades de Irak, Jericob y Conquista del municipio de Puerto Rico, Departamento de Pando, mediante la identificación morfológico de la especie para la recomendación de plantas madres y con sobresalientes de rendimientos a los productores y recolectores de cacao.

1.3.2 Objetivos Específicos

- ✚ Determinar morfológicamente in situ fenotipos de bosques con cacao silvestre en las comunidades de Irak, Jericob y Conquista del municipio de Puerto Rico, usando descriptores morfológicos.
- ✚ Determinar el nivel de variación dentro y entre los grupos colectados de cacao silvestre del municipio de Puerto Rico.
- ✚ Seleccionar las variedades y ecotipos de cacao en el municipio de Puerto Rico sobresalientes con resistencia o tolerancia a plagas y enfermedades.
- ✚ Evaluar la diversidad morfológica de los ecotipos de cacao mediante mediciones precisas de características, forma de la hoja, forma del fruto y forma de la semilla

1.4 JUSTIFICACIÓN

La presente investigación planteada busca generar información que sea utilizada para mejorar los cultivares de cacao en el municipio de Puerto Rico y el Departamento de Pando, la identificación de árboles Ecotipos que presenten características deseadas en las comunidades de Irak, Jericob y Conquista nos servirán para brindar asesoramiento a los productores agropecuarios de la zona en cuanto a resultados fiables en esta investigación.

Los estudiantes de la Unidad Académica El Sena contarán con información para sus trabajos de investigación y referencia bibliográfica, que les ayude a resolver problemas en la producción de este cultivar.

La caracterización morfológica de la diversidad de los ecotipos de cacao se justifica en su papel fundamental en la conservación de recursos genéticos, la mejora de la selección de variedades, la adaptación al cambio climático, el desarrollo de estrategias de conservación, la promoción de prácticas agrícolas sostenibles y el apoyo a la industria chocolatera.

Este estudio proporcionará información esencial para impulsar la sostenibilidad y la calidad en la producción de cacao

1.5 HIPÓTESIS

H° A° Se espera que la caracterización morfológica revele una diversidad significativa entre los ecotipos de cacao en las comunidades de Irak, Jericob y Conquista del municipio de Puerto Rico, Departamento de Pando, manifestando en diferencias notables en las características foliar, frutos y semillas.

H° 0° No se espera que la caracterización morfológica revele una diversidad significativa entre los ecotipos de cacao en las comunidades de Irak, Jericob y Conquista del municipio de Puerto Rico, Departamento de Pando, manifestando en diferencias notables en las características foliar, frutos y semillas.

CAPITULO II

SUSTENTACION TEORICA

2.1 Revisión Bibliográfica

2.1.1 Importancia del cacao

El género *Theobroma* es originario de América Tropical, específicamente de la cuenca alta del río Amazonas. El género posee algunas especies de gran relevancia económica en los trópicos, principalmente *Theobroma cacao* y en mucho menor grado *T. grandiflorum* y *T. bicolor*. Las semillas de *T. cacao* se han empleado a lo largo de la historia para la preparación de bebidas y otros alimentos, como moneda, bebida ceremonial y tributo a reyes. Esta especie se encuentra actualmente distribuida a lo largo de las regiones lluviosas de los trópicos, desde los 20° de latitud norte hasta los 20° de latitud sur (ICCO 2003).

2.1.2 Biología y botánica del cacao

El cacao es una planta alógama, de ciclo vegetativo perenne y diploide ($2n=20$). El árbol de cacao alcanza alturas de 2 m hasta de 20 m cuando tiene condiciones óptimas de crecimiento (sombra intensa, temperatura, viento, agua y suelos apropiados). La planta proveniente de semilla presenta un tronco vertical que puede desarrollarse en forma muy variada dependiendo de las condiciones ambientales, el cual empieza su etapa de producción a los dos años después de establecido en el campo. Las plantas de origen clonal obtenidas mediante injerto o estacas presentan una conformación diferente sin el predominio de un eje principal (Enríquez 1987). El cacao posee una raíz principal pivotante, con hojas simples, enteras y de colores variables que van desde morado hasta verde pálido, con pecíolo corto, posee flores pequeñas, hermafroditas y pentámeras con cinco lóculos donde hay de 6 a 12 óvulos. Las flores al igual que los frutos se producen en racimos pequeños, sobre el tejido maduro del tronco y de las ramas. Generalmente su polinización es entomófila, principalmente llevada a cabo por individuos del género *Forcipomya*. Una planta puede llegar a producir de 6 100.000 a 150.000 flores por año, de las cuales sólo se fecunda entre el 0,1 y 0,3% por lo que las demás caen (Cope 1976). Los frutos maduran entre 5 y 6 meses después de la polinización. Poseen un mesocarpo de textura lisa o arrugada que se divide en cinco carpelos interiormente. Los frutos son de tamaño y forma muy variable, generalmente tienen forma de baya de 30 cm de largo y 10 cm de diámetro. Tienen forma elíptica y son de diversos colores al madurar (rojo, amarillo, morado y café); contienen entre 20 y 40 semillas que están cubiertas de una pulpa

mucilaginoso de color blanco, cuyos cotiledones pueden ser de color blanco y/o violetas. Las semillas una vez secas alcanzan pesos entre 0,8 y 1,5 gr cada una (Tecnología para el Mejoramiento de Sistemas de Producción de Cacao 2000).

2.1.3 Taxonomía y razas cultivadas

Theobroma cacao L pertenece a la familia Malvácea, orden Malvales (Arguello et al. 2000). El cacao se divide en tres grandes grupos genéticos: Criollo, Forastero y Trinitario. (León, 2000).

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Orden: Malvales

Familia: Malvaceae

Género: Theobroma

Especie: T. cacao

Nombre binomial: Theobroma cacao L

Theobroma cacao pertenece al orden Malvales y a la familia Esterculiáceas (Cuatrecasas 1964; Hardy 1961). Se distinguen dos razas de cacao: forastero y Criollo. Los Forasteros, conocidos también como cacaos Amazónicos y/o amargos son originarios de América del Sur. Su centro de origen es la parte alta de la cuenca del Amazonas en el área comprendida entre los ríos Napo, Putumayo y Caquetá. Es la raza más cultivada en las regiones cacaoteras de África y Brasil y proporcionan más del 80% de la producción mundial (Motamayor 2002; Soria 1966). Los forasteros se caracterizan por sus frutos de cáscara dura y leñosa, de superficie relativamente tersa y de granos aplanados, pequeños de color morado y sabor amargo. Dentro de esta raza se destacan distintas variedades como Cundeamor, Amelonado, Sambito, Calabacillo y Angoleta. La variedad Nacional originaria de Ecuador se caracteriza por ser un cacao fino y de gran aroma y también pertenece a este grupo (Motamayor 2001; Enríquez 1992; CCI 1991). Los Criollos (palabra que significa nativo, pero de ascendencia extranjera), se originaron también en Sudamérica, pero fueron domesticados en México y Centro América y son conocidos también como híbridos de cacao dulce. Se caracterizan por sus frutos de

cáscara suave y semillas redondas medianas a grandes, de color blanco a violeta, que se cultivan principalmente en América Central, México, Colombia y parte de Venezuela. Poseen sabores dulces y agradables, donde los árboles son de porte bajo y menos robustos con relación a otras variedades. Sin embargo, este grupo se caracteriza por su alta susceptibilidad a las principales enfermedades (Enríquez 2004; CCI 1991; Soria 1966). Según Motamayor (2001) los cacaos Trinitarios están conformados por híbridos que comprenden las mezclas entre el criollo y el forastero tipo amelonado, que aparentemente se mezclaron naturalmente en el Caribe, siendo los genotipos típicos de Granada, Jamaica, Trinidad y Tobago. Este grupo aparentemente se originó cuando un genotipo criollo se cruzó naturalmente con un genotipo amelonado del Brasil. Por esta razón, estos materiales presentan características morfológicas y genéticas de ambas razas. Ocupan del 10 al 15% de la producción mundial. Presentan granos de tamaño mediano a grande y cotiledones de color castaño (CCI 1991; Soria 1966).

2.2 Requerimientos ambientales

Dentro de los requerimientos ambientales existen tanto las condiciones climáticas como las condiciones de suelo. Los factores climáticos críticos para el desarrollo del cacao son la temperatura y la lluvia, y le siguen en importancia el viento, la luz, la radiación solar y la humedad relativa (Enríquez 1987).

El cacao se desarrolla bajo temperaturas medias anuales de 21 °C. Las temperaturas extremas muy altas y bajas pueden provocar alteraciones fisiológicas en el árbol. La temperatura determina la formación de flores. Por ejemplo, si esta es menor de 21 °C, la floración es mucho menor que a 25 °C, donde la floración es normal y abundante. Esto provoca que en determinadas zonas la producción de mazorcas sea estacional y durante algunas semanas no haya cosecha, cuando las temperaturas son inferiores a 22 °C (Enríquez 1987).

El cacao es una planta sensible a la escasez de agua, pero también al encharcamiento por lo que se precisarán de suelos provistos de un buen drenaje. Los rangos óptimos de agua oscilan entre 1500 y 2500 mm en las zonas bajas más cálidas y entre 1200 y 1500 mm en las zonas más frescas o los valles altos. Otro de los factores son los vientos, debido a que fuertes vientos y de manera continua pueden provocar un desecamiento, muerte y caída de las hojas. Por ello en las zonas costeras es preciso el empleo de cortavientos para que el cacao no sufra daños.

Los cortavientos suelen estar formados por distintas especies arbóreas frutales o madereras, que se disponen alrededor de los árboles de cacao (Sánchez y Dubón 1994).

El cacao requiere que los suelos sean muy ricos en materia orgánica, profundos, franco arcilloso, con buen drenaje y topografía regular. Se puede decir que el cacao es una planta que prospera en una amplia diversidad de tipos de suelo. Usualmente, las plantaciones están localizadas en suelos que varían desde arcillas pesadas muy erosionadas hasta arenas volcánicas recién formadas y limos, con pH que oscilan entre 4 y 7 (FUNDACITE 1998).

2.3 Manejo agronómico de la plantación

Una buena producción de cacao depende de las prácticas agrícolas que se realizan en cada una de las fases fenológicas del cultivo como son: (a) Fundación; (b) Mantenimiento; (c) Recuperación; (d) Rehabilitación. Además, existen factores ecológicos como las condiciones de suelo y los factores climáticos que son críticos para el desarrollo del cacao como son las lluvias, la temperatura, la radiación solar y los vientos (López et al. 1996; Enríquez 2004).

a) Fundación: comprende los cuatro primeros años de la plantación, desde la primera labor hasta que los árboles inician su producción. En esta fase es muy importante la selección y preparación del terreno, dando preferencia a aquellos con buen drenaje (Enríquez 1987). También es básico el establecimiento de los diferentes tipos de sombra: sombra inicial, temporal y permanente. Es ideal que las mismas se enmarquen dentro de un sistema agroforestal para darle mayor sostenibilidad al sistema. Algunas 9 de las especies de sombra permanente más empleadas son: poró (*Erythrina poeppigiana*), madre del cacao (*Gliricidia sepium*), terminalia (*Terminalia ivorensis*), hule (*Hevea brasiliensis*), laurel (*Cordia allidora*) y algunos frutales como el aguacate (*Persea americana*), zapote (*Pouteria sapota*) y rambután (*Nephelium lappaceum*), entre otros (Somarriba et al. 1996).

b) Mantenimiento: incluye aquellas prácticas que permiten mantener en buena forma la plantación cacaotera durante toda la época productiva. Estas prácticas de manejo incluyen: (1) El combate de malezas, la cual depende de la intensidad de luz que exista en el cacaotal, cultivo anterior y sustrato; (2) El aporque se realiza con el fin de ayudar a un mejor anclaje de los árboles después de dos años de sembrada la planta y (3) La fertilización varía de acuerdo a las condiciones de suelo y que a su vez depende de la etapa fenológica del cultivo. Otra

práctica fundamental son las podas periódicas, las cuales permiten modificar la conformación del árbol y a su vez facilita el control de plagas y enfermedades. La práctica consiste en eliminar todos los chupones y ramas innecesarias, así como también las partes enfermas y muertas del árbol. Se considera una labor cultural de gran importancia por su efecto directo sobre el crecimiento y producción de las plantaciones. Cuando esta práctica no se realiza los árboles alcanzan un gran desarrollo (10-20 m), con abundantes chupones y ramas con crecimientos en diferentes.

c) Recuperación: se realiza cuando la plantación de cacao es joven es decir menos de 20 años y la misma presenta problemas que se manifiestan por baja producción, siendo necesario reponer un máximo del 20% del total de las plantas y además realizar prácticas agronómicas que permitan incrementar la productividad del cultivo (FUNDACITE 1998).

d) Rehabilitación: dado que las plantaciones viejas de cacao (más de 30 años) declinan en su producción, ellas requieren de una rehabilitación para reponer en forma total todas las plantas de cacao. Aunque el rendimiento de la plantación está influenciado por factores intrínsecos de la planta, éstos pueden ser modificados por el ambiente (Vera y Cabanilla 1987).

2.4 Enfermedades del cacao

El cacao es un cultivo arbóreo cultivado bajo condiciones del trópico húmedo, esto es en tierras bajas y ambientes generalmente sombreados, calientes (temperatura media anual por encima de 15 °C) y húmedos (precipitación anual entre 1400-2000 mm). Estas condiciones favorecen el ataque, establecimiento e impacto de los hongos (Wood 1985; Alvim 1967).

Las enfermedades inciden directamente en el potencial de producción y la calidad de las almendras del cacao mediante la infección parcial o total de las mismas. El costo para el control de las enfermedades es en general muy alto, sobre todo durante los largos periodos en que los precios del cacao son bajos. Buddenhagen (1977) clasifica las enfermedades del cacao de la siguiente manera:

a) Enfermedades genuinas: Aquellas que guardan una asociación con el sitio de origen del cacao, debido a que han coevolucionado con el hospedero y por tanto tienen un alto nivel de

especialización. Ejemplo: la escoba de bruja (*Crinipellis pernicioso*) y la moniliasis (*Moniliophthora roreri* Cif & Par.).

b) Enfermedades no necesariamente asociadas al cacao o a su sitio de origen: se presentan de manera esporádica y pueden atacar diferentes órganos de la planta tales como frutos (*Colletotrichum gloeosporioides*, *Lasiodiplodia theobromae*, *Trachysphaera fructigena*, *Thielaviopsis paradoxa*) o el sistema radicular o las ramas (*Fusarium roseum*; *Verticillium dahliae*, *Ceratocystis fimbriata*, *Rosellinia pepo*, *Armillaria mellea*, *Ganoderma philippii*, *Mycocletotheca terrestris* y *Corticium salmonicolor*).

c) Enfermedades comunes: se presentan frecuentemente en la mayoría de los países productores de cacao. Son notorias a escala global causando pérdidas significativas a través de las infecciones de frutos. Un ejemplo típico son las enfermedades causadas por el género *Phytophthora*: *P. capsici*, *P. citrophthora*, *P. magakarya* y *P. palmivora*. Las dos enfermedades más importantes del cacao en Centro América son la mazorca negra y la moniliasis.

2.4.1 Métodos de combate de las enfermedades

El control de las enfermedades del cacao se hace mediante el uso de diferentes técnicas entre las que se contempla: (1) El uso de los químicos, que muestra desventajas debido a sus altos costos y a los efectos que pueda ocasionar en el ambiente, (2) Estrategias biológicas, estas son nuevas alternativas, pero que requieren un poco más de investigación, dentro de las cuales se ha desarrollado el uso de los micoparásitos, inducción de resistencia, entre otras; (3) Manejo fitosanitario con prácticas culturales, de las cuales se destacan los cultivos mixtos, sistemas agroforestales y control con el saneamiento dentro del cacaotal y (4) Resistencia Genética, que tiene como finalidad incluir en fincas la renovación del material genético, incorporando características deseables como: la tolerancia a enfermedades, rendimiento, calidad y producción. Todas estas estrategias son una alternativa para disminuir la presión de la enfermedad y aumentar la producción (Wessel y Gerritsma 1994). Este acápite será desarrollado al describir cada una de las enfermedades relevantes para esta investigación.

2.4.2 La mazorca negra o fitóftora

La mazorca negra del cacao es causada por el hongo *Phytophthora* spp. esta enfermedad es endémica de las áreas cacaoteras y a nivel mundial limita seriamente la producción, ocasionando pérdidas hasta de un 50-60% (Blaha et al. 1976; ICCO 1991). En Centroamérica las pérdidas pueden alcanzar hasta un 80% (Enríquez 2004). En esta región se ha informado de dos especies asociadas con esta enfermedad: *P. palmivora* que es la más generalizada y *P. capsici* distribuida en países como El Salvador y Guatemala (Gregory et al. 1981).

2.4.2.1. Sintomatología

Aunque el hongo puede atacar plántulas y diferentes partes del árbol de cacao, como cojines florales, chupones, brotes, hojas, ramas, tronco y raíces, el principal daño lo sufren las mazorcas. En el fruto la infección aparece bajo la forma de manchas pardas, oscuras aproximadamente circulares, que rápidamente se agrandan y extienden por toda la 12 superficie a través de la mazorca. Las almendras que se infectan resultan inservibles y en un plazo de 10 a 15 días la mazorca está totalmente podrida. Otros datos reportados son el cáncer de tronco, la necrosis de la hoja y el pecíolo y la podredumbre de los botones florales (Chee 1974; Waterhouse 1977).

La lesión al nivel de los frutos empieza con una mancha circular de color café en la superficie del fruto, la cual crece rápidamente y puede cubrir la mazorca totalmente en 7 ó 10 días. Es posible apreciar los signos del hongo los cuales son evidentes porque se ve un micelio blanco poco compacto y superficial, que aparece a las 2 o 3 semanas después de la primera mancha (Gregory 1972).

2.4.2.2. Control de la enfermedad

Los mecanismos de control contemplados para el manejo de la enfermedad son los de naturaleza sintética (fungicidas) pero aunado a su alto costo de adquisición está muy activa la tendencia a producir cacao con sello verde (orgánico) por lo que en la actualidad se hace empleo de prácticas de manejo cultural tales como: un programa de podas tanto de formación así como de saneamiento, eliminación de mazorcas enfermas, reducción de la cantidad de sombra y la adopción de una filosofía de cambiar los materiales sembrados por materiales

resistentes (Lawrence 1978; Enríquez 2004), aspecto que el Programa de Mejoramiento Genético del CATIE tiene como objetivo muy bien definido.

Estos tres enfoques tanto el cultural, como el sintético y el uso de materiales resistentes, deben combinarse con adopciones culturales tales como: la reducción de cantidad de sobra, recolección de mazorcas maduras cada 8 a 15 días, tumba de mazorcas negras durante la cosecha, tratamiento de los montones de cáscaras con caldo bordelés, aspersion de funguicidas cúpricos orgánicos y uso de híbridos resistentes (Enríquez 2004).

2.4.2.3. Resistencia genética

Se han identificado como clones resistentes al SCA-6, SCA-12, Catongo, Pound-7, CC42, EET-59 y UF-613 entre otros, sin embargo, la existencia de la mutación en el 13 patógeno, la zona donde estén los cultivares establecidos y el método con el cual se evaluaron los materiales han hecho que se encuentren diferencias entre autores en relación con el nivel de resistencia de los materiales (Firman y Vernon 1970; Enríquez 2004). Por ejemplo, estudios realizados en campo bajo condiciones naturales hechos por Enríquez y Salazar (1987) demuestran que el Catongo es resistente. En tanto que Rodríguez (1983) encontró que era susceptible al evaluar su reacción artificialmente.

Estudios realizados por Phillips y Galindo (1988) comparando cuatro métodos de inoculación a *P. palmivora* determinaron que, de acuerdo con la severidad, 19 cultivares fueron resistentes, 61 moderadamente susceptibles y 31 susceptibles. Los cultivares resistentes fueron: Pound-7, Catie-1000, CC-256, EET-59, EET-64, TSHN-812, SPA-5, SPA-11, SPA-17, UF-703, CC-124, EET-48, ICS-44, EET-250, CC-42, CC-38, CC-71, CC232 y UF-602.

Sin embargo, algunos autores reportan que el hongo posee mucha variabilidad genética y nuevas razas de *Phytophthora* que pueden estar relacionadas con el desarrollo de resistencia a funguicidas y por ende ocasionan el rompimiento de la resistencia de varios cultivares mejorados (Gregory et al. 1981).

2.4.2.4. Métodos de inoculación

Existen varios métodos de inoculación artificial, desde las mazorcas desprendidas del árbol (Enríquez y Salazar 1987) hasta inoculaciones realizadas directamente en el árbol

(Lawrence 1978; Phillips y Galindo 1989), ó inoculaciones realizadas en diferentes órganos de la planta tales como semillas, tallos, hojas y plántulas de polinización abierta (Sreenivasan et al. 1982; Zentmyer 1987) y frutos con heridas hechas artificialmente (Medeiros et al. 1965). Por lo tanto, la gran diversidad de métodos, la alta variabilidad natural del patógeno y las diversas condiciones climáticas donde se encuentran las plantaciones, han generado gran polémica entre los autores (Phillips 1996).

No obstante, al realizar el estudio de resistencia a los materiales, estos diversos métodos no establecen las condiciones naturales que desarrolla la infección, debido a que alteran la fisiología normal de las mazorcas y ocasionan un cambio en la respuesta de reacción 14 durante el periodo de evaluación, es por esta razón que muchos estudios no coinciden con la reacción obtenida bajo la infección natural (Blaha 1974; Lawrence 1978).

Otros factores a considerar son que muchos métodos empleados han alterado el potencial infectivo del inóculo por mezclar junto a las sustancias nutritivas que favorecen el desarrollo del patógeno y no permiten saber a ciencia cierta la cantidad de inóculo, ni la concentración que se debe manejar. Al igual que la concentración que es de suma importancia cuando se realizan inoculaciones artificiales, debido a que concentraciones muy altas pueden generar la ruptura en la resistencia de algunos materiales y las bajas pueden generar escapes en la presión de inóculo (French et al. 1982; Phillips 1996).

El inóculo más empleado ha sido la suspensión de zoosporas, pero también se ha empleado micelio, esporangios o fragmentos de mazorcas enfermas (Lawrence 1978; Orellana 1954). Las suspensiones se han aplicado inyectándolas (Partiot 1975), atomizando o sumergiendo los frutos en ellas (Wharton 1959) y con menos frecuencia se han empleado la absorción del inóculo en papeles filtro y motas de algodón al ser colocadas sobre el fruto (Partiot 1975; Wharton 1959). Es importante mencionar que los parámetros más empleados para medir la resistencia de los materiales han sido la incidencia y la severidad a los seis días después de la inoculación (Phillips y Galindo 1989).

2.4.3 La moniliasis

La moniliasis es causada por el hongo *Moniliophthora roreri* Cif & Par. (Evans et al. 2002), es conocida también como Pudrición acuosa, Helada, Mancha, Ceniza o Enfermedad de

Quevedo. Según Phillips (2003), se encuentra distribuida en América Tropical y existen reportes que evidencian la enfermedad en: Guatemala (2002), Nicaragua (López y Enríquez 1980), Costa Rica (Enríquez y Suárez 1978), Ecuador (Jorgensen 1970), Panamá, Perú y Venezuela (Orellana 1956) y Colombia (Anon 1832).

La enfermedad es uno de los principales factores limitantes en varios países de América Tropical, región en donde el patógeno está restringido, aunque muestra un comportamiento muy invasivo que ha hecho que más y más países en el área sean infectados. El hongo ocasiona pérdidas que oscilan entre un 16 hasta un 80% (Delgado y Suárez 1993) y en ocasiones alcanza hasta un 100% (Evans et al. 1998).

2.4.3.2.Sintomatología

La enfermedad ataca solamente los frutos del cacao a cualquier edad, donde la severidad del ataque varía según la zona y época del año y de acuerdo con las condiciones del clima. Aparentemente las temperaturas altas son más favorables para la diseminación de la Monilia. Los síntomas generalmente se presentan a nivel externo, donde ocasionan necrosis, deformación y pudrición, en mazorcas de 60 a 80 días de edad, es posible apreciar tejido interno necrosado (Reuck 1997).

2.4.3.3.Control de la enfermedad

Para el combate de la enfermedad se ha recomendado un manejo de la sombra que permita un mayor paso de luz y una mayor aireación para reducir la humedad ambiente, realizar podas periódicas, cosechar los frutos maduros, evitar el encharcamiento del cultivo y eliminar los frutos afectados enterrándolos, tratando de no diseminar las esporas del hongo por la plantación (Evans 1981).

Según Enríquez (2004), es recomendable visitar periódicamente la plantación, para recolectar cada 5 a 7 días mazorcas enfermas, que producen esporas y transmiten la enfermedad a frutos sanos. Esta práctica junto con la poda y la cosecha complementan los métodos de control (Compañía Nacional de Chocolates 1988).

El uso de funguicidas protectores de base cúprica, con aplicaciones cada siete a quince días incrementa el costo de producción, sin mencionar el daño que se causa al ambiente y la resistencia que se genera en el patógeno (Suárez 1997).

Otros estudios indican las compatibilidades existentes entre bacterias promisorias combinadas con agentes agroquímicos y fertilizantes usados en las prácticas de cultivo no orgánico, que ocasionan efecto de antagonismo en el control de la enfermedad (Muñoz et al. 2003).

Krauss y Soberanis (2001), reportan trabajos de control biológico realizados en América Central y del Sur, donde señalan menor incidencia de monilia y escoba de bruja (14,6% y 24,9%), aplicando mezclas de agentes antagonistas como: *Clonostachys rosea* y *Trichoderma* spp.

2.4.3.4. Resistencia genética

Estudios realizados por Phillips (2003), indican resistencia a monilia en los clones de cacao ICS-95 y SCC-61 en Colombia y del clon UF-273 en Costa Rica. Otras investigaciones revelan que los clones EET-233, EET-387 y EET-386 presentan algún grado de resistencia a la enfermedad cuando han sido comparado con otros clones, sin embargo, no hay reportes que demuestren si su descendencia es o no es resistente (Enríquez 2004).

2.4.3.5. Métodos de inoculación

Existen varios métodos de inoculación artificial, desde inoculaciones realizadas directamente en el árbol (Phillips y Galindo 1988), hasta inoculaciones realizadas en diferentes órganos de la planta tales como semillas y plántulas pre-germinadas (Evans 1981). De igual forma Arevalo (2005), propone inoculaciones a partir de savia del floema en tallo y frutos de cacao, el cual serviría de medio líquido para la germinación de esporas. Finalmente, Surujdeo-Maharaj (2004), plantea realizar inoculaciones con plántulas de polinización abierta, extractos de diferentes partes de la planta (tallo, floema y endosperma) para germinación de esporas e inoculación por gota de agar. Todos estos métodos de inoculación artificial fueron discutidos ampliamente en el taller realizado en CATIE, marzo del 2005.

2.5. Mejoramiento genético convencional

El rendimiento promedio de las plantaciones en América Latina es de 300 kg/ha/año, en tanto que en África es de 400 kg/ha/año. Estos bajos niveles de producción en gran parte se deben al gran impacto que tiene el ataque de enfermedades y plagas, que reducen los rendimientos en un 50% y un 21%, respectivamente (ICCO 2001). Por esta razón, los programas de mejoramiento genético de cacao están básicamente orientados a conseguir cultivares resistentes a enfermedades y altamente productores.

Existen diferentes estrategias de mejoramiento genético, siendo las más frecuentes en cacao: (1) selección de clones, la cual ha sido empleada desde los años 1940. Consiste en propagar vegetativamente individuos superiores seleccionados a partir de una descendencia híbrida y (2) selección de familias de origen sexual, técnica muy empleada que consiste en la creación de descendientes F1 o híbridos de clones que son empleados como progenitores de semilla híbrida, con los cuales se espera una fuerte heterosis para el rendimiento, vigor y precocidad (Lanaud 1987).

El mejoramiento genético por cualquiera de estos métodos trae consigo ventajas y desventajas. Así el uso de clones permite aumentar la homogeneidad de las plantaciones y su rendimiento, pero tiene un costo inicial alto y requiere de un nivel tecnológico para el manejo de las plantaciones que muchas veces no está al alcance de los agricultores. En la selección de familias sexuales el ciclo de selección toma muchos años para elegir individuos que posean muchas características deseables y los descendientes son muy heterogéneos por el alto grado de heterogeneidad de sus padres (Lanaud 1987).

2.6. Parámetros de rendimiento

Los programas de mejoramiento genético usualmente enfocan su investigación hacia la selección de los materiales en cuanto a su rendimiento, número de frutos producidos por árbol, número de semillas y peso seco de las mismas por mazorca (Jacob y Atanda 1975)

2.6.1. Número de frutos por árbol

Autores como Cheesman y Pound (1932), indican que el número de mazorcas presentes, no es un buen indicador del rendimiento, debido a que muchas mazorcas de algunos árboles

producen más cacao que otras. Sin embargo, otros afirman que este parámetro es una medida relativamente confiable para estimar la capacidad de producción de un material, porque existe una pequeña correlación entre el peso seco de la semilla y el número de mazorcas presentes en el árbol (Esquivel y Soria 1967).

2.6.2. Peso del fruto

Muchos estudios han determinado que el peso promedio de las mazorcas depende del tamaño y forma de las mismas. Usualmente, el peso de la mazorca tiene una correlación directa con el peso y número de semillas presentes en el fruto (Ruinard 1961). Existe también una correlación directa entre el peso seco del cacao y el número de semillas presentes en el fruto (Jacob y Toxopeus 1971; Bartley 1971).

2.6.3. Índice de mazorca

Se define como el número de mazorcas necesarias para obtener un kilogramo de cacao seco y fermentado (IPGRI 2000). Este índice es una medida indirecta del tamaño de las mazorcas en función de su peso seco y es una variable de tipo cuantitativo (Esquivel y Soria 1967).

El índice de mazorca está influenciado por factores genéticos y ambientales. Por ejemplo, la edad temprana o senil de la planta y otros como la localización de los frutos en el árbol y las condiciones de suelo y fertilidad afectan los resultados (Soria 1966). Por esta razón es importante determinar el tamaño de muestra mínima para determinarlo apropiadamente. Algunos autores indican que un mínimo de 30 frutos es suficiente (Cheesman y Pound 1934), en tanto que el IPGRI (2000) propone 20 mazorcas.

2.6.4. Índice de semilla

Está definido como el peso promedio en gramos de 100 semillas secas y fermentadas (IPGRI 2000). Es común que se descarten los materiales que registren un peso inferior a 1,1 gr. Existe una alta variabilidad entre genotipos con relación a este índice, por ejemplo, los cacaos de tipo Trinitario presentan un índice de semilla bajo con relación a los cacaos de tipo forastero. En algunos casos se ha informado que la semilla proveniente de los frutos que son de forma amelonada presenta un rango de variación de 0,9 a 1,3 gr (Soria 1966; Atanda y Jacob 1975).

2.6.5. Índice de rendimiento

Este es un índice agronómico para seleccionar árboles individuales. Se define como la relación que existe entre la producción y el vigor de la planta. Se calcula por medio del cociente resultante entre el acumulado de la producción de cacao seco y fermentado en un tiempo definido y el diámetro de la planta. Este índice es afectado por factores tales como el manejo de la plantación, la poda, la densidad de siembra y la variabilidad genética de los árboles (IPGRI 2000; Eskes 2005).

2.6.6. El vigor en las plantas

Como el índice de producción depende del vigor de la planta es indispensable conocer este carácter agronómico porque permite hacer recomendaciones sobre la densidad de siembra y poda de los árboles. El vigor se define como la capacidad que tienen los árboles para producir en el medio que se desarrollan. Este carácter está determinado tanto por condiciones ambientales tales como fertilidad, temperatura y precipitación; así como factores hereditarios que relacionan el tamaño y forma de los árboles. Por esta razón el vigor debe de ser considerado un parámetro de selección, debido a que refleja la eficiencia del rendimiento de cada uno de los árboles dentro de una plantación (IPGRI 2000).

IPGRI (2000), propone determinar este carácter en función de una escala visual que va de 1 a 5, como de menor a mayor vigor respectivamente al evaluar los árboles en el campo. Sin embargo, la relación existente entre el índice de producción y este se define como que valores intermedios (2 y 3) son los óptimos y tiene una correlación directa en la producción y el rendimiento.

2.7. Beneficio del cacao

En el cultivo de cacao el beneficio constituye parte fundamental y decisiva para obtener buena calidad del grano, y permitir su correcta comercialización en el mercado nacional e internacional. El precio del producto y la rentabilidad del cultivo se incrementan con un buen beneficio, labor que representa entre el 15 y el 20% de los costos directos de producción (ICCO 1991; CCI 1991).

Con un beneficio adecuado se desarrollan en la almendra los principios fundamentales del sabor, el aroma y la calidad, lo que determina en gran medida su condición de finos y aromáticos, es decir la calidad del producto final. La obtención de cacao de alta calidad exige que se cumpla con una serie de requisitos que se inician con la escogencia del sitio de siembra y los suelos que lo caracterizan, hasta la aplicación de una tecnología postcosecha adecuada y precisa. Las actividades que se realizan a la hora de llevar acabo el beneficio son:

a) Recolección: siendo esta una de las fases importantes del proceso, se debe hacer la identificación de las mazorcas maduras, debido a que estas otorgan los sabores innatos del chocolate.

b) Partida y desgrane de las mazorcas: es de gran importancia evitar causar daños mecánicos a las almendras, pues quedarán predispuestas al ataque de hongos e insectos, y los granos que lleguen al final del proceso, presentarán un aspecto defectuoso que alterará la calidad del producto.

c) Fermentación: proceso que comprende la eliminación de la baba o mucílago del cacao y la formación, dentro de la almendra, de las sustancias precursoras del sabor y aroma del chocolate. Durante el proceso, la acción combinada y balanceada de temperatura, alcoholes, ácidos, pH y humedad matan el embrión. La duración del sistema de fermentación depende de la variedad, y por ejemplo no debe ser mayor de tres días para los cacaos "Criollos" y de ocho días para los cacaos "Forasteros".

d) Secado: proceso durante el cual las almendras terminan de perder el exceso de humedad que contienen y están listas para ser comercializadas.

e) Clasificación: en donde existen normas que se aplican a los granos de cacao o almendras una vez terminado el proceso del Beneficio para tipificarlos según su calidad, para esto se toma una muestra de cacao al azar y se cortan los granos longitudinalmente.

En cuanto a los parámetros de calidad del cacao se pueden contemplar de dos tipos: (1) Las características físicas como tamaño, peso, grosor de cáscara, color, contenido de grasa y (2) Las características organolépticas de las almendras que están otorgadas por el sabor, el cual está determinado por el gusto y el aroma, y estos aspectos dependen de los efectos combinados

del genotipo, de los factores edafoclimáticos, del manejo agronómico recibido en la plantación y de la tecnología postcosecha utilizada (Sukha et al. 2002; Gutiérrez 1985).

Las principales características de calidad de los cacaos comerciales de los países productores más importantes se pueden apreciar en el Cuadro 1. La industria chocolatera internacional realiza mezclas de los diferentes tipos de cacao que adquiere, con el fin de poder obtener los gustos específicos con los cuales se identifican los diferentes productos que se colocan en el mercado. Sin embargo, no siempre están acordes entre ellos mismos con respecto a cuál es la mejor mezcla, puesto que cada uno genera un producto característico muy definido, para el cual existe una demanda del consumidor, ya identificada con lo que requiere.

En la elaboración agroindustrial se emplean diversos tipos de cacao que poseen características físicas y químicas muy especiales que determinan su utilización final. De tal forma que las industrias chocolateras utilizan mayormente el denominado cacao 22 básico, aunque en una menor proporción se suplen de tipos finos y en otros casos cuando se requiere producir manteca de cacao, se emplean cacaos que poseen un alto contenido de grasa.

País	Clasificación comercial	Calidad considerada
Brasil	Tipo I	Superior. Enormes diferencias regionales en calidad
Costa Rica	Tipo II	Bueno a bastante bueno. Algunas veces de gusto ahumado-Secado al sol o mecánico Calidad promedio
R. Dominicana	Cacao Sánchez	Mayormente no fermentado. Sabor insípido
Ecuador Arriba		Gusto fino
Guinea Ecuatorial	Superior	Semillas de gran tamaño. Alto contenido de grasa. Sabor astringente y ácido
Ghana	Superior	Bien fermentado Buen sabor dentro de los tipos básicos
Indonesia:		
Java Oriental	Semillas grandes	Sabor suave
Java Occidental		Sabor ordinario
Costa de Marfil	Bien fermentado	Buen sabor variable. Astringente
Malasia	Clasificación complicada	Alto contenido de concha. Ligeramente ácido
México	Fermentado	Gusto variable
Nigeria:	Lagos bien fermentado	Buen sabor básico
Trinidad y Tobago	Cacao producido en grandes cantidades y vendido bajo diferentes tipos de marcas	Sabor mediano. Ligeramente aromático
Venezuela:		
Puerto Cabello		
Carenero	Superior	Buen gusto. Sabores moderados dependiendo del origen
La Guaira		
Carúpano		
Río Caribe		

Fuente: Cacao, Guía del Negociante, OIC (1987).

2.7.2. Factores modificantes de la calidad en cacao

Existen cinco factores que determinan la calidad de la almendra de cacao: (1) el genotipo; (2) el clima; (3) los suelos donde se cultiva; (3) el manejo agronómico y fitosanitario que se ofrezca a la plantación y (5) la tecnología que se emplee para el beneficio.

2.7.2.2. Influencia del genotipo

Generalmente se le atribuye mayor importancia al manejo agronómico y a las condiciones edafoclimáticas, que al papel que juega el genotipo sobre la calidad. Esto es posible porque

anteriormente no se habían realizado técnicas que permitiesen evaluar el comportamiento de un determinado material vegetal, proveniente de diferentes zonas cacaoteras, pero manejado en forma similar agronómicamente, en relación con la calidad de la almendra o de genotipos de distintos orígenes bajo manejo agronómico y tecnología poscosecha similares. Actualmente, estudios enfocados bajo estas técnicas han permitido establecer las bases utilizadas para definir cuáles variedades de cacao deben utilizarse y bajo qué condiciones para producir la materia prima que la industria exige (ICCO 1999; CCI 1991).

Estudios realizados por De Witt (1954), y Clapperton et al. (1994) han demostrado que los efectos del sabor pueden ser reproducibles, utilizando condiciones controladas en el proceso de tecnología poscosecha. Uno de los hallazgos más interesantes de estas investigaciones se refiere a que existen ciertos tipos de criollos como los Porcelana y criollos de Mérida (Venezuela), que una vez beneficiados adecuadamente, producen granos con sabores bien desarrollados.

Mientras que criollos provenientes de Nicaragua como el UF 676 y el ICS 39, a pesar de recibir una buena tecnología poscosecha, producen valores de sabor muy pobres. Asimismo, se ha podido demostrar que algunos tipos forasteros amazónicos como el Nanay 32 y los Scavina 6 y 12 pueden clasificar como materiales de una alta intensidad de sabor, tan buena como la de los delicados y excelentes sabores bien reconocidos de los tipos “Arriba ecuatorianos”. Estas investigaciones también corroboran que la herencia 24 de la calidad establece que los cruces entre clones de alta calidad aseguran la obtención de tipos de cacao finos; en otras palabras, que la calidad se hereda cuando se combinan cultivares que la poseen.

a) Características de las almendras afectadas por el genotipo: El Peso de la almendra es un carácter que se hereda genéticamente, así como la existencia de cultivares de semilla grande y cultivares de semilla pequeña. No obstante, los factores climáticos influyen en la manifestación de este carácter. La relación entre el peso del cotiledón y el de la semilla debe ser tan alta como sea posible (Sukha et al. 2002).

b) Porcentaje de testa o cascarilla: Varía de acuerdo con el genotipo del cacao, desde 6 hasta 16%, y tiene gran significación para la calidad del producto ya que no tiene ningún uso industrial y es un desecho del proceso industrial (Sukha et al. 2002).

c) Contenido de grasa: Está influenciado por el genotipo y puede variar entre 48 y 60%. El nivel de precipitaciones recibidas por la planta influye también en el contenido de la grasa (Sukha et al. 2002).

d) Dureza de la manteca: Es una condición requerida por la industria chocolatera para la elaboración de chocolates de leche. Está influenciada por las temperaturas ocurridas durante la maduración del fruto (Sukha et al. 2002).

e) Sabor del cacao: Este se relaciona mucho con el proceso de tostado de las almendras, debido a que allí se da el gusto y el aroma. Estos parámetros van de acuerdo a los requerimientos del chocolatero, quien demanda el tipo de almendra de acuerdo con el tipo de producto que elabora. El sabor, además de estar influenciado por el genotipo, depende de la tecnología postcosecha que se utilice. Pruebas recientes (Clapperton 1994), han demostrado que la denominada prefermentación, que consiste en almacenar los frutos durante varios días después de cosechados (cinco a diez días), origina dentro del fruto una serie de procesos bioquímicos, alguno de los cuales permiten mejorar el sabor de las almendras luego que éstas sufren el proceso de fermentación (Sukha et al. 2002).

2.7.2.3. Influencia de las condiciones edafoclimática

Existen diversos factores edafoclimáticos que determinan cualidades importantes de la calidad, tales como son: la temperatura, el área de cultivo y la fertilidad del suelo entre otros. Por ejemplo, el peso de la semilla de determinados cultivares está determinado por el área o zona de cultivo. Mientras que el período de formación de los frutos, su maduración, el tamaño de las semillas y el contenido de manteca de la almendra, son afectados por la temperatura. De esta forma, entre más altas sean las temperaturas la dureza de la manteca se ve más afectada, debido a que el punto de fusión de la manteca de cacao se alcanza a los $34 \pm 1^\circ \text{C}$ y la dureza depende de la proporción de ácidos grasos saturados e insaturados. Si esta proporción es baja, el punto de fusión es bajo y por ende resultan mantecas más blandas. De igual forma la fertilidad del suelo puede tener influencia sobre el tamaño de la semilla, donde los suelos fértiles producen semillas de mayor tamaño que las producidas en suelos pobres.

2.8. Caracterización morfológica

En la identificación de especies, familias y géneros de plantas los caracteres morfológicos han sido muy usados, constituyéndose estos en una herramienta útil e indispensable para realizar numerosos estudios en genética de poblaciones y agricultura (Falconer 1981). La mayoría de las plantas cultivadas con importancia económica tienen sus propios patrones de identificación, caracterización y evaluación, que se han logrado establecer mediante diferentes estudios que permiten conocer la variabilidad de los caracteres dentro y entre plantas; de tal forma que se ha llegado a seleccionar todas aquellas características cualitativas y cuantitativas que son más útiles y fáciles de interpretar para la descripción de los individuos en una población. Empleando los caracteres morfológicos bien sean dominantes y/o recesivos se puede llegar a establecer diferentes niveles de variabilidad (Enríquez 1966).

La caracterización se define como la descripción de la variación que existe en una colección de germoplasma y que permite diferenciar a las accesiones de una especie, sea en términos de características morfológicas y fenológicas de alta heredabilidad ó 26 características cuya expresión es poco influenciada por el ambiente (Abadie y Berretta 2003). Para la descripción morfológica de las plantas cultivadas generalmente se emplean órganos que están menos influenciados por el ambiente como son las flores y los frutos; le siguen en importancia otros como las hojas, troncos, ramas, raíces y los tejidos celulares que muchas veces son muy difíciles de caracterizar (Enríquez 1997).

Para la caracterización morfológica se utilizan descriptores que deben reunir las siguientes características: (1) ser fácilmente observables; (2) tener alta acción discriminante y baja influencia ambiental, lo que permite registrar la información en los sitios de colecta; (3) ser uniformes ya que la uniformidad de los descriptores es un parámetro indispensable porque esto hace que la caracterización tenga un valor universal, es por eso que se emplean listas de descriptores bien definidos y rigurosamente probados que simplifican considerablemente todas las operaciones de registro de datos, actualización, modificación, recuperación de información, intercambio, análisis y transformación de datos (Abadie y Berretta 2003).

La caracterización sirve para múltiples usos tales como: proporcionar un mejor conocimiento del germoplasma, permitir identificar duplicados, permitir identificar genotipos faltantes en las

colecciones que facilitan la planificación de nuevas colectas e introducciones; permitir el establecimiento de colecciones núcleos (Valls 1989).

Dentro de los caracteres morfológicos que definen las características del género *Theobroma* existen diversas instituciones que han propuesto una lista de descriptores morfológicos para la identificación y evaluación del germoplasma de cacao. Por ejemplo, el IBPGR ha seleccionado 65 descriptores, en tanto que Phillips y Enríquez (1988), propusieron una lista corta de 26 descriptores morfológicos y el CIRAD emplea 24 descriptores para la caracterización. Los descriptores se han ido modificando dependiendo del fin de la investigación y se han ido empleando desde la década pasada para caracterizar germoplasma de las colecciones en diferentes centros de investigación tales como el CATIE, el ICGT y el ICGD entre otros (IPGRI 2000).

No obstante, existen parámetros que son fundamentales a la hora de hacer la selección de los descriptores para caracterizar fenotípicamente las colecciones de germoplasma. Por ejemplo, Pound (1932) señaló que algunas características de la flor y la semilla son de suma importancia en la caracterización de clones de cacao, lo cual fue confirmado más adelante por Dejean (1948) y Ostendorf (1965), quien propuso que los pétalos, el pistilo y el número de óvulos por ovario son los mejores descriptores para caracterizar clones. De igual forma Enríquez y Soria (1967) propusieron una lista de 11 caracteres para la evaluación de las flores, estos descriptores fueron confirmados una vez más por Engels (1983), Bartley (2000) y Enríquez (1980), y actualmente muchos de los allí propuestos son los más empleados en la caracterización de germoplasma para cacao.

Es de gran importancia rescatar el trabajo de Stockdale (1928), quien llevó acabo los primeros estudios para las semillas empleando la base del largo, ancho y espesor, para así describir poblaciones de cacao. Pound (1932) aduce que los tamaños en las semillas varían mucho y se requiere de muestras muy grandes para la estimación, pero aportó que el peso seco de las almendras es de los parámetros más confiables para la descripción morfológica de las poblaciones.

2.9. Compatibilidad

Es un parámetro que depende de la genética (segregación) y es de suma importancia conocerlo en los genotipos de cacao, porque permite establecer plantaciones comerciales y/o enfocar los trabajos en los Programas de Mejoramiento Genético, debido a que el rendimiento y la productividad dependen en muchos de los casos de agentes polinizadores, autopolinización y/ polinización cruzada, que a su vez dependen de factores tales como las condiciones ambientales (luz, calor y humedad), el agente polinizador y la formación del tubo polínico (López 1982; Enríquez 2004). La mayoría de las selecciones de los materiales poseen esta característica y benefician la cruce entre ellos, o el ser autocompatibles permiten que la descendencia se pueda cruzar libremente entre ellos. Es interesante apreciar que híbridos de alto rendimiento y resistencia a enfermedades poseen generalmente características de autoincompatibilidad y esto puede llegar a afectar plantaciones que no tengan una diversidad genética dentro de ellas (Enríquez y Cabanilla 1969).

Existen múltiples teorías acerca de la autoincompatibilidad y se fundamentan en que muchas de ellas dependen de una serie de álelos múltiples (S), de un locus simple y que son dominantes e independientes, por lo tanto, la compatibilidad la determina un gen recesivo S_o (Knight y Rogers 1955).

Sin embargo, el estudio de Cope (1962) demuestra que debe existir un sistema multialélico que está conformado por tres loci independientes, que muestran una relación complementaria. Donde el locus S y los otros llamados A, a y B, b, segregan una sustancia precursora no específica para la incompatibilidad en el género en estudio. Explicando que dicha sustancia provoca la no fusión de los gametos en el saco embrionario, por lo tanto, los álelos A y B que son dominantes influyen sobre los álelos de S que están en óvulo y no permiten la expresión del recesivo. Por otro lado, Coral y Soria (1972), proponen que la compatibilidad es complementaria y que dependen de la adición de genes complementarios denominados X y Z, los cuales segregan independiente y sugieren que las cruces autocompatibles podrían ser de 50, 75 y 100%.

Muchos de los estudios y teorías propuestas indican que la baja productividad en las plantaciones comerciales se debe a que no hay una polinización efectiva, y que esto a su vez

depende de las condiciones favorables para este evento (Martín 1982). López (1982) considera que un material es autocompatible si al menos un 2% de sus flores logran su prendimiento, autores como Barthley et al. (1973), hablan de un 5% de prendimiento, sin embargo, consideran que el prendimiento debe de ser superior o igual a un 30%. Estas evaluaciones deben realizarse en el campo después de los 10 ó 15 días realizado la polinización para corroborar el prendimiento, ya que según Vera (1969) la caída de las flores autopolinizadas inicia a los tres días y es mucho mayor en el día siete.

CAPITULO III

MARCO METODOLOGICO

3.1 METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION

La metodología a emplearse se realizó en base a las tablas IPGRI. En el cual en una de sus etapas pretende caracterizar morfológicamente a los arboles sobresalientes Eco tipos.

La realización de la presente tesis de grado, presenta las siguientes etapas de investigación que serán ejecutadas en base al perfil

□ Etapa 1: Selección de 3 rodales con Cacao, la selección de los rodales se realizó con la colaboración de las personas conocedoras del lugar haciendo una planificación de los sitios donde se tomaron los muestreos.

□ Etapa 2: Ubicación, la ubicación para las PPM (Parcela Permanente de Muestreo) comenzara con la apertura de sendas, acompañado de un matero conocedor del lugar y la participación de los técnicos del proyecto, PPM (Parcelas Permanente de Muestreo), las parcelas se dividieron en espacios de 20 m de largo por 20 m ancho.

□ Etapa 3: Selección y Geo referenciación de los cacaotales plus, la selección de los arboles plus comenzó con la ubicación de los mismos en el cual se marcaron puntos de coordenadas geográficas con la ayuda de un GPS (Sistema de Posicionamiento Global), se tomaron las respectivas muestras botánicas y se tomaron fotografía para su caracterización.

□ Etapa 4: Caracterización Morfológica de los arbole Elite, la caracterización morfológica comienza comparando los diferentes parámetros que describen al cacao el cual esta acondicionado al (IPGRI 2000), el mismo describe 48 características de diferenciación.

3.1.1. Tipo de Investigación

El método implementado en la investigación ha sido mixto porque hemos utilizado como herramientas de obtención de datos, por un lado, cuestionarios a los comunarios del municipio de Puerto Rico y por otro, el cuaderno de campo, en el que se han recogido los datos que arroja la observación participante. Esta propuesta de intervención, se ha llevado a cabo principalmente a través de una metodología cuantitativa.

Además, utilizamos el cuestionario como un instrumento de obtención de datos, propio de la metodología cuantitativa.

De este modo, Coincidimos con Punch (2003), al afirmar que:

La investigación cuantitativa nos permite establecer fácilmente las relaciones entre variables, mientras que la cualitativa facilita la interpretación de las relaciones entre variables, ya que la cuantitativa no es tan sólida cuando se trata de explorar las razones de esas relaciones.

En definitiva, el empleo del cuestionario nos ha permitido la recogida de información, de forma rápida y sencilla, por parte de los comunarios del municipio de Puerto Rico.

Sin embargo, nos inclinamos más hacia el empleo de una metodología cualitativa con la finalidad de llegar a una comprensión e interpretación de los datos obtenidos más en profundidad. Las anotaciones recogidas en el cuaderno de campo, nos permiten obtener información que es validada por los datos recogidos del cuestionario. Este hecho posibilita la realización de una breve triangulación metodológica, al emplear diferentes métodos sobre un mismo problema de investigación, pudiendo obtener una serie de datos fiables, debido a que vienen por diferentes vías de entrada.

a) **La Observación:**

La observación participante es uno de los procedimientos de observación más utilizados en la investigación cualitativa (Rodríguez, Gil y García, 1996), ya que es una técnica de recogida de datos que ayuda a comprobar el contexto (Doyle, 1983). Podemos señalar que la observación participante nos permite obtener unos datos referentes a comunarios, en cuanto a sus definiciones de la realidad y los constructos que organizan de su mundo. Por otro lado, en este apartado podemos destacar la afirmación de Rodríguez et al. (1996) en relación a la observación participante: La observación participante favorece un acercamiento del investigador a las experiencias en tiempo real que viven las personas; el investigador no necesita que nadie le cuente cómo han sucedido las cosas o cómo alguien dice que han sucedido, pues él estaba allí y formaba parte de aquello. La observación participante es uno de los procedimientos de observación más utilizados en la investigación cualitativa (Rodríguez, Gil y García, 1996), ya que es una técnica de recogida de datos que ayuda a comprobar el contexto (Doyle, 1983). Podemos señalar que la observación participante nos permite obtener unos datos referentes a nuestros productores, en cuanto a sus definiciones de la realidad y los constructos que organizan de su mundo. Por otro lado, en este apartado podemos destacar la

afirmación de Rodríguez et al. (1996) en relación a la observación participante: La observación participante favorece un acercamiento del investigador a las experiencias en tiempo real que viven las personas; el investigador no necesita que nadie le cuente cómo han sucedido las cosas o cómo alguien dice que han sucedido, pues él estaba allí y formaba parte de aquello. Inclina más hacia el empleo de una metodología cualitativa con la finalidad de llegar a una comprensión e interpretación de los datos obtenidos más en profundidad.

b) La entrevista:

Es una técnica de gran utilidad en la investigación cualitativa para recabar datos; se define como una conversación que se propone un fin determinado distinto al simple hecho de conversar. Es un instrumento técnico que adopta la forma de un diálogo coloquial. Canales la define como "la comunicación interpersonal establecida entre el investigador y el sujeto de estudio, a fin de obtener respuestas verbales a las interrogantes planteadas sobre el problema propuesto". Heinemann propone para complementarla, el uso de otro tipo de estímulos, por ejemplo, visuales, para obtener información útil para resolver la pregunta central de la investigación.

Se argumenta que la entrevista es más eficaz que el cuestionario porque obtiene información más completa y profunda, además presenta la posibilidad de aclarar dudas durante el proceso, asegurando respuestas más útiles.

La entrevista es muy ventajosa principalmente en los estudios descriptivos y en las fases de exploración, así como para diseñar instrumentos de recolección de datos (la entrevista en la investigación cualitativa, independientemente del modelo que se decida emplear, se caracteriza por los siguientes elementos: tiene como propósito obtener información en relación con un tema determinado; se busca que la información recabada sea lo más precisa posible; se pretende conseguir los significados que los informantes atribuyen a los temas en cuestión; el entrevistador debe mantener una actitud activa durante el desarrollo de la entrevista, en la que la interpretación sea continua con la finalidad de obtener una comprensión profunda del discurso del entrevistado). Con frecuencia la entrevista se complementa con otras técnicas de acuerdo a la naturaleza específica de la investigación.

Una **entrevista** se puede definir como un encuentro conversacional entre dos personas, los cuales juegan roles específicos: el **entrevistado**, y el **entrevistador**. El objetivo final de una entrevista es que el entrevistador intenta conseguir información del entrevistado, y es tarea **del** individuo dársela. La entrevista se define como "una conversación que se propone con un fin determinado distinto al simple hecho de conversar". Es un instrumento técnico de gran utilidad en la investigación cualitativa, para recabar datos. El presente artículo tiene como propósito definir la entrevista, revisar su clasificación haciendo énfasis la estructurada por ser flexible, dinámica y no directiva. Asimismo, se puntualiza la manera de elaborar preguntas, se esboza la manera de interpretarla y sus ventajas. Finalmente, por su importancia en la práctica médica y en la educación médica, se mencionan ejemplos de su uso.

El tipo de investigación que será empleado es el exploratorio, descriptivo.

c) **Tipos de entrevista**

La clasificación más usual de las entrevistas de acuerdo a su planeación corresponde a tres tipos:

Entrevistas estructuradas o enfocadas: las preguntas se fijan de antemano, con un determinado orden y contiene un conjunto de categorías u opciones para que el sujeto elija. Se aplica en forma rígida a todos los sujetos del estudio. Tiene la ventaja de la sistematización, la cual facilita la clasificación y análisis, asimismo, presenta una alta objetividad y confiabilidad. Su desventaja es la falta de flexibilidad que conlleva la falta de adaptación al sujeto que se entrevista y una menor profundidad en el análisis.

Entrevistas semiestructuradas: presentan un grado mayor de flexibilidad que las estructuradas, debido a que parten de preguntas planeadas, que pueden ajustarse a los entrevistados. Su ventaja es la posibilidad de adaptarse a los sujetos con enormes posibilidades para motivar al interlocutor, aclarar términos, identificar ambigüedades y reducir formalismos.

Entrevistas no estructuradas: son más informales, más flexibles y se planean de manera tal, que pueden adaptarse a los sujetos y a las condiciones. Los sujetos tienen la libertad de ir más

allá de las preguntas y pueden desviarse del plan original. Su desventaja es que puede presentar lagunas de la información necesaria en la investigación.

Se considera que las entrevistas semiestructuradas son las que ofrecen un grado de flexibilidad aceptable, a la vez que mantienen la suficiente uniformidad para alcanzar interpretaciones acordes con los propósitos del estudio. Este tipo de entrevista es la que ha despertado mayor interés ya que "...se asocia con la expectativa de que es más probable que los sujetos entrevistados expresen sus puntos de vista. De manera relativamente abierta, que en una entrevista estandarizada o un cuestionario"

d) Exploratorio:

Es muy importante para comprender la magnitud del problema, cuáles son los elementos o actores involucrados y cuál serían algunos de los puntos de interés más relevantes. Para entender lo que es el método exploratorio, éste se ejecuta con la finalidad de destacar los aspectos esenciales de una problemática establecida y hallar los procedimientos idóneos para realizar una investigación con alcance exploratorio.

En este sentido, los estudios exploratorios se utilizan cuando la revisión de la investigación científica muestra que solamente hay guías no investigadas e ideas mal concebidas, también se emplean cuando queremos analizar temas y puntos desde nuevas perspectivas.

Entonces, para entender lo que es el método exploratorio comprendemos que los estudios de exploración se desarrollan regularmente, cuando el objetivo a investigar es un contenido o problema de investigación poco estudiado o que no ha sido investigado lo suficiente.

e) Descriptiva:

A diferencia de la investigación exploratoria, es de naturaleza concluyente. Esto quiere decir que la investigación descriptiva reúne información cuantificable que puede usarse para hacer inferencias estadísticas de tu público objetivo a través del análisis de los datos. Como consecuencia, este tipo de investigación se realiza a través de preguntas cerradas, lo que limita la capacidad de brindar percepciones únicas. Sin embargo, cuando se usa adecuadamente,

puede ayudar a una organización a definir y medir con mayor precisión la importancia de algún aspecto de un grupo de encuestados y la población a la que representan.

Cuando se trata de encuestas en línea, la investigación descriptiva es de lejos el tipo de investigación más usado. A menudo, las organizaciones la usan como una forma de revelar y medir la firmeza de las opiniones, actitudes o comportamientos de un grupo objetivo respecto a un tema específico. No obstante, otro uso común de la investigación descriptiva es el sondeo de características demográficas en un grupo determinado (edad, ingresos, estado civil, sexo, etc.). Esta información luego puede estudiarse para medir las tendencias conforme pasa el tiempo o para realizar análisis de datos más avanzados, como hacer correlaciones, segmentación, establecer puntos de referencia y otras técnicas estadísticas.

Describe datos tiene impacto en la vida de las personas.

3.1.2. Enfoque

El enfoque está destinado a mejorar la producción del cultivo de cacao del municipio de Puerto Rico, con la identificación de ecotipo de cacao de la zona

El tipo de investigación que será empleado es el exploratorio, descriptivo.

EXPLORATORIO: Es muy importante para comprender la magnitud del problema, cuáles son los elementos o actores involucrados y cuál serían algunos de los puntos de interés más relevantes.

DESCRIPTIVA: describe datos tiene impacto en producción de cacao con la Identificación de los Ecotipos.

3.1.3. Método

Los métodos evaluados en este proyecto son los caracteres morfológicos de naturaleza cualitativa, por ser muy discriminativos y altamente heredables, ayudan a identificar y diferenciar objetivamente los cultivares de cacao con un alto grado de confianza.

Caracterizando a los arboles promisorios o los más sobresalientes con los diferentes descriptores morfológicos que ayudaron a identificarlos por sus caracteres cualitativos y

cuantitativos de hojas, tallos, flores y frutos, además para el análisis cuantitativo se pretende realizar en base a las fórmulas matemáticas.

3.1.4. Población y Muestreo

3.1.4.1. Población

La población de los cacaotales de las comunidades Irak, Jericob y Conquista se determinó a través de la realización de un censo del rodal, se instalaron parcelas de en una superficie de 20 m de largo por 20 m de ancho, 400 m² en cada comunidad.

Los datos obtenidos de la comunidad Irak se tomaron cuantitativamente: cantidad de árboles 17, diámetro a la altura de base promedio de 17 cm, altura del árbol 5 m, numero de ramas 2, estado fitosanitaria excelente y % de cobertura de luz 20% debajo del dosel.

Por un lado, los datos obtenidos de la comunidad Jericob se tomaron cuantitativamente: cantidad de árboles 10, diámetro a la altura de base promedio de 16 cm, altura del árbol 5 m, numero de ramas 2, estado fitosanitaria 1 excelente y % de cobertura de luz 20% debajo del dosel.

Por otro lado, los datos obtenidos de la comunidad Conquista se tomaron cuantitativamente: cantidad de árboles 17, diámetro a la altura de base promedio de 18 cm, altura del árbol 5 m, numero de ramas 2, estado fitosanitaria 1 bueno y % de cobertura de luz 20% debajo del dosel.

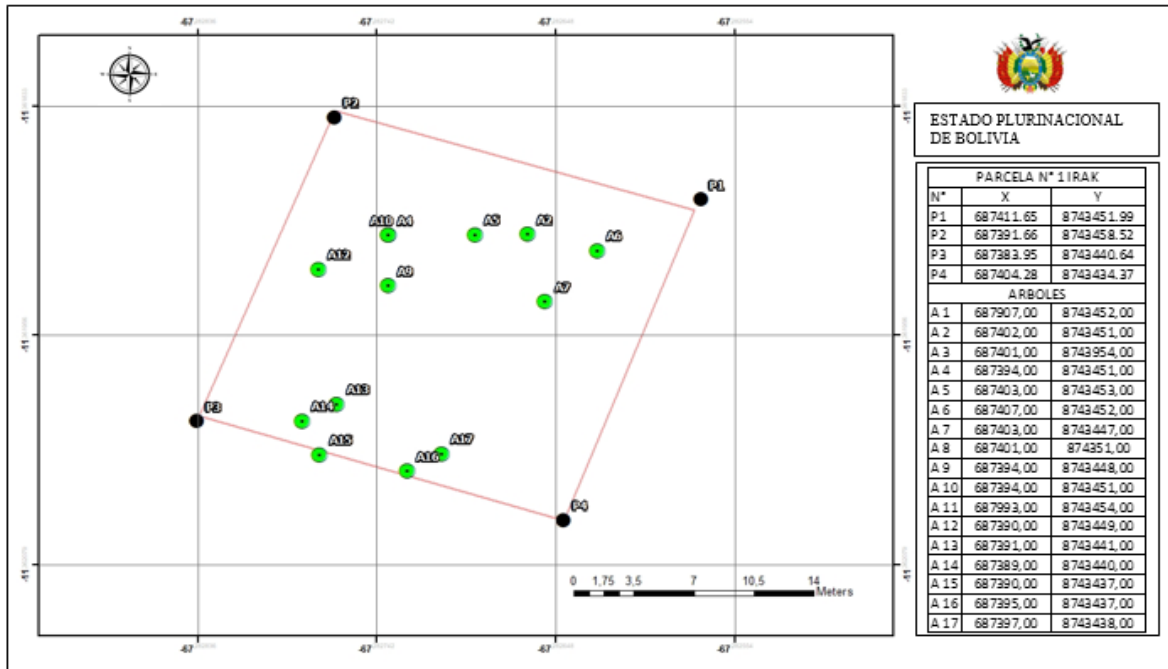
Mapa N° 1

Ubicación De Las Parcelas Municipio De Puerto Rico

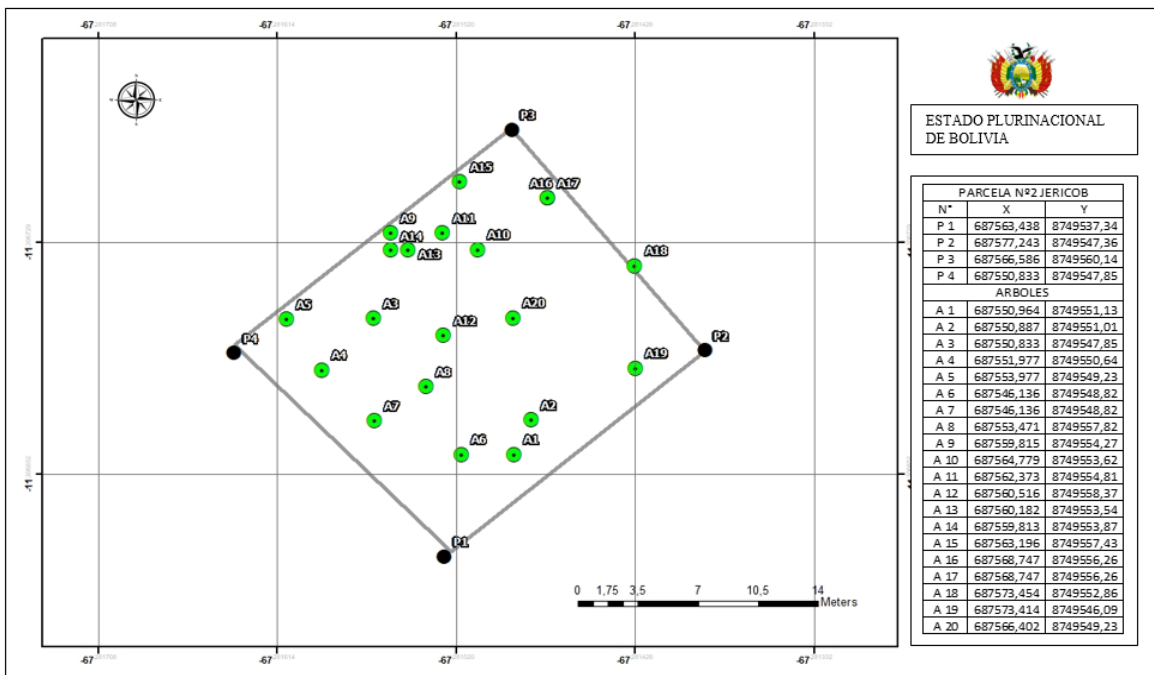


Mapa N° 2

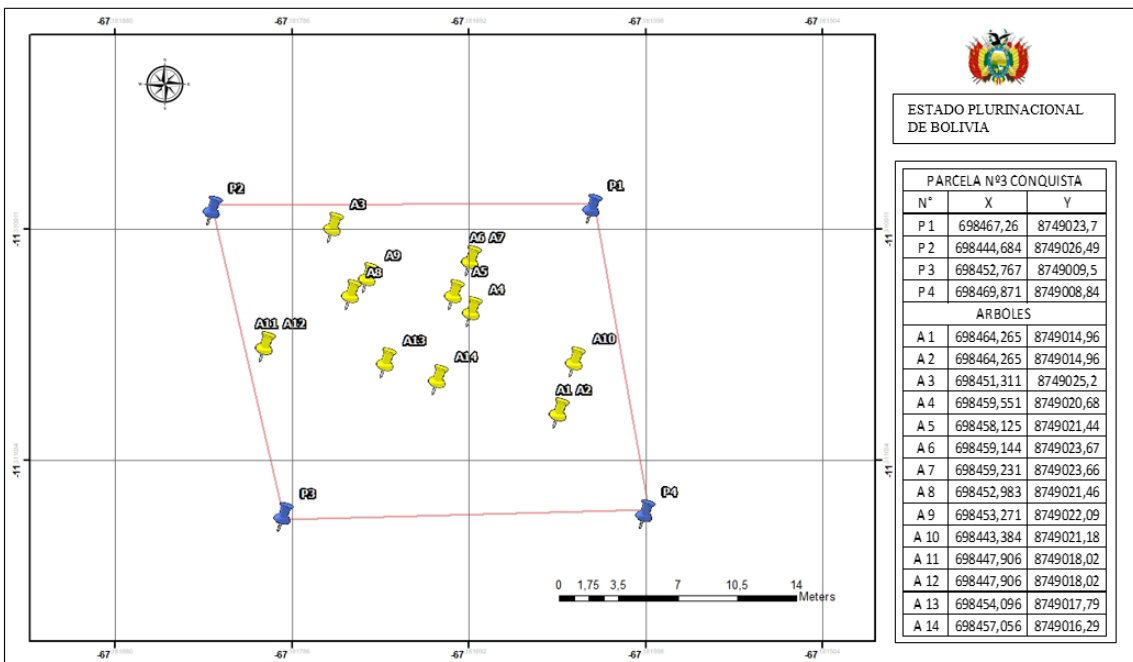
Parcela Comunidad Irak



Mapa N°3 Parcela Comunidad Jericob



Mapa N° 4 Parcela Comunidad Conquista



3.1.4.2. Muestreo

a) Caracterización morfológica

La investigación se desarrolló en base a descriptores morfológicos de IPGRI (International Plant Genetic Resources Institute) considerando los 48 descriptores cuantitativa y cualitativas de las 3 plantas seleccionadas en área.

b) Caracterización morfológica de la hoja

Para la caracterización se tomaron 10 hojas por muestra, de la parte central de la planta de la segunda hoja a partir del ápice durante las primeras horas de la mañana las cuales fueron evaluadas 3 características cuantitativas y 4 cualitativas (tabla 1). La Figura 1 muestra la forma en que se evaluaron algunas de estas variables.

c) Descriptores de la hoja

Descriptores Morfológicos

Cuantitativos

Longitud de hoja (cm)

Ancho de hoja (cm)

Relación L/A Largo desde la base al punto más ancho (cm)

Descriptores de la hoja

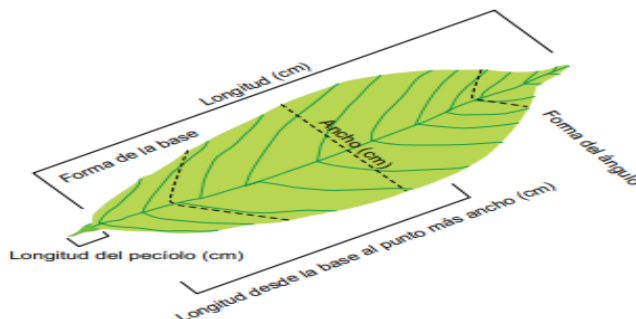
A= Largo de la Hoja; B= Ancho de la hoja; C= Forma Basal; D=Forma Ápice; E= Color brote (hoja joven)

Cualitativas

Forma basal de la hoja

Forma del ápice de la hoja

Figura N° 1
Descripción de la Hoja

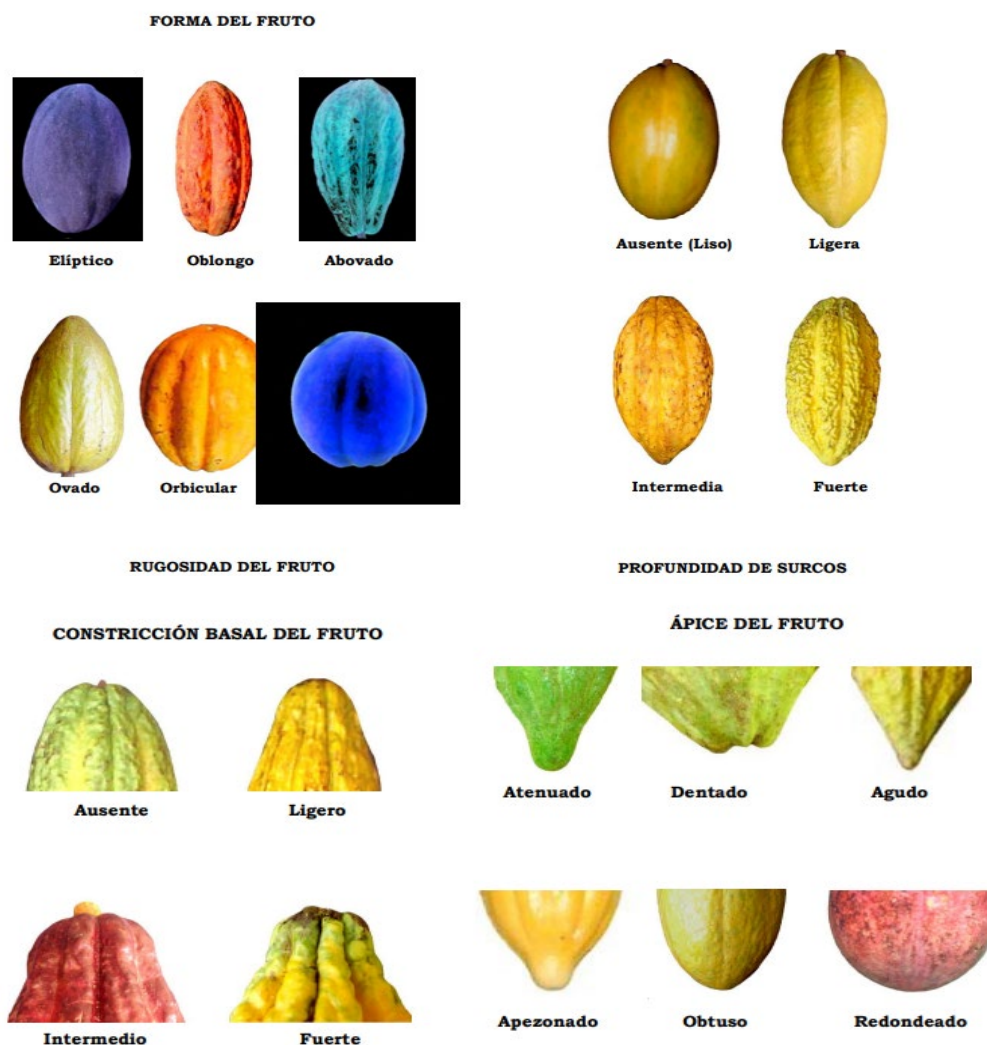


Descripción morfológica del fruto

Los frutos se evaluaron en el momento de su madurez fisiológica, tomando en cuenta 10 mazorcas por selección (García, 2009) considerando tres grandes, cuatro medianos y tres pequeños para tener homogeneidad entre las muestras, las mismas fueron evaluados en el mismo lugar ya que se encuentran en parcela de los productores. Así mismo se contabilizaron las mazorcas sanas en cada cosecha.

Para la evaluación se tomaron 9 características cuantitativas y 7 cualitativas, muestra la forma en que se evaluaron algunas de estas Variables.

Figura N° 2
Descripción de los frutos



Descripción morfológica de la semilla

De los frutos evaluados anteriormente, se contó individualmente la cantidad de semillas que contenían, se determinó el peso fresco con mucilago. Luego se sacó una muestra al azar de 10 semillas para determinar los parámetros cuantitativos y cualitativos.

Para la evaluación se tomó 5 características cuantitativas y 3 cualitativas se evaluaron algunas de estas variables.

Figura N° 3
Descripción de la Semilla



Principales enfermedades del cultivo de cacao

Las tres principales enfermedades fungosas como la mazorca negra (*Phytophthora palmivora*), escoba de bruja (*Moniliophthora perniciosa*) y la moniliasis de cacao (*Moniliophthora roreri*), se evaluaron contabilizando el número de mazorcas enfermos (síntomas propios de cada enfermedad) por el total de mazorcas producidos por planta promisorio. Las tres principales enfermedades como muestra en la figura

Escala para la clasificación de materiales de cacao por su respuesta a tres principales enfermedades del cacao (Moniliasis, Mazorca Negra y Escoba de Bruja)

Calificación	Sigla	Porcentaje de incidencia (%)
Tolerante	T	01-10
Moderadamente tolerante	MT	11 a 40
Moderadamente susceptible	MS	41 – 60
Susceptible	S	61 – 100

Figura 4.

Enfermedades del cacao (Moniliasis, Mazorca Negra y Escoba de Bruja)



A= Moniliasis, B= Mazorca negra, C= Escoba de bruja

Evaluación del rendimiento de las selecciones locales promisorios

Se evaluaron en base a los promedios de la variación de cada intervalo (bajo-alto) utilizando el número de frutos sanos/árbol/año.

Para obtener los índices de productividad se aplicaron las siguientes formulas:

Formula N° 1. Índice de mazorca

$$IM = 1000/(PH*0,35)$$

PH = Peso húmedo (semilla)

0,35 = Constante

Formula N° 2. Índice de pepa

$$IP = (PH * 0,35) / NS$$

PH = Peso húmedo (semilla)

NS = Número de semillas por mazorca

3.2. Técnicas e instrumentos de la investigación

Análisis de contenido

Técnica que permite analizar unidades bibliográficas (documentos escritos) que sean de interés para la investigación.

Encuestas

Esta técnica nos permitirá estandarizar nuestras preguntas y orientarlo directamente hacia el tema investigado. Y así poder encuestar a nuestro público objetivo para determinar su percepción que tenga sobre el tema en cuestión.

Instrumentos de Investigación.

Cuestionario de Encuesta.

Para nuestra investigación el cuestionario de encuesta será tipo estructurado con preguntas cerradas, a través del cual se puede conocer la opinión de los sujetos a encuestar. Se aplicará este instrumento a los productores de cacao de las comunidades de Irak, Jericob y Conquista para recabar información a través de las respuestas que proporcionen.

3.3. REFERENCIA GEOGRAFICA DONDE SE EJECUTA LA INVESTIGACION

El presente trabajo de investigación se realizó en el municipio de Puerto Rico municipio amazónico de Bolivia, capital de la Provincia de Manuripi en el Departamento de Pando. En cuanto a distancia, Puerto Rico se encuentra a 168 km de Cobija, la capital departamental, y a 273 km de Riberalta. La localidad se encuentra ubicada al lado del Río Orthon y forma parte de la Ruta Nacional 13 de Bolivia

3.4. DISEÑO DEL MODULO DE EXPERIMENTO

El diseño estadístico a Utilizarse será diseño enteramente al Azar con fuente de variación entre Arboles (En 3 Parcelas), además se tomaron en cuenta la prueba de ANAVA (Análisis de Varianza), la prueba de Fisher, al 95% de confiabilidad el modelo estadístico es el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + S_i + a_{ij}$$

Dónde:

Y_{ij} = Cada característica morfológica

μ = media general

S_i = Efecto i-estimo grupo (sitio, grupo)

a_{ij} = Error experimental

3.5. DESCRIPCION DEL MATERIAL DE REQUERIMIENTO

Material de campo:

- Cámara fotográfica
- GPS (Sistema de Posicionamiento Global)
- Lápiz
- Lapicero
- Libreta de anotaciones
- Botas de goma
- Prensa para el muestreo de hojas
- Cinta métrica
- Cinta para determinación de parcelas demostrativas
- Machete
- Balanza de precisión

Material biológico

- Árboles de cacao silvestre (*Theobroma cacao* L)

Material de escritorio

- Computadora
- Impresora
- Lápiz
- Hojas de papel bond

3.6. DETALLE DEL TRABAJO DE INVESTIGACION QUE SE VA EJECUTAR

El trabajo de tesis se ejecutó en el departamento de Pando, municipio de Puerto Rico Comunidades de Irak, Jericob y Conquista, se eligió la ubicación de estas áreas por presentar características ideales de producción de cacao

La realización de la presente tesis de grado, presenta las siguientes etapas de investigación que se ejecutaron en base al perfil.

- Etapa 1: Selección de 3 rodales con Cacao, la selección de los rodales se realizó con la colaboración de las personas conocedoras del lugar haciendo una planificación de los sitios donde se tomaron los muestreos.
- Etapa 2: Ubicación, la ubicación para las PPM comenzara con la apertura de sendas, acompañado de un matero conocedor del lugar y la participación de los técnicos del proyecto, (PPM, Parcelas Permanente de Muestreo), las parcelas se dividieron en espacios de 20 m de largo por 20 m ancho.
- Etapa 3: Selección y Geo referenciación de los cacaotales plus, la selección de los arboles plus comenzó con la ubicación de los mismos en el cual se marcaron puntos de coordenadas geográficas con la ayuda de un GPS (Sistema de Posicionamiento Global), se tomaron las respectivas muestras botánicas y se tomaron fotografía para su caracterización.
- Etapa 4: Caracterización Morfológica de los arbole Elite, la caracterización morfológica comienza comparando los diferentes parámetros que describen al cacao el cual esta acondicionado al (IPGRI 2000), el mismo describe 48 características de diferenciación.

3.7. PLAN DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACION

El procesamiento de la información se realizó a través de la recopilación de datos de campo con información que describe cuantitativamente y cualitativamente al cacao, en planillas de encuestas de datos fitosanitarios, densidad de plantas, características del árbol Eco tipo, Característica de la Hojas, Características del Fruto, Características de la Semillas.

A través de este proceso, se realizó la etapa de preparación de la información que consiste en identificar los descriptores del cacao en base a las tablas IPGRI, existiendo caracteres comparativos en base a las planillas recopiladas.

Etapa de procesamiento de datos, se recopilaron los datos en planillas Excel donde se secaron promedios de las características del Ecotipo, Arbol, Hojas, Frutos y Semillas, luego se realizó el análisis estadístico Análisis de Varianza, Diseño enteramente al Azar, para determinar la diferencia estadística de los Ecotipos los cuales se los denomino UAP 1 que se encuentra en la comunidad Irak, UAP 2 que se encuentra en la comunidad Jericob y UAP 3 que se encuentra en la comunidad Conquista del municipio de Puerto Rico Departamento de Pando.

CAPITULO IV

RESULTADO DE LA

INVESTIGACION

4.1.RESULTADOS

4.1.1 Caracterización morfológica de los arboles promisorios

4.1.1.1. Forma de la hoja

Para la caracterización se tomaron 10 hojas por muestra, de la parte central de la planta de la segunda hoja a partir del ápice durante las primeras horas de la mañana de las cuales de las cuales fueron evaluadas.

Según los datos obtenidos sobre la caracterización de la hoja de los arboles con características sobresalientes nos indican que el árbol UAP 001 (Universidad Amazónica de Pando 001) presenta una altura de 5 m, un diámetro del tronco de 20 cm, un vigor de 3 que representa vigoroso, largo de las hojas es de 26 cm, ancho de 8,5 cm y relación largo ancho de 3,06, base de la hoja de 1 que representa agudo, ápice 1 puntiagudo y color de brotes tiernos rojizos.

El UAP 002 (Universidad Amazónica de Pando 002) presenta una altura de 4 m, un diámetro del tronco de 19 cm, un vigor de 3 que representa vigoroso, largo de las hojas es de 31 cm, ancho de 10,33 cm y relación largo ancho de 3, base de la hoja de 1 que representa agudo, ápice 1 puntiagudo y color de brotes tiernos rojizos.

El UAP 003 (Universidad Amazónica de Pando 003) presenta una altura de 4 m, un diámetro del tronco de 19 cm, un vigor de 2 que representa semi vigoroso, largo de las hojas es de 25 cm, ancho de 8 cm y relación largo ancho de 3,12 base de la hoja de 1 que representa agudo, ápice 1 puntiagudo y color de brotes tiernos rojizos, los datos obtenidos se describen en la siguiente tabla.

Tabla N °1

Promedio de Forma de la hoja

Cod. Y Nº Árbol	Altura Planta (m)	Ø Tronco (cm)	Vigor ¹	Largo Hojas (cm)	Ancho Hojas (cm)	Relación Largo/ ancho	Base de hojas ²	Ápice de Hojas ³	Color Brote Tierno
UAP-001	5	20	3	26	8,5	3,06	1	1	Rojizo
UAP-002	4	19	3	31	10,33	3	1	1	Rojizo
UAP-003	4	19	2	25	8	3,12	1	1	Rojizo

1: 1 = débil, 2 = semi vigoroso, 3 = vigoroso. 2: 1 = Aguda, 3 = obtusa, 5 = redondeada, 7 = cordiforme. 3: 1 = Puntiguda, 3 = acuminado corto, 5 = acuminado largo.

Fuente: elaboración propia

4.1.1.2. Forma del Fruto

De acuerdo a los datos obtenidos los árboles caracterizados como UAP 001 (Universidad Amazónica de Pando 001) una forma del fruto elíptica, constricción basal ligero, forma del ápice apezonado, color del fruto verde pigmentado, tamaño del fruto pequeño, antocianina ausente, rugosidad ligera, profundidad del surco intermedio, grosor del lomo intermedio peso del fruto 192 gr, largo del fruto 14 cm, ancho del fruto 6 cm y peso de la cascara 147 gr. (ver anexo 1)

UAP 002 (Universidad Amazónica de Pando 002) una forma del fruto oblongo, constricción basal ligero, forma del ápice apezonado, color del fruto verde, tamaño del fruto mediano, antocianina ausente, rugosidad ligera, profundidad del surco intermedio, grosor del lomo intermedio peso del fruto 188 gr, largo del fruto 14 cm, ancho del fruto 6 cm y peso de la cascara 137 gr.

UAP 003 (Universidad Amazónica de Pando 003) una forma del fruto oblongo, constricción basal ligero, forma del apice apezonado, color del fruto verde, tamaño del fruto pequeño, antocianina ausente, rugosidad intensa, profundidad del surco superficial, grosor del lomo intermedio peso del fruto 174 gr, largo del fruto 13 cm, ancho del fruto 6 cm y peso de la cascara 138 gr.

Tabla N °2

Promedio de Forma del Fruto

Nº	Forma	Constric.	Forma	Color fruto	Tamaño	Antocianina	Espesor	Rugosidad	Profundidad	Grosor lomo	Peso	Largo fruto	Ø fruto	Peso cascara
	Fruto ¹	Basal ²	Ápice ³	Inmaduro ⁴	Fruto ⁵	Lomo fruto inmaduro ⁶	Cáscara ⁷	del fruto ⁸	Surco ⁹	lomo	Fruto (gr.)	(cm)	(cm)	(gr.)
UAP 1	2	2	5	2	1	0	2	3	3	1	192	14	6	147
UAP 2	1	2	5	1	2	0	2	3	3	1	188	14	6	137
UAP 3	1	2	5	1	1	0	2	7	1	1	174	13	6	138

1: 1 = oblongo, 2 = elíptico, 3 = ovado, 4 = esférico, 5 = oblato. 2: 0 = ausente, 1 = ligero, 2 = intermedio, 3 = fuerte. 3: 1 = atenuado; 2 = agudo, 3 = obtuso, 4 = redondo, 5 = apezonado, 6 = dentado.

4: 1 = verde, 2 = verde pigmentado; 3 = rojizo. 5: 1 = pequeño (< 15 cm), 2 = mediano (16 – 20 cm), 3 = grande (>20 cm). 6: 0 = ausente; 1 = presente. 7: 1 = delgada (< 8 mm), 2 = intermedia (9 –12 mm), 3 = gruesa (> 12 mm). 8: 0 = ausente; 3 = ligero; 5 = intermedio; 7 = intenso. 9: 1 = superficial (< 0.5 cm), 3 = intermedio (0.5 a 1 cm), 5 = profundo (> 1 cm)

4.1.1.3. Forma de la Semilla

De los frutos evaluados anteriormente, se contó individualmente de las mazorcas las cantidades de semillas que contenían, se determinó el peso, el largo, lo ancho y color de la semilla, para determinar los parámetros cuantitativos y cualitativos. La tabla 3 muestra la forma en que se evaluaron algunas de estas variables.

Tabla N °3

Promedio de Forma de la semilla

Nº	Forma Semilla ¹	Largo Semilla Ø 2.	Ancho Semilla Ø 3	Color Semilla 4	Peso Semila (Gr)
UAP 1	2	3	2	2	1,40
UAP 2	2	3	2	2	1,43
UAP 3	2	3	2	2	1,44

1: 1 = oblongo, 2 = elíptico, 3 = ovado, 4 = Irregular,

2: 1 = pequeño (< 2 cm), 2 = mediano (2 – 3 cm), 3= grande(> 3cm), 3: 1 = pequeño (< 1 cm), 2 = mediano (1 – 2 cm)

4: 1=blanco, 2= crema, 3= violeta pálido.

Fuente: elaboración propia

Los métodos estadísticos empleados muestran que existe diferencia, en la en los frutos de los arboles seleccionados UAP1. UAP2 y UAP3 de un tratamiento con relación al otro, para verificar dicha diferencia estadística se tomó el Análisis de Varianza ANAVA y la prueba de Fisher. Con una significancia de un nivel de confianza de 95 % y un margen de error de 5 %, se hicieron análisis de significancia para confirmar o rechazar la hipótesis planteada, resultados que nos ayudaran a llegar a una conclusión; a continuación, se muestra el análisis de significancia estadística.

Tabla N °4

Promedio de peso de la semilla, suma de cuadrados y cuadrados medios

SCT	640,92	635,05	5,87	UAP1
SC (TR)	637,64	635,05	2,59	
			3,28	
SCT	737,32	720,41	16,91	UAP2
SC (TR)	731,31	720,41	10,90	
			6,01	
SCT	541,02	526,58	14,44	UAP3
SC (TR)	536,03	526,58	9,45	
			4,99	

Fuente: elaboración propia

Los resultados muestran que los tratamientos tuvieron un peso distinto en entre el peso de un fruto con semilla con relación al otro. Para aceptar o rechazar la hipótesis planteada se tomaron en cuenta la prueba de ANAVA y Fisher.

Tabla N °5
Prueba de ANAVA y Fisher

ANAVA					
FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	FISHER CALCULADO	FISHER TABULADO
TRATAMIENTOS UAP 1	9	2,59	0,287764848	27,68904069	1,37
TRATAMIENTOS UAP 2	9	10,90	1,211555317	69,38851785	1,37
TRATAMIENTOS UAP 3	9	9,45	1,049848935	51,1215077	1,37
ERROR UAP1	316	3,28	0,010392734		
ERROR UAP2	344	6,01	0,017460458		
ERROR UAP3	243	4,99	0,020536345		
TOTAL UAP 1	325	5,87			
TOTAL UAP 2	353	16,91			
TOTAL UAP 3	252	14,44			

Fuente: Elaboración propia.

➤ Fc. significativo

Después de haber obtener los datos de los pesos de la semilla por fruto para determinar cuál fue el ecotipo que tuvo una mayor ganancia de peso; se realizaron los cálculos estadísticos, ANAVA y Fisher, utilizando los datos obtenidos como tratamiento de estudio, se observó que existió diferencia estadística significativa en el peso:

Donde el UAP 1 \neq UAP 2 \neq UAP 3

Puesto que el Análisis de Varianza, la prueba de Fisher mostró que existió diferencia estadística significativa.

4.2. DISCUSIÓN

Para la caracterización se tomaron 10 hojas por muestra, de la parte central de la planta de la segunda hoja a partir del ápice durante las primeras horas de la mañana de las cuales de las cuales fueron evaluadas.

Según los datos obtenidos sobre la caracterización de la hoja de los arboles con características sobresalientes nos indican que el árbol.

UAP 001 (Universidad Amazónica de Pando 001) presenta una altura de 5 m, un diámetro del tronco de 20 cm, un vigor de 3 que representa vigoroso, largo de las hojas es de 26 cm, ancho de 8,5 cm y relación largo ancho de 3,06, base de la hoja de 1 que representa agudo, ápice 1 puntiagudo y color de brotes tiernos rojizos.

El UAP 002 (Universidad Amazónica de Pando 002) presenta una altura de 4 m, un diámetro del tronco de 19 cm, un vigor de 3 que representa vigoroso, largo de las hojas es de 31 cm, ancho de 10,33 cm y relación largo ancho de 3, base de la hoja de 1 que representa agudo, ápice 1 puntiagudo y color de brotes tiernos rojizos.

El UAP 003 (Universidad Amazónica de Pando 003) presenta una altura de 4 m, un diámetro del tronco de 19 cm, un vigor de 2 que representa semi vigoroso, largo de las hojas es de 25 cm, ancho de 8 cm y relación largo ancho de 3,12 base de la hoja de 1 que representa agudo, ápice 1 puntiagudo y color de brotes tiernos rojizos, los datos obtenidos se describen en la siguiente tabla

CAPITULO V
CONCLUSIONES Y
RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- A partir de la caracterización morfológica de 3 selecciones promisorios UAP 1 comunidad Irak, UAP 2 comunidad Jericob y UAP 3 comunidad de Conquista del municipio de Puerto Rico Departamento de Pando se concluye lo siguiente.

Los descriptores cualitativos del marco muestral presenta en su mayoría un fruto de forma oblongo, constricción basal de Intermedia a suave con ápice apezonado, color del fruto verde pigmentado, tamaño del fruto pequeño, sin ausencia de antocianian, Espesor de la cascara intermedia, Rugosidad del Fruto ligero, profundidad del surco y grosor del lomo delgado en cuanto a las características del árbol son vigorosos, base de la hoja aguda, ápice de la hoja puntiaguda color de los brotes nuevos rojizos .

Por otra parte, los descriptores cuantitativos presentan promedios de UAP 1 peso de 192 gr, largo del fruto de 14 cm ancho del fruto 6 cm, peso de la cascara 147 gr y peso de semilla de 1,40 gr, cantidad de semilla 34, en cuanto a los arboles seleccionados, altura de la planta 5m diámetro del tronco 20 cm largo de las hojas 26 cm ancho de las hojas 8,5 cm y relación largo/ancho 3,06 cm.

UAP 2 peso de 188 gr, largo del fruto de 14 cm ancho del fruto 6 cm, peso de la cascara 137 gr y peso de semilla de 1,43 gr, cantidad de semilla 35, altura de la planta 5 m, diámetro del tronco 19 cm, largo de la hoja 31 cm, ancho 10,33 cm y relación largo/ancho 3 cm.

UAP 3 peso de 174 gr, largo del fruto de 13 cm ancho del fruto 6 cm, peso de la cascara 138 gr y peso de semilla de 1,44 gr, cantidad de semilla 25, altura de la planta 4 m, diámetro del tronco 19 cm, largo de hoja 25 cm, ancho de la hoja 8 cm, relación larga/ ancho 3,12.

- Con el análisis de Varianza y la prueba de Fisher se mostró que existió diferencia estadística significativa entre los ecotipo UAP 1, UAP 2 y UAP 3 al 5% de probabilidad de error y al 95 % de confianza; por lo cual el ECOTIPO UAP 2 Obtuvo una mayor diferencia de 69, 38 mayor a Fisher tabulado que es de 1,37 y mayor que los otros ecotipos en estudio, el peso promedio de semilla de este árbol es de 1,43 gr por fruto y 35 semillas por fruto

- De acuerdo a la hipótesis planteada se acepta la hipótesis de alterna, ya que Los eco tipos de cacao del municipio de Puerto Rico muestran diferencias morfológicas entre sí; existiendo fenotipos con potencial productivo y fitosanitario UAP 2.

5.2. RECOMENDACIONES

- Ampliar estudios genéticos y caracterización con marcadores moleculares que permitan identificar materiales que posean alelos de interés, tales como resistencia a plagas y enfermedades, para que a futuro puedan ser utilizados como eslabón elemental en la creación de un clon eficiente para los productores.
- Evaluar la reacción a *Moniliophthora roreri* mediante métodos de inoculación artificial, para corroborar la selección de los genotipos que se ha realizado por incidencia natural.
- Continuar con el registro de información por más años hasta el periodo de estabilización de la producción (mínimo tres años) con el fin de observar la evolución en las variables de producción evaluadas
- Elaborar chocolate con los diferentes tipos de cacao encontrados, para tener perfiles organolépticos y establecer diferencias sensoriales del chocolate obtenido a partir de esta materia prima.
- Procurar el seguimiento en campo a los materiales genéticos promisorios seleccionados estableciéndolos en distintos lugares u condiciones ambientales para confirmar su potencial genéticamente.

BIBLIOGRAFÍA

- ❖ Abadie, TA; Berretta SF. 2003. Caracterización y Evaluación de Recursos Fitogenéticos. (en línea). Montevideo, UY. Consultado 24 nov. 2004 Disponible en [http:// www. Fagro.edu.uy/dptos/bioveg/fitotecnia/Documentos/](http://www.Fagro.edu.uy/dptos/bioveg/fitotecnia/Documentos/)
- ❖ Álvarez, M. 1996. La escoba de bruja en el cacao: un concurso como método para encontrar genotipos resistentes. *Café and Cacao: Noticias Nestle R and D Center*. Quito, Ecuador. 1(2):9-10. *Caracterización y evaluación-derecursos-fitogenéticos.pdf*. Álvarez, M. 1996.
- ❖ Alvim, P. 1967. Eco-physiology of the cocoa tree. In *Conference International Sur les echerches Agronomiques Cacaoyères 1965*. Abidjan. p. 23-35. _____. 1988. O cacaueiro (*Theobroma cacao* L.) em sistemas agrossilviculturais. In *10th Cocoa Research Conference 1987*. Santo Domingo, RD. p. 3-14.
- ❖ Angulo, J; Ortiz de Berorrelli, L; Grazianí de Fariñas, L. 2001. Caracterización física de la semilla de los cacaos Criollo, Forastero, amazónico y Trinitario de la localidad de Cumboto. Aragua. Venezuela. *Agronomia Tropical* 51(2):203-219.
- ❖ Anon. 1832. El cacao. *El Cultivador Cundinamarqués o periódico de la Industria Agrícola y de la Economía Doméstica* 7. Bogotá, CO.
- ❖ Arevalo, E. 2005. *Monilia roleri* resistance testing methods. In *International Workshop on correlations with field resistance, problems faced and solutions tried, research results on alternative resistance testing methodods 2005*. Turrialba, Costa Rica. CATIE.
- ❖ Arguello, C. 1996. Manejo Integrado de Moniliasis en Cacao (*Theobroma cacao* L) en Santander. *Perspectiva Agropecuaria*. Bucaramanga, CO, Corpoica 97p (Boletín Divulgativo año 4). _____. 1997. Evaluación de Materiales de Cacao por Resistencia a *Moniliophthora roleri* en Santander (en línea).Santander, CO. Consultado 21 ago. 2004. Disponible en <http://www.corpoica.org.co/>
- ❖ Atanda, OA; Toxopeus, H. 1971. A proved case of heterosis in *Theobroma cacao* L. Turrialba, Costa Rica. 22 (1):81-89. _____. 1972. Correlation studies in *Theobroma cacao* L. In *3rd International Cocoa Research Conference 1969*. Acrra, GH. *Proceedings Tafo, GH. Cocos Research Institute*. p. 545-551. _____. Toxopeus, H.

1972. Heterotic pod production of double over single crosses in *Theobroma cacao* L. In 4th. International Cocoa Research Conference 1972. St Augustine, TT. p. 82-89. 113
- ❖ Bartley, BGD. 1969. Twenty years of cacao breeding at the Imperial College of Tropical Agriculture, Trinidad. In 2^a Conference International de pesquisas do Cacau 1967. Bahía, BR. CEPLAC, Bahía, BR, 1969. Memorias:29-34. _____. 1971. Procedures for the selection of varieties for comercial planting. In 3ra International Cocoa Research Conference 1969. Acra, GH. Proceedings Tafo, GH. Cocoa Research Institute. p. 584-589. _____. Cope, FW. 1973. Practical aspects of self-incompatibility in *Theobroma cacao* L. Agricultural genetics; Selected topics. Ed. R. Moav. New York, US, Jhon Wiley. p. 109-134. _____. 2000. An Explanation of the Meaning of the Term and its Relationship to the Introductions from Ecuador in 1937. Ingenic Newsletter (5):10-15.
 - ❖ Bekele, F; Butler, DR. 1998. Proposed short list of cocoa descriptors for characterization. In Working procedures for cocoa germplasm evaluation and selection. Proceedings of the CFC/ICCO/IPGRI Project Workshop 1998. Montpellier, FR . IPGRI, Italy, Rome. p.41-48.
 - ❖ Benzoni, G. 1987. La Historia del Mundo Nuevo. (Venecia, 1565). Trad. M Vannini. Fuentes para la Historia Colonial de Venezuela, Caracas, 2^a Edición. Academia Nacional de la Historia, Venezuela.
 - ❖ Blaha, G. 1974. Methods of testing for resistance. In *Phytophthora* disease of Cocoa. Ed. Gregory, PH. London, UK. Longman. p. 179-195. _____. Lotode, R. 1976. Un critère primordial de sélection du cacaoyer au Cameroun: la résistance à la pourriture brune des cabosses (*Phytophthora palmivora*). *Café, Cacao, Thé* 20(2):179-116. _____. Lotode, R. 1977. Contribution à la connaissance des modalités de la transmission hérétaire de la résistance du cacaoyer à la pourriture brune des cabosses (*Phytophthora palmivora*) au Cameroun. *Café, Cacao, Thé* 21(3):179-196.
 - ❖ Braudeau, J. 1973. El cacao. Instituto Francés del Café y del Cacao (IFCC), Paris, FR. Trad. Editorial Blume.
 - ❖ Buddenhagen, IW. 1977. Resistance and vulnerability of tropical crops in relation to their evolution and breeding. *Annals of New York Academy of Science* 287:309-326.

- ❖ Capriles de Reyes, L; Reyes, H. 1980. Enfermedades del cacao y su control. Maracay, VE, Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias. 15 p. (Serie Técnica FONAIAP).
- ❖ Carletto, J. 1973. Expedición Internacional a la Amazonia Ecuatoriana, para coleccionar material botánico de cacao. *Theobroma* 3:41-47. 114
- ❖ Castillo, J. 2005. CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza) (entrevista) Turrialba, CR. Informe de Viaje a Brasil. Centro de Estudios de cacao Almirante. Comissao Executiva do Plano da la Voura Cacaueira (CEPLAC). 22 de Octubre al 5 de Noviembre 2004.
- ❖ CATIE (Centro Agronómico de Investigación y Enseñanza Tropical). 2003 Datos Meteorológicos (en línea). San José, CR. Consultado 24 nov. 2004 y 8 ene. 2005. Disponible en <http://www.catie.ac.cr>. _____. 2004. Recursos Fitogenéticos (en línea). San José, CR. Consultado 3 dic. 2004 y 22 ene. 2005. Disponible en <http://www.catie.ac.cr>.
- ❖ CCI (Centro de Comercio Internacional UNCTAD/GATT).1991. Resumen para los servicios de Información comercial. Cacao fino o de de aroma. Estudio de la producción y el comercio mundiales. Ginebra 1991. 60 p. Chee, KH.1974. Hosts of *Phytophthora palmivora*. In Gregory, PH. *Phytophthora disease of cocoa*. London, UK, Logman. p. 81-87.
- ❖ Cheesman, EE; Pound, FJ. 1932. Uniformity trials. *Annual Report on Cacao Research. Imperial College of Tropical Agriculture* 9(9):227-288. _____. Pound, FJ. 1934. Further notes on criteria of selection in cacao. *Annual Report on Cacao Research. Imperial College of Tropical Agriculture* 8:20-21.
- ❖ Clapperton, JF; Lockwood, G; Yow, STK; Lim DHK.. 1994. Effects of planting material on flavour. *Cocoa Grover's Bulletin* 48:43-67
- ❖ Compañía Nacional de Chocolates S.A. 1988. Manual para el Cultivo del Cacao. Colombia 140 p.
- ❖ Cope, FW. 1976. Cacao. *Theobroma cacao* L. (Sterculiaceae). Evolution of crop Plants. London, UK and New York, US Longman, Ed. NW Simmonds. p. 285-289.

- ❖ Coral, FJ; Soria, VJ. 1972. Diferentes graus de autocompatibilidade em *Theobroma cacao* L. In 4th. International Cocoa Research Conference 1972. St Augustine, TT. p. 77-81.
- ❖ Cuatrecasas, J. 1964. Cacao and its allies a taxonomic revision of genus *Theobroma*. Bulletin of the United States National Museum, Smithsonian Institution, Washington, US.
- ❖ Dakwa, JT. 1988. A serious outbreak of black pod in a marginal area of Ghana. In 10th Cocoa Research Conference 1987. Santo Domingo, RD. p. 447-508.
- ❖ De Witt, KW. 1954. The visual assesment of cured cacao. *Tropical Agriculture* 30(10/12):228- 236.
- ❖ Dejean, M. 1984. Floración del cacao. Boletín informativo del Cacao, San José, CR 1(3):1-3. 115
- ❖ Delgado, JC; Suárez, C. 1993. Moniliasis del Cacao. FUNDAGRO-INIAP. (Documento técnico 10). 18 p.
- ❖ Díaz J. 1861. El Agricultor Venezolano o lecciones de Agricultura Práctica Nacional. Caracas, VE.
- ❖ Engels, JMM; Bartley, BG; Enriquez, GA. 1980. Cacao descriptors, their states and modus operandi. *Turrialba* 30(2):209–218. _____. 1981. Genetic resources of cacao: a catalogue of the CATIE collection. Turrialba, CR, CATIE Plant Genetic Resources Unit. 169 p. (Technical series. Technical bulletin/CATIE 7). _____. 1983. A systemic description of cacao clones 1. The discriminative value of quantitative characteristics. *Euphytica* 32:377-385.
- ❖ Enríquez, GA. 1966. Selección y estudio de las características de la flor, la hoja y la mazorca, útiles para la identificación y descripción de cultivares de cacao. Tesis Mag.Sc. Turrialba, CR, IICA. 97 p. _____. Cabanilla, H. 1969. Estudios de compatibilidad en cacao híbrido *Theobroma cacao* L. en una hacienda de Ecuador. In 3ra International Cocoa Research Conference 1969. Acra, GH. Proceedings Tafo, GH. Cocoa Research Institute. p. 560-564. _____. Alarcón, ME. 1977. The nature of self-incompatibility. A literature review. Turrialba, CR, CATIE. 27 p. _____. Suárez, C. 1978. Monilia disease of cacao in Costa Rica. *Turrialba* 28(5):339-340. _____. 1985. Curso sobre el cultivo del cacao. Centro Agronómico Tropical de

- Investigación y Enseñanza. Turrialba, CR. CATIE (Serie Materiales de Enseñanza 22).
 _____. Salazar, C. 1987. Manual del Cacao para agricultores. 1ra Edición San José
 CR. EUNED. Coedición: CATIE-ACRI-UNED. 150 p. _____. 1992.
 Characteristics of cacao “Nacional” of Ecuador. In International workshop on
 conservation, characterization and utilization of cocoa genetic resources in the 21st
 century. , the cocoa research Unit, the University of the West Indies. Port-of-Spain,
 Trinidad, TT p. 269-278. _____. 1997. Descripción y evaluación de los recursos
 genéticos. In técnicas para el manejo y uso de recursos genéticos vegetales. Castillo,
 R.; Tapia, C. Ed Porvenir. Quito, EC. p. 16-160. _____. 2004. Cacao Orgánico:
 Guía para productores ecuatorianos. Quito, EC. Instituto Nacional Autónomo de
 Investigaciones Agropecuarias. (Manual 54). 360 p. 116
- ❖ Esquivel, O; Soria, VJ. 1967. Algunos datos sobre la variabilidad de algunos
 componentes del rendimiento en poblaciones de híbridos interclónales de cacao.
 Cacao. Costa Rica 12(4):1-8.
 - ❖ Evans, HC. 1981. Pod rot of cocoa caused by *Moniliophthora* (*Monilia*) *roreri*. Kew,
 Surrey, England. CMI. 44 p. (Phytopathological Paper 24). _____. Krauss, U; Ríos,
 RR; Acosta, ZT; Arévalo, GE. 1998. Cocoa in Perú. Cocoa Growers' Bulletin. Junio de
 1998. Boletín 51:7-21. _____. Holmes, KA; Phillips, W; Wilkinson, MJ. 2002.
 What's in a name *Crinipellis*, the final resting place for the frosty pod rot pathogen of
 cocoa?. *Mycologist* (United Kingdom) 16(4):148-152.
 - ❖ Ewel, J; Madriz, A; Tossi, J. 1976. Zonas de vida de Venezuela. MAC-FONAIAP. Ed
 Sucre, Caracas, VE. 97p.
 - ❖ Falconer, DS. 1976. Introducción a la genética cuantitativa. Trad. del Inglés por F
 Márquez Sánchez. CECOSA, México D.F. 430 p.
 - ❖ Firman, ID; Vernon, AJ. 1970. Cocoa canker caused by *Phytophthora palmivora*.
Annals of Applied Biology (GB.) 65(1):65-73.
 - ❖ FONCACAO (Fondo Nacional Del Cacao). 1994 Situación actual y perspectivas del
 sector cacaotero nacional. 29 p. Mimeografiado. _____. 1977. Situación actual y
 perspectivas del sector cacaotero nacional. El Cacao en Venezuela, Caracas.
 - ❖ French, ER; Hebert, TT. 1982. Método de investigación fitopatológica. San José, CR.
 IICA: 43. p. 168-186. (Serie de Libros y Materiales Educativos).

- ❖ Fritz, PJ; Phillips, W; Rodriguez, H. 1995. New tools for 21st century plant breeding. DNA markets: theory and applications. 122 p. (Technical Series. Technical Bulletin. CATIE no 251).
- ❖ FUNDACITE (Fundación para la ciencia y la Tecnología). 1998. Plan para el manejo del cacao. FUNDACITE-ARAGUA. Maracay, Estado Aragua, VE. 9 p. 117
- ❖ Ghosh, BN. 1976. The shape and size of Cocoa beans. Turrialba, Costa Rica 26(2):134-138.
- ❖ Gregory, PH. 1972. Cocoa: The importance of black pod disease. Journal of the Agricultural Society of Trinidad y Tobago (Trinidad) 72(2):155-160. _____. 1974. Phytophthora Disease of Cocoa. London, UK, Longman. 348 p. _____. Maddison, AC. 1981. Epidemiology of Phytophthora palmivora on cocoa in Nigeria; final report of the International Cocoa Black pod Research Project. Kew, England, Commonwealth Mycological Institute. Phytopathological Society. p. 9-40.
- ❖ Gutierrez, CH. 1985. Actualidad y perspectivas del cacao en Colombia. Chocolatería LUKER. (Publicación 1). p. 1-10.
- ❖ Hardy, F. 1960. Manual del Cacao. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas (IICA). Turrialba, CR. 362 p. _____. 1961. Manual del Cacao. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas (IICA). Turrialba, CR. 437 p.
- ❖ ICCO. (Organización Internacional del Cacao). 1991. Resumen Estadístico. (Boletín del Cacao GB 21). _____. 1999. Programa de Cacao Sostenible. Londres, UK (boletín de cacao de la ICCO. SIN 1353-4572). _____. 2001. Producción mundial de cacao. Servicio de Información Agropecuaria del Ministerio de Agricultura y Ganadería del Ecuador. 2 p. Proyecto MAG/SICA (en línea). Guayaquil, EC. Consultado 26 jun. 2004. Disponible en <http://www.sica.gov.ev>. _____. 2005. Producción Mundial del cacao. Proyecto MAG/SICA (en línea). Guayaquil, EC. Consultado 29 ene. 2005. Disponible en <http://www.sica.gov.ev>.
- ❖ IPGRI. (International Plant Genetic Resources Institute). 2000. Working procedures for cocoa germoplasm evaluation and selection. Proceedings of the CFC/ICCO/IPGRI project Worksop 1998 Montpellier, FR. Ed. Eskes, AB; Engels, JMM; Lass, RA .176 p. 118

- ❖ Jacob, VJ; Toxopeus, H. 1971. The effect of pollinator parent on the pod value of hand pollinated pods of *Theobroma cacao* L. In 3ra International Cocoa Research Conference 1969. Acrra, GH. Proceedings Tafo, GH. Cocoa Research Institute. p. 556-559. _____ . Atanda, OA. 1975. Compatibility and fruit setting in *Theobroma cacao* L. Annual Report on Cacao Research. Imperial College of *Theobroma* 5(2):12-18.
- ❖ Jorgensen, H. 1970. *Monilia* pod rot in Ecuador. *Cacao*. Costa Rica 15:4-13.
- ❖ Knight, R; Rogers, HH. 1955. Incompatibility in *Theobroma cacao* L. *Heredity* (GB.) 9:69-77.
- ❖ Keane, PJ.1981. Epidemiology of vascular-streak die-back of cocoa. *Annual Application Biology* no 98:227-241. _____ . Prior. 1992. Biology of vascular-streak die-back of cocoa. *Cocoa pest and disease management in Southeast Asia and Australia*. FAO Plant Production and Protection p. 75-83 (Paper 112).
- ❖ Krauss, U; Soberanis, W. 2001. Biocontrol of Cocoa pod diseases with mycoparasite mixtures. *Biological Control* 22:149-158.
- ❖ Koppers, JR. 1953. Some biometrics observations on cacao fruit. *Science* 117(3040):354- 355.
- ❖ Lainez, JR. 1991. Estudio de la descendencia del cruce interclonal de cacao “Catongo x Pound-12” bajo las condiciones de Turrialba, Costa Rica. Tesis Mag. Sc. CATIE, Turrialba, CR. 125 p.
- ❖ Lanaud, C. 1987. Nouvelles donnes sur la biologie du cacaoyer (*Theobroma cacao* L.), diversité des populations, systemes d’imcompatibilite, haploides spontanés. Leurs consequences pour l’amélioration génétique de cette espèce. Doctoral d’état, Paris, FR, IX cap.
- ❖ Lawrence, JS. 1978. Evaluation of methods for assessing resistance of cacao (*Theobroma cacao* L.) cultivars and hybrids to *Phytophthora palmivora* (Butler) Butler. Itabuna, Bahía, Brasil. Centro de pesquisas de Cacau. 46 p. (Boletín Técnico no 62).
- ❖ Leal, F. 1993. Historia y origen del cacao. In: Foro “500 años de la América Tropical”. Academia de Ciencias Físicas, Matemáticas y Naturales. Caracas, VE. 119
- ❖ Leal, F; Sánchez, P; Valderrama, E. 1998. *Theobroma silvestre* en el estado Amazonas de Venezuela. *Plant Genetic Resources Newsletter* 116:36–38.

- ❖ Loayza, RA. 1971. Comparación de vigor de plántulas de varios cruces en cacao (*Theobroma cacao*). Tesis Ing. Agr. Guayaquil, EC. Universidad de Guayaquil. Facultad de Agronomía y Veterinaria. 55p.
- ❖ Lockwood, G. 1976. Diallel cross. In Cocoa Research Institute of Ghana, Annual Report 19/5- 1976. Tafo, GH. 1978. p. 87-94.
- ❖ López, G; Enríquez, GA. 1980. Presencia de *Monilia royeri* Cif et Par. El cacao, *Theobroma cacao* L. en la frontera de Costa Rica- Nicaragua. Managua, Nicaragua: Ministerio de Desarrollo Agropecuario, laboratorio de Fitopatología. 150 p.
- ❖ López, BO. 1982. Revisión de Literatura sobre la incompatibilidad en Cacao. Turrialba, CR. CATIE.p. 14.
- ❖ López, P; Delgado, V; Aspeitia, A; López, J. 1996. Manual para la Producción del Cultivo del Cacao en Tabasco: Rehabilitación y Renovación. Instituto de Investigaciones Forestales y Agropecuarias. “Campo Experimental Huimanguillo”. p. 17-21. (Folleto Técnico).
- ❖ Luna, F; Crouzillat, D; Cirou, L; Bucheli, P. 2002. Chemical composition and flavor of Ecuadorian cocoa liquor. *Journal of Agriculture and Food Chemistry* 50(12):3527–32.
- ❖ Mackenzie, DR; Elliot, VJ; Kidney, BA; King, ED; Royer, MH; Theberge, RL. 1983. Application of modern approaches to the study of the epidemiology of diseases caused by *Phytophthora*. In *Phytophthora: its Biology, Taxonomy, Ecology and Pathology*. Ed. By D.C. Erwin, S. Bartnicki-García, P.T. Tsao. St. Paul, MN. APS. p. 303-314.

ANEXOS

REGISTRO FOTOGRAFICO







PLANILLA DE DATOS



UNIVERSIDAD AMAZONICA DE PANDO
UNIDAD ACADÉMICA EL SENA
PROGRAMA INGENIERIA AGROFORESTAL

ENCUESTA

DETERMINACIÓN DE LOS ARBOLES PLUS

Municipio:..... Dpto:.....

Comunidad:..... Fecha:.....

Nombre del productor:.....

1.- ¿Cuál es su Actividad principal?	
2.- ¿Cuántos años se dedica a la colecta de Cacao Silvestre?	
3.- ¿En qué lugar o isla recolecta Cacao?	
4.- ¿Sabe Usted cuánto produce una Planta?	
5.- ¿Su rendimiento es constante en el tiempo o varía año tras año?	
6.- ¿Conoce algún árbol con características de productividad sobresaliente?	
7.- Sabe si hay alguna planta que produce frutos con características distintas ¿Dónde se encuentra?	
8.- ¿Conoce algunas plagas que afectan al cacao?	



PLANILLA DE UBICACIÓN PPMs.

Municipio: ...Puerto Rico..... **Dpto:**Pando.....

Responsable: ~~Keif Hugo Olivera~~..... **Fecha:**19/10/2023.....



Comunidad	Isla	N° de PPMs	Coordenadas		Tamaño (ha.)	Área Cacao (ha.)
			X	Y		
IRAK		1	698467	8749023	1	0,04
JERICOB		2	687563	8749537	1	0,04
CONQUISTA		3	687907	8743452	1	0,04
Otras Especies:						
Observaciones:						



