

**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS  
FACULTAD DE AGRONOMÍA  
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**



**TESIS DE GRADO**

**CARACTERIZACIÓN AGROMORFOLÓGICA DE COPOAZÚ (*Theobroma grandiflorum* Schum.) EN LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL DE SAPECHO ALTO BENI – LA PAZ.**

**Leydi Jhaddira LUCIAS LOAYZA**

**La Paz – Bolivia**

**2017**

**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS**  
**FACULTAD DE AGRONOMÍA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**

**CARACTERIZACIÓN AGROMORFOLÓGICA DE COPOAZÚ (*Theobroma grandiflorum* Schum.) EN LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL DE SAPECHO ALTO  
BENI – LA PAZ**

*Tesis de Grado presentado como  
Requisito parcial para optar el título de  
Ingeniero Agrónomo*

**LEYDI JHADDIRA LUCIAS LOAYZA**

**ASESORES:**

Ing. Ph. D. David Cruz Choque .....

Ing. Fernando Manzaneda Delgado .....

**TRIBUNAL EXAMINADOR**

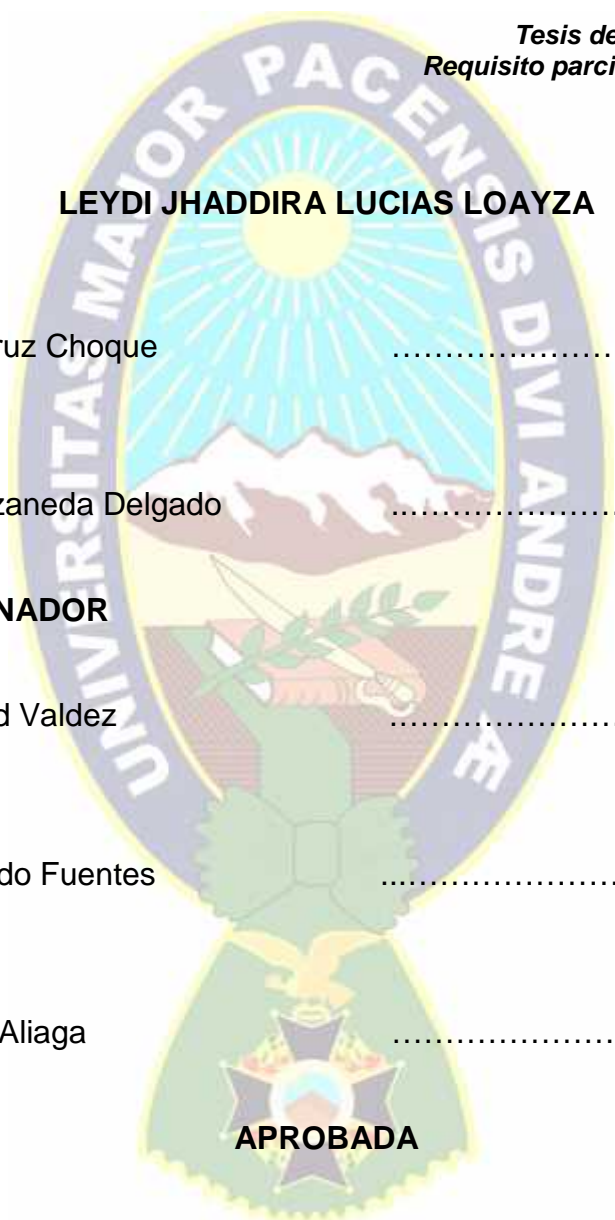
Ing. René Calatayud Valdez .....

Ing. Casto Maldonado Fuentes .....

Ing. Johnny Ticona Aliaga .....

**APROBADA**

Presidente Tribunal Examinador .....



## DEDICATORIA

A mis queridos papitos Miguel Lucias y Weldy Loayza por todo el apoyo, sacrificio y esfuerzo realizado para mi formación profesional.

A mi hermano Ronaldo y a mis tíos Walter Lopez y Keydi Loayza por su generosidad, apoyo moral, aliento y cariño.

A los más pequeños de la casa Amada y Sebastián por darme una razón más en esta vida.

## *AGRADECIMIENTOS*

*Doy gracias a Dios por estar siempre a mi lado e iluminar mi camino y permitirme la dicha de concluir con este trabajo satisfactoriamente.*

*A la facultad de Agronomía de la Universidad Mayor de San Andrés, por ser la casa de estudios donde me forme para mi carrera profesional.*

*A los docentes de la facultad por los conocimientos compartidos. A mis asesores Ing. Ph. D. David Cruz Choque, Ing. Mc.S. Fernando Manzaneda Delgado, por su enseñanza colaboración e incentivo.*

*A los revisores, Ing. Casto Maldonado Fuentes, Ing. Jhonny Ticona Aliaga, Ing. René Calatayud Valdez, por la colaboración, apoyo, paciencia y sugerencias emitidas en la revisión del trabajo.*

*A mi familia por el amor incondicional, por su apoyo moral, por los consejos y darme ánimos para seguir adelante en especial a mis abuelitos Prudencia y Vidal por todo su cariño.*

*A Teddy por el apoyo constante, en las buenas y en las malas, por las palabras de aliento recibidos.*

*A mis amigas y amigos por brindarme su apoyo y amistad, Susana, Dayan, Micky, Herlan, Luna, Freddy, Néstor, Josué, Reynaldo, Gonza, Jimmy, Danny, José, Paola, Helen y demás compañeros por compartir gratos momentos a lo largo de este tiempo siempre estarán presentes en mi corazón.*

*Por ultimo a las personas que ya no están conmigo pero sus palabras y sus muestras de afecto y cariño siempre estarán presentes.*

## ÍNDICE DEL CONTENIDO

	<b>Página</b>
<b>INDICE DE CONTENIDO</b> .....	<b>I</b>
<b>INDICE DE CUADROS</b> .....	<b>IV</b>
<b>INDICE DE FIGURAS</b> .....	<b>V</b>
<b>INDICE DE TABLAS</b> .....	<b>VI</b>
<b>RESUMEN</b> .....	<b>VII</b>
RESUMEN .....	vii
SUMMARY .....	ix
1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Justificación.....	2
2. OBJETIVOS.....	3
2.1 Objetivo General.....	3
2.2 Objetivo Especifico .....	3
3. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA .....	4
3.1 Aspectos Generales .....	4
3.2 Descripción botánica .....	4
3.3 Características generales.....	4
3.3.1 Descripción de la raíz.....	5
3.3.2 Descripción del tallo .....	6
3.3.3 Descripción de las hoja .....	6
3.3.4 Descripción de la flor.....	7
3.3.5 Descripción del Fruto .....	8
3.3.6 Descripción de la Semilla .....	9
3.4 Ecología de la planta .....	11
3.4.1 Plagas y enfermedades.....	12
3.5 Descripción geográfica .....	14
3.5.1 Factores Climáticos.....	15
3.6 Caracterización morfológica .....	15
3.6.1 Características morfológicas del copozú.....	16
3.7 Métodos para el análisis de datos de caracterización .....	17
3.7.1 Estadísticas descriptivas .....	17

3.7.2	Taxonomía numérica como teoría clasificadora .....	18
3.7.3	Análisis multivariado.....	19
3.7.4	Análisis discriminante canónico .....	21
3.7.5	Valores discriminantes .....	22
3.7.6	Análisis de componentes principales .....	23
3.7.7	Análisis del coeficiente de distancia.....	24
4.	LOCALIZACIÓN .....	26
4.1	Ubicación geográfica .....	26
4.1.1	Características climáticas de la zona .....	28
4.1.2	Características fisiográficas .....	28
5.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	30
5.1	Materiales.....	30
5.1.2	Material Vegetal .....	30
5.1.3	Material de campo.....	30
5.1.4	Material de laboratorio.....	30
5.1.5	Equipos .....	30
5.2	Métodos.....	30
5.2.1	Procedimiento experimental.....	30
5.2.1.1	Recolección de información general .....	30
5.2.1.2	Reconocimiento de plantas de copoazú .....	30
5.2.1.3	Determinación del tamaño de la muestra .....	31
5.3	Características morfológicas de copoazú.....	31
5.3.1	Recolección del material vegetativo.....	31
5.3.2	Análisis estadístico de datos .....	38
6.	RESULTADOS Y DISCUSIONES .....	40
6.1	Caracterización morfológica .....	40
6.1.1	Evaluación de variables cuantitativas en las hojas .....	40
6.1.2	Evaluación de las variables cualitativas en las hojas .....	41
6.1.3	Evaluación de variables cuantitativas en la flor.....	42
6.1.4	Evaluación de las variables cualitativas de la flor .....	44
6.1.5	Evaluación de las variables cuantitativas para el fruto .....	46

6.1.6	Evaluación de las variables cualitativas para el fruto .....	49
6.1.7	Evaluación de las variables cuantitativas de la semilla .....	50
6.2	Variabilidad génica .....	50
6.2.1	Análisis de componentes principales .....	51
6.2.2	Análisis del coeficiente de distancia .....	54
7.	CONCLUSIONES .....	56
8.	RECOMENDACIONES .....	58
9.	BIBLIOGRAFÍA .....	59

### Índice de Cuadro

Cuadro 1.	Valor nutricional de Copoazú .....	11
Cuadro 2.	Descriptores morfo-agronómicos del Copoazú utilizados para la caracterización de hojas .....	32
Cuadro 3.	<i>Descriptores morfo agronómicos utilizados para la caracterización de las flores. ....</i>	33
Cuadro 4.	<i>Descriptores morfológicos utilizados para la caracterización del Fruto. ...</i>	35
Cuadro 5.	<i>Parámetros morfo agronómicos utilizados para la caracterización de las semillas. ....</i>	37
Cuadro 6.	<i>Paramentarios cualitativos de las presencia de enfermedades .....</i>	38
Cuadro 7.	<i>Evaluación de características cualitativas para la hoja de copoazú presentes en la parcela. ....</i>	42
Cuadro 8.	<i>Evaluación de características cualitativas para la flor en plantas de Copoazú presentes en la parcela .....</i>	45
Cuadro 9.	Evaluación de características cualitativas de los frutos de Copoazú presentes en la parcela. ....	49

## ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1. Ubicación geográfica de la Estación Experimental de Sapecho (Área IV) .</i>	27
<i>Figura 2. Muestra la forma en que se evaluaron algunas de estas variables.....</i>	31
<i>Figura 3. Descriptores morfológicos evaluados para las hojas: A. Largo de la hoja, B. Ancho de Hoja, C. Angulo Basal, D. Forma apical de la hoja, E Forma Basal de la Hoja.....</i>	32
<i>Figura 4. Muestra las flores de Copoazú recolectadas .....</i>	33
<i>Figura 5. Descriptores morfológicos evaluados de la flor: A. Lígula (cm), B. pedúnculo (cm), C. Estambre (cm), D. Estaminoides (cm), E. Ovario (cm), F. Estilo (cm) .....</i>	34
<i>Figura 6: Descriptores morfológicos evaluados en el fruto: A. Largo del fruto (cm), B. Ancho de fruto (cm), Constricción basal, D. Forma del Ápice. E. Grosor de cascara, F. Grosor de Mesocarpio.....</i>	36
<i>Figura 7. Descriptores morfológicos evaluados en la semilla: A peso de semilla fresca, B. Largo de semilla, C. Ancho de semilla. ....</i>	37
<i>Figura 8. Comportamiento de NFA y NFR .....</i>	44
<i>Figura 9. Comportamientos de las variables NFRE y NFA .....</i>	47
<i>Figura 10. Comportamientos de las variables PPF .....</i>	48
<i>Figura 11. Comportamientos de las variables EM y GC.....</i>	48
<i>Figura 12. Distribución de las variables originales de accesiones sobre el primero y segundo Componente principal en la caracterización agromorfológica de las plantas de Copoazú.....</i>	51
<i>Figura 13. Análisis de conglomerados con variables cuantitativas de producción. ...</i>	54

## ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1. Estadística Descriptiva para datos de hojas de Copoazú que presentan las variables longitud de hoja (LH en cm), Ancho de la hoja (AH en cm), relación Largo/Ancho, Angulo apical (AA el angula que forma) y Angulo basal (AB el angula que forma) evaluadas en el estudio de Caracterización Agromorfológica durante el periodo 2012 en la Estación Experimental de Sapecho. ....</i>	40
---	----



<i>Tabla 2. Estadística Descriptiva para datos de flores en Copoazú que presentan las variables Largo de la lígula del pétalo (LLP en mm), Ancho de la lígula(AL en mm), Largo de sépalo (LS en mm), Ancho de sépalo (AS en mm), Largo del estaminodios (LE en mm), Largo del estambre (LE1 en mm), Largo del estilo (LE2 en mm), Largo del pedúnculo (LP en mm), largo del ovario(LO en mm), Ancho del ovario (AO en mm), numero de óvulos por ovario (NO) y Numero de flores por cojín floral(NFCF) evaluadas en el estudio de Caracterización Agro morfológica durante el periodo 2012 en la Estación Experimental de Sapecho. ....</i>	<i>43</i>
<i>Tabla 3. Estadística Descriptiva para datos de frutos en Copoazú que presentan las variables número de frutos Roídos y Enfermos (NFRE), número de Frutos saludables por árbol (NFA), peso promedio por fruto (PPF en Kg), largo de fruto (LF en cm), ancho de fruto (AF en cm), grosor de cascara (GS en cm), Espesor de mesocarpio (EM en cm) y numero de granos Por fruto (NDGF) evaluadas en el estudio de Caracterización Agro morfológica durante el periodo 2012 en la Estación Experimental de Sapecho. ....</i>	<i>46</i>
<i>Tabla 4. Estadística Descriptiva para datos de semilla de Copoazú que presentan las variables peso de la semilla húmeda con pulpa (PSHPT en gr), testa peso de la semilla húmeda sin pulpa y testa (PSHSPT en gr), Peso de la pulpa y testa (PPT en gr), peso de la semilla seca (PSS en gr), Largo de la semilla (LS en cm), ancho de semilla (AS en cm) y Espesor de la semilla(ES en cm) evaluadas en el estudio de Caracterización Agromorfológica durante el periodo 2012 en la Estación Experimental de Sapecho. ....</i>	<i>50</i>

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Información de las características cuantitativas de la hoja detalle morfo agronómicos utilizados. ....	i
Anexo 2. Características cualitativas para las hojas morfo agronómicos utilizados. ....	i
Anexo 3. Características cuantitativas de la flor morfo agronómicos utilizados. ....	ii
Anexo 4. Características cualitativas de la flor morfo agronómicos utilizados.....	ii
Anexo 5. Características cuantitativas del fruto morfo agronómicos utilizados. ....	iii
Anexo 6. Características cualitativas del fruto morfo agronómicos utilizados. ....	iii
Anexo 7. Características cuantitativas para la semilla morfo agronómicos utilizados. ....	iv
Anexo 8. Características cuantitativas para la semilla morfo agronómicos utilizados. ....	iv
Anexo 9. Hojas jóvenes del arboles de Copoazú .....	v
Anexo 10. Planta de Copoazú estudiadas .....	v
Anexo 11. Flores de copoazú con diferentes tonalidades de pigmentación.....	vi
Anexo 12. Frutos de copoazú con diferencia en formas. ....	vi
Anexo 13. Grosor de la cascara y espesor del mesocarpio. Pulpa de copoazú envuelta en la semilla.....	vii
Anexo 14. Frutos dañados y enfermos.....	vii

## RESUMEN

El presente estudio se realizó en la Estación Experimental de Sapecho (EES), ubicado al norte del Departamento de La Paz en la zona de Alto Beni, dependiente de la Facultad de Agronomía de la Universidad Mayor de San Andrés.

El motivo del presente trabajo se propone realizar un estudio detallado para la caracterización agro-morfológica de la parcela de Copoazú, con el propósito de brindar información básica sobre esta planta, para que posteriormente se puedan realizar selecciones de las mejores plantas y poder mejorar la producción en la región.

Para ello se tuvo que estudiar a todas las plantas de Copoazú que componen la parcela llegando a formar un grupo total de 20 plantas, de las cuales se registraron 44 características (28 variables cuantitativas y 16 variables cualitativas), basados en los descriptores morfológicos de hoja, flor, fruto, semilla.

Se aplicaron los métodos de análisis multivariado como ser el análisis de componentes principales, análisis del coeficiente de distancia y se estimaron rendimientos para las plantas.

Se determinó que en la muestra en estudio los descriptores que presentaron mayor coeficiente de variación fueron el número de flores por rama, número de flores por árbol, número de frutos roídos y enfermos, número de frutos por árbol, número de granos por fruto y las demás variables presentaron una variabilidad mínima siendo la media representativa para la población.

Para el análisis de componentes principales se determinó que el componente uno demuestra el 40% y el componente dos explica el 30% de la variabilidad en la muestra en estudio para estos órganos, además que se pueden identificar 3 grupos (cluster), las semillas representado de color naranja, el fruto de color verde y una combinación y una combinación de datos de flor y fruto representado con color celeste.

Según los datos cuantitativos se formaron dos grupos, el primer grupo conformado por 8 plantas las cuales se dividen en dos sub grupos el primer sub-grupo 1a (azul), donde según los datos obtenidos anteriormente el sub-grupo 1a (azul) presento datos similares en base a la producción donde las plantas de Copoazú a10, a16, a5 y a7 están correlacionadas entre sí. El sub-grupo 1b (celeste) conformado por las plantas de Copoazú a3, a9 y a6 presentaron características más o menos similares ya que a su vez el sub-grupo 1b esta correlacionado con el sub-grupo 1a. Este resultado explica que estas plantas son las más sobresalientes en la muestra de estudio, de acuerdo a las características cuantitativas (mayor cantidad de frutos por árbol).

El sub grupo 1a y 1b, están correlacionadas a su vez con la planta de Copoazú a4 la cual es la que presenta las características más destacadas en base a producción de fruto y semilla.

El grupo 2 conformado por 4 plantas en el que encontramos al sub grupo 2a (verde) donde estas plantas se agrupan por presentar características cuantitativas más bajas en la muestra de estudio (menor cantidad de frutos por árbol) en las que podemos encontrar al sub grupo 2a que presenta las plantas a2, a8, a1 y a12.

## SUMMARY

The present study was carried out in the Experimental Station of Sapecho (EES), located to the north of the Department of The Peace in the area of High Beni, clerk of the Ability of Agronomy of the University bigger than San Andrés.

The reason of the present work intends to be carried out a detailed study for the characterization agromorfológica of the parcel of Copoazú, with the purpose of offering basic information on this plant, so that later on they can be carried out selections of the best plants and to be able to improve the production in the region.

For it one had to study to all the plants of Copoazú that compose the parcel ending up forming a total group of 20 plants, of which registered 44 characteristics (28 quantitative variables and 16 qualitative variables), based on the morphological describers of leaf, flower, fruit, seed.

The methods of multivariate analysis were applied as being the analysis of main components, analysis of the distance coefficient and they were considered yields for the plants.

It was determined that in the sample in study the describers that presented bigger variation coefficient were the number of flowers for branch, number of flowers for tree, number of gnawed fruits and sick, number of fruits for tree, number of grains for fruit and the other variables presented a minimum variability being the representative stocking for the population.

For the analysis of main components it was determined that the component one demonstrates 40% and the component two he/she explains 30% of the variability in the sample in study for these organs, also that 3 groups (cluster) can be identified, the represented seeds of color orange, the fruit of green color and a combination and a combination of flower data and fruit represented with celestial color.

According to the quantitative data they were formed two groups, the first group conformed by 8 plants which are divided in two sub groups the first sub-group 1a

(blue), where according to the data obtained the sub-group previously 1a (blue) I present similar data based on the production where the plants of Copoazú a10, a16, a5 and a7 are correlated among if. The sub-group 1b (celestial) conformed by the plants of Copoazú a3, a9 and a6 presented characteristic but or less similar since to their you see the sub-group 1b this correlated with the sub-group 1a. This result explains that these plants are the most excellent in the study sample, according to the quantitative (bigger quantity of fruits for tree) characteristics.

The sub group 1a and 1b, they are correlated to their you do with the plant of Copoazú a4 which is the one that presents the characteristics but outstanding based on fruit production and seed.

The group 2 conformed by 4 plants in which we find to the sub group 2a (green) where these plants group to present characteristic quantitative but you lower in the study (smaller quantity of fruits for tree) sample in those that we can find to the sub group 2a that it presents the plants a2, a8, a1 and a12.

## 1. INTRODUCCIÓN

El copoazú (*Theobroma grandiflorum Schum.*), es un frutal nativo de la Amazonía que poco a poco fue conquistando el norte de Bolivia, Brasil, Colombia, Ecuador, Guyana, Perú, Venezuela, Surinam. (Unterladstaetter, 2005).

En la actualidad Brasil es el país que más está explotando al cultivo de copoazú, industrializando sus derivados ya hace varios años, además que el fruto es muy apreciado en el mercado internacional y gradualmente a nivel nacional, (Castaños, 2010).

El mismo autor señala que hoy en día se aprovecha al cultivo obteniendo muchos derivados del fruto, dentro de nuestro territorio por el momento solo en el norte de la amazonia boliviana.

En Bolivia el copoazú es conocido en Guayaramerin, Riberalta (Beni), Cobija (Pando), además de otras localidades de la zona norte de ambos departamentos.

Recientemente se ha iniciado su aprovechamiento integral industrializando la fruta que es recolectada en forma de aprovechamiento extrativista y en combinación de sistemas agroforestales específicamente en la ciudad de Riberalta. (Unterladstaetter, 2005).

Además en la actualidad más de 300 familias de 28 comunidades de Riberalta se dedican a su aprovechamiento logrando una producción de 20 toneladas de pulpa, en el año 2004 teniendo una proyección para el 2007 de 150 toneladas de pulpa de copoazú para la exportación. (Fundación Trópico Húmedo, 2010).

El Alto Beni es una región de clima sub tropical perteneciente al departamento de La Paz, área adecuada para la producción de plantines de copoazú.

Gran parte de la información del cultivo en la actualidad se encuentra dispersa en diversos tipos de publicaciones tanto nacionales como internacionales, dificultando siempre la consulta inmediata por parte de los productores agroindustriales, técnicos, estudiantes e investigadores.

La degradación de los suelos tropicales y la tala indiscriminada de nuestros bosques hacen ver al cultivo del copoazú como un producto ecológicamente ideal para la agroforestería. (Bolsa Amazonia, 2009).

En Alto Beni se encuentran varias instituciones que trabajan con la implementación de los Sistemas Agroforestales donde se han incorporado en los mismos el cultivo de copoazú, claro está que los plantines han sido obtenidos por medio de la propagación de semillas que fueron introducidas de Riberalta, no habiendo generado aún tecnología alguna sobre el manejo y particularmente en lo referente a la producción de plantines a gran escala.

### **1.1 Justificación**

Desde que el IBTA (Instituto Boliviano de Tecnología Agropecuaria), dejó de recibir financiamiento y apoyo externo se dejó a un lado la investigación de este centro experimental quedando abandonadas hasta el 2004 donde la facultad de Agronomía se hizo cargo bajo un contrato de comodato con la prefectura del departamento de La Paz, este fue el inicio de una serie de esfuerzos para retomar la investigación y dar soluciones a los problemas de la región.

En el caso del cultivo de Copoazú, este cultivo fue introducido a la región con el fin de implementar variedades de frutales de importancia para el medio agrícola con el fin de mejorar la producción, al igual que se hace con el cultivo de cacao.

Bajo este contexto el presente trabajo propone realizar un estudio detallado de la caracterización agro-morfológica de la parcela de Copoazú, que permita a los técnicos e investigadores tener elementos más claros acerca de esta planta que se encuentra en los predio de la Estación Experimental de Sapecho, para que posteriormente se puedan realizar selecciones y poder distribuirlos al sector productivo para mejorar la producción en la región.



## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo General**

- Caracterizar agro-morfológicamente la parcela de Copoazú de la Estación Experimental de Sapecho en la zona de Alto Beni, Bolivia.

### **2.2 Objetivo Especifico**

- Determinar las características agro-morfológicas de mayor contribución a la diferenciación de las plantas de Copoazú presentes en la parcela.
- Determinar la variabilidad fenotípica, presente dentro de la población en estudio.
- Estimar el rendimiento que tiene cada planta de Copoazú.

### **2.3 Hipótesis**

- Las características agro-morfológicas de las plantas de Copoazú son las mismas.
- No existe variabilidad fenotípica dentro de la población en estudio.
- El rendimiento que tiene cada planta de Copoazú es similar.

### 3. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

#### 3.1 Aspectos Generales

La planta del copoazú pertenece a la familia del cacao, además de ser hoy en día un componente más de los sistemas agroforestales ya que puede desarrollar en áreas degradadas o barbechos, por lo cual contribuye la recuperación de los suelos, (PITA, 2005.Formato VCD).

En las dos últimas décadas, el cultivo del copoazú ha experimentado un progreso significativo, siendo una de las especies que rompió el ciclo extra vista de cosecha, siendo cultivada en mayor o menor escala, en todos los estados de la amazonia brasileña y peruana, (Urano, *et.al.* 2009).

#### 3.2 Descripción botánica

Según Rojas, *et. al.*, (1996):

Reino	:	Vegetal
Subreino	:	Embryobionta
División	:	Magnoliophyta
Clase	:	Magnoliopsida
Subclase	:	Dilleniidae
Orden	:	Malvales
Familia	:	Sterculiaceae
Género	:	<i>Theobroma</i>
Especie	:	<i>Theobroma grandiflorum</i> Schum.

#### 3.3 Características generales

El Copoazú es una planta leñosa arbórea, de ciclo perenne. Hábito de crecimiento erecto y semierecto. Su forma cilíndrica, en árboles de tres años y medio, se ha registrado diámetros de 10 cm y alturas de 4 m, ya en estado adulto su elevación puede llegar hasta 18 m. (Rojas, *et. al.*, 1996).

Árbol perennifolio de hasta 20 m de altura y 45 cm de DAP\* (diámetro altura al pecho) en el bosque natural, y cultivado dentro de una parcela puede llegar a medir

de 4 - 8 m de altura y con diámetro de copa superior a los 7 m (Unterladstaetter, 2005).

El árbol del Copoazú presenta el follaje una hoja perenne, además que una planta puede llegar a variar en el tamaño entre pequeño y mediano, de 6 - 10 m de alto, rara vez hasta los 18 m, esto sin que se los de un manejo adecuado por ejemplo las podas, (FAO, SIDA, 1987).

El Copoazú al igual que todas las especies del género *Theobroma* presentes en la amazonia, presenta ramificaciones tricomicas, a excepción del cacao, cuyo padrón de crecimiento es del tipo quincotómico (Addison & Tavares, 1951; citado por Urano, *et. al.* 2009).

El padrón tricotómico se caracteriza inicialmente por el crecimiento vertical del eje principal, el cual originara el tronco, que al alcanzar una altura de 40 cm a 50 cm, emite en su porción terminal tres ramificaciones laterales de crecimiento plagiotrópico, (Urano, *et. al.* 2009).

El mismo autor indica que enseguida, se desarrolla una nueva yema en el centro de las ramificaciones a una altura de 70 a 100 cm, forma otro conjunto de ramificaciones plagiotrópicas en las extremidades.

Estos crecimientos periódicos y ordenados, están caracterizados por el desarrollo de una yema de crecimiento ortotrópico y tres de crecimiento plagiotrópico, ocurren hasta que la planta llega a la madurez, alcanzando una altura cerca de 15 a 20 m los ejemplares más desarrollados, (Urano, *et. al.* 2009).

### **3.3.1 Descripción de la raíz**

El sistema radicular está caracterizado por una raíz pivotante robusta, con una extensión raramente inferior a 2 m, particularmente cuando establecido en suelos permeables con estructura granular uniforme y textura arcillas-arenosa; raíces secundarias abundantes y superficiales, que se concentran en mayor proporción en la parte que corresponde al extremo de la planta, que alcanza en los ejemplares

adultos una extensión de hasta 6 m, con raíces laterales abundantes, (Urano, *et. al.*, 2009).

La raíz es típica normal por su origen. A los 10 años las raíces laterales y ramificaciones que se desprenden de la raíz principal, se profundizan hasta 2 m y le sirven de anclaje al árbol. En los primeros 20 cm del suelo se encuentran las raíces laterales o secundarias que pueden alcanzar una longitud de 5 a 6 cm. (Rojas 1996, citado por Montaña 2006).

### **3.3.2 Descripción del tallo**

Con cascara marrón oscura y ramificaciones tricotómicas, con las ramas superiores ascendentes y las inferiores horizontales. El crecimiento de la parte aérea obedece a un patrón bien definido. El tallo crece en etapas de 1,0 a 1,5 m, emitiendo ramas plagiotrópicas trifurcadas al final de cada periodo, (Villachica, 1996).

El tronco es generalmente recto, con un diámetro de 25 a 30 cm, sin desmoche natural, corteza marrón oscura en la superficie externa, rosada o enrojecida internamente, granulada, fisurada, con espesor de 2mm, lenticelada, madera pálida y de baja densidad, sin valor comercial. Ramas con ritidoma exfoliativo, ascendentes en la parte superior y ligeramente horizontales en la parte inferior (Fróes, 1959; Cuatrecasas, 1964; Prance & Silva, 1975; Cavalcante, 1991; Paula y Alves, 1997; citado por Urano, *et. al.* 2009).

La corteza presenta la corteza de color pardo oscuro y grisáceo, con textura granular y agrietada; el habito columnar, con crecimiento pseudoapical, las ramas laterales, mientras que las ramas viejas se hacen horizontales o descendentes, (FAO, SIDA, 1987).

### **3.3.3 Descripción de la hoja**

Las hojas son simples, sub-coriáceas, con 25 a 35 cm de longitud por 6 a 10 cm de ancho; presenta lámina oblongo-ovalada, glabras de color verde en el haz y verde claro o rosado pálido en el envés, el cuan cuenta con revestimiento delicado de pilosidad, (Villachica, 1996).

Las hojas son simples alternas, sub-coriáceas, tamaño medio de 35,3 cm y largo medio de 11,4 cm, en los individuos establecidos en localidades con sombra parcial, y en los individuos establecidos a pleno sol; lámina oblonga o elíptica-oblonga; orilla interna ligeramente sisuosa-dentada en dirección del ápice acuminado, con una punta de 1,0 a 2,5 cm de largo, base obtusa o ligeramente redondeada. (Prance & Silva 1975; Cavalcante, 1991, citado por Urano, *et. al.* 2009).

Por otra parte el mismo autor indica que la hoja presenta un peciolo corto y espesor en la base de 1.4 y 0.99 cm, respectivamente, ferrugíneo; nervadura principal y secundaria prominente en el envés, las secundarias representadas por siete a doce pares, ascendentes, con los primeros pares ascendentes, con los dos primeros pares anastomosados en la base ligeramente curvas, formando ángulos de alrededor de 60 grados con la nervadura principal; nervaduras terciarias transversales y sub paralelas, también prominentes en el envés. (Urano, *et. al.* 2009).

#### **3.3.4 Descripción de la flor**

Las inflorescencias son cimas pequeñas localizadas en las ramas horizontales, compuestas por cinco flores o más; cada flor tiene cinco pétalos, cinco sépalos, cinco estambres y un ovario pentagonal con cinco lóculos. (Leal *et. al.*, 2008).

Inflorescencias en cimas pequeñas en ramas horizontales (plagiotropismo), con 3 - 5 (7) flores; cada flor tiene 5 sépalos parcialmente soldados, corola 5-pétalos, 5 estambres, ovario pentagonado y 5 lóculos. (Wales, 2010).

Las inflorescencia están localizadas en las ramas plagiotrópicas, cimulosas, de tres a cinco o más; pedúnculo con tres bractéolas; cáliz con cinco sépalos espesos, parcialmente unidos o libres; corola con cinco pétalos presentando cada uno forma túnica en la base, con la parte superior laminar de color rojo oscuro; cinco estambres localizados en el interior de la túnica; ovario pentagonal, obovado con cinco lóculos multiovalado, (Villachica, 1996).

### 3.3.5 Descripción del Fruto

El fruto no está bien definido morfológicamente, presenta características parciales de drupa y de baya (Cavalcante, 1991), sin embargo con frecuencia se le ha tipificado como baya (Barroso *et al.*, 1978). Conviene destacar, no obstante que una de las características básicas de los frutos tipo drupa es la presencia de un endocarpio duro envolviendo la semilla, algo que no se ve en el fruto del copoazú. Por otro lado, las bayas se caracterizan por presentar todo el tejido fundamentalmente carnoso y el epicarpio bastante delgado, pero en el Copoazú, el epicarpio y el mesocarpio son de consistencia leñosa y quebradiza, (Urano, *et. al.* 2009).

A su vez el mismo autor indica que a través de la revisión sistemática de los tipos de frutos efectuada por Spjut (1994), el Copoazú puede ser considerado como un anfisarcidio o sea, un fruto simple, indehiscente con pericarpio diferenciado externamente por una corteza seca e, internamente en una o más capas carnosas.

Se presenta en forma oblonga, ovalada, elíptica, ovoide o redondo, con o sin construcción basal y ápice redondeado o con una leve o fuerte protuberancia (Souza, 1996); epicarpio duro, leñoso, de un espesor de alrededor de 2 mm, epidermis de color verde, recubierta por una capa polvorienta, de coloración ferruginea, que se desprende parcialmente con el manejo del fruto; mesocarpio también duro, de consistencia menos leñosa que el epicarpio, color crema de un espesor entre 0.5 mm a 0.7 mm; endocarpio carnoso, aromático envolviendo las semillas y firmemente adheridos al tegumento por fibras; semillas elipsoide u ovoide, externamente de coloración castaño claro, largo promedio de 31,0 mm, ancho de 20,8 mm y espesor de 15,3 mm, bitegmicas con testa densa y subcoriacea, tegmen constituido por varias capas de células delgadas, embrión constituido por dos cotiledones de color blanco, voluminosos densos y muy doblados en torno al eje embrionario; endospermo escaso en las semillas maduras, representado por una película que envuelve externamente el embrión, inclusive en sus pliegues (Oliveira, 1993); número promedio de semillas por fruto alrededor de 32, dependiendo del tamaño de este, pudiendo variar de 9 a 62, siendo con mayor frecuencia, de 36 a 44 semillas por fruto (Urano, *et.al.* 2009).

Los frutos son bayas drupáceas oblongas de 12 a 15 cm. de largo y de 10 a 12 cm. de diámetro. El rendimiento de la pulpa es extremadamente variable, pero en general, los frutos presentan 40% de pulpa, 42% de cascara y 18% de semillas (Barbosa *et al.*, 1979; citado por Leal *et al.*, 2008).

El fruto es elipsoidal, liso por fuera y llega a pesar más. De 1,5 Kg. El endocarpio es blanco, terso y tiene un sabor ácido. Se lo cosecha cuando madura y cae al suelo (Hernández y León, 1992).

El fruto del Copoazú se la clasifica como una baya drupácea además de ser oblongo, 12 a 16 cm x 9 a 12 cm, y de 0,5 a 2 kg de peso, además de presentar un epicarpio rígido, leñoso y epidermis verdosa, con capa pulverulenta beige (Wales, 2010).

El fruto posee un gran potencial aromático. Tienen una forma oblonga, miden de 12 a 25 cm de largo y de 10 a 12 cm de diámetro y pesan entre 1 y 2 Kg. La baya del Copoazú se compone de la pulpa (46%), la piel (38%) y las semillas (16%). La variedad de Copoazú sin semillas, con más baja productividad, contiene un 67% de la pulpa, menos aromática. (Brasil, 2010).

El fruto presenta características de drupa y de baya (baya drupácea), de forma elipsoide u oblonga, variando de 12 a 25 cm de longitud y de 10 a 12 cm de diámetro, su peso fluctúa entre 0,5 y 4,0 kg, promedio 1,5 Kg. El epicarpio es rígido y leñoso, con epidermis verde, cubierta por una capa pulverulenta que se desprende cuando se manipula; meso-endocarpio de coloración amarillento, con 7 mm de espesor. (Villachica, 1996).

### **3.3.6 Descripción de la Semilla**

El fruto contiene entre 20 y 50 semillas, promedio 32, superpuestas en hileras verticales en torno a la placenta, envuelta por abundante pulpa blanco amarillenta, acidulada y con aroma característico (Villachica, 1996).

Número promedio de semillas es alrededor de 32, dependiendo del tamaño de este, pudiendo variar de 9 a 62, siendo con mayor frecuencia de 36 a 44 semillas por fruto. (Urano, *et.al.* 2009).

Dentro de un fruto de Copoazú el contenido de semilla en su interior varía entre las 20 y 50 semillas y las mismas se encuentran envueltas en una pulpa mucilaginosa con un aroma agradable. (Leal *et. al.*, 2008).

El contenido de las semillas en el Copoazú llega a ser muy variado ya que los frutos pueden llegar a ser tan grandes o tan pequeños pero un dato aproximado es de 25 a 50 semillas superpuestas en cinco filas. (Hernández y León, 1992).

Basados en estudios realizados en la amazonia brasileña se pudo observar que cada fruto de Copoazú contiene cerca de 50 semillas, las cuales están cubiertas por una pulpa mucilaginosa. (Brasil, 2010).

El autor indica que el Copoazú puede variar en cuanto al tamaño del fruto por lo tanto un dato aproximado en el número de semillas puede ser entre 20 y 50 semillas, envueltas en una pulpa mucilaginosa, blanca amarillenta y de muy buen aroma. (Wales, 2010).

### **Semillas recalcitrantes**

El comportamiento de tipo recalcitrante, se refiere a semillas que no pueden ser almacenadas porque pierden rápidamente su viabilidad cuando son deshidratadas y mantenidas a bajas temperaturas y por lo general, no presentan latencia o ella es débil, pierde su viabilidad a las pocas semanas de estar almacenadas debido a que poseen embriones desnudos con un alto contenido hídrico. Sin embargo no hay estudios experimentales que determinen las condiciones térmicas e hídricas óptimas para almacenar propágulos viables por periodos prolongados. (ISTA 1993).

A pesar de que existe gran variación en el contenido de humedad crítico entre las especies, bajo el cual la viabilidad se reduce, algunas especies comienzan a morir rápidamente aún en equilibrio con una humedad relativa ambiental de 98-99%, y la mayoría de las semillas muere cuando su contenido de humedad está en equilibrio con una humedad ambiental de 60-70% (que corresponde a un contenido de humedad de 16-30% sobre el peso fresco). Todavía no existe un método satisfactorio



para mantener la viabilidad de las semillas, en particular las de origen tropical, por arriba de un periodo corto. (Bonner y Vozzo, 1990).

Como regla general, la longevidad de la semilla se duplica por cada 1% en que se reduce su porcentaje de humedad o cada 5 C°, en que se disminuye la temperatura durante el almacenamiento. Además si las semillas se acondicionan en envases sellados con una humedad de 5-7% a -18 °C, pueden mantener su viabilidad por un siglo. Son ejemplo de semillas ortodoxas la mayoría de las especies cultivadas (Disponible en: <http://www.es.answers.yahoo.com/>,2010).

El mismo autor menciona que otro grupo de especies produce semillas que normalmente se deshidratan en la planta madre y que mueren si su contenido de humedad se reduce por debajo de un valor crítico, son las denominadas semillas recalcitrantes.

**Cuadro 1. Valor nutricional de Copozú**

COMPONENTE	VALOR %
Proteínas	20,0
Grasas	50,8
Carbohidratos	15,9
Fibras	9,6
Cenizas	3,7

Fuente: Villachica, 1996

### **3.4 Ecología de la planta**

Tiene como habitat natural el bosque tropical húmedo de las tierras altas no inundables sombreado parcialmente por los árboles de mayor tamaño. Las condiciones climáticas favorables para su desarrollo son bastante variables. En las zonas de ocurrencia natural, la temperatura varía entre 21,6 a 27,5° C, la humedad relativa del aire entre 64 y 93 % y las precipitaciones anuales pueden estar entre 1900 y 3100 mm. Se ha observado buen desempeño de la especie en regiones con clima sub húmedo, con lluvias anual superior a 22°C. (Villachica, 1996).

En condiciones naturales el Copoazú se desarrolla en suelos no inundables, de buen drenaje, de textura arcillo-arenosa a francos; el Copoazú resiste a periodos cortos de anegamiento. En algunos casos se encuentran plantas de Copoazú en suelos inundables muy ricos en materia orgánica. (Unterladsteatter, 2005).

Por otra parte el mismo autor indica que en general, los suelos de elevada fertilidad son los más apropiados para el desarrollo de este cultivo. Las condiciones ambientales de clima más apropiados para el desarrollo son aquellas con precipitaciones de 1900-3100 mm; temperaturas medias de 24-28 °C, con una humedad relativa del ambiente promedio de 64-93 % y altitudes no superiores a los 500 metros. La especie tolera periodos de sequía de 2-4 meses no más.

### **3.4.1 Plagas y enfermedades**

En el Copoazú se presentan ataques de un insecto amarillo (*Costalimaita ferruginea*) el cual perfora las hojas, piojos arineros (*Pseudococcus* sp.), pulgones negros (*Toxoptera citricidus*), hormiga arriera (*Atta* sp.) y otra hormiga negra que se asocia con un homóptero aprovecha los residuos que este deja produciendo la caída de botones florales y de flores abiertas ya que corta el peciolo.

Para el control de estos insectos, no se recomienda la aplicación de insecticidas en los sistemas de producción (arreglos agroforestales) para recurrir al control se debe recurrir a MIP (manejo integrado de plagas), especialmente en el control biológicos, con insectos benéficos que están presentes en la diversidad de la plantas existente en los arreglos agroforestales. Con lo anterior, se pretende disminuir al máximo cualquier disturbio al equilibrio natural, porque puede afectar su control dentro de las enfermedades que atacan el Copoazú están:

- **Escoba de bruja (*Crinipellis perniciosa*)**

**Síntoma:** se presenta un crecimiento y una brotación anormal en las ramas y en las flores que se encuentran infectadas por el hongo. En el fruto los síntomas se observan en la pulpa y en las semillas.

**Control:** preferiblemente se debe realizar un control cultural de la enfermedad eliminando las escobas presentes en el árbol, tanto ramas como flores y frutos. La poda de la enfermedad a rama se puede realizar 20 a 25 cm debajo de la parte afectada. Si se presenta ataques graves se puede recurrir a la aplicación de fungicidas a base de cobre.

- **Mal de machete (*Thielavopsis paradoxa*)**

**Síntomas:** se manifiesta en el fruto, con una pudrición interna, afectando la pulpa directamente.

**Control:** se recomienda desinfectar bien las herramientas durante la realización de las labores culturales.

- **Pudrición del pie (*Phytophthora sp.*)**

**Síntomas:** la enfermedad se presenta en el cuello de la planta y en las raíces. Los tejidos de la corteza se tornan a una coloración parda y las hojas se marchitan.

- **Moniliasis (*Monilia sp.*)**

**Síntomas:** el ataque se observa en la parte externa de los frutos los cuales presentan esporulaciones blancas del hongo. Cuando el ataque es severo y avanzado, el fruto se observa de color negro.

**Control:** para el control de esta enfermedad se deben hacer recolecciones de los frutos afectados y eliminarlos.

Otras enfermedades reportadas en el Brasil, son:

- **Antracnosis (*Colletotrichum gloesporoides*)**

**Síntomas:** se presentan manchas negras en las hojas que luego acaban por secarse.

- **Pudrición de raíces (*Rigidoporus lignosus*)**

**Síntomas:** el follaje se observa de un color amarillo pálido y se seca rápidamente.

- **Requema (*Phytophthora heveae*)**

**Síntomas:** se presentan áreas oscuras en el tejido del injerto. En algunas ocasiones se presenta anillamiento y luego la planta muere.

- **Mancha de Phomosis (*Phomosis sp*)**

**Síntomas:** la enfermedad se manifiesta en ramas, frutos y hojas. En las hojas se observan unas manchas circulares y enroscamiento.

- **Mancha (*Cercospora bertholletia*)**

**Síntomas:** se observan puntos amarillos en las hojas, tanto en el haz como en el envés y luego se tornan de color pardo; los puntos están rodeados por un halo amarillo.

- **Pudrición de las almendras (*Colletotrichum gloesporoides*, *Cephalosporium Bertholletianum*, *Fusarium sp.* *Diplodia natalensis* y *phomosis bertolletianum*).**

**Síntomas:** las almendras se pudren y luego adquieren una coloración negra, cubierta por el micelio del hongo de color blanco.

### **3.5 Descripción geográfica**

El Copoazú se halla distribuido por la Cuenca Amazónica, América Central y el Caribe (Villachica 1996).

En nuestro país, el Copoazú, está siendo cultivado en la provincia Vaca Díez del Departamento de Beni recibiendo el apoyo de la Fundación Trópico Húmedo a través del PITA “Procesamiento y comercialización de los productos de Copoazú producidos en sistemas agroforestales” (Fundación Trópico Húmedo, 2010).

### **3.5.1 Factores Climáticos**

Las condiciones climáticas favorables para el desarrollo del Copoazú son bastante variables. En las zonas de ocurrencia natural, la temperatura varía entre 21.6 a 27.5°C, la humedad relativa del aire está comprendida entre 64 y 93 % y las precipitaciones pluviales anuales fluctúan entre 1,900 y 3,100 mm. (Villachica, 1996).

El mismo autor indica que se ha observado buen desempeño de la especie en regiones con clima sub húmedo, con lluvias anuales superiores a 1,800 mm, bien distribuidas donde la temperatura media anual es superior a los 22°C.

### **3.6 Caracterización morfológica**

Según Leniz (1989), citado por Taboada (1993), la caracterización morfológica consiste en registrar las características de alta heredabilidad que pueden observarse fácilmente y con capacidad de expresarse en cualquier medio. Indica también, que los caracteres morfológicos se agrupan en los de tipo constante y los variables: los constantes son aquellos que tipifican el taxón, es decir, la especie o variedad; los variables reciben influencia de las condiciones ambientales y pueden ser considerados como la resultante de la acción del medio ambiente con el genotipo.

Por su parte Ligarreto (2003), menciona que la medición de los caracteres cuantitativos y cualitativos de alta heredabilidad, o que se transmiten a la descendencia en cualquier ambiente, se conoce como caracterización y permite determinar el grado de similitud entre las accesiones por medio de su apariencia morfológica o fenotipo y de variabilidad en una colección. Esta variabilidad se mide con muchas o pocas variables o descriptores (Ligarreto, 2003).

Siendo un descriptor, un atributo cuya expresión es fácil de medir y que hace referencia a la forma, estructura o comportamiento de una accesión. Los descriptores de caracterización permiten la discriminación fácil entre fenotipos, generalmente son altamente heredables, pueden ser detectados a simple vista y se expresan de igual forma en todos los ambientes (Hidalgo, 2003).

### **3.6.1 Características morfológicas del Copoazú**

Para conocer la variabilidad de los caracteres dentro y entre plantas se han realizado varios estudios de los descriptores y se ha seleccionado aquellas características cuantitativas y cualitativas que han resultado ser más útiles para la descripción. Las características más conspicuas de la planta y la más usada en la clasificación de tipos y variedades de copoazú son: la de los frutos, la de las semillas y la de las flores (Soria, 1989).

Según Enríquez (1996), citado por Quiroz (2002), los órganos más importantes para la descripción morfológica son aquellas que están menos influenciados por el ambiente como la flor y el fruto, le siguen en importancia las hojas, el tronco y las ramas.

Ostendorf (1957), propuso el uso del órgano de la flor como el más confiable. Enríquez y Soria (1967), estudiaron las características útiles de la flor para utilizarlas como descriptores y encontraron diferencias marcadas entre cultivares que provienen de diferentes poblaciones determinando la importancia de este órgano para la diferenciación de materiales genéticos. Enríquez (1966), también concluye que la flor del Copoazú podría ser un carácter útil para separar cultivares o para tratar de conocer su origen en general. Más tarde Castro y Bartley (1983) citado por Quiroz (2002), constataron que las características que más se destacan en la flor son: el largo y ancho del ovario utilizado comúnmente para diferenciar especies entre sí.

El IBPGR (1981), recomienda 35 frutos como el tamaño de muestra adecuado informando además que el espesor de la cáscara de la mazorca también es un buen carácter descriptivo, pero que para utilizarlo hay que tener el material homogéneo de una madurez muy parecida, ya que mientras más madura esta esta tiende a disminuir también señala que el color del fruto inmaduro, la forma y rugosidad son características útiles como para diferenciarlos pero que con el color hay que tener precaución, ya que es un carácter influenciado por la exposición de la luz.

Las características de las almendras como ; ancho, largo, espesor, peso húmedo sin testa, peso sin testa, porcentaje de testa y pulpa, están entre las mejores descriptores para caracterizar un cultivar, con una muestra de 12 a 20 frutos añadiéndolos otro como forma y color (Enriquez, 1996).

Enriquez y Soria (1967), también indican que las características de las hojas se deben tener en cuenta; ellas son: relación largo/ancho, ángulo apical. Además, determinan que la segunda hoja de la rama es la mejor para el muestreo.

Frente a la ausencia de estudios profundos del cultivo de Copoazú en Bolivia, se requiere describir todas las características cuantitativas y cualitativas, citadas por el IBPGR (1981), para hallar entre ellas cuales son las que se tipifican a este cultivar y determinar sus relaciones entre plantas.

### **3.7 Métodos para el análisis de datos de caracterización**

El análisis de datos se puede realizar mediante métodos simples y complejos que van desde el uso de gráficos estadísticos de tendencia central y dispersión hasta los multivariados, que tiene el propósito de reducir el volumen de la información y obtener conclusiones y utilidad del germoplasma (Hidalgo, 2003).

#### **3.7.1 Estadísticas descriptivas**

Entre las estadísticas descriptivas se encuentran la media aritmética, el rango de variación, la desviación estándar y el coeficiente de variación, para el caso de datos cuantitativos que permite estudiar y describir el comportamiento de las accesiones. En el caso de datos cualitativos se puede utilizar tablas de frecuencia con el fin de establecer las proporciones de diferentes grupos dentro de una colección de germoplasma. (Hidalgo, 2003).

También se pueden emplear medidas de similitud, que permiten conocer el grado de asociación entre las "n" accesiones o entre las "p" variables, donde se pueden estimar índices de similitud, medidas de correlación coeficientes de distancia según el tipo de datos obtenidos de un proceso de caracterización. (Hidalgo, 2003).

### 3.7.2 Taxonomía numérica como teoría clasificadora

Para Sneath y Sokal (1973) clasificación es el agrupamiento de objetos en clases sobre la base de caracteres que posee en común y/o sus relaciones; taxonomía es el estudio teórico de la clasificación influyendo sus bases, principios, procedimientos y reglas; y taxonomía numérica consiste en el agrupamiento de unidades taxonómicas por métodos numéricos sobre la base del estado de sus características.

Crisci y Lopez (1983), determinan que existen cuatro doctrinas sobre la clasificación y una de ellas es el fenetismo que indica lo siguiente la clasificación debe ejecutarse con un gran número de caracteres que deben ser tomados de todas las partes del cuerpo del organismo; todos los caracteres utilizados tienen la misma significancia e importancia en la formación de los grupos; la similitud total entre dos entidades es la suma de la similitud en cada uno de los caracteres utilizados en la clasificación; los grupos de taxones a formar se reconocen con una correlación de características diferentes; las clasificaciones deben basarse en la similitud fenética. Se entiende por fenético cualquier tipo de característica utilizable en la clasificación, incluyendo los morfológicos, fisiológicos, etc.; y el número de taxones establecido y cualquier rango es arbitrario, aunque siempre debe ser coherente en los resultados obtenidos.

Los pasos elementales comunes en casi todas las técnicas numéricas son:

- Elección de las unidades. Se eligen los organismos a estudiar y se definen las unidades a clasificar denominadas " unidades taxonómicas operativas" (OTU)
- Elección de los caracteres. Se eligen los caracteres que describan a las OTU y se registra el estado de los caracteres presentes en ella.
- Construcción de una matriz básica de datos. Con la información obtenida en los pasos anteriores se construye una matriz básica de datos (MBD) de OTU por estados de los caracteres.
- Obtención de un coeficiente de similitud para cada par posible de OTU. A base de la MBD y utilizando un coeficiente adecuado a los datos que



contienen, se calcula la similitud para cada par posible de las unidades taxonómicas.

- Construcción de una matriz de similitud. Con los valores de similitud calculados en el paso anterior se construye una matriz de similitud OTU por OTU.
- Conformación de grupos. A base de la matriz de similitud del paso anterior mediante las distintas técnicas se obtiene la estructura taxonómica del grupo de estudio.

### **3.7.3 Análisis multivariado**

Para Hair et al. (1992) Mencionado por Hidalgo (2003), en la caracterización de recursos Fito genéticos al análisis multivariado se puede definir como un conjunto de métodos de análisis de datos que tratan un gran número de mediciones sobre cada accesión del germoplasma, que permite la descripción de las accesiones tomando en cuenta simultáneamente varias características sin dejar de considerar las relaciones existentes entre ellas.

Hidalgo (2003) indica que entre los métodos multivariados más usados para el análisis de datos de colección de germoplasma se encuentran el análisis de componentes principales y el análisis de conglomerados por los métodos de agrupamiento jerárquico y no jerárquico.

Peeters y Martinelli (1989), mencionan que una aproximación para medir las muestras más inconstantes como las que se encuentran en las colecciones de germoplasma es usado algoritmos que fueron establecidos y desarrollados en el campo de la estadística multivariada, como el análisis jerárquico de clúster.

Este tipo de análisis tiene varias ventajas: permite una mezcla de ambas características cuantitativas y cualitativas, toda la información. Disponible de la muestra puede ser utilizada y en adición cada entrada es tratada como una entidad individual de igual peso en el análisis, contraria a otras técnicas univariadas que son basadas en la variación de grupos de entradas.

Lebeda y Jendruleck (1987), han mostrado que el análisis de clúster puede ser usado como un método para la evaluación de similitud genética y que derivaciones del método han sido usadas extensivamente en otros tipos de análisis para filogenética; pero que el problema se encuentra en la dificultad de la elección del algoritmo y la selección de los caracteres representa además del algoritmo otra de las variables que afectan el resultado.

El análisis jerárquico de clúster puede ser usado para evaluar relaciones y distancias de algún tipo de muestras caracterizadas por algún tipo de descriptores y este es usado principalmente para evaluar similitud y disimilitud genética en colecciones de germoplasma y la técnica puede tener también aplicación para la selección de líneas paternas para que se encuentren grados variantes de segregación (Peeters y Martinelli 1989).

Por su parte Figueiras (2000), indica que el análisis clúster, también conocido como análisis de conglomerados o taxonomía numérica, es una técnica estadística multivariada cuya finalidad es dividir un conjunto de objetos en grupo.

El análisis de clúster tiene como propósito esencial agrupar aquellos objetos que reúnan idénticas, siendo una técnica de análisis exploratorio para mostrar las agrupaciones naturales dentro de una colección de datos, no hace ninguna distinción entre variables dependientes de las independientes sino que calcula las relaciones interdependientes de todo el conjunto de variables. Se lleva a cabo la agrupación de datos de manera objetiva reduciendo la información de una población entera sobre pequeños grupos específicos (SPSS, 1999).

Los procedimientos utilizados en esta técnica multivalente son relativamente sencillos, ya que no están respaldados por el razonamiento estadístico, sino basados en algoritmos. De este modo presenta un fuerte contraste con el análisis de la varianza, la regresión, el análisis discriminante y el análisis factorial, que se basan en razonamiento estadístico (SPSS, 1999).

Los pasos que comprende la relación de un análisis de clúster son los siguientes:

- Formulación de problema.
- Selección de una medida de similitud para evaluar las diferencias y similitudes entre objetos; siendo la similaridad la medida de correspondencia o semejanza entre grupos que van a ser asociados.
- Estandarización de datos: debido a que las medidas de distancia son bastante sensibles a las diferencias ya que por lo general las variables con una gran dispersión tienen más impacto en el valor final de la similaridad.
- Corresponder con los supuestos análisis: ya que el análisis de clúster tiene como objetivo metodológico cuantificar las características, tiene fuertes propiedades matemáticas pero no estadísticas y se deben concentrar la atención en la representatividad de la muestra y la multicolinealidad.
- Selección del procedimiento de Agrupación: existiendo dos métodos los jerárquicos y no jerárquicos.
- Decisión del número de conglomerados.
- Interpretación y elaboración del perfil de los clúster: comprende el análisis de los centroides del grupo. Los centroides representan los valores medios de los objetos y nos permiten describir cada grupo, información que también se pueden obtener por medio del análisis discriminante.
- Validación de conglomerado obtenido: se asegura que los clúster obtenidos sean representativos de la población original, que sean generalizables a otros objetos y estables a lo largo del tiempo.

#### **3.7.4 Análisis discriminante canónico**

Grajales (2000), señala que el análisis discriminante es una técnica multivariada de dependencia múltiple, donde la variable dependiente es no métrica (categórica). Los objetivos de la técnica son: distinguir entre diversos grupos mutuamente excluyentes, detectar el porqué de las diferencias, pronosticar a que grupo pertenecerá un individuo de acuerdo a sus características, e identificar las variables que son importantes para distinguir entre los grupos. Se debe tener en cuenta que se puede tener "n" variables independientes siempre y cuando sean medidas métricas.

Mendoza (1998), indica que para emplear esta herramienta se considera tres grupos de observaciones, un grupo de análisis, otro de validación y un grupo futuro de observaciones. Se realiza un cálculo de la función de discriminación que es la base de algoritmo de clasificación.

En el análisis discriminante la idea es hacer un índice con los valores de las variables, que es una combinación lineal de los valores de la variable.

$$b_1X_1+b_2X_2+b_3X_3+b_4X_4$$

Donde los valores numéricos  $b$  son los pesos del índice y son escogidos de manera que ese índice separe lo mejor posible a los grupos.

Grajales (2000), determina que una ecuación lineal discriminante: determinando un índice que exprese toda la información contenida en las diversas variables independiente. Posteriormente se realiza el cálculo de los valores discriminantes "D" haciendo uso de los coeficientes de la función, a los que le multiplica por el correspondiente valor de la variable en cada caso y luego se suman los productos.

$$D = b_0+b_1X_1+b_2X_2+b_3X_3+b_4X_4$$

Una vez determinado el valor discriminante  $D$  se obtiene una regla para clasificar cada caso en uno de los dos grupos.

### **3.7.5 Valores discriminantes**

Para Engels (1983), el valor discriminante de un descriptor cuantitativo es el número de diferencias significativas detectadas por la prueba de Duncan, expresadas por la fracción del número total de posibles comparaciones dentro de un grupo de clones. La comparación permitirá determinar los descriptores con mayor valor discriminante. El valor del índice "D" para caracteres cualitativos se basa en el número de pares de taxa que un cierto descriptor pueda separar y sobre la cantidad de información que este descriptor comparta con otros descriptores del mismo estudio. La comparación de valores de "D", entre un grupo de descriptores permitirá seleccionar aquellos con mayor valor discriminante. En general la magnitud de "D", expresa la mayor o menor

relación entre individuos de un grupo con relación a un determinado carácter, entre mayor sea la relación de un grupo menor será el valor de "D".

La comparación de valores "D", entre un conjunto de caracteres permite seleccionar aquellos que tienen el mayor valor discriminante, y por ende más eficientes para la identificación de individuos, variedades y accesiones, dentro de poblaciones (Engels, 1983).

También señala que cuando se tienen varios grupos de unidades taxonómicas o accesiones los valores "D" calculados al comparar las accesiones en cada grupo, pueden unirse dando lugar a un nuevo valor "DW", al pronosticar los valores D y ponderarlos por el número de unidades existentes en cada grupo. El carácter con mayor Dw se identifica como el más discriminante para la separación de accesiones entre los caracteres restante deberán recalcularse mediante la sustracción de la información que comparten los más discriminantes. Por eso es necesario utilizar una matriz de correlaciones entre los caracteres involucrados para conocer el grado de asociación y la información que comparten entre sí. La fórmula indica que  $D'W = Dw(1-r^2)$  es el coeficiente de no determinación que expresa la proporción de la varianza de un carácter que no ha sido explicado por otro.

En la taxonomía de plantas es frecuente el uso de caracteres como la forma, el color, textura, dureza, etc. Este tipo de caracteres cualitativos tienen estados que son mutuamente excluyentes, es decir fenotípicas discontinuas de una características. Las fórmulas de Pankhuts (1978), permiten calcular el valor discriminante de accesiones que pueden separarse y el número total de pares. Engels (1983), implemento el ajuste de este valor "D" originado en un nuevo valor " D' ", mediante la fórmula:  $D' = D(1-r^2)$ . pequeños grupos específicos. (SPSS.1999)

### **3.7.6 Análisis de componentes principales**

Terrades (s.f) argumenta que los componentes principales (ACP) es una técnica estadística de síntesis de la información, o reducción de la dimensión (número de

variables). Es decir, ante un banco de datos con muchas variables, el objetivo será reducirlas a un menor número perdiendo la menor cantidad de información posible.

Los componentes principales son interpretados tomando como base sus valores y vectores propios. Los valores propios y la varianza total explicada por cada uno de los componentes, así como la proporción de la varianza total, se incluyen en el. (Dillon y Goldstein, 1984; López e Hidalgo, 1994 citados por IPIGRI 2003).

Catell en 1966 citado IPIGRI 2003 sugirió un criterio gráfico que consiste en representar el número de componentes y su valor propio en la abscisa, y el porcentaje de la varianza correspondiente en la ordenada, lo que permite observar en forma gráfica el decrecimiento de los primeros componentes en relación con los demás. La interpretación en los vectores propios y la correlación entre las variables originales y los componentes principales se deben centrar en los coeficientes; mientras más altos sean estos, independientemente del signo, más eficientes serán en la discriminación de las accesiones. Las variables con coeficiente negativo (-) significan que están caracterizando en sentido contrario en relación con las variables positivas (+) y viceversa.

Este último aspecto fue confirmado por Ferreira (1987) quien sugirió que las cargas que se distribuyen en los componentes indican el peso de cada variable asociada o el grado de contribución al componente, por tanto, recomienda tomar en cuenta el comportamiento observado en las accesiones durante el trabajo de caracterización en relación con cada variable considerada en el estudio.

### **3.7.7 Análisis del coeficiente de distancia**

Representa la similitud como la proximidad de las variables o accesiones con respecto a las demás. Son en realidad medidas de diferencias donde los valores elevados indican una menor similitud su uso se recomienda para analizar datos cualitativos, cuantitativos y mixtos (ambos tipos). Los resultados se obtienen en una matriz simétrica cuyos valores varían de 0 a (infinito), donde 0 es el indicativo de máxima similitud. Entre los coeficientes más usados se tiene 'Mean Character

Difference' (MCD) y las distancias de Manhattan (MD), taxonómica (TD), euclidiana (DE) y euclidiana al cuadrado ( $d^2$ ) (Hair *et al.*, 2002).

Bramardi (2002) explica que la semejanza entre pares de unidades ha recibido diferentes denominaciones tales como similitud, proximidad, disimilitud y distancia o asociación, por tanto, se sugiere que todas estas acepciones sean consideradas como un grupo de índices de distancia. Así, por ejemplo, cuando se hace referencia a similitud se toma un rango entre 0 y 1, en el que 1 es similitud total y 0 es ausencia total de similitud. Por el contrario, cuando se refiere a distancia, aunque se toma el mismo rango, 0 significa similitud total mientras que 1 es ausencia total de similitud.

Hair *et al.* (2002) señala que la similitud será medidas de acuerdo con la distancia euclidiana (en línea recta) entre cada par de observaciones el proceso jerárquico puede representarse gráficamente de varias formas es proceso puede representar la proximidad de las observaciones para solo dos o tres variables de aglomerados del gráfico tridimensional o de dispersión una aproximación más habitual es el dendograma, que representa el proceso de aglomeración en un gráfico con forma de árbol.

El eje horizontal representado el coeficiente de aglomeración, en este caso la distancia utilizada en la unión de aglomeraciones. Esta aproximación es particularmente útil en la identificación de atípicos. También represente el tamaño relativo de los conglomerados que varían, aunque se hace difícil de manejar cuando aumenta el número de observaciones.

## **4. LOCALIZACIÓN**

### **4.1 Ubicación geográfica**

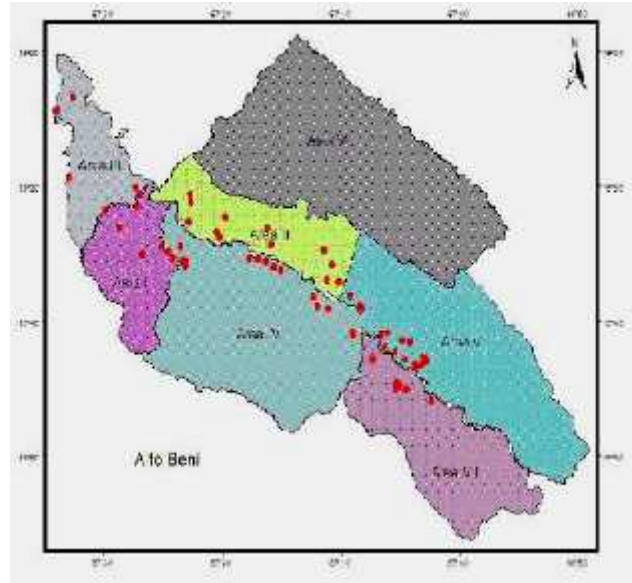
El presente estudio se realizó en la Estación Experimental de Sapecho (EES), ubicado al norte del Departamento de La Paz en la zona de Alto Beni, dependiente de la Facultad de Agronomía de la Universidad Mayor de San Andrés. La zona incluye la cuarta sección Municipal de Palos Blancos que se divide en siete áreas y 17 localidades (Somarriba, et.al 2002).

La Estación Experimental de Sapecho se encuentra situada a 276 Km. de la ciudad de La Paz, con una altitud de 450 msnm. La región de Sapecho tiene precipitaciones pluviales de 1800 mm. Y una temperatura que oscila entre los 27 a 32°C. Pertenece a la cuarta sección municipal de la provincia Sud Yungas, Palos Blancos, (Sub alcaldía de Sapecho, 2009).

Exactamente el área donde se realizó el estudio se encuentra ubicada en la provincia Sud Yungas a 2Km en la localidad de Sapecho a 15°32'54.4" Latitud Sur y 67°19'47.8" Longitud Oeste, a 260 Km del departamento de La Paz, a una altitud de 450 msnm. (Beck, 1991).

La ubicación geográfica comprende las sub-cuencas de los ríos Alto Beni, Boopi, Kaka, Inicua, y Cotacajes, con altitudes que van desde los 370 a 200 msnm. Según la delimitación realizada por el Instituto Nacional de Colonización El Alto Beni cuenta con una superficie de 25000 Ha, de las cuales 114,145 Ha, se hallan dotadas a colonizadores individuales. Actualmente se encuentra dividido en 7 áreas definidas con número del 1 al 7 (Según INC, 1985), la Estación Experimental de Sapecho se encuentra en la cuarta sección de la provincia del Alto Beni.





**Figura 1. Ubicación geográfica de la Estación Experimental de Sapecho (Área IV)**

Fuente: Imagen Satelital vía red, (2014).

#### **4.1.1 Características climáticas de la zona**

El Alto Beni se encuentra entre los 350 y los 1450 metros sobre el nivel del mar. El clima es cálido y húmedo, con amplias variaciones estacionales. La temperatura promedio mensual varía desde 10,9 °C (enero - febrero) época de heladas o surazos hasta 25,7 °C mensual varía desde 1300 mm en las zonas bajas (estación Covendo, 15°47' latitud Sur, 560 msnm) hasta casi 2000 mm en las partes altas (Estación Entre Rios, 15°39' latitud Sur altitud 1000 msnm). El periodo lluvioso se presenta entre noviembre y marzo (cinco meses) y el periodo seco entre mayo y septiembre, la humedad relativa promedio es del 78% y el brillo solar promedio de 4.74 horas/día (Somarriba et. al. 2002).

La situación latitudinal del Alto Beni, determina que el clima sea cálido y húmedo. Sin embargo las variaciones bruscas de topografía influyen en un patrón de distribución característico fundamentalmente de las precipitaciones de acuerdo a la clasificación de zonas de vida, particularmente Sapecho corresponde al bosque húmedo Subtropical (BH-ST). La temperatura media anual es de 24.9°C y una precipitación anual de 1584 mm, con humedad relativa promedio de 75% (CUMAT - COTESU, 1985).

Los datos climatológicos durante el proceso de evaluación de experimento fueron proporcionados por el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología SENAMHI.

#### **4.1.2 Características fisiográficas**

La cuarta sección de la provincia Sud Yungas, esta descrita como un paisaje de grandes serranías y colinas, dotada de una gran vegetación como ser cacao, cítricos, paltos, café, otros, además de sus cultivos anuales como ser el arroz, yuca, gualusa, palillo y otros.

La Estación experimental de Sapecho perteneciente a la Facultad de Agronomía (UMSA), se encuentra situada en la carretera Sapecho - Palos Blancos, a orillas del río La Paz, (Fuente INE).

La Estación está dotada de una gran diversidad de especies vegetales introducidas por el IBTA que en la actualidad están expandiendo a toda la zona, entre los más sobresalientes están los cultivos de Cacao, Café, Cítricos, Bananales, especies forestales y variedades frutales exóticas, que aún se están introduciendo con pruebas previas de ambientamiento u otros, siempre viendo que no se alteren el ecosistema de la región.

## **5. MATERIALES Y MÉTODOS**

### **5.1 Materiales**

#### **5.1.2 Material Vegetal**

Las plantas de Copoazú presentes en la Estación Experimental de Sapecho fueron traídas de Riberalta estas fueron introducidas hace más o menos 10 años, no todas las plantas tienen esta edad otras son de menor edad oscilan entre 7 a 10 años.

Para la investigación se evaluaron 20 plantas de Copoazú de la Estación Experimental de Sapecho para poder cumplir con los objetivos de estudio.

#### **5.1.3 Material de campo**

Para la recolección del material en campo se utilizó cajas de tipo papel, pinzas, bolsas plásticas, marcas indelebles, podadora de altura, bolsas de papel, lápiz y cuaderno de campo.

#### **5.1.4 Material de laboratorio**

Para la medición de características en laboratorio se utilizó los siguientes materiales: pinzas, bisturí, tijera, porta y cubre objetos, calibrador (Vernier), material de tinción, planillas y lápiz.

#### **5.1.5 Equipos**

Se utilizó los siguientes equipos: estereoscopio, cámara, balanzas debidamente calibradas.

### **5.2 Métodos**

#### **5.2.1 Procedimiento experimental**

##### **5.2.1.1 Recolección de información general**

Se realizó el reconocimiento de la parcela de Copoazú inicialmente para ubicar las plantaciones a ser estudiadas para poder posteriormente diferenciarlas.

##### **5.2.1.2 Reconocimiento de plantas de Copoazú**

Para la selección de plantas motivo de estudio, se utilizó todas las plantas de la parcela ya que no se cuenta con estudios de esta planta, las plantas tienen edades

de tres a ocho años algunas tenían presencia de flores y frutos las plantaciones tienen distancia entre plantas de cuatro por cuatro características que se encuentran sustentadas por Soria (1965) citado por Villegas (2004).

### **5.2.1.3 Determinación del tamaño de la muestra**

Para el presente estudio se determinó seleccionar a 20 plantas los cuales se marcaron con cinta nylon.

## **5.3 Características morfológicas de Copoazú**

Para las características morfológicas se utilizó los descriptores para cacao publicados por el consejo internacional de Recursos Filogenéticos (IPGRI) citados por Villegas (2004) y la guía de identificación de cultivos de Cacao García (2007).

### **5.3.1 Recolección del material vegetativo**

Para la recolección del material vegetativo el trabajo se dividió en cinco fases las cuales fueron:

- **Fase 1 Recolección de las hojas**

Para la caracterización de las hojas se tomaran 10 de estas por cada planta de las ramas plagiotrópicas maduras de la segunda o tercera posición a partir del ápice de los arboles marcados. Posteriormente las hojas fueron trasladadas en bolsas plásticas para su medición correspondiente.

Para la evaluación se tomó 6 características cuantitativas y 6 cualitativas (Cuadro 1).



**Figura 2. Muestra la forma en que se evaluaron algunas de estas variables.**

*Fuente: Elaboración propia*

**Cuadro 2. Descriptores morfo-agronómicos del Copoazú utilizados para la caracterización de hojas**

Descriptores Morfológicos	Criterios De Medición
Longitud de hoja(cm)	Distancia desde el punto de inserción del peciolo en la base del limbo hasta el ápice
Ancho de hoja (cm)	Considerando tangentes trazadas en ambos bordes laterales paralelo a la línea larga.
Relación L/A Largo desde la base al punto más ancho(cm)	Se obtuvo dividiendo el largo por el ancho de las hojas
Angulo apical	Angulo formado en el ápice
Angulo basal	Angulo formado en la base
Forma basal de la hoja	Angulo $90^{\circ}$ = Agudo , Angulo $90^{\circ}$ Obtuso
Forma del ápice de la hoja	1=Puntiagudo, 2=Cortamente puntiagudo, 3=Largamente Puntiagudo.
Pulvino de la hoja	1= Presente, 2= Ausente
Textura de la hoja	1=Como Papel, 2= Coriacea
Color de las hojas jóvenes	3=Verde brillante,5=V. Intermedio 7=V Intenso 8=Rojo brillante,9=R. Intermedio,10= R Intenso
Relación L/AI punto más Ancho	L/A 2=Ovalado,L/A=2 Elíptico,L/A abobado

Fuente García (2007); Quiroz (2002)



**Figura 3. Descriptores morfológicos evaluados para las hojas: A. Largo de la hoja, B. Ancho de Hoja, C. Angulo Basal, D. Forma apical de la hoja, E Forma Basal de la Hoja.**  
Fuente: Elaboración propia.

- **Fase 2 Recolección de Flor**

Para esta fase se recolectaron 5 flores por cada árbol marcado haciendo un total 100, estos fueron colocados los envases hechos de papel y protegidos en una caja de cartón y llevados para su medición con el equipo correspondiente.

Para la evaluación se recolectaron flores por la mañana las cuales se encontraban recién abiertas y se reconocían por tener tecas de color blanquecino. La medición de las flores se realizó con la ayuda de un estereoscopio y una regla en milimetradas sobre un porta objetos, los órganos de las flores fueron removidos por agujas histológicas.



**Figura 4. Muestra las flores de Copozú recolectadas**  
*Fuente: Elaboración propia.*

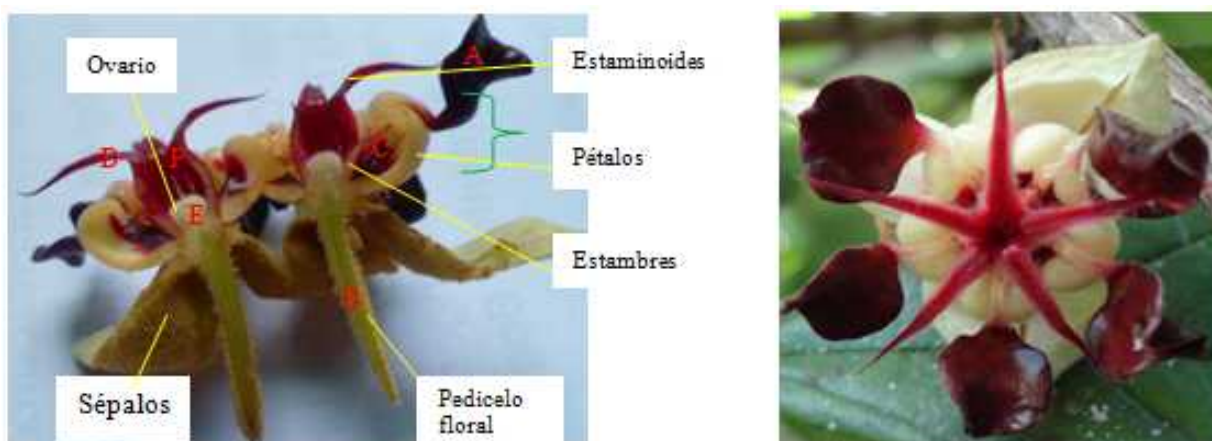
Para la caracterización se utilizaron 12 descriptores cuantitativos y 4 cualitativos (Cuadro 3). La Figura 5 muestra las partes de la flor y características medidas.

**Cuadro 3. Descriptores morfo agronómicos utilizados para la caracterización de las flores.**



Descriptorios Morfológicos	Criterios De Medición
Largo de la lígula del pétalo (mm)	A partir del punto de inserción del ribete de la cogulla hasta el ápice.
Ancho de la lígula (mm)	Se mide en la parte más ancha.
Largo de sépalo(mm)	Distancia desde el punto de unión de este con el receptáculo hasta su ápice.
Ancho del sépalo	Distancia entre los bordes laterales en la parte más ancho
Largo del estaminoides (mm)	Distancia desde la altura de encuentro con la columna estaminal hasta el ápice.
Largo del estambre (mm)	Distancia desde punto de inserción alta la teca.
Largo del estilo (mm)	Distancia entre el ápice y el punto de inserción con el ovario.
Largo del pedúnculo(mm)	Desde borde de la inserción floral hasta el ovario
Largo del ovario (mm)	Desde el punto de soldadura con el receptáculo hasta el punto de inserción.
Ancho del ovario(mm)	Distancia entre los bordes sobresalientes del ovario
Numero de óvulos por ovario	Cantidad de óvulos presentes en un ovario
Cantidad de flores por árbol	1= menos, 2= más/ menos, 3=más.
Color del pedúnculo	1 verde, 2= verde con rojo, 3= rojo

Fuente García (2007); Quiroz, (2002).



**Figura 5. Descriptorios morfológicos evaluados de la flor: A. Lígula (cm), B. pedúnculo (cm), C. Estambre (cm), D. Estaminoides (cm), E. Ovario (cm), F. Estilo (cm)**

*Fuente: Elaboración propia.*



- **Fase 3 Recolección de frutos**

La recolección de los frutos se realiza aproximadamente 140 días después que se ha iniciado la floración, se esperó a que estos caigan naturalmente del árbol ya que esta es la única forma de recolección de los frutos dada a que el color del fruto es uniforme a medida que va madurando.

Algunos parámetros fueron evaluados en el mismo lugar, los frutos obtenidos fueron transportados el mismo día en bolsas de yute, se tomaron 5 frutos por árbol para su evaluación correspondiente.

Para la evaluación se tomaron 8 características cuantitativos y 6 cualitativos (Cuadro 4). La Figura 6 muestra la forma en que se evaluaron algunas de estas variables.

**Cuadro 4. Descriptores morfológicos utilizados para la caracterización del Fruto.**

<b>Descriptores Morfológicos</b>	<b>Criterios De Medición</b>
Numero de frutos Roídos y Enfermos	Se tomaron datos de todos los frutos enfermos y roídos en el periodo de cosecha
Numero de Frutos saludables por Árbol	Se tomara el dato de todos los frutos cosechados sanos
Peso promedio por Fruto(kg)	Peso promedio del fruto
Largo de Fruto(cm)	Distancia lineal entre los extremos del fruto.
Ancho de Fruto(cm)	Se medirá la parte más ancha de la mazorca
Espesor de Mesocarpio(cm)	Solo se tomara el espesor del mesocarpio
Grosor de Cascara(cm)	Solo se tomara el espesor de la cascara
Numero De Granos Por Fruto	Se toma las semillas con desarrollo normal 1= Oblongo, 2=Elíptico, 3= Ovalado, 4=Orticular, 5=Oblado
Forma del Fruto	1=Atenuado,2=Agudo,3=obtuso,4=redondeado 5=Apezonado,6=Dentado
Forma del Ápice	1=Ausente, 2=Ligero,3=Intermedio,4=Intenso
Rugosidad	1=Ausente, 2=Ligero,3=Intermedio, 4=Fuerte
Constricción basal	1=Equidistantes, 2=Pareados

Fuente García, (2007); Quiroz, (2002).



**Figura 6: Descriptores morfológicos evaluados en el fruto: A. Largo del fruto (cm), B. Ancho de fruto (cm), Constricción basal, D. Forma del Ápice. E. Grosor de cascara, F. Grosor de Mesocarpio.**

*Fuente: Elaboración propia.*

- **Fase 4 Caracterización de la semilla**

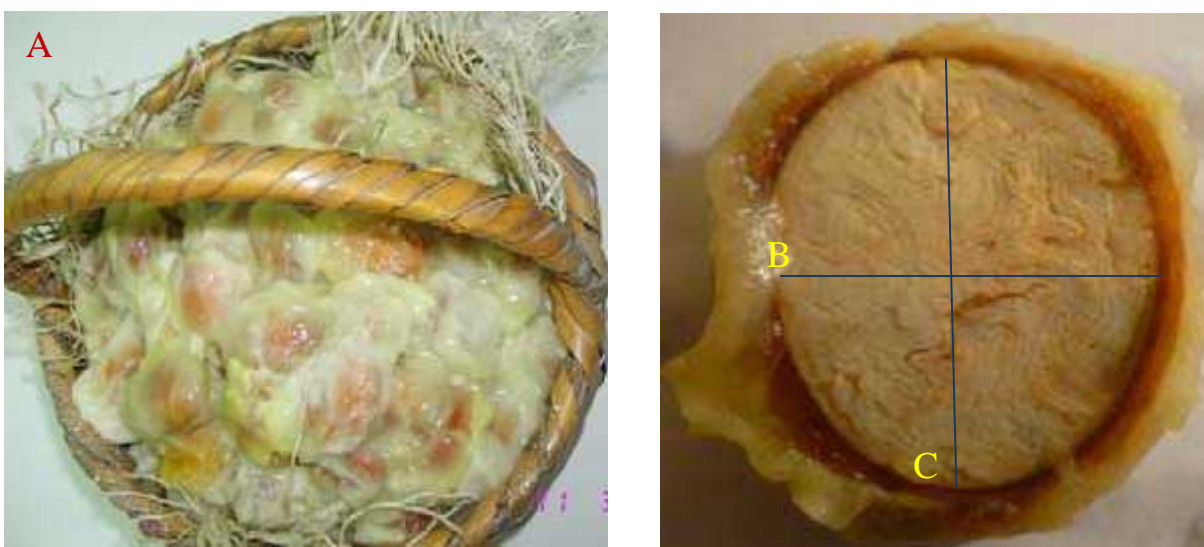
De los frutos recolectados anteriormente, se contó individualmente la cantidad de semillas que contenían, se determinó el peso fresco de estas semillas. Luego se sacó una muestra al azar de 5 semillas hasta completar 20 por planta para determinar los parámetros que se indicarán a continuación, para esto se colocaron las semillas en una bolsa hechas se malla y llevadas a las fermentadoras por el lapso de 8 días alcanzando temperaturas de 46°C, posteriormente se realizó el secado por el lapso de 3 a 4 días alcanzando 7% de humedad.

Para la evaluación se tomó 6 características cuantitativas (Cuadro 5) La Figura 7 muestra la forma en que se evaluaron algunas de estas variables.

**Cuadro 5. Parámetros morfo agronómicos utilizados para la caracterización de las semillas.**

Descriptor Morfológico	Criterios De Medición
Número de semillas por fruto	Número de semillas íntegras y vanas presentes
Peso fresco de las semillas por fruto (gr)	Las semillas se pesaron con mucílago pero sin placenta. No se registró el peso de las semillas vanas
Peso seco de las semillas por fruto (gr)	Se registró luego de haber realizado la fermentación y secado.
Diámetro de la semilla (cm)	Se midió en la parte más ancha de la semilla.
Largo de la semilla (cm)	Se midió desde la base del embrión hasta el ápice de la misma.
Espesor de la semilla (cm)	Se midió sobre la parte más sobresaliente y gruesa de la semilla.

**Fuente:** ARCINIEGAS, A 2005



**Figura 7. Descriptores morfológicos evaluados en la semilla: A peso de semilla fresca, B. Largo de semilla, C. Ancho de semilla.**

*Fuente: Elaboración propia.*

- **Fase 5 Evaluación de enfermedades**

La presencia de enfermedades se determinó realizando 4 monitoreos de enfermedades y plagas donde se observó las hojas, tejido nuevo y frutos y se determinó la presencia o ausencia de estos. (Cuadro 6)

**Cuadro 6. Paramentros cualitativos de las presencia de enfermedades**

<b>Enfermedad</b>	<b>Criterios De Medición</b>
Escoba de bruja ( <i>Crinipellis perniciosa</i> )	1=Presencia en brotes 2=Presencia en las flores, 3= Presencia en Frutos
Mazorca negra o fitóftora ( <i>Phytophthora palmivora</i> )	1=presencia 2=ausencia
Chinche ( <i>Monalonion dissimulatum</i> )	1=presencia 2=ausencia

Elaboración Propia, 2013

### 5.3.2 Análisis estadístico de datos

Para los análisis estadísticos de la información registrada a partir de la caracterización de 16 plantas de copoazú seleccionados localmente se realizó el siguiente procedimiento.

Se construyó una matriz básica de datos (MBD) desde el punto de vista geométrico y espacial la matriz  $n \times p$  puede ser conceptualizada de la siguiente formas donde “ $n$ ” es la cantidad de filas teniendo un numero de 369 y “ $p$ ” el número de variables observadoras siendo estas 42 columnas esta se armó a partir de la información que se generó mediante la caracterización morfológica.

Con los datos obtenidos se realizó un análisis de medidas de tendencia central y dispersión para determinar la variabilidad existente dentro de la población en estudio corrigiendo los datos de forma lógica y buscando tendencias para que los rasgos de sesgo y curtosis se encontraran en más menos uno, para un mejor entendimiento de los datos.

Para el análisis multivariado se utilizó el método de componentes principales, este método realiza una transformación lineal sobre las variables originales y permite generar un nuevo conjunto de variables independientes, que pueda explicar la variabilidad de la muestra en estudio, donde se interpreta los resultados en función a la longitud dirección del vector formado para un mejor entendimiento de los datos

se tomaron las variables relacionadas a la producción pertenecientes al fruto, semilla y flor.

También se utilizó el coeficiente de correlación que cuantifica en términos relativos el grado de asociación íntima o variación conjunta entre dos descriptores cuantitativos donde se utilizó el coeficiente de Pearson que se recomienda para datos de tipo multiestados cuantitativos, aunque también es útil para datos mixtos.

Igualmente se utilizó datos relacionados a la producción para lo cual se utilizó un Dendograma que muestra el nivel de similitud y la diversidad de los individuos evaluados.

Todos los procedimientos mencionados con anterioridad fueron introducidos a un Software estadístico para medidas de tendencia central y dispersión se utilizó el SPSS, para Componentes Principales en SPLUS y para el Dendograma se utilizó el INFOSTAT.

## 6. RESULTADOS Y DISCUSIONES

De acuerdo a los objetivos planteados, los resultados se discuten sobre 16 individuos caracterizados, se tomaron en cuenta 28 variables cuantitativas y 16 variables cualitativas para la caracterización de la flor, hoja, fruto, semilla.

### 6.1 Caracterización morfológica

Para la caracterización de las plantas de copoazú encontradas en la estación se evaluaron dieciséis plantas descartados cinco por no contar con suficiente información ya que se encuentran en etapa de crecimiento, y otras murieron por ahogamiento de malezas, en otras plantas no se encontraron frutos.

Para un mejor entendimiento del trabajo a continuación se muestran todos los parámetros que se tomaron para la evaluación.

#### 6.1.1 Evaluación de variables cuantitativas en las hojas

Los datos obtenidos para las variables cualitativas para las hojas fueron los siguientes:

**Tabla 1. Estadística Descriptiva para datos de hojas de Copoazú que presentan las variables longitud de hoja (LH en cm), Ancho de la hoja (AH en cm), relación Largo/Ancho, Angulo apical (AA el angula que forma) y Angulo basal (AB el angula que forma) evaluadas en el estudio de Caracterización Agromorfológica durante el periodo 2012 en la Estación Experimental de Sapecho.**

	MINIMO	MAXIMO	MEDIA	DESV. EST	CURTOSIS	COE.VARIACION
LH	29,36	39,29	32,6	2,62	1,9	0,08
AH	8,83	13,47	10,02	1,15	1,97	0,11
RLAH	2,78	3,73	3,30	0,08	-0,89	0,08
LBA	11,7	17,1	13,8	1,4	-0,1	10,2
AA	24,8	37,4	32,1	3,5	-0,2	10,9
AB	44,2	67,4	55,1	6,1	-0,3	11,1

La Tabla 1 presenta los datos correspondientes a la hoja de las plantas de copoazú; todas las variables presentan un coeficiente de variación menor al 25%, siendo en

cada una de ellas la media representativa en la muestra en estudio, así existiendo poca variabilidad que puedan diferenciar claramente los individuos.

Como las características cuantitativas para las hojas son similares tanto en la mayoría de las plantas, podemos decir que la mayoría de las hojas presenta un LH promedio de 32.60 cm, un AH promedio de 10.02 cm y una relación de L/A de 3,30 para ambos casos y AA formando un ángulo entre 32.1° y por último AB 55.1° señalar que todos los datos son ameno al análisis paramétrico ya que estos presentan indicadores de normalidad de sesgo y curtosis en el rango adecuado de más menos uno.

Pérez (2009) señala que en su gran mayoría estos caracteres tienen una alta heredabilidad y presentan poca variabilidad, aunque en las especies cultivadas con frecuencia se pueden encontrar unos pocos que muestran diferentes grados de variabilidad, especialmente en aquellos de interés particular para el hombre como son el tipo y la forma de la hoja, la forma del fruto y la descripción de la flor.

### **6.1.2 Evaluación de las variables cualitativas en las hojas**

Para las características cualitativas en las hojas no todas las variables medidas presentaron una marcada diferencia entre plantas seleccionadas como lo muestra en cuadro 4, donde se observa que la mayoría de las hojas presentaron forma basal obtusa (75%), con presencia del pulvinulo (85%), con una textura coriácea (90%), donde las características más sobresalientes para la diferenciación fueron la forma del apical, color de las hojas jóvenes y la relación de Largo / al punto más ancho.

Donde las plantas estudiadas presentaron una forma apical de la hojas puntiagudo (43.75%), cortamente puntiagudo (31.25%), largamente puntiagudo (25%), y para color de las hojas en su mayoría verde intenso (25%), verde brillante (18.75%), verde intermedio (31.25%), rojo intermedio (31.25%) y una relación de Largo/al punto más ancho donde en su mayoría presentabas de forma ovalado (37.25%), elípticos (31.25%) y abobado (17.75%). mostrados en el anexo 3 la que presenta todas las

características cualitativas de cada planta lo que reafirma la información del Cuadro 8 y corroborados en el Anexo 4.

**Cuadro 7. Evaluación de características cualitativas para la hoja de copoazú presentes en la parcela.**

DESCRIPTORES	CATALOGO	PORCENTAJE
Forma basal de la hoja (FBH)	1: agudo 2: obtuso 3: redondeado	25% 75% 0%
Forma del ápice de la hoja (FAH)	1: puntiagudo 2: cortante puntiagudo 3: largamente puntiagudo	43,75% 31,25% 25%
Pulvinulo del peciolo de la hoja (PPH)	1: ausente 2: presente	12,5% 87,5%
Textura de la hoja (TH)	1: como papel 2: coriácea	10% 90%
Relación largo al punto más ancho (LH/LBA)	1: ovalado 2: elíptico 3: abobado	37,25% 31,25% 17,75%
Color de las hojas jóvenes (CHJ)	3: verde brillante 5: verde intermedio 7: verde intenso 8: rojo brillante 9: rojo intermedio 10: rojo intenso	18,75% 31,25% 25% 0% 31,25% 0%

Enriquez (1966) señala que la relación de ancho sobre el largo y las medidas de ángulo apical y basal son las que mayor importancia ya que son datos más consistentes y menos variables y estos pueden servir para caracterizar perfectamente no solo a los eco tipos sino a complejos genéticos más.

### 6.1.3 Evaluación de variables cuantitativas en la flor

Los datos obtenidos para las variables cuantitativas de la flor fueron los siguientes:



**Tabla 2. Estadística Descriptiva para datos de flores en Copoazú que presentan las variables Largo de la lígula del pétalo (LLP en mm), Ancho de la lígula(AL en mm), Largo de sépalo (LS en mm), Ancho de sépalo (AS en mm), Largo del estaminodios (LE en mm), Largo del estambre (LE1 en mm), Largo del estilo (LE2 en mm), Largo del pedúnculo (LP en mm), largo del ovario(LO en mm), Ancho del ovario (AO en mm), numero de óvulos por ovario (NO) y Numero de flores por cojín floral(NFCF) evaluadas en el estudio de Caracterización Agro morfológica durante el periodo 2012 en la Estación Experimental de Sapecho.**

	MINIMO	MAXIMO	MEDIA	DESV. EST	CURTOSIS	COE.VARIACION
<b>LS</b>	16	19,8	16,9	0,94	1,97	0,05
<b>AS</b>	6,4	8,8	7,39	0,62	0,64	0,08
<b>LL</b>	6	8,4	6,73	0,55	2,27	0,08
<b>AL</b>	6	8,4	6,77	0,59	2,59	0,08
<b>LE</b>	13,8	17,6	14,90	1,09	0,56	0,07
<b>LE1</b>	5	5,6	5,05	1,15	2,05	0,03
<b>LE2</b>	2	2,44	2,04	1,11	1,09	0,05
<b>LO</b>	2	2,72	2,06	1,17	1,15	0,08
<b>AO</b>	2	2,72	2,07	1,17	0,08	0,08
<b>NO</b>	18	27,2	20,79	2,84	0,56	0,13
<b>LP</b>	15,2	18,8	16,04	1,05	1,80	0,06
<b>NFA</b>	20	88	42,45	26,61	-1,78	0,47
<b>NFR</b>	5	18	9,71	3,67	-0,64	0,33

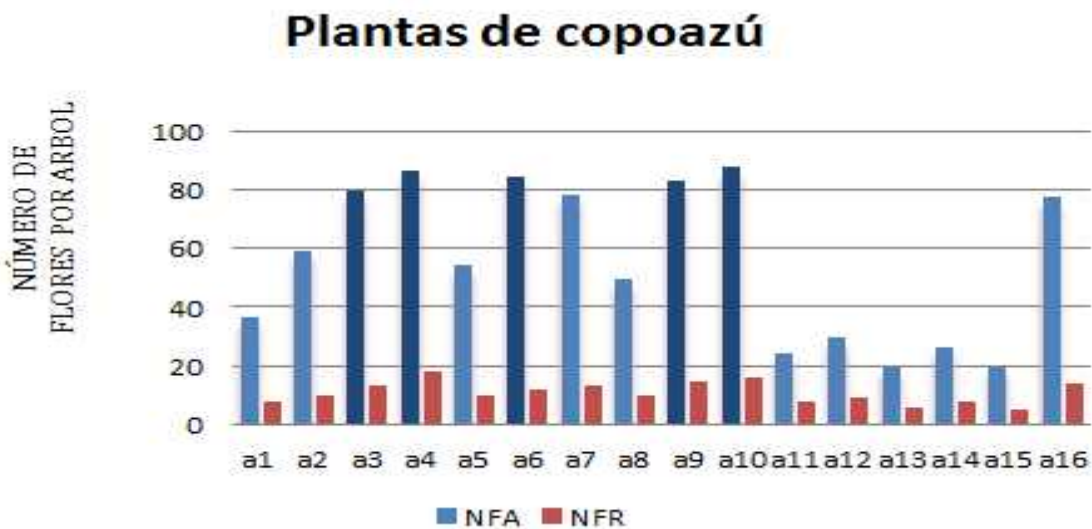
En la tabla 2 muestra un resumen de los datos pertenecientes a la flor de las plantas estudiadas; todas las variables presenta un coeficiente de variación menor al 25%, siendo en cada una de ellas la media representativa en la muestra en estudio. En la variable “numero de flores por árbol (NFA)”, presenta un coeficiente de variación de 0,47%, indicando que existe una variabilidad por encima de los demás pero que en general todos presentan C.V menor a 25%.

Las plantas en estudio presentan un promedio LL de 6.73 mm, AL de 6.77 mm, LS 16.9 mm, AS de 7.39 mm, LE de 14,9 mm, LE1 de 5.05 mm, LE2 de 2.04 mm, LP de 16.04 mm, NO de 20.79, NFA esta última presento un promedio de 42.45 flores con

una dispersión con respecto al promedio de más menos 26.61, mencionar que el dato mínimo fue de 20 y un máximo 88 y un coeficiente de variación de 0.47%.

Hidalgo (2003) señala que en su gran mayoría, estos descriptores tienen aceptable heredabilidad local pero son afectados por cambios ambientales. Y señala que los órganos más importantes para ser utilizados en la descripción morfológica son la flor y el fruto, por ser menos influenciados por el ambiente, le siguen en importancia las hojas, tronco, ramas, raíces.

La figura 8 muestra el comportamiento de las variables NFA y NFR para explicar la alta variabilidad presente, las primeras barras de color azul muestran el número de flores por árbol y la segunda barra de color rojo que muestra la cantidad de flores por ramas que van de forma ascendente de una menor, media y una alta cantidad, esta última variable corresponde a una cualitativa donde las plantas con menor presencia fueron las plantas (a1), (a11), (a12), (a13), (a14), (a15) y los que presentaron mayor floración fueron (a4), (a3), (a6), (a7), (a8), (a5), (a9), (a10), (a16)



**Figura 8. Comportamiento de NFA y NFR**  
Fuente: Elaboración propia.

#### 6.1.4 Evaluación de las variables cualitativas de la flor

Se determinó que los ecotipos evaluados, presentan una cantidad de flores menos (43.75%), presentando antocianina en el filamento del pétalo intermedio e intenso

(31.40%), con color del pedúnculo en su mayoría verde (99%), respectivamente y con antocianina en el sépalo ligera (20%) para toda la muestra en estudio (Cuadro 8) y mostrados en el anexo 6.

**Cuadro 8. Evaluación de características cualitativas para la flor en plantas de Copozú presentes en la parcela.**

DESCRIPTORES	CATALOGO	PORCENTAJE
Cantidad de flores por árbol(CFA)	1: mas 2: más/menos 3: menos	43,75% 31,25% 25%
Antocianina en el filamentos del Pétalo(AFP)	1: muy ligera 3: intermedio 5: intenso 7: ligera	12,25% 31,25% 31,25% 12,25%
Color del pedúnculo (CP)	1: verde 2: verde con rojo	99,9% 0%
Antocianina en sépalo(AS)	3: ligero 5: medio 7: no presenta	0% 20% 80%

Fuente: Villegas (2004)

Según Villegas (2004) señala que las características cualitativas más utilizadas por no estar influenciadas por el ambiente, sobre todo en cuanto se refiere a la presencia de antocianina en las partes florales.

Enriquez (1966) y Ramos *et. al* (s.f), indican que las características cualitativas como el color del pedúnculo, color del sépalo y coloraciones de lígula, se pueden usar para separar clones y también para agrupar a clones de origen similar y concluye que la flor es un órgano muy útil para cultivares o para tratar de averiguar el origen en general.

Bekele (1998) citado por Villegas (2004) encontró que muchos descriptores cualitativos son altamente heredables y tienen valor taxonómico mientras que las características cuantitativas son más influenciadas por el ambiente; el mismo autor argumenta que no se debería realizar mediciones cuantitativas de altura, longitud,

ancho y diámetro del árbol que son fuertemente afectados por la condiciones del ambiente.

### 6.1.5 Evaluación de las variables cuantitativas para el fruto

Los datos obtenidos para las variables cuantitativas del fruto fueron los siguientes:

**Tabla 3. Estadística Descriptiva para datos de frutos en Copoazú que presentan las variables número de frutos Roídos y Enfermos (NFRE), número de Frutos saludables por árbol (NFA), peso promedio por fruto (PPF en Kg), largo de fruto (LF en cm), ancho de fruto (AF en cm), grosor de cascara (GS en cm), Espesor de mesocarpio (EM en cm) y numero de granos Por fruto (NDGF) evaluadas en el estudio de Caracterización Agro morfológica durante el periodo 2012 en la Estación Experimental de Sapecho.**

	MINIMO	MAXIMO	MEDIA	DESV. EST	CURTOSIS	COE.VARIACION
<b>AF</b>	9,72	12,10	11,05	0,6	1,7	0,1
<b>LF</b>	13,60	23,30	17,81	2,8	0,2	0,2
<b>RALF</b>	0,50	0,85	0,61	0,1	1,0	0,2
<b>NGF</b>	17,20	31,80	24,54	5,3	-1,4	0,2
<b>NFA</b>	8	28	16,17	6,5	-0,9	0,3
<b>NFRE</b>	3	9	5,54	1,8	-0,7	0,3
<b>GC</b>	0,32	0,48	0,39	0,01	-0,4	0,1
<b>EM</b>	0,32	0,46	0,36	0,01	0,7	0,1
<b>PPF</b>	0,55	1,91	0,98	0,4	-0,6	0,4

En la tabla 3 muestra un resumen de los datos pertenecientes al fruto donde cabe señalar que las variables que presentaron un coeficiente de variación menor el 25% fueron LF, AF, GC y NDGF siendo la media representativa para la muestra es estudio como lo muestra el Anexo 7.

Las plantas de copoazú en estudio presentaron LF y AF de 17.81 cm, 11.05 cm, respectivamente con una dispersión promedio de 2.8 cm, 0.6 cm, con un GC de 0.39 cm con una desviación promedio de 0.01 cm y NDGF de 24.54 y dispersión promedio de 5,3.

No se encontró diferencias en las variables largo de fruto y ancho de fruto como lo muestra Pound (1933) citado por Ramírez (1987), menciona que en general los árboles que presentan amplia variación en la longitud de los frutos, también la presentan en el diámetro y que la longitud del fruto difiere de acuerdo a la posición en el árbol. Este autor determinó también, que en época seca las dimensiones del fruto son en general más pequeñas que en época húmeda. Observación que coincide con (Glendinning 1963), quien encontró que el tamaño del fruto dentro de un mismo árbol varía ampliamente. A pesar de las variaciones que se puedan encontrar en las dimensiones del fruto.

Enríquez (1966), considera que la longitud del fruto es un carácter práctico para diferenciar clones, sin embargo su utilidad es cuestionada debido a la fuerte variación que presenta incluso dentro de un mismo árbol. Esto hace necesario que para llegar a una buena estimación de este parámetro se requiera la medición de una gran cantidad de frutos.

No se encontró un efecto del grosor de la cascara sobre el número de semillas a diferencia de lo reportado por Engels (1983), quien determinó que el número de semillas es afectado negativamente por una cáscara más gruesa del fruto. Arciniegas (2005) señala que el número de semillas es altamente heredable, pero que tiene una amplia variación entre individuos en una misma descendencia lo cual coincide con los resultados obtenidos en esta investigación las plantas de Copoazú proceden de un mismo cruzamiento lo cual difieren en la cantidad de semillas por fruto.



**Figura 9. Comportamientos de las variables NFRE y NFA**

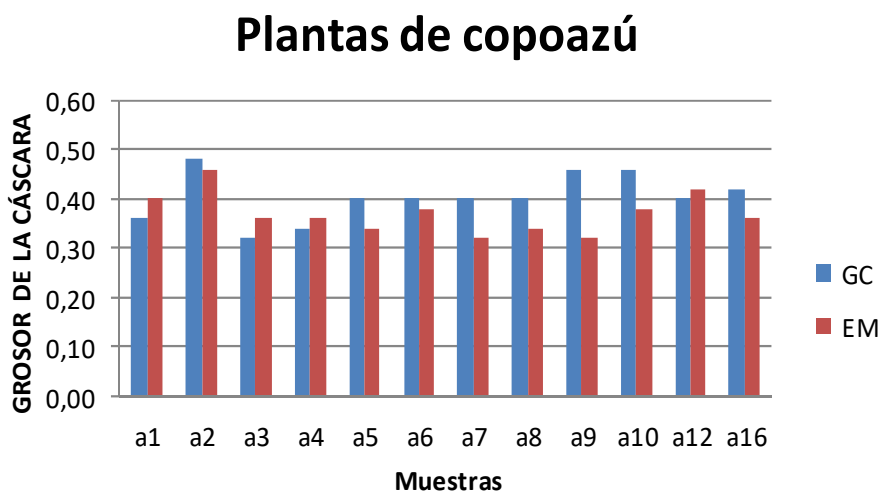
*Fuente: Elaboración propia.*

La figura 9 muestra el comportamiento NFA y NFRE donde los ecotipos que presentaron mayor número de fruto fueron la planta a3, a4, a5, a6, a7, a9, a10, no existiendo una relación NFRE ya que las plantas con mayor presencia de frutos roídos y enfermos (NFRE) fueron a7, a9 y a16.



**Figura 10. Comportamientos de las variables PPF**  
Fuente: Elaboración propia.

La figura 10. Muestra el comportamiento de peso promedio del fruto de Copoazú donde los que presentaron mayor peso fueron a2, a4, a6, a9, y a16 y los de menor peso fueron a1, a3, a5, a11.



**Figura 11. Comportamientos de las variables EM y GC**  
Fuente: Elaboración propia.

La figura 11. Muestra el comportamiento de las variables espesor de mesocarpio y grosor de cascara donde los ecotipos que presentaron mayor espesor fueron a1, a2, a9, a10, a12 y a16 y los de menor a3, a4, a5,a6.

### 6.1.6 Evaluación de las variables cualitativas para el fruto

Los datos obtenidos para las variables cualitativas para el fruto fueron los siguientes:

**Cuadro 9. Evaluación de características cualitativas de los frutos de Copozú presentes en la parcela.**

DESCRIPTORES	CATALOGO	PORCENTAJE
Forma del fruto (FF)	oblongo	12,5%
	elíptico	18,75%
	ovalado	25%
	redondo	18,75
Forma de ápice del fruto (FAF)	atenuado	12%
	agudo	25,25
	obtuso	31,25%
	redondeado	18,75%
	apezonado	0%
Rugosidad del fruto (RF)	dentado	0%
	ausente	95%
	ligera	5%
	intermedio	0%
Forma constricción basal del fruto (FCBF)	intenso	0%
	Ausente	70%
	ligero	30%
	intermedio	0%
	intenso	0%
	fuerte	0%

Las variables cualitativas para el fruto para los ecotipos de copozú presentaron en su mayoría FF ovalado (25%) y elíptico (18.75%), FAF obtuso (31.25%) y atenuado (25%) respectivamente, RF ausente (95%), FCBF ausente (70%), corroborados en el Anexo 8.

Bekele (1998) indica que las características como: separación entre surcos, forma del ápice del fruto, dureza del mesocarpio, rugosidad de la mazorca, sean

considerados dentro de las más importantes para encontrar diferenciación entre materiales de cacao evaluados.

### 6.1.7 Evaluación de las variables cuantitativas de la semilla

Los datos obtenidos para las variables cuantitativas para la semilla fueron los siguientes:

**Tabla 4. Estadística Descriptiva para datos de semilla de Copoazú que presentan las variables peso de la semilla húmeda con pulpa (PSHPT en gr), testa peso de la semilla húmeda sin pulpa y testa (PSHSPT en gr), Peso de la pulpa y testa (PPT en gr), peso de la semilla seca (PSS en gr), Largo de la semilla (LS en cm), ancho de semilla (AS en cm) y Espesor de la semilla (ES en cm) evaluadas en el estudio de Caracterización Agromorfológica durante el periodo 2012 en la Estación Experimental de Sapecho.**

	MINIMO	MAXIMO	MEDIA	DESV. EST	CURTOSIS	COE.VARIACION
<b>PSHCPT</b>	404	690,75	556,19	85,16	-0,41	0,14
<b>PSHSPT</b>	127	286,75	197,61	52,91	-1,23	0,25
<b>PPT</b>	250,25	421,75	345,14	42,83	2,24	0,12
<b>LS</b>	2,40	2,89	2,63	0,13	0,37	0,05
<b>AS</b>	2,04	2,44	2,22	0,11	-0,17	0,05
<b>PSS</b>	54,70	207	112,39	53,02	-1,42	0,39
<b>ES</b>	0,94	1,27	1,07	0,11	-1,41	0,10

En la tabla 4. Muestra los datos pertenecientes a la semilla donde todas variables medidas presentan un coeficiente de variación menor al 25%, siendo la media representativa en la muestra en estudio, donde el PSHPT para las semillas fueron 556,19gr respectivamente con PSHSPT 197.61 y con PPT 421.75gr y un PSS 112.39gr con LS 2.6cm, AS 2.22cm y ES de 1.07gr, respectivamente donde los datos son ameno al análisis paramétrico ya que estos presentan indicadores de normalidad de cesgo y curtosis en el rango adecuado de más menos uno y mostrados en el Anexo 9.

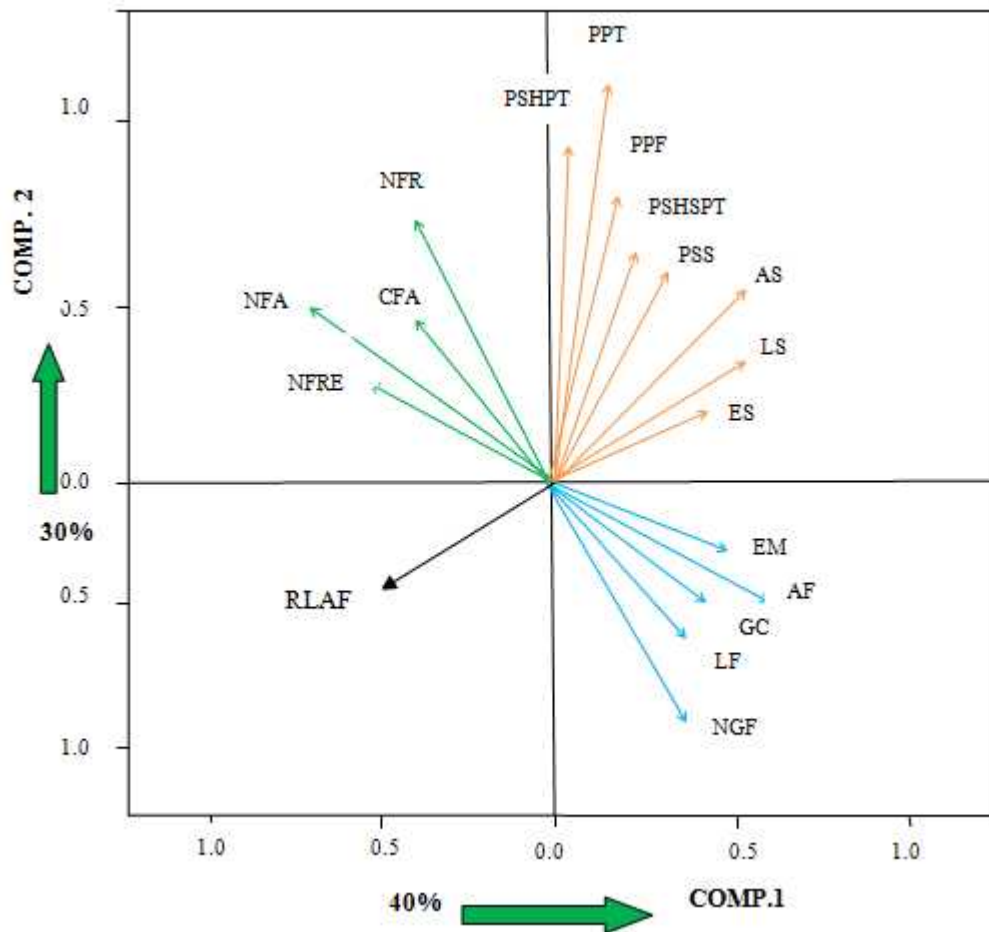
## 6.2 Variabilidad génica

Para facilitar la interpretación de los resultados, las variables utilizadas fueron las que presentaron mayor coeficiente de variación perteneciente a la flor, fruto y semillas.



### 6.2.1 Análisis de componentes principales

Para la determinación de la variabilidad precedente en la población en estudio se determinó realizar un análisis de componentes principales para los órganos mencionados anteriormente estos fueron interpretados tomando como base sus valores y vectores propios por tanto los resultados mostraron un diagrama de dispersión con una distribución de las variables de respuesta.



**Figura 12. Distribución de las variables originales de accesiones sobre el primero y segundo Componente principal en la caracterización agromorfológica de las plantas de Copoazú.**

La figura 12 muestra el análisis de componentes principales donde el componente uno representa el 50 % y el segundo explica el 30% de la variabilidad en la muestra en estudio para estos órganos, cabe señalar que se pueden identificar 3

grupos (clúster), el fruto representado de color verde, las semillas de color rojo y una combinación de datos de flor y fruto de color amarillo y celeste.

Cliff en (1987) citado por IPIGRI (2000) indicó que se deben considerar como aceptables los componentes cuyos valores propios expliquen un 70% o más de la varianza total.

Catell en (1966) citado por IPIGRI (2000) sugirió un criterio gráfico que consiste en representar el número de componentes y su valor propio en la abscisa, y el porcentaje de la varianza correspondiente en la ordenada, lo que permite observar en forma gráfica el decrecimiento de los primeros componentes en relación con los demás.

El diagrama muestra que las variables pertenecientes al fruto (amarillo) se encuentran altamente correlacionados entre si donde las plantas que presentaron mayor (LF, AF, GC, EM, PPF, NDGF) fueron las plantas a4, a3, a2, a6, y a10.

Y los datos pertenecientes a la semilla (naranja y celeste) presentan las mismas características anteriores donde estas variables se encuentran altamente correlacionadas entre si (PSHPT, PSHSPT, PPT, PSS, LS, AS, ES) donde las plantas que presentaron altos valores para estas variables fueron a4, a3, a10, a8.

El tercer grupo (verde) muestra la relación entre el Numero de fruto por árbol (NFA), numero de frutos roídos y enfermos (NFRE) y las relación con el número de flores por cojín floral (NFCF) y la cantidad de flor por árbol donde estos datos se encuentran altamente correlacionados donde las plantas con valores más altos fueron a9, a7, a3, a6, a16 donde podemos señalar que las plantas que presentaron menor floración tuvieron mayor cantidad de frutos por la compatibilidad de los mismos.

La figura 9 muestra el análisis de componentes principales donde las variables (LO) largo del ovario, (AO) ancho del ovario el componente uno presentan comportamiento positivo sobre el primer componente lo mismo pasa con (NO)

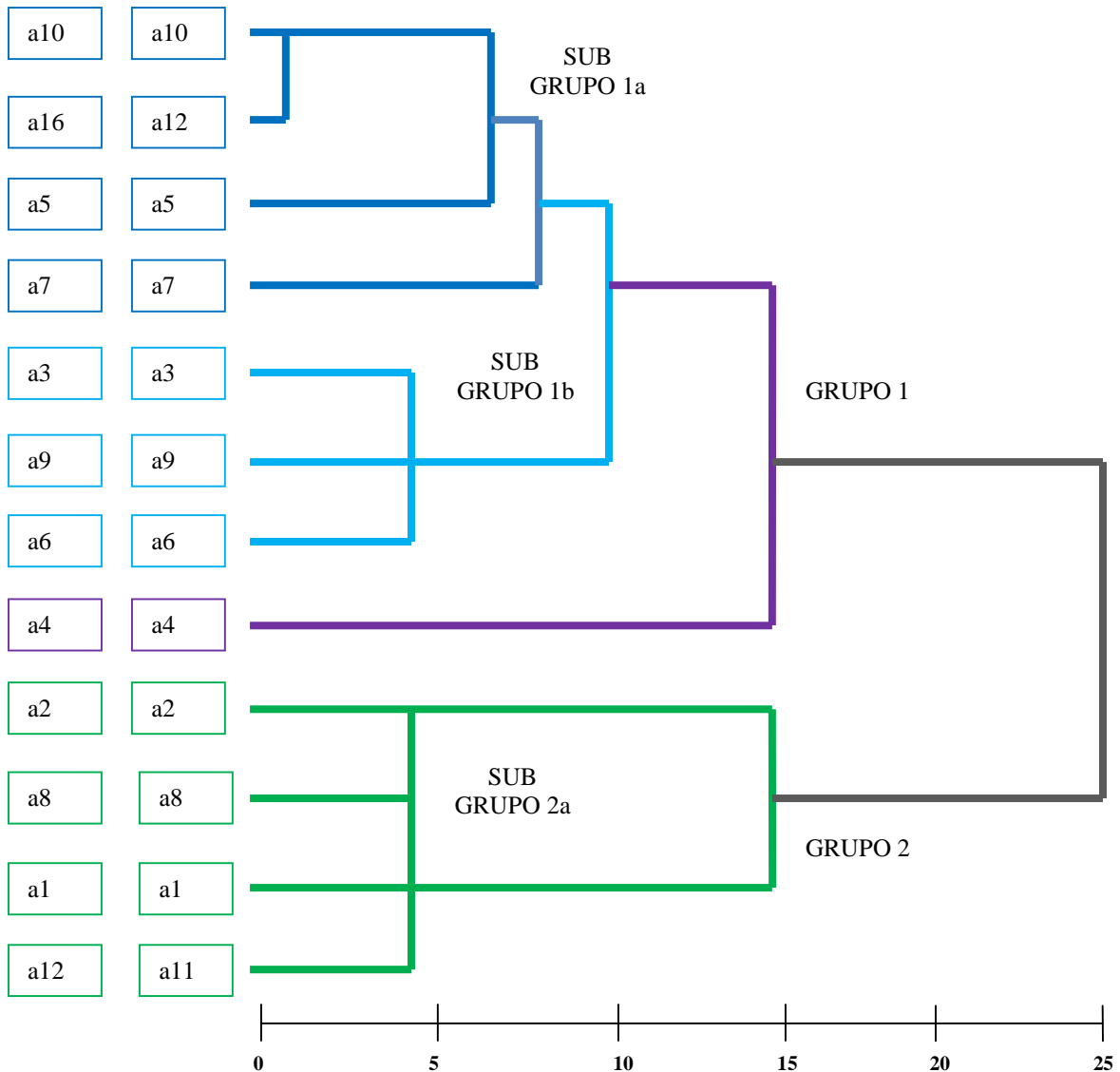
número de óvulos y (LF) largo del fruto, mientras que en el extremo negativo se encuentran las variables relación ancho largo del fruto (RALF), indican que es diferente para todos los individuos en estudio.

Según lo datos obtenidos por Cruz (1991) muestra que existe una relación entre el número de frutos/árbol/año y la compatibilidad, de esta manera arboles auto compatibles presentaron alto número de frutos/árbol/año.

## 6.2.2 Análisis del coeficiente de distancia

El dendrograma obtenido a través de la distancia euclidiana presento el siguiente resultado:

**Figura 13. Análisis de conglomerados con variables cuantitativas de producción.**



La figura 13 representa el dendrograma que resulto del uso del análisis multivariado utilizando la distancia euclidiana, para una mejor entendimiento de los datos solo se consideraron las variables que presenten relación con la producción como ser los datos del fruto y la semilla.

Según los datos cuantitativos se formaron dos grupos, el primer grupo conformado por 8 plantas las cuales se dividen en dos sub grupos el primer sub-grupo 1a (azul), donde según los datos obtenidos anteriormente el sub-grupo 1a (azul) presento datos similares en base a la producción donde las plantas de copoazú a10, a16, a5 y a7 están correlacionadas entre sí. El sub-grupo 1b (celeste) conformado por las plantas de copoazú a3, a9 y a6 presentaron características más o menos similares ya que a su vez el sub-grupo 1b esta correlacionado con el sub-grupo 1a. Este resultado explica que estas plantas son las más sobresalientes en la muestra de estudio, de acuerdo a las características cuantitativas (mayor cantidad de frutos por árbol).

El sub grupo 1a y 1b, están correlacionadas a su vez con la planta de copoazú a4 la cual es la que presenta las características más destacadas en base a producción de fruto y semilla.

El grupo 2 conformado por 4 plantas en el que encontramos al sub grupo 2a (verde) donde estas plantas se agrupan por presentar características cuantitativas más bajas en la muestra de estudio (menor cantidad de frutos por árbol) en las que podemos encontrar al sub grupo 2a que presenta las plantas a2, a8, a1 y a12.

## 7. CONCLUSIONES

Con el análisis de los resultados obtenidos en la presente investigación se llegaron a las siguientes conclusiones:

Las características agromorfológicas de mayor contribución a la diferenciación de las plantas de Copoazú fueron aquellos que presentaron un coeficiente de variación mayor al 25% teniendo en cuenta que aquellas variables que obtuvieron valores por debajo de esta presentan una variabilidad fenotípica mínima y donde la media es representativa en la muestra en estudio, por tanto se rechaza la hipótesis nula de que todas las características agromorfológicas son las mismas.

Los datos cuantitativos tomados para las hojas presentaron un coeficiente de variación muy baja, no encontrando diferencias en la muestra en estudio para las plantas de copoazú. Determinando que las diferencias más sobresalientes para la diferenciación de estos fueron las variables cualitativas como ser la forma del ápice, color de las hojas jóvenes y la relación de largo al punto más ancho.

Para las variables pertenecientes a la flor se encontró que el número de flores por rama (NFR) y el número de flores por árbol (NFA) presentó un coeficiente de variación alta de (0,33 – 0,47) con respecto a las demás variables medidas.

Presentando características cualitativas con diferentes variaciones con respecto a la pigmentación de los pétalos de la flor para esta característica cualitativa en algunas plantas se presentó flores con menor presencia de antocianina y en otras se pudo observar que presentó intensidad en la coloración de las flores.

Los datos tomados para el fruto se encontraron que las variables Largo de fruto (LF), Ancho de fruto (AF), grosor de cascara(GC) y espesor del mesocarpio (EM) presentaron una variabilidad fenotípica mínima de (0,1 - 0,2) no encontrando diferencias entre ambos grupos para estas variables, al contrario el número de frutos roídos y enfermos (NFRE), el número de frutos por árbol (NFA), y Número de

granos por fruto (NGF), presentaron diferencias marcadas, encontrando una variabilidad máxima entre (27,8 – 38,2), para la diferenciación entre plantas.

Con respecto a las variables cualitativas se determinó que la mayoría de los frutos presentaron forma de frutos (FF); elípticos, ovalados, redondos; con forma apical del fruto (FAF) entre obtuso-agudo y una rugosidad de fruto (RF); ligero, con la forma de constricción basal de fruto (FCBF); ligera-ausente.

Los datos pertenecientes a la semilla no presentaron un coeficiente de variación alto, el dato obtenido para todas las plantas fue por debajo de 25% de coeficiente de variación (CV), siendo la media representativa para la muestra en estudio y así no encontrando diferencias marcadas para poder diferenciar a los individuos.

Para el análisis de componentes principales se encontró que el componente uno y dos explican el setenta por ciento de la variabilidad fenotípica formando tres grupos los cuales se encuentran altamente relacionados entre sí, encontrando que el primer grupo pertenece a la semillas (naranja) el segundo a los frutos (verde) y el tercero con una combinación de variables de flores y fruto (celeste) mostrando el comportamiento de los individuos y la tendencia a cuál de estos grupos se inclinan por las características cuantitativas evaluadas.

Para el análisis del coeficiente de distancias a través de un dendograma se encontraron 2 grupos, el primero compuesto por sub-grupo 1a, sub grupo 1b presentaron características de producción superiores al otro grupo de los cuales se consideran los mejores en la población en estudio en comparación con el grupo 2 conformados por el sub grupo 2a los cuales presentaron características de producción muy por debajo de lo esperado.

Para la estimación del rendimiento los mejores genotipos fueron a4, a3, a6, a7 presentando mayor cantidad de frutos por lo tanto mayor número de frutos mayor número de semillas todos estos siendo de una misma edad.

## 8. RECOMENDACIONES

Para obtener datos que nos ayuden a diferenciar a todas las plantas existentes en la Estación Experimental se debe realizar otro estudio ya que algunas plantas se encuentran en etapa de crecimiento de 2 a 3 años, debido a esta etapa no se pudo evaluar a estas plantas.

Se debe tener mucho cuidado con el manejo de las flores la medición de debe realizar inmediatamente ya que estas se empiezan a deshidratar rápidamente y su manejo es más dificultoso, se debe realizar una prueba de compatibilidad ya que cuando se realizó esta operación, las condiciones medio ambientales no fueron muy favorables teniendo un margen de error.

Se recomienda hacer una medición del peso de fruto lo más antes posible después de la cosecha ya que esta tiende a perder la humedad y así disminuir el peso que podría causar algún tipo de variación en los datos finales.

También se debe considerar la época de cosecha (seca o lluviosa) ya que en época de lluvia los datos tomados para fruto son mayores en comparación a la época seca y se debe considerar tomarlos como dos grupos diferentes de datos.

Se deber realizar una nueva caracterización de la parcela de copoazú, pero solo de la variable relacionada a la producción, ya que la caracterización mostro que el mal manejo después del establecimiento de la parcela influyo en cierta medida sobre los datos.



## 9. BIBLIOGRAFÍA

**ACERO D., Luis E.** 1979. Principales plantas de la Amazonia en Latinoamérica 263 p.

**ARCINIEGAS, A.,** 2005. Caracterización de árboles superiores de cacao (*Theobroma cacao L.*) seleccionados por el programa de mejoramiento genético del Catie. (Tesis posgrado). Costa Rica: CATIE.125 p.

**ARGUELLO, O.; MEJIA, L.,** 2000. Variabilidad morfoagronómica de 59 árboles de cacao (*Theobroma cacao L.*) en Santander. In Tecnología para el mejoramiento de sistemas de producción de cacao. (Tesis posgrado) Colombia. Pp. 50 – 54.

**BECK, S.** 1991. Flora y vegetación en los Diferentes Pisos Altitudinales. Ediciones. Historia Natural de un Valle de los Andes. La Paz, Instituto de Ecología. UMSA. La Paz, Bolivia.

**BOLSA AMAZONIA,** 2009. Cooperación y negocios sostenibles, Noticias 300 familias viven del fruto copoazú, consultado el 25 de febrero del 2009, disponible en: <http://www.bolsaamazonia.com.br/bolivia/noticias.asp>

**CALDERÓN C.J.,** 1992. Presupuestos Agropecuarios, Modulo Nº 8 proyecto FOCAS, Unidad crediticia financiera Oruro - Bolivia.

**CALZADA BENZA JOSÉ,** 1985. Métodos Estadísticos para la investigación, Universidad Nacional Agraria, Lima - Perú S.A.

**CASTAÑOS J.,** 2010. Periódico LA OTRA FRONTERA, Usos alternativos de Recursos Naturales en Bolivia, PNUD. Publicado del 11 al 17 de enero del 2009. 15p. Consultado el 15 de septiembre del 2013. Disponible en: [http://idh.pnud.bo/usr\\_files/informe/tematicos/laotrafrontera\\_1.pdf](http://idh.pnud.bo/usr_files/informe/tematicos/laotrafrontera_1.pdf).

**CATIE,** 2005. Manual de Cacaocultura Orgánica Somarriva S. E. et al, Alto Beni – Bolivia, Edición no publicada 110 p.

**CUMAT – COTESU** 1985. Desbosque de la Amazonía Bolivia. Centro de Investigación de la Capacidad de Uso Mayor de la tierra. La Paz – Bolivia. 223p.

**ENRÍQUEZ, G.**, 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) Costa Rica: IICA. 97 p.

**FAO, SIDA**, 1987. Especies Forestales de Frutas y otros alimentos, tres ejemplos de América Latina 241p.

**FUNDACIÓN TROPICO HÚMEDO, 2012. TROPICO Y TECNOLOGÍA** publicación del año N° 6 junio 2010, "PROCESAMIENTO Y COMERCIALIZACIÓN DE LOS PRODUCTOS DEL COPOAZÚ PRODUCIDOS EN SISTEMAS AGROFORESTALES EN REBERALTA" Montero – Santa Cruz Bolivia. Disponible en: [http://www.tropico.org.bo/LIneabase\\_Copoazúpdf](http://www.tropico.org.bo/LIneabase_Copoazúpdf)

**HAIR, J.; ANDERSON, R.; TATAHAM, R.; BLACK, W.**1999. Análisis multivariante .España: Esme Prince. pp.14-18

**HERBAS ARZE R.**, 1992. Manual de Fitopatología, Editorial Universitaria Universidad Mayor de San Andrés La Paz – Bolivia 431p.

**HERNANDEZ, M. y GALVIS, J.** 1993. Procesamiento de arazá y copoazú. En Colombia Amazónica, Vol. 6, No. 2. Noviembre de 1993. P.135 – 148.

**HIDALGO, R.**, 2003. Variabilidad genética y caracterización de especies vegetales. (Boletín Técnico N° 8). 26 p.

**IPGRI** (International Board for Plant Genetic Resources)., 2003 . Análisis Estadístico de Datos de Caracterización Morfológica de Recursos Fitogenéticos. Boletín técnico número 8. 94p

**LEÓN, J., 2000.** Botánica de los Cultivos Tropicales. 3 ed. Costa Rica: IICA.678p.

**LOPEZ, E., 2009.** Caracterización morfológica y molecular de genotipos Cacao (Tesis Maestría). Costa Rica, CATIE. 13-15 pp.

**MALDONADO, M., 2011.** Tratamientos pregerminativos con tres sustratos e la germinación de copoazú (*Theobroma grandiflorum* Willd. Expreng)Shum) en la Estación Experimental de Sapecho Alto – Beni La Paz (Tesis de Grado) Bolivia. Universidad Mayor de San Andrés 98p.

**MAPA BOLIVIA, 2010.** Disponible en página web: <http://www.google.com.bo>

**MESSEN, F., 2003.** Producción de plantas para reforestación. Universidad de Costa Rica. Ministerio de Agricultura y ganadería. 10 – 16 p.

**OCHSE.J.; SOULE.; DIJKMAN.M.; WEHLBURG.C., 1980.** Cultivos y mejoramiento de Plantas Tropicales y Subtropicales. México: Limusa. pp. 913-929

**RAMÍREZ, J., 2002.** Análisis estadístico en biología molecular: Uso y aplicación en poblaciones vegetales. En: Memorias Simposio Internacional de Estadística en Agricultura y Medio Ambiente. Colombia (CIAT).170p.

**RAMÍREZ, M., 1987.** Herencia de ciertos caracteres de la mazorca y del árbol de cacao (Tesis Mag. Sc. ).Costa Rica: Universidad de Costa Rica. 82 p.

**PEREZ, P., 2009.** Evaluación y caracterización de selecciones clonales de cacao (*Theobroma cacao* L.) del Programa de Mejoramiento del CATIE. (Tesis posgrado). Costa Rica: CATIE.149 p.

**PITA, 2005.** Proyecto procesamiento y comercialización de los productos del copuazú en los sistemas agroforestales en Riberalta (Provincia Vaca Diez del departa), Material didáctico presentado en video en formato VCD, Abril 2005.

**SÁNCHEZ, PA.; DUBÓN, A., 1994.** Establecimiento y Manejo de cacao con Sombra. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Costa Rica: Turrialba. 82 p.

**RODRIGUEZ M. 2000.** Morfología y Anatomía Vegetal, Tercera edición, Imprenta Colorgraf, Cochabamba – Bolivia 513p.

**SALINAS R., SORUCO O., 2004.** Procesamiento y Comercialización de Productos del Copoazú Producidos en Sistemas Agroforestales en Riberalta. Trabajo presentado a la fundación para el Desarrollo Tecnológico Agropecuario y Forestal (FDTA), Trópico Húmedo (TH), SIBTA. Consultado el 18 de julio de 2013. Disponible en: <http://www.trópico.org.bo/Lineabase/Copoazú.pdf>

**SPSS – STATISCS 17.0**, Programa estadístico para realizar procesamiento de datos cualitativos y cuantitativos formato digital CD, año 1997.

**SILVA, A. de B., SOUZA, L.A. de A.T. de A. 1997.** Pragas do cupuacuzeiro e seus inimigos naturais. SEMINARIO INTERNACIONAL SOBRE PIMIENTA – DOREINO E CUPUACU, 1996.

**UNTERLADSTAETTER R. K. 2005.** Cultivo para los llanos cálidos de Bolivia 1ª edición, editorial Lewy libros, Santa Cruz – Bolivia 131 – 134p.

**URANO C. J.; MÜLLER C.; BENCHIMOL R.; KOUZO A.; ALVES R. 2009.** COPOASU (THEOBROMA GRANDIFLORUM (WILLD. Ex Spreng) Shum.) CULTIVO y UTILIZACION tratado de cooperación Amazónica (Pro Tempore) Venezuela, FAO, EMBRAPA, Ministerio de cooperación técnica del reino de los países bajos. 137p.

-----, 2001. Manual de Capacitación en la Producción Ecológica .EL CEIBO. Bolivia 110p.

**VILLEGAS, R., 2004** Caracterización morfológica del cacao “Nacional” (Theobroma cacao L) cultivado en la zona de alto Beni. (Tesis de grado), Bolivia. Universidad mayor de San Andrés. Facultad de agronomía. 98 p.

ANEXOS

**Anexo 1. Información de las características cuantitativas de la hoja detalle morfo agronómicos utilizados.**

	LH	AH	RLA	LBA	AA	AB
a1	29,87	9,02	3,34226096	13,5	30,3	50,5
a2	31,34	9,75	3,23389027	15,4	35,3	54,2
a3	39,29	10,93	3,61187653	13,3	33,2	55,6
a4	37,22	13,47	2,78328791	17,5	37,5	65,3
a5	32,22	9,21	3,50930286	14,6	34,3	60,2
a6	33,95	9,36	3,64898384	12,6	33,2	57,7
a7	31,5	9,67	3,58104345	12,8	34,2	56,4
a8	33,35	10,63	3,1449547	13,6	31,2	58,4
a9	31,69	8,96	3,55473284	14,7	30,3	55,5
a10	33,13	10,9	3,0549141	15,4	28,8	60,3
a12	33,13	10,92	3,05499677	15,7	31,5	46,3
a16	33,13	8,83	3,73888351	17,3	30,4	55,3
a11	30,75	9,87	3,11901511	12,4	31,5	45,6
a13	32,16	9,76	3,30833514	12,4	30,2	47,5
a14	29,36	9,55	3,09576739	13,3	30,3	40,8
a15	29,62	9,5	3,14065505	14,3	28,5	50,5

**Anexo 2. Características cualitativas para las hojas morfo agronómicos utilizados.**

FBH	FAH	PPH	TH	CHJ	LHLBA
obtuso	puntiagudo	ausente	coriácea	rojo intermedio	abobado
obtuso	cortamente puntiagudo	ausente	coriácea	rojo brillante	elíptico
obtuso	puntiagudo	ausente	coriácea	verde brillante	abobado
agudo	cortamente puntiagudo	ausente	coriácea	rojo intenso	abobado
obtuso	puntiagudo	ausente	coriácea	rojo intenso	ovalado
obtuso	cortamente puntiagudo	presente	como papel	rojo brillante	abobado
obtuso	cortamente puntiagudo	presente	coriácea	rojo intermedio	abobado
obtuso	puntiagudo	ausente	coriácea	rojo intermedio	elíptico
obtuso	puntiagudo	presente	coriácea	rojo brillante	abobado
obtuso	cortamente puntiagudo	presente	coriácea	verde intenso	abobado
obtuso	largamente puntiagudo	ausente	como papel	rojo brillante	ovalado
obtuso	puntiagudo	ausente	como papel	verde intenso	abobado
obtuso	largamente puntiagudo	ausente	como papel	rojo brillante	abobado
obtuso	puntiagudo	ausente	coriácea	verde brillante	abobado
obtuso	cortamente puntiagudo	presente	coriácea	rojo brillante	ovalado
obtuso	largamente puntiagudo	presente	coriácea	verde intenso	abobado
obtuso	largamente puntiagudo	ausente	como papel	verde intenso	elíptico

### Anexo 3. Características cuantitativas de la flor morfo agrónomos utilizados.

	LS	AS	LL	AL	LE	LE1	LE2	LO	AO	LP	NFA	NFR
a1	17,4	7,4	7,2	7,2	13,8	5	2	2	2	16,2	37	8
a2	19,8	8,8	7,6	7,6	13,8	5	2,44	2,72	2,72	18,8	60	10
a3	16,6	8,1	6,8	6,8	14,8	5,2	2	2,1	2,1	16,8	80	13
a4	16	7	6	6,2	13,8	5	2,02	2,02	2,04	15,2	87	18
a5	16,40	7,00	6,60	6,60	14,40	5,00	2,00	2,00	2,00	16,20	55,00	10,00
a6	17,24	7,66	6,84	6,88	14,12	5,04	2,09	2,17	2,17	16,64	85	12
a7	16,80	7,20	6,60	6,40	15,40	5,00	2,00	2,04	2,04	15,60	79,00	13,00
a8	16,61	7,39	6,57	6,58	14,50	5,05	2,02	2,07	2,07	16,09	50	10
a9	17,00	7,20	6,60	6,40	16,20	5,00	2,00	2,04	2,04	16,40	83,00	15,00
a10	18,00	8,60	8,40	8,40	17,60	5,60	2,12	2,10	2,10	18,00	88,00	16,00
a12	17,00	6,80	6,60	6,00	15,20	5,00	2,00	2,00	2,00	15,20	25,00	8,00
a16	17,40	7,60	6,80	6,60	15,40	5,00	2,00	2,00	2,00	15,20	30,00	9,00
a11	16,00	6,40	6,40	6,20	13,80	5,00	2,00	2,00	2,00	15,80	20,00	6,00
a13	16,60	7,60	6,80	6,60	14,80	5,00	2,00	2,00	2,00	15,20	27,00	8,00
a14	16,00	7,40	6,60	6,60	16,20	5,00	2,00	2,00	2,00	15,40	20,00	5,00
a15	16,40	7,00	6,40	6,40	15,80	5,00	2,10	2,04	2,04	15,20	78,00	14,00

### Anexo 4. Características cualitativas de la flor morfo agrónomos utilizados

	CAF	AFP	CP	AS
<b>a1</b>	mas/menos	intenso	verde	ligero
<b>a2</b>	menos	intenso	verde	ligero
<b>a3</b>	mas/menos	intermedio	verde	ligero
<b>a4</b>	mas	intenso	verde	ligero
<b>a5</b>	mas/menos	intermedio	verde	ligero
<b>a6</b>	menos	muyligero	verde	ligero
<b>a7</b>	menos	muyligero	verde	ligero
<b>a8</b>	mas	intenso	verde	ligero
<b>a9</b>	mas/menos	intermedio	verde	ligero
<b>a10</b>	mas	intenso	verde	ligero
<b>a12</b>	mas/menos	intenso	verde	ligero
<b>a16</b>	mas	intenso	verde	ligero
<b>a11</b>	mas/menos	intermedio	verde	ligero
<b>a13</b>	mas/menos	intermedio	verde	ligero
<b>a14</b>	mas	intenso	verde	ligero
<b>a15</b>	mas/menos	intermedio	verde	ligero

## Anexo 5. Características cuantitativas del fruto morfo agrónomicos utilizados.

	AF	LF	RALF	NGF	GC	EM	PPF	NFA	NFRE
a1	11,58	13,60	0,85	17,20	0,36	0,40	0,55	8,00	4
a2	11,68	23,30	0,50	25,40	0,48	0,46	1,36	15	3
a3	11,06	16,24	0,68	21,60	0,32	0,36	0,83	24,00	7
a4	12,10	16,52	0,74	31,60	0,34	0,36	1,27	30,00	8
a5	10,72	15,76	0,68	18,20	0,40	0,34	0,66	18,00	6
a6	11,02	18,44	0,60	29,60	0,40	0,36	1,39	26,00	5
a7	10,74	18,20	0,59	26,20	0,40	0,32	1,22	22,00	9
a8	11,06	22,70	0,51	31,80	0,40	0,34	1,22	14,00	5
a9	11,00	17,46	0,63	30,80	0,46	0,32	1,58	25,00	8
a10	10,82	19,56	0,55	24,40	0,46	0,38	0,91	20,00	6
a12	9,72	17,06	0,57	20,60	0,40	0,42	0,63	9,00	5
a16	11,50	19,46	0,59	30,20	0,42	0,36	1,91	20,00	7

## Anexo 6. Características cualitativas del fruto morfo agrónomicos utilizados.

	FF	FAF	RF	FCBF
a1	oblongo	agudo	ligero	ausente
a2	elíptico	obtuso	ligero	ausente
a3	redondo	redondeado	ausente	ausente
a4	redondo	redondeado	ausente	ligero
a5	ovalado	obtuso	ausente	ausente
a6	oblongo	agudo	ausente	ausente
a7	ovalado	agudo	ausente	ausente
a8	elíptico	obtuso	ausente	liger
a9	ovalado	agudo	ligero	liger
a10	ovalado	agudo	ausente	ausente
a12	redondo	redondeado	ligero	ausente
a16	oblongo	agudo	ligero	ausente



**Anexo 7. Características cuantitativas para la semilla morfo agronómicos utilizados.**

	PSHCPT	PSHSPT	PPT	LS	AS	PSS	ES
a1	468,00	154,25	309,75	2,40	2,13	110,48	0,96
a2	603,75	211,75	394,75	2,51	2,17	123	0,94
a3	582,75	200,23	338,00	2,89	2,44	84,42	1,17
a4	690,75	270	421,75	2,62	2,225	197	1
a5	404,00	127,00	250,25	2,62	2,04	54,70	1,04
a6	654,25	265,75	374,00	2,72	2,31	74,46	1,05
a7	560,25	214	334,5	2,725	2,355	207	1,01
a8	632,5	286,75	347	2,67	2,29	199,5	1,19
a9	597,50	235,00	361,25	2,71	2,23	143,73	1,02
a10	513,00	170,75	352,25	2,49	2,10	94,50	1,27
a12	488	144,5	355,25	2,635	2,18	122,5	1,155
a16	634,25	250,5	368,5	2,735	2,265	185	1,235

**Anexo 8. Características cuantitativas para la semilla morfo agronómicos utilizados.**

	PSHCPT	PSHSPT	PPT	LS	AS	PSS	ES
a1	468,00	154,25	309,75	2,40	2,13	110,48	0,96
a2	603,75	211,75	394,75	2,51	2,17	123	0,94
a3	582,75	200,23	338,00	2,89	2,44	84,42	1,17
a4	690,75	270	421,75	2,62	2,225	197	1
a5	404,00	127,00	250,25	2,62	2,04	54,70	1,04
a6	654,25	265,75	374,00	2,72	2,31	74,46	1,05
a7	560,25	214	334,5	2,725	2,355	207	1,01
a8	632,5	286,75	347	2,67	2,29	199,5	1,19
a9	597,50	235,00	361,25	2,71	2,23	143,73	1,02
a10	513,00	170,75	352,25	2,49	2,10	94,50	1,27
a12	488	144,5	355,25	2,635	2,18	122,5	1,155
a16	634,25	250,5	368,5	2,735	2,265	185	1,235

**Anexo 9. Hojas jóvenes del arboles de Copoazú**



**Anexo 10. Planta de Copoazú estudiadas**



**Anexo 11. Flores de copoazú con diferentes tonalidades de pigmentación.**



**Anexo 12. Frutos de copoazú con diferencia en formas.**





**Anexo 13. Grosor de la cascara y espesor del mesocarpio. Pulpa de copoazú envuelta en la semilla**



**Anexo 14. Frutos dañados y enfermos**

