

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE AGRONOMÍA  
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONOMICAS

**CARACTERIZACION MORFOLOGICA Y  
FENOLOGICA "IN SITU" DE CULTIVARES DE  
ZAPOTE *Pouteria sapota* (Jacq) Moore & Stearn EN LOS  
MUNICIPIOS DE OLOPA Y SAN JUAN ERMITA,  
CHIOQUIMULA.**

PRESENTADA A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE  
AGRONOMIA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

**JOSE MARIA RAYMUNDO GARCIA**

EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO  
**INGENIERO AGRONOMO**  
EN SISTEMAS DE PRODUCCION AGRICOLA  
EN EL GRADO ACADEMICO DE  
LICENCIADO

Guatemala, mayo de 1997.

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

**RECTOR**  
**DR. ERNESTO JAFETH CABRERA FRANCO**

**INTEGRANTES JUNTA DIRECTIVA FACULTAD DE AGRONOMIA**

<b>DECANO:</b>	<b>ING. Agr. JOSÉ Rolando LARA Alecio</b>
<b>VOCAL PRIMERO:</b>	<b>ING. Agr. JUAN JOSÉ CASTILLO MONT</b>
<b>VOCAL SEGUNDO:</b>	<b>ING. Agr. WILLIAM ROBERTO ESCOBAR LÓPEZ</b>
<b>VOCAL TERCERO:</b>	<b>ING. Agr. ALEJANDRO ARNOLDO HERNÁNDEZ FIGUEROA</b>
<b>VOCAL CUARTO:</b>	<b>BR. ESTUARDO ENRIQUE LIRA PRERA</b>
<b>VOCAL QUINTO:</b>	<b>BR. MYNOR JOAQUÍN BARRIOS OCHAETA</b>
<b>SECRETARIO:</b>	<b>ING. Agr. GUILLERMO EDILBERTO MÉNDEZ BETETA</b>

Guatemala, abril de 1,997

Honorable Junta Directiva  
Honorable Tribunal Examinador  
Facultad de Agronomía  
Universidad de San Carlos de Guatemala

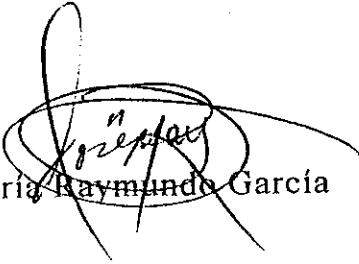
Señores Representantes:

De conformidad con las normas establecidas en la ley orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a su consideración el trabajo de tesis titulado: **CARACTERIZACION MORFOLOGICA Y FENOLOGICA "IN SITU" DE CULTIVARES DE ZAPOTE *POUIERIA SAPOTA* (JACQ) MOORE & STEARN EN LOS MUNICIPIOS DE OLOPA Y SAN JUAN ERMITA, CHIQUIMULA.**

Presentándolo como requisito previo para optar al título de Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola, en el grado académico de Licenciado.

Esperando merezca su aprobación, me suscribo de ustedes,

Atentamente

  
José María Raymundo García

## **Acto que dedico**

**A:**

Dios por permitirme llegar a este momento.

Mis padres Estéban Raymundo e Isidra García, por el apoyo recibido.

Mis hermanos Antonia, Juan, Estéban, Lucila, Isaías, Rosario y Patty.

Mis abuelitos Juan Bautista Raymundo (Q.E.P.D.), Lucila Xum, José María García y Antonia García.

Mis tios y tias especialmente a Teófilo Man y Julia Velásquez de Man.

Mis primos y primas especialmente a José Ernesto y Julia Patricia Man Velásquez.

Mi esposa Halla Patricia Monroy Ramírez y a nuestra pequeña hija María José, por su comprensión y apoyo.

Mi suegra y cuñados con cariño especial.

### **Tesis que dedico**

**A:**

**Dios Todo poderoso creador del cielo y la tierra.**

**Tricentenario Universidad de San Carlos de Guatemala.**

**Facultad de Agronomía.**

**Instituto Rafael Landívar, Mazatenango, Suchitepéquez.**

**Instituto Básico por Cooperativa Samayac, Suchitepéquez.**

**Escuela Oficial Urbana Mixta Samayac, Suchitepéquez.**

**Agricultores de San Juan Ermita y Olopa, Chiquimula  
por el apoyo brindado para la realización de ésta tesis.**



## **Agradecimientos**

A:

Ing. Agr. MSc. Edgar A. Martínez T.

Ing. Agr. Helmer D. Ayala V.

por la asesoría brindada para la realización del presente estudio de tesis

Centro de Cómputo de la Facultad de Agronomía por el procesamiento de la información.

Luis Fernando Berganza y Familia por el levantado de texto.

# TABLA DE CONTENIDOS

CONTENIDO		Pags.
Indice de Cuadros		ix
Indice de Figuras		x
Resumen		xi
1.	Introducción	1
2.	Justificación	2
3.	Marco Teórico Conceptual	3
	3.1 Sistemática del zapote	3
	3.2 Origen	3
	3.3 Descripción botánica	4
	3.4 Usos	5
	3.5 Composición bromatológica	6
	3.6 Los recursos genéticos de plantas cultivadas	6
	3.7 Caracterización o descripción sistemática	7
	3.8 Descripción sistemática y evaluación	8
	3.9 Lista de descriptores	9
	3.10 Estados del descriptor	9
	3.11 Toma de datos	10
	3.12 Taxonomía numérica	10
	3.13 Análisis de grupos	11
	3.14 Análisis de componentes principales	12
	3.15 Observaciones fenológicas	12
4.	Marco Teórico Referencial	
	4.1 Riqueza genética de Pouteria en Guatemala	14
	4.2 Recolecciones obtenidas	14
	4.3 Antecedentes	15
	4.4 Descripción del área	
	4.4.1 Ubicación	16
	4.4.2 Factores climáticos	16
	4.4.3 Zona de vida	17
	4.4.4 Suelo	17
5.	Objetivos	19
6.	Hipótesis	20

7.	Metodología	
7.1	Material experimental	21
7.2	Sitios de caracterización	21
7.3	Variables respuesta	23
7.4	Registro de la información	25
7.5	Análisis de la información	25
	7.5.1 Análisis por componentes principales	25
	7.5.2 Análisis de agrupamiento	26
8.	Resultados y Discusión	28
8.1	Variabilidad morfológica y fenológica de materiales de zapote ( <i>Pouteria sapota</i> (Jacq.) Moore y Stearn)	28
8.2	Variables cualitativas que también influyen en la variabilidad morfológica y fenológica en el germoplasma de zapote ( <i>P. sapota</i> (Jacq.) Moore & Stearn) de Chiquimula	31
8.3	Características cualitativas constantes	36
8.4	Análisis de componentes principales	36
8.5	Representación gráfica del análisis de conglomerados	41
8.6	Descripción de conglomerados	45
	8.6.1 Conglomerado I	45
	8.6.2 Conglomerado II	47
	8.6.3 Conglomerado III	49
	8.6.4 Conglomerado IV	51
	8.6.5 Conglomerado V	52
	8.6.6 Conglomerado VI	54
	8.6.7 Conglomerado VII	55
	8.6.8 Conglomerado VIII	56
	8.6.9 Conglomerado IX	58
8.7	Materiales promisorios de zapote ( <i>P. sapota</i> (Jacq.) Moore & Stearn)	59
8.8	Erosión genética del zapote ( <i>P. sapota</i> (Jacq.) Moore y Stearn) en San Juan y Olopa, Chiquimula.	61
8.9	Suelos y vegetación acompañante.	61
9.	Conclusiones	62
10.	Bibliografía	63
11.	Anexo	65



## INDICE DE CUADROS

	En el texto Página.
Cuadro 1. Parámetros Climáticos.	16
Cuadro 2. Sitios de Caracterización y árboles caracterizados.	21
Cuadro 3. Características que determinan la variabilidad Morfológica y Fenológica.	30
Cuadro 4. Tamaño de frutos.	31
Cuadro 5. Forma del fruto.	33
Cuadro 6. Colores del mesocarpio.	35
Cuadro 7. Componentes principales, variabilidad explicada y variables que determinan la variabilidad dentro de cada componente.	38
Cuadro 8. Indicadores estadísticos de las variables discriminantes.	39
Cuadro 9. Características del conglomerado I.	46
Cuadro 10. Características del conglomerado II.	48
Cuadro 11. Características del conglomerado III.	50
Cuadro 12. Características del conglomerado V.	53
Cuadro 13. Características del conglomerado VIII.	57
Cuadro 14. Materiales promisorios de zapote.	60

## INDICE DE FIGURAS

	Página
Fig.1 Ubicación geográfica de los municipios de San Juan Ermita y Olopa.	18
Fig.2 Ubicación geográfica de los sitios de caracterización.	22
Fig.3 Diagrama de flujo de la estrategia seguida para el análisis multivariado de la caracterización de 50 árboles de zapote ( <u>Pouteria sapota</u> (Jacq.) Moore & Stearn) en Chiquimula.	27
Fig.4 % de tamaño de frutos.	32
Fig.5 Formas de frutos encontrados.	33
Fig.6 % de formas de frutos encontrados.	34
Fig.7 % de tipos de colores del mesocarpio.	35
Fig.8 Representación gráfica del análisis de conglomerados: Fenograma.	44

CARACTERIZACION MORFOLOGICA Y FENOLOGICA "IN SITU" DE CULTIVARES DE ZAPOTE  
Pouteria sapota (jacq) Moore & Stearn. EN LOS MUNICIPIOS DE OLOPA Y SAN JUAN ERMITA  
CHIQUIMULA

"in situ" MORFOLOGIC AND FENOLOGIC CHARACTERIZATION OF MAMEY SAPOTE (Pouteria sapota  
(jacq) Moore & Stearn) IN OLOPA AND SAN JUAN ERMITA, CHIQUIMULA.

## RESUMEN

La presente investigación fué una caracterización de 50 árboles de zapote Pouteria sapota (Jacq) Moore & Stearn, ubicados en nueve localidades de los municipios de Olopa y San Juan Ermita, Chiquimula.

El período de toma de datos en el campo fué de junio de 1994 a mayo de 1996 tomando en cuenta el período de producción en especies de frutales como las Sapotaceas. Para lo anterior se utilizó el descriptor propuesto por el Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos, por sus siglas en inglés ( IPGRI), que considera variables morfológicas del árbol, flor, fruto y semilla y variables fenológicas de floración, fructificación y cosecha.

El análisis de la información consistió en la aplicación de técnicas multivariadas y univariadas a un total de 45 variables que integraron la matriz básica de datos.

Los resultados permitieron determinar los grupos de variables que explicaron el 57.9% de la variación total, dichas variables están asociadas a características del fruto y semilla ( 25.4% ); etapas de cosecha y diámetro del árbol (13%); características de la hoja e intervalo entre floración y cosecha (11.3%) ; etapa de floración, altura del árbol y diámetro de semilla (8.2%), respectivamente.

El análisis de agrupamiento permitió determinar 4 grupos compactos, un grupo de 2 árboles y 4 árboles individuales que se diferenciaron de los grupos anteriores.

De acuerdo con las variables relacionadas con el fruto se seleccionaron 10 árboles clasificados como promisorios y recomendados para futuros programas de fomento y conservación de germoplasma de zapote.

## 1. INTRODUCCION

En la actualidad los recursos naturales renovables y no renovables están siendo degradados por el uso irracional que se hace de los mismos, provocando en esta forma un deterioro ambiental acelerado y la pérdida de recursos fitogenéticos valiosos para la alimentación humana. A este hecho no escapan los frutales de los cuales el zapote (Pouteria sapota (Jacq) Moore & Stearn) es una de las especies del cual el hombre utiliza sus frutos y la madera. Desde el punto de vista nutricional, esta fruta es fuente de carbohidratos, proteínas y minerales que complementa la dieta alimenticia de las familias. Además es fuente de ingresos para las familias rurales especialmente.

Por lo anteriormente mencionado, es importante y necesario realizar estudios de conservación y mejoramiento de los recursos fitogenéticos de importancia económica para el hombre; parte de éstos lo constituyen las caracterizaciones. Actualmente se realizan estudios de las diferentes especies de la familia Sapotaceae existentes en Guatemala, por parte del Instituto de Investigaciones Agronómicas de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala quien conjuntamente con el Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos ( IPGRI ) desarrollan el proyecto "Diversidad, Conservación y Uso Sostenible de los Recursos Genéticos de Especies de Frutales Nativos de América Tropical: Parte I, Sapotáceas"

La presente caracterización "in situ" morfológica y fenológica de árboles de zapote, en dos municipios del departamento de Chiquimula -Olopa y San Juan Ermita- se realizó con el fin de determinar la variabilidad o similitud existente entre árboles de zapote y determinar aquellos árboles que por sus características de fruto puedan considerarse como promisorios.

Esta caracterización inicia con un reconocimiento preliminar del área de estudio. La toma de datos en el campo fué de junio de 1994 a mayo de 1996; éstos datos constituyeron la matriz básica de datos sobre la cual se aplicaron técnicas de análisis multivariado de Componentes Principales y Análisis de Agrupamiento (Cluster Analysis).

## 2. JUSTIFICACION

Guatemala es un país con diversidad de condiciones de suelo y clima que se manifiesta en la diversidad de recursos fitogenéticos; algunos bien manejados y otros con manejo inadecuado según los intereses propios del agricultor en cuanto a aprovechar los mismos. Actualmente se deforestan áreas con diversas especies de árboles, entre ellos frutales, contribuyendo con el avance de la frontera agrícola y el proceso de erosión genética.

Entre los cultivos que reciben poca asistencia técnica y que está siendo erosionados genéticamente ( en áreas semi-urbanas especialmente) está el zapote, especie generalmente ubicada en huertos familiares, que a pesar de su potencial nutricional y económico no está siendo bien aprovechada.

Según estudios bromatológicos (13) se ha determinado por cada 100 gramos de mesocarpio se encuentran: 67.50 gramos de agua; 26.98 gramos de carbohidratos; 1.41 gramos de proteínas; 0.74 gramos de fibra; 1.32 gramos de ceniza; 46.70 miligramos de calcio; 22.90 miligramos de fósforo; 1.57 miligramos de niacina y 18.40 miligramos de ácido ascórbico.

Dado el potencial económico y nutricional que posee esta especie y por ser nativa de Mesoamérica es interesante y necesario realizar estudios que conlleven a determinar las características morfológicas y fenológicas que en mayor o menor proporción influyen en el grado de similitud y variabilidad existente, como punto de referencia para posteriores estudios de selección, evaluación y reproducción de aquellos árboles con características deseables para ser considerados dentro de un programa de diversificación de la producción agrícola en áreas aptas para su cultivo.

Así mismo se obtiene información básica para el desarrollo de programas de conservación de germoplasma que eviten la pérdida de éste recurso por erosión genética; programas de selección y mejoramiento genético que favorezcan el desarrollo de tecnología apropiada para la explotación comercial de esta especie.

### 3.- MARCO TEORICO CONCEPTUAL

#### 3.1.- Sistemática del zapote (15,19).

Reino:	Plantae
División:	Magnoliophyta
Clase:	Magnoliopsida
Sub-clase:	Dilleniidae
Orden:	Ebenales
Familia:	Sapotaceae
Género:	Pouteria
Especie:	<u>P. sapota</u> ( Jacq ) Moore & Stearn.

#### 3.2.- ORIGEN

Según León, J. y Morera (11,12), el mamey zapote Pouteria sapota (jacq) Moore & Stearn, es originario de las tierras bajas de Centroamérica; crece de preferencia en forma silvestre desde el nivel del mar hasta más o menos 1,000 msnm. Poblaciones silvestres se encuentran desde el sur de México hasta Costa Rica y posiblemente en el norte de América del Sur, el cultivo se ha extendido por las Antillas y a regiones tropicales del Viejo Mundo. Según Pennington, T.D. (15), el zapote no parece ser nativo u originario en Costa Rica o Panamá, donde es reemplazado por P. viridis (Pittier) Cronquist y P. fossicola Cronquist. Respecto a la asociación del zapote (P. sapota ( Jacq ) Moore & Stearn) con otras plantas, Pennington, T.D. (15) hace mención que es un componente de la selva alta perennifolia asociado con Terminalia amazonica y Guatteria anomala, en el sur de México (Veracruz, Tabasco, Chiapas). En Petén Guatemala y Belice se presenta en el bosque semi-verde sobre piedra caliza, dominada por Manilkara zapota, Calophyllum brasiliensis, Cedrela odorata, Aspidosperma megalocarpon y Swietenia macrophylla. (15)

"El nombre de «mamey», «mamey dorado» o «mamey zapote» se originó de una confusión con el árbol de mamey Mammea americana (L), dado que la capa externa de ambos frutos se parece, sin embargo en la mayoría de lugares se le conoce con el nombre de zapote o sapote" (13). "El nombre zapote se deriva del Nahuatl, «tzapotl», un nombre colectivo que se aplica a varias especies de frutas esféricas, dulces y con semillas grandes a las cuales en México les llaman «pixtle» y «sapoyola» en Centroamérica. Gran parte de éstas pertenecen a la familia Sapotaceae, como el «chicozapote» Manilkara zapota; «mamey zapote» Pouteria sapota (jacq) Moore & Stearn; «injerto» Pouteria viridis; y «caimito» Chrysophyllum cainito. El nombre «zapote» se usa también en especies de otras familias como «zapote negro» Diospyros digyna y «zapote blanco» Casimiroa edulis" (8).

## 3.3.- DESCRIPCIÓN BOTÁNICA

Según Pennington; T.D., y León, J. (11,15), *Pouteria sapota* (Jacq) Moore & Stearn, es una especie muy polimorfa, es por lo común un árbol alto, hasta de 30 m., de copa simétrica o irregular y con follaje caedizo que se renueva continuamente.- Los vástagos jóvenes con pubescencia café-dorado y glabros cuando viejos.

"Hojas: Densamente agrupadas, ordenadas en forma espiral, largo (10-18) 18-35 por (3.5) 5-11(-13) cm., de ancho, oblanceoladas, con el ápice usualmente obtuso, con la base alargada y en disminución, aguda o estrechamente cuneiforme, casi coriáceos, por lo común son glabras, aunque en algunos tipos tienen pubescencia grisácea en ambas caras. En el haz son verde-oscuro y brillantes, y en el envés más claras, con los nervios laterales prominentes y nervadura reticulada perpendicular a los nervios laterales." (15)

Pétalo de 1.3-1.4 cm. de longitud, acanalado, densamente pubescente, convirtiéndose en glabros. (15)

"Flores: Brotan en grupos numerosos de dos a seis flores cada uno, en los nudos sin hojas de las ramillas terminales, inmediatamente debajo del follaje nuevo. Los 8 a 10 sépalos, imbricados, están dispuestos en espiral y su tamaño disminuye progresivamente desde el más interno o basal, los externos de 1.5-2 mm de longitud, los internos de 5-6 mm de longitud, son más anchos que altos y a menudo recortados en el ápice. Corola, color amarillenta, anchamente tubular, algunas veces ligeramente expandido en el ápice, 0.7-1 cm. de longitud, tubo de 4-4.5 mm. de longitud, cinco lobulos, 2.5-4 mm. de longitud, anchamente oblóngo o espatulado ápice redondeado o achatado, usualmente lustroso en su parte exterior, por lo menos en el centro de los lobulos, raramente glabros, glabros por dentro, algunas veces ligeramente ciliado, cinco estambres, arreglados cerca de la parte alta del tubo de la corola; filamentos de 2-3 mm. de longitud, glabros; anteras de 1.5-2.5 mm. de longitud, lanceoladas, glabros, estambres convertidos en estructuras planas como estaminodios. Hay además cinco estaminodios delgados en posición alterna con los pétalos que están insertos en la corola a un nivel inferior a la inserción de los estambres, de 2.5-3 mm. de longitud. El pistilo mide unos 9 mm de longitud." (11)

"Ovario, ovoide, adelgazando gradualmente dentro del estilo, pentacocular, pubescente, estilo 4.5-7.5 mm de longitud después de la antesis, usualmente proyectado en vástago/capullo y abre la flor, pubescente abajo, estilo de cabeza simple, en la mayoría de los casos sólo un óvulo se fertiliza. (11)

"Fruto: Es una baya cuya forma varía considerablemente aún entre plantas de la misma población. Pueden ser fusiformes, elongados y asimétricos, elipsoidales o casi esféricos, de 10 a 25 cms., de largo por 8-12 cms., de ancho. La corteza es más gruesa y quebradiza que en Manilkara zapota y puede estar cubierta, total o parcialmente, por capas corchosas derivadas de lenticelas. La capa de esclereidas debajo del epicarpio es densa y a ella se debe la cáscara quebradiza cuando los frutos están maduros." (15)

"El mesocarpio varía considerablemente en textura y color, rojo anaranjado a grisáceo, contenido de azúcar y sustancias aromáticas. El endocarpo es más pálido y fibroso y de consistencia más firme. En la pulpa del fruto hay muchas esclereidas que le dan la textura arenosa característica y numerosos canales de látex. Para disminuir éste, con frecuencia las frutas se recogen sazanas, se hacen estrías longitudinales poco profundas para extraer el látex y se dejan madurar en lugares oscuros. Hay por lo común una sola semilla grande llamada «pixtle» en México, y «sapoyola» en Centroamérica, de 4-10 cms., de longitud, elipsoidal, con los extremos agudos y con la testa de 1-3 mm., de grosor, de color café, oscuro, lisa y brillante. El hilo en cambio es blanco o crema, rugoso y de 1-2 cms., de ancho. La semilla propiamente dicha está formada por dos cotiledones y una plúmula muy pequeña; los cotiledones contienen una sustancia aromática y han sido utilizados tradicionalmente para preparar dulces o con fines medicinales" ( 11 ).

### 3.4.- USOS

Las frutas de zapote, se consumen como suplemento de la dieta alimenticia, en fresco, en ensalada o en conserva (10). Las semillas del fruto de zapote en México y Centroamérica se utilizan molidas para dar al chocolate un sabor amargo y aroma característico. Así mismo de la semilla se pueden extraer aceites que tienen múltiples usos medicinales. En Puerto Rico se ha comprobado que un polvo hecho con la semilla, ó infusión en agua del fruto verde, puede ser insecticida eficaz. (8)

El aceite que contienen las semillas (aceite de sapuyul) es preparado en El Salvador y Guatemala como un tónico para la piel y como revitalizador para evitar la caída del cabello; así mismo es utilizado para dolores musculares y afecciones reumáticas. La corteza y las hojas en forma de cocción se usan contra arterioesclerosis y gozan de gran reputación para bajar la presión arterial ( 8 ).

El látex se emplea como cáustico para eliminar verrugas y crecimiento de hongos en la piel. La madera es rojiza y sólida, y es utilizada en la construcción de muebles, carretas



o para trabajos que requieren maderas muy fuertes. El fruto además usualmente cocinado puede constituir un sustituto aceptable de la salsa de manzana o utilizarse para repostería. De las flores se prepara en las Antillas un licor perfumado que se conoce con el nombre de «EAU de Creolé» ( 8 ).

En resumen como lo señala Ochse ( 14), las plantas de frutales pueden visualizarse como laboratorios para la obtención de materias primas, en los cuales el productor es el eslabón inicial de una gran cadena de actividades, que lleva a una gran variedad de productos útiles.

### 3.5.- COMPOSICION BROMATOLOGICA

Según estudios realizados (13) la fruta de zapote presenta un alto valor nutritivo, ignorado por la gran mayoría del público consumidor. Así tenemos que por cada 100 gramos de pulpa comestible de mamey zapote, se encuentran:

- 67.5 gramos de agua
- 26.98 gramos de carbohidratos
- 1.41 gramos de proteínas
- 0.74 gramos de fibra
- 1.32 gramos de ceniza
- 46.70 miligramos de calcio
- 22.90 miligramos de fósforo
- 1.57 miligramos de niacina
- 18.40 miligramos de ácido ascórbico.

### 3.6.- LOS RECURSOS GENETICOS DE PLANTAS CULTIVADAS

En las últimas décadas la conservación de los recursos naturales ha recibido atención especial, ya que muchos de ellos están desapareciendo con rapidéz y no es factible su reemplazo. Los recursos genéticos de plantas cultivadas han recibido menos atención que los suelos, agua y bosques, pero ya se desarrollan actividades a nivel nacional, regional y mundial para la exploración y conservación de esos recursos. La conservación del germoplasma nativo es urgente también por los cambios sociales que están ocurriendo en esta región (Centroamérica).- Quizás el más importante de ellos es la actitud de la gente respecto a los cultivos foráneos.- Otro de los factores adversos es la falta de tecnología en su cultivo, manejo, producción y uso. (7)

El interés por los recursos genéticos de Centroamérica sobrepasa sus límites geográficos. Como en ella existen variedades primitivas de frijoles, maíz, tomates, algodón, chiles,

leguminosas forrajeras, ayotes, cacao y muchas otras especies, la preservación de este germoplasma, su conservación permanente y distribución, son de interés esencial a otras regiones, particularmente para el mejoramiento de la resistencia o calidad de sus cultivos. Por otra parte, Centro América depende del germoplasma foráneo para mejorar cultivos tan importantes como café, caña de azúcar, pastos y otros. La interdependencia en recursos genéticos es de tal naturaleza que va más allá de los intereses regionales para convertirse en un problema mundial. (7).

### 3.7.- CARACTERIZACION O DESCRIPCION SISTEMATICA

Engels citado por Morera (12), define caracterización como «clasificación o análisis de la expresión fenotípica de cada introducción de una colección dada, para cada descriptor previamente definido». De acuerdo con Morera (12), la clasificación es de suma importancia en los bancos de germoplasma, puesto que no solo es un paso fundamental en la utilización de los recursos genéticos sino también es el medio por el cual extraemos una serie de características agromorfológicas y bromatológicas que nos permiten diferenciar las mejores plantas de una colección dada.

Engels citado por Morera (12) señala que para realizar una caracterización de una colección de plantas es necesario que se desarrolle bajo las mismas condiciones de tal forma que las diferencias estimadas o registradas, representen diferencias típicas de los cultivares involucrados, además es también necesario incluir conjuntamente con los datos agromorfológicos y análisis bromatológico, los datos sobre clima, suelo, prácticas culturales y fecha de siembra del ensayo.

Chang, citado por Morera (12), indica que una descripción sistemática puede ser la base para:

- a.- Diferenciar entre entradas con nombres semejantes o idéntico, incluyendo la determinación de duplicados.
- b.- Identificar entradas con características deseables.
- c.- Clasificar cultivares comerciales, basados en criterios relevantes.
- d.- Caracterizar cultivares o líneas genéticas de interés nacional o regional.
- e.- Desarrollar afinidades entre o dentro de características y entre grupos geográficos de entradas.
- f.- Estimar el grado de variación dentro de una colección de variedades.

Strasburger *et. al.*, citados por Morera (12), agregan que la botánica sistemática trata de reconocer por medio de estudios comparativos de formas vegetales, los distintos grupos naturales en que se pueden ordenar las plantas con base en las características comunes que presentan, describirlas y, en último término, disponerlas en el sistema natural.

Shetler, et. al., citados por Morera ( 12), consideran que la descripción debe y tiene que ser clara, en términos positivos de acuerdo a los atributos morfológicos que la planta posee, por ejemplo: «flores azules», «hábito erecto». De ninguna manera se debe describir una planta comparándola con otra introducción o expresando el resultado de la descripción negativamente por ejemplo «flor no azul».

### 3.8.- DESCRIPCION SISTEMATICA Y EVALUACION

Según Morera (12 ), la evaluación en general, tiene propósitos más específicos, por ejemplo: resistencia a enfermedades, sequías, etc., mientras que una descripción sistemática presenta propósitos múltiples, por ejemplo: características taxonómicas, agronómicas, etc.

Dentro del concepto de descripción sistemática es de resaltar algunos términos importantes, como los siguientes:

- a.- Datos de identificación: Son los datos de introducción e información que son registrados por los colectores.
- b.- Caracterización: Consiste en registrar aquellas características que son altamente heredables, que pueden ser fácilmente vistas, y que son expresadas en todos los ambientes.
- c.- Evaluación preliminar: Consiste en registrar un número limitado de características adicionales, preferiblemente con un consenso de usuarios de cultivos particulares. Esta característica podría también ser valorada visualmente, pero no necesariamente ser expresada en todos los ambientes.

La actividad que sigue después de una descripción sistemática es la evaluación completa, que consiste en registrar otras características relacionadas con los programas de mejoramiento; la evaluación requiere a menudo de diseños experimentales, los cuales pueden ser llevados a cabo por fitomejoradores y otros usuarios. (12)

### 3.9.- LISTA DE DESCRIPTORES

Engels, citado por Morera (12), define a los descriptores ó (unidades básicas de cada sistema de documentación), que expresan elementos de información.

El Consejo Internacional de Recursos Fitogenéticos (IBPGR) citado por Morera (12), indica que un descriptor es una variable o atributo que se observa en un conjunto de elementos, ejemplo: altura de planta, color de la flor, etc.-

Según Engels, citado por Arce (1), una característica es un atributo de un organismo y es el producto de la interacción de uno o más genes con el ambiente. A su vez, las características se dividen en cualitativas y cuantitativas.

El IBPGR, citado por Morera (12), considera que la preparación de una lista de descriptores a menudo es un proceso repetitivo. A medida que la identificación y documentación de los descriptores se va llevando a cabo, se necesita revisar la lista de ellos para asegurarse que satisficará los requisitos que al final se procesará de los datos. A medida que continúe el análisis, se evolucionará a una lista más perfeccionada, la cual explicará con mayor precisión los datos que van a ser presentados.

La escogencia de un conjunto de descriptores es un trabajo continuo y laborioso, dado que hay que considerar todas las aplicaciones futuras y diversas que sean posibles, por eso es necesario consultar literatura, estudiar la variabilidad existente en el campo y realizar comunicaciones personales con expertos. Finalmente se presenta la lista máxima a un grupo de expertos que deciden cuales descriptores se aceptan y cuales se descartan. Luego, cada descriptor se pone a prueba para ver si suministra la información deseada.  
(12)

Otro método para seleccionar los descriptores más discriminantes dentro de una lista, es mediante métodos estadísticos. De esta manera se puede calcular el valor discriminatorio de cada descriptor y las afinidades entre los mismos. (12)

### 3.10.- ESTADOS DEL DESCRIPTOR

A cada descriptor se le asigna una escala de valores que se llama «estados del descriptor». El IBPGR, señala que los estados del descriptor usualmente podrían ser registrados como códigos (letra o número) antes que en palabras.

Siempre que sea posible, si una característica es estable entre diferentes ambientes, se debe registrar el valor actual del descriptor cuantitativamente. ( 12 ).

La codificación de datos es de suma utilidad en situaciones como las siguientes:

- a.- Cuando se quiere clasificar una introducción en un grupo amplio donde una medida exacta es impráctica.
- b.- Cuando se registra el porcentaje de área foliar infectada, no se mide el área, sino que ésta se compara con un grupo de figuras de hojas infectadas que tienen cada una un código.
- c.- Cuando una característica tiene un valor subjetivo, por ejemplo: vigor de la planta o potencial comercial.
- d.- Cuando una característica es variable dentro de una entrada pero todavía se puede dividir dentro de la introducción en un grupo amplio.
- e.- Cuando se necesita describir colores, lo más recomendable es referirse a un libro de colores estandar, por ejemplo: the tru han bool of color. ( 12 )

### 3.11.- TOMA DE DATOS

La toma y presentación de datos para el manejo electrónico requiere de un conocimiento detallado de los requisitos establecidos por las secciones de documentación.

Durante la recolección activa de datos, es decir, durante la caracterización, siempre se tiene que decidir en que forma se quieren registrar los datos, puesto que éstos pueden presentarse como medidas reales o como estados clasificados.

Las medidas reales en general no causan problemas, si el órgano por medir está bien definido y el equipo es adecuado; mientras que la clasificación de la expresión fenotípica de características cualitativas es mucho más difícil y subjetiva ( 1 ).

### 3.12.- TAXONOMIA NUMERICA

La taxonomía numérica ha sido definida como la evaluación numérica de la afinidad o similitud entre unidades taxonómicas y el agrupamiento de éstas en «taxones» basándose en el estado de sus descriptores. El enfoque planteado por la taxonomía numérica comprende dos aspectos: uno filosófico, basado en la teoría clasificatoria, denominado «feneticismo», y el otro, el de las técnicas numéricas que son el camino operativo para aplicar dicha teoría. El feneticismo lleva a cabo la clasificación en base a la similitud de las unidades taxonómicas, no así en su filogenia (parentesco); no cuestiona la teoría evolucionista ni la genealogía de los organismos. (5)

Sin embargo, considera válido el estudio de la filogenia una vez efectuada la clasificación de grupo; tampoco descarta la posibilidad de que clasificaciones basadas en sus principios reflejen relaciones genealógicas (5).

Las técnicas numéricas calculan mediante operaciones matemáticas la afinidad entre unidades taxonómicas, en base al estado de sus caracteres; es la asociación de conceptos sistemáticos con variables numéricas (5).

### 3.13.- ANALISIS DE GRUPOS

Mediante la aplicación del análisis de grupo, se obtiene una serie de similitud o matriz de similitud, que está calculada en base a los descriptores o variables de la investigación. Esta matriz es insuficiente para expresar relaciones entre la totalidad de las unidades taxonómicas operativas (OTU), pues solo expone similitud entre pares de dichas unidades. (5)

Se dispone de una gran variedad de técnicas de análisis de matrices de similitud, cuyo objetivo es sintetizar, a fin de permitir el reconocimiento de las relaciones entre la totalidad de las OTU. Uno de los métodos más utilizados es el Análisis por agrupamientos (Cluster Analysis); el cual mediante técnicas que, siguiendo reglas más o menos arbitrarias, forman grupos de OTU que se asocian por su grado de similitud ( 5 ).

La estructura taxonómica del grupo en estudio se puede representar gráficamente en varias formas; la más común es el «Fenograma», que es un diagrama arborescente que muestra la relación en grado de similitud entre dos o más OTU. Los valores de similitud se expresan en una escala que suele encontrarse en su extremo superior. Las OTU se colocan en el extremo derecho, y dan origen cada una a un eje horizontal. (5)

Los ejes horizontales se unirán mediante ejes verticales que expresan, en relación con la escala, el valor de similitud existentes entre las OTU o conjuntos de OTU. Podríamos decir que un grupo cualquiera se constituye por las paralelas a la escala que nacen de un mismo eje vertical y las ramificaciones que contiene. El orden de las OTU en el lado derecho es de escasa importancia, ya que los ejes pueden rotar en cualquier grado ( $180^\circ$  en el papel) sin alterar los patrones de relación entre las OTU (5).

Para encontrar el patrón de relaciones entre la totalidad de las OTU se utilizan también los métodos de ordenación. A diferencia del análisis de agrupamientos, éstos métodos no trazan límites en el espacio que separen a grupos, tarea que corresponde al investigador al interpretar los resultados. Las relaciones entre las OTU están reflejadas en la posición en que se disponen en ese espacio. Cuanto más cerca se encuentran entre sí dos OTU más estrechamente relacionadas están. Esta técnica parte de una matriz de similitudes entre caracteres, pero que la representación gráfica final se refiere a las relaciones entre las OTU (5).

### 3.14.- ANALISIS DE COMPONENTES PRINCIPALES

Es utilizado para representar, por medio de un modelo lineal, un conjunto numeroso de caracteres (descriptores) mediante un número reducido de variables hipotéticas, llamadas «componentes principales», los cuales no están correlacionadas entre sí y, por lo tanto, se interpretan independientemente unos de otros. El número de componentes depende del número de caracteres originales y el número máximo posible es igual o menor al número de estos últimos. Cada componente contiene una parte de la variabilidad total de los caracteres. El primer componente es el que contiene la mayor variabilidad. (5)

De la variabilidad restante, el segundo componente es el que incluye más información. El tercer componente posee la mayor variabilidad no contenida en los componentes anteriores. Así se continúa hasta que toda la variabilidad ha sido distribuida diferencialmente entre los componentes. Cada componente contiene información de todos los caracteres pero en diferentes proporciones (5).

Los resultados de esta técnica se grafican sobre ejes ortogonales que representan los componentes principales que delimitan un espacio bi o tridimensional, según se utilicen dos o tres ejes. Las OTU se sitúan dentro del espacio delimitado por los componentes según los valores de sus coordenadas con respecto a estos. Generalmente, para estas representaciones se eligen los tres primeros componentes, ya que son los que contienen la mayor parte de la variabilidad. La representación gráfica debe ir acompañada de tablas en las que figure la siguiente información acerca de los componentes principales: eigen-valores (varianzas), porcentaje de traza (% de cada componente), porcentaje acumulado y valor de la contribución de cada caracter a cada componente. La suma de porcentajes contenidos en los ejes graficados da una idea de la cantidad de variación expresada en el dibujo (5).

### 3.15.- OBSERVACIONES FENOLOGICAS

Según Claro, F., (6), los cultivos se dividen en tres grupos para observaciones fenológicas:

- a.- Cultivo en hileras: Observaciones en 40 plantas marcadas.
- b.- Cultivos densos: Observaciones en 40 plantas marcadas.
- c.- Arboles y arbustos perennes: Observaciones en 10 plantas marcadas.

Si por alguna enfermedad o daño mecánico, alguna de las plantas se muere, se selecciona otra con similares condiciones a la anterior. Para lograr que las observaciones fenológicas

tengan mayor validez, es necesario llevar un registro de las diferentes fases de desarrollo de los cultivos. Estos formatos deberán tener toda la información posible que se pueda monitorear o recopilar de los cultivos, ya sean anuales o perennes.

Además, los formatos de observaciones fenológicas deben identificarse con información como: Lugar y ubicación, año, fecha de siembra, transplante, cultivo, variedad, labores culturales realizadas, etc., de interés para el observador o investigador. La frecuencia de las observaciones puede ser 3 veces a la semana. El manejo de la información fenológica implica archivar para utilizarse luego con propósitos estadísticos. (6)



#### 4.- MARCO TEORICO REFERENCIAL

##### 4.1.- RIQUEZA GENETICA DE POUTERIA EN GUATEMALA

Según Azurdia (2), el género Pouteria está ampliamente distribuido en las tierras bajas de Guatemala, ocupadas por áreas de bosque húmedo y muy húmedo sub-tropical, a excepción de P. viridis (Pittier) Cronquist, que se distribuye en áreas templadas a frías. La riqueza genética que presenta Guatemala es considerable, ya que en el país se reportan 13 especies, estas son: P. sapota (Jacq) Moore & Stearn; P. quicheana Cronquist, P. lundelli (Standl.) L., P. unilocularis (Donn. Sm.) Baehni, P. hypoglauca (Standl.) Baehni, P. amygdalina (Standl.) Baehni, P. izabalensis (Standl.) Baehni, P. durlandii (Standl.) Baehni, P. squamosa Cronquist, P. campechiana (HBK) Baehni, P. gallifruca Cronquist, P. neglecta Cronquist y P. viridis (Pittier) Cronquist.

El zapote (P. sapota (Jacq.) Moore & Stearn), es la especie cuyo fruto es ampliamente apetecido por la población, por lo tanto, es «cultivado» en los huertos familiares de la región en la que se encuentran distribuido, estando a su vez en forma silvestre en los remanentes de área boscosa. Con respecto a las especies restantes, se puede indicar que en orden de importancia, dada la demanda a nivel de fruto que presentan, se tiene el injerto (P. viridis (Pittier) Cronquist) mamey de Santo Domingo (P. hypoglauca (Standl.) Baehni), ambos cultivados igual que el zapote, y el zapotillo de montaña (P. campechiana (HBK) Baehni) cuyos frutos son colectados a partir de poblaciones silvestres. El resto de especies no tienen fruto con propiedades comestibles, por lo tanto, en ningún momento están sujetas a cultivo, encontrándose únicamente en forma silvestre. (2)

##### 4.2.- RECOLECCIONES OBTENIDAS

Según Azurdia (3), se recolectaron muestras de Pouteria sapota (Jacq.) Moore & Stearn en el oriente de Guatemala, en donde es una fruta frecuente, cultivada a nivel de huerto familiar o bien en las vegas de los ríos en las regiones más secas, como lo son Zacapa y El Progreso. Posiblemente la localidad más importante en cuanto a recursos genéticos de zapote, la constituye San Agustín Acasaguastlán, en el departamento de El Progreso, en donde la mayor parte de las tierras cultivables, están cubiertas con árboles frutales, entre los cuales, además del zapote, hay chicos, guanabas y cítricos. Como una apreciación general, se puede notar que el zapote está presente en todas las partes cálidas del país, por lo que en un proyecto de recolección de germoplasma de frutales nativos, deberá incluirse.

#### 4.3.- ANTECEDENTES

Actualmente (1,996), existe una caracterización morfológica-fenológica «in situ» de zapote realizado por Utrera (20), en los municipios de Chiquimulilla y Guazacapán departamento de Santa Rosa Guatemala. Los resultados obtenidos explican que con la técnica de componentes principales se determinaron 4 factores con mayor influencia en la variabilidad morfológica-fenológica, y explican el 42.18 % de la variación total, así como también, las variables discriminantes en la conformación de estos factores.

El primer componente, denominado «características del fruto» explica el 15.75% de la variabilidad total, e involucra las variables que se relacionan con las características morfológicas del fruto de zapote. Los altos valores de variación reflejan que la mayor variabilidad se encuentra relacionada con el tamaño del fruto; el peso promedio del fruto total, mesocarpio y semilla; así como con el grosor del epicarpio y pericarpio. (20)

El segundo componente denominado «características de floración», explica el 12.89% de la variabilidad y se encuentra integrado por las variables relacionadas con las características fenológicas de floración, incluyendo algunas características morfológicas del órgano floral. La observación de sus valores de variación sugieren que la máxima variabilidad relacionada con la época (mes) del año cuando se manifiesta a plenitud la floración en el árbol; con el tipo de polinización en la flor; y con las épocas de inicio y final de la floración en el transcurso del año. El tercer componente comprende las características morfológicas del árbol, y representa un 7.43% de la variación total, denominado «características del árbol», y se encuentra definido fundamentalmente por el largo y ancho de las hojas; la altura del árbol; y el color de las hojas. El cuarto y último componente «características de fructificación», representa un 6.11% de la variabilidad total, comprende básicamente las características fenológicas que involucran la época de inicio y final de la cosecha, así como el intervalo de tiempo existente entre el inicio de la floración y el inicio de la cosecha. (20)

La principal conclusión de éste análisis indica que la caracterización «in situ» de cultivares nativos de zapote en Chiquimulilla y Guazacapán, entendida como variables que explican la diferenciación entre ellos, puede comprenderse si se conocen los valores de un reducido número de variables que determinen las características morfológicas del árbol y del fruto, así como las características fenológicas de floración y fructificación.

#### 4.4.- DESCRIPCION DEL AREA

##### 4.4.1.- UBICACION

El presente trabajo de investigación denominado: Caracterización morfológica y fenológica «in situ» de cultivares de zapote *Pouteria sapota* (jacq) Moore & Stearn, se llevó a cabo en los municipios de Olopa y San Juan Ermita, departamento de Chiquimula, Guatemala (ver Fig. 1). De acuerdo con el Instituto Geográfico Nacional (9), Olopa cuenta con un área aproximada de 156 kilómetros cuadrados; colinda al norte con Jocotán, San Juan Ermita y San Jacinto (Chiq.); al este y al sur con Esquipulas (Chiq.); al oeste con Quezaltepeque, San Jacinto y San Juan Ermita (Chiq.).

La cabecera municipal del mismo nombre, está a 1,350 metros sobre el nivel del mar, con Latitud Norte 14°41'25", y Longitud Oeste 89°21'00".

San Juan Ermita cuenta con un área aproximada de 92 kilómetros cuadrados; colinda al norte con Jocotán (Chiq.); al este con Jocotán y Olopa (Chiq.); al sur con Olopa y San Jacinto (Chiq.); al oeste con San Jacinto y Chiquimula (Chiq.). (9)

La cabecera municipal del mismo nombre se encuentra a 569.20 metros sobre el nivel del mar; con Latitud Norte 14°45'47", y Longitud Oeste 89°25'50" (9).

##### 4.4.2.- FACTORES CLIMATICOS

Tomando como referencia la estación meteorológica más cercana (Esquipulas, Latitud Norte 14°33'32"; alt. 950 msnm), se logró establecer que los principales parámetros climáticos registrados durante 1,990 a 1,995 son los siguientes:

Cuadro 1: Parámetros Climáticos.

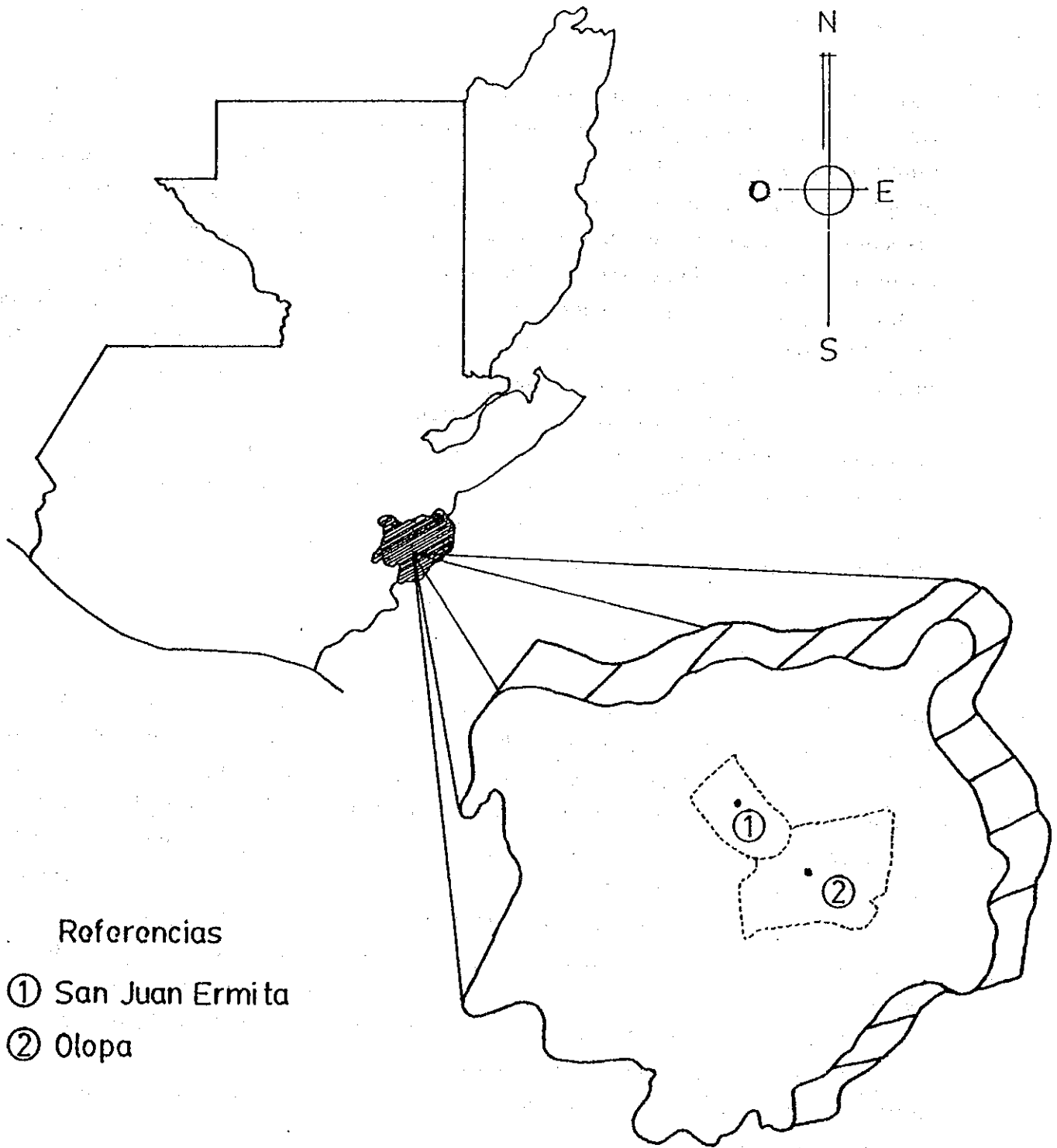
Año	TEMP. MAXIMA (°C)	TEMP. MINIMA (C°)	pp (mm)
1,990	31.00	14.00	1,994.40
1,991	31.65	13.43	1,171.80
1,992	31.02	13.85	1,803.60
1,993	30.95	13.11	1,699.70
1,994	32.08	12.20	1,270.70
1,995	30.24	15.47	2,014.00

#### 4.4.3.- ZONA DE VIDA

Los municipios de Olopa y San Juan Ermita, se encuentran ubicados en la Zona de Vida Bosque Húmedo Subtropical (templado), y su símbolo es bh-S(t). -Esta zona de vida es muy extensa y tiene muchas asociaciones edáficas diferentes. Incluye dos segmentos a los que para diferenciarlos mejor se les agregó una (t) para la zona de mayor altura donde las temperaturas medias son iguales a las biotemperaturas, y una (c) para la zona baja donde la biotemperatura utilizada es obtenida por medio de los cálculos utilizando también temperaturas sobre 30 grados centígrados. Esta zona de vida va desde Joyabaj, Quiché, en el Noroeste de Guatemala pasando por San Raymundo, hasta llegar a la meseta central; luego sigue para el Sureste por Casillas, Nueva Santa Rosa y Santa Rosa de Lima en el Departamento de Santa Rosa. Abarca por lo menos la mitad del Departamento de Jutiapa. Encontramos también esta zona en Jalapa y Chiquimula, Anguiatú y Agua Caliente frontera con El Salvador y El Florido frontera con Honduras. Continúa hacia el Norte hasta la carretera al Atlántico a la altura de Juan de Paz. La superficie total es de 12,320 kilómetros cuadrados, lo que representa el 11.32 por ciento de la superficie del país (4).

#### 4.4.4.- SUELOS

Los suelos predominantes dentro del área donde se llevó a cabo el estudio, pertenecen a la serie de suelos «Subinal» y «Suelos de los Valles no diferenciados». Los suelos Subinal son poco profundos, excesivamente drenados, desarrollados sobre caliza en un clima cálido, seco a húmedo-seco. Ocupan declives inclinados a altitudes medianas en el sur central de Guatemala. Están asociados con los suelos Sansare y Chol, pero se distinguen de éstos por la naturaleza calcárea de su material madre. La vegetación natural consiste de árboles decíduos y matorrales, pero gran parte del área ha sido limpiada y sembrada con maíz. Los suelos de los Valles no diferenciados, son una clase de terreno que describe los valles grandes, en los cuales ningún tipo de suelo es dominante, en lo que respecta al terreno o a la agricultura. En casi todos lados el material ha sido transportado y depositado por el agua -al menos en parte-. Gran parte del área es casi plana y conveniente para la agricultura mecanizada, pero también se incluyen áreas de pendientes muy inclinadas en muchos lugares, por ejemplo: al sur de Chiquimula. (16,17,18)



- Referencias
- ① San Juan Ermita
  - ② Olopa

Figura 1:

Ubicación geográfica de los Municipios de San Juan Ermita y Olopa Chiquimula

## 5.- OBJETIVOS

5.1 Determinar la variabilidad morfológica y fenológica de los diferentes árboles de zapote Pouteria sapota (jacq) Moore & Stearn., ubicados en los municipios de San Juan Ermita y Olopa, Chiquimula.

5.2 Definir grupos de árboles de zapote, en función de sus características morfológicas y fenológicas similares y determinar árboles promisorios.

## 6.- HIPOTESIS

Existe variabilidad morfológica y fenológica entre diferentes árboles de zapote Pouteria sapota (jacq) Moore & Stearn, ubicados en los municipios de Olopa y San Juan Ermita, Chiquimula.

## 7.- METODOLOGIA

### 7.1.- Material experimental

El material experimental lo constituyeron árboles de zapote *Pouteria sapota* (jacq) Moore & Stearn, en plena etapa productiva, provenientes de rodales aislados que se encuentran distribuidos en forma natural en las diferentes áreas muestreadas (ver Fig.2). En base a un reconocimiento preliminar del área, se seleccionaron los árboles a muestrear. El criterio de selección se basó en la observación y cuestionamiento a los agricultores sobre cuáles árboles se encontraban en etapa reproductiva que manifestasen variabilidad y características morfológicas deseables de: árbol, flor, fruto, semilla y características fenológicas de floración, fructificación y cosecha.

### 7.2.- Sitios de caracterización

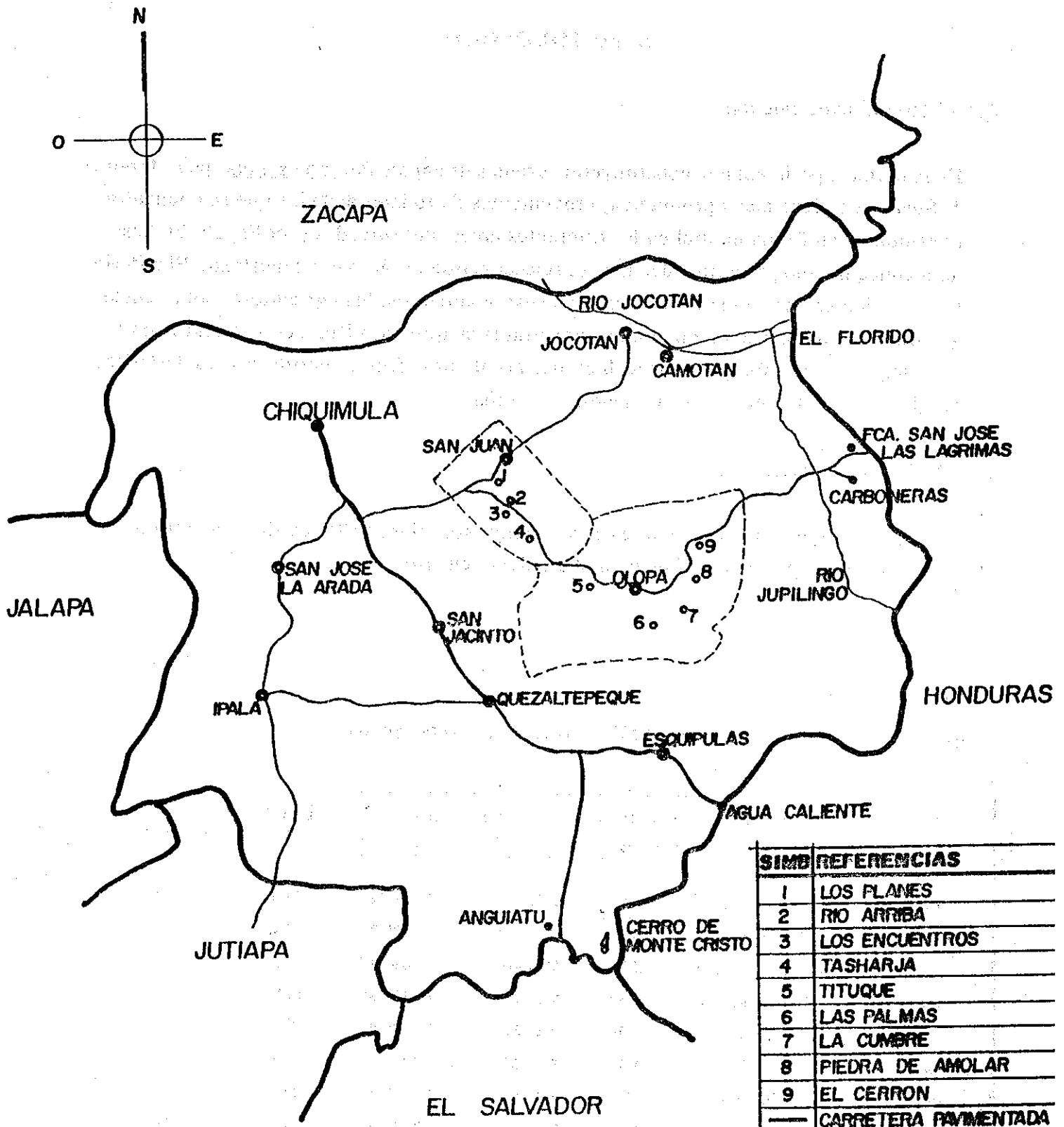
Los sitios seleccionados para la caracterización son aldeas (9), de dos municipios de Chiquimula los que se mencionan en el siguiente cuadro:

**Cuadro 2:** *Sitios de Caracterización y árboles caracterizados.*

Municipio	Aldea	Altitud (m.s.n.m.)	Coordenadas		Clave	No. Arboles
			Long. (O)	Lat. (N)		
Olopa	La Cumbre	1,100	89°16'43"	14°41'12"	Cum.	3
Olopa	El Cerrón	1,100	89°16'45"	14°42'22"	Cerr.	3
Olopa	Piedra de Amolar	1,200	89°17'46"	14°42' 1"	Pi.	7
Olopa	Las Palmas	1,150	89°18'53"	14°40'45"	Pal.	9
Olopa	Tituque	1,050	89°21'35"	14°42'35"	Ti.	4
San Juan Ermita	Tasharjá	1,000	89°23'28"	14°43'27"	Tash.	4
San Juan Ermita	Encuentros	800	89°24'10"	14°42'55"	Enc.	6
San Juan Ermita	Río Arriba	900	89°24'26"	14°43' 6"	Río	5
San Juan Ermita	Los Planes	600	89°26'20"	14°45' 9"	Plan	9

**Total:** 09 Sitios de caracterización  
50 Arboles





SIMB	REFERENCIAS
1	LOS PLANES
2	RIO ARRIBA
3	LOS ENCUENTROS
4	TASHARJA
5	TITUQUE
6	LAS PALMAS
7	LA CUMBRE
8	PIEDRA DE AMOLAR
9	EL CERRON
—	CARRETERA PAVIMENTADA
—	CARRETERA DE TERRACERAS
⊙	CABECERA MUNICIPAL
⊙	CABECERA DEPARTAMENTAL

Fig.2 UBICACION GEOGRAFICA DE LOS SITIOS DE CARACTERIZACION Esc. 1/500,000.

### 7.3.- VARIABLES DE RESPUESTA

Las variables respuesta tomadas en cuenta para la presente caracterización del zapote P. sapota (jacq) Moore & Stearn son aquellas definidas en el descriptor para especies frutícolas sugerido por el IBPGR (12), que en total son 45 variables respuesta, que comprenden características de tipo morfológico y fenológico, expresadas en forma de caracteres cuantitativos (continuos y discontinuos), y caracteres cualitativos codificados. Las variables respuesta evaluadas, están incluidas en las siguientes características.

#### A. CARACTERISTICAS MORFOLOGICAS

##### 1. ARBOL

- 1.1.- Altura del árbol
- 1.2.- Diámetro del tallo
- 1.3.- Hábito de crecimiento
- 1.4.- Disposición ramas

##### 2.- HOJA

- 2.1.- Longitud hoja
- 2.2.- Ancho hoja
- 2.3.- Disposición hojas
- 2.4.- Forma hoja
- 2.5.- Color hojas
- 2.6.- Textura hoja

##### 3.- FLOR

- 3.1.- Posición flor
- 3.2.- Color flor
- 3.3.- Aroma flor

##### 4.- FRUTO

- 4.1.- Longitud fruto
- 4.2.- Diámetro fruto
- 4.3.- Grosor epicarpio
- 4.4.- Grosor pericarpio
- 4.5.- Peso fruto completo
- 4.6.- Peso mesocarpio
- 4.7.- Rendimiento fruto

- 4.8.- Arreglo frutos
- 4.9.- Tamaño frutos
- 4.10.- Forma fruto
- 4.11.- Suavidad fruto
- 4.12.- Jugosidad fruto
- 4.13.- Color epicarpio
- 4.14.- Color mesocarpio
- 4.15.- Sabor mesocarpio
- 4.16.- Aroma mesocarpio
- 4.17.- Textura mesocarpio

#### 5.- SEMILLA

- 5.1.- Longitud de semilla
- 5.2.- Diámetro de semilla
- 5.3.- Peso de semilla
- 5.4.- Número de semillas por fruto
- 5.5.- Forma semilla

### B. CARACTERISTICAS FENOLOGICAS

#### 1.- FLORACION

- 1.1.- Hábito floración
- 1.2.- Inicio floración
- 1.3.- Final floración
- 1.4.- Epoca máxima floración

#### 2.- FRUCTIFICACION

- 2.1.- Tiempo fructificación
- 2.2.- Intervalo floración cosecha
- 2.3.- Rendimiento promedio
- 2.4.- Inicio cosecha
- 2.5.- Final cosecha
- 2.6.- Epoca máxima cosecha.

#### 7.4.- REGISTRO DE LA INFORMACION

La toma de datos, se hizo en base a las características definidas en el descriptor (incluido en el apéndice). La periodicidad y frecuencia en la toma de datos estuvo definida por la naturaleza de cada variable; los datos registrados corresponden a la producción 1,994 - 1,995.

Con la información recabada se elaboró la matriz básica de datos, donde se concentró la información de 45 variables de los 50 árboles caracterizados la misma fué codificada y almacenada en la hoja electrónica Quattro pro.

#### 7.5.- ANALISIS DE LA INFORMACION

Para el análisis de la información recabada se utilizó el paquete estadístico SAS versión 6.03, ( del Centro de Cómputo de la Facultad de Agronomía) y tomando como punto de partida la matriz básica de datos, se procedió al cálculo de la matriz de correlación previa estandarización de los valores de las variables evaluadas, como procedimiento metodológico previo para la obtención de la estructura taxonómica del grupo en estudio.

##### 7.5.1.- Análisis por componentes principales

La caracterización «in situ» de cultivares de zapote Pouteria sapota, implicó un proceso de recolección de información sobre un gran número de variables, que corresponden a la desagregación de las características morfológicas y fenológicas que tipifican a cada individuo en particular.

El método de análisis multivariado por componentes principales permitió generar nuevas variables que expresan la información contenida en el conjunto original de datos; reduciendo así la dimensionalidad del caso estudiado, como paso previo para posteriores análisis, y eliminar algunas de las variables originales que aportaron poca información ( se mantuvieron constantes en cada una de las unidades caracterizadas) así mismo se transformó el conjunto original de variables en otro, en el cual, las variables derivadas son independientes unas de otras; y se expresan como funciones lineales de las variables originales; la variación total de las variables derivadas es igual a la variación de las variables originales, la primera variable derivada contribuye con la mayor proporción de la variación total, la segunda con la siguiente mayor proporción posible del resto de la variación, y así sucesivamente.

### 7.5.2.- Análisis de agrupamiento

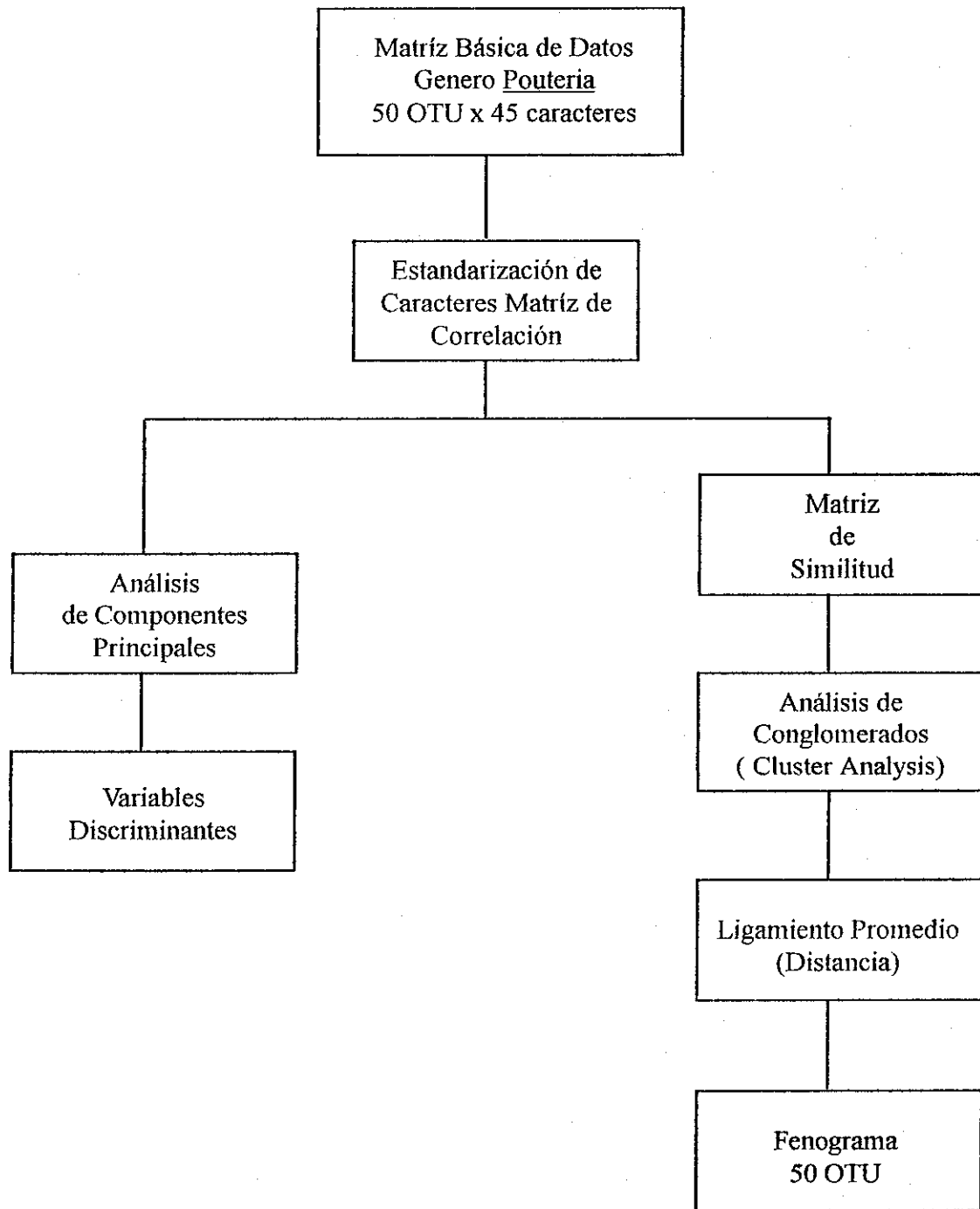
Se utilizó la técnica del análisis de conglomerados (Cluster Analysis), la cual es una técnica cuantitativa que agrupa objetos de interés analítico, de tal forma que minimiza la similitud intragrupal y maximiza la similitud intergrupala, partiendo de la consideración de distancias o coeficientes de similaridad entre observaciones.

Mediante el proceso de agrupamiento, se realizó un análisis de conglomerados jerárquico-aglomerativo, los cuales dieron origen a conjuntos que presentaron rangos, en los cuales las unidades taxonómicas operativas o grupos de éstas formaron parte de un grupo mayor o inclusivo. El procedimiento de análisis se inicia con la definición de una matriz de similitud, generada mediante el cálculo de coeficientes de distancia ( $RMS = \text{Root-Mean-Square Distance}$ ), obtenidos a partir de la matriz básica de datos estandarizados; en la cual los valores de la matriz básica de datos son expresados en unidades de desviación estandar originando que la media de un caracter se exprese como cero, y la varianza como la unidad.

Posteriormente, aplicando la técnica «Q» (Metodología utilizada en taxonomía numérica para determinar el grado de asociación entre las 50 observaciones caracterizadas) se examinó la matriz de similitud para localizar el mayor valor de similitud existente en ellas. Se identificaron así a las dos OTU que formaron el denominado núcleo del primer grupo. Se buscaron los siguientes valores de similitud dando lugar a la formación de nuevos núcleos; la incorporación de una OTU a un núcleo ya existente para formar un nuevo grupo; y la fusión de los núcleos existentes para formar conjuntos.

Este último paso se logra mediante la técnica de ligamiento promedio, en el cual, el valor de similitud entre la OTU candidato a incorporarse y el grupo o núcleo es igual a una similitud promedio resultante de los valores de similitud entre el candidato y cada uno de los integrantes del grupo o núcleo; la figura 3 describe el procedimiento de análisis multivariado utilizado. Para la descripción de las variables discriminantes dentro de los conglomerados definidos se utilizaron medidas de tendencia central tales como: Media Aritmética (variable cuantitativa), y Moda ( variables cualitativas codificadas); y medidas de dispersión, tales como: Desviación Estandar y Coeficientes de Variación. Además de la interpretación de componentes principales y conglomerados, también se hizo un análisis univariado para una mejor interpretación de los resultados.

En forma sintética la figura 3, describe el procedimiento de análisis multivariado que fué utilizado en el proceso de Caracterización.



**Figura 3**

**Diagrama de Flujo de la Estrategia seguida para el análisis multivariado de la caracterización de 50 árboles de zapote Pouteria sapota en Chiquimula.**

## 8.- RESULTADOS Y DISCUSION

El proceso de caracterización morfológica y fenológica de los diferentes cultivares de zapote (Pouteria sapota (Jacq.) Moore & Stearn), en los diferentes sitios de estudio, consistió en la caracterización de 50 árboles de zapote y 45 variables de respuesta. Los resultados obtenidos, fueron tabulados en la Matriz Básica de Datos (ver anexo 3).

En la Matriz Básica de Datos se puede observar que existe variación entre los diferentes árboles estudiados, así mismo se presentaron caracteres con valores constantes. Para la discusión de los mismos, se analizan previamente los caracteres cuantitativos y cualitativos no constantes; para lo cual fueron necesarios los análisis estadísticos univariado y multivariado de conglomerados (Cluster Analysis) y componentes principales, que a posteriori se infieren.

### 8.1. VARIABILIDAD MORFOLOGICA Y FENOLOGICA DEL ZAPOTE (Pouteria sapota (Jacq.) Moore & Stearn).

Las características que determinan la variabilidad morfológica y fenológica en los árboles de zapote caracterizados, se resumen en el cuadro 3.

La altura de los árboles en producción muestreados, varían en un rango de 9 a 22 m., con un promedio de 16.16 m., un diámetro a la altura del pecho (DAP) entre 0.28 - 0.96 m., con una media de 0.51 m. La hoja varía en longitud de 22.8 a 44.4 cm., con una media de 32.24 cm., y ancho de la hoja entre 5.5 y 12.8 cm., con una media de 9.04 cm. En cuanto a características del fruto, la longitud varía en un rango de 6.25 a 33.4 cm., con un diámetro entre 5.16 y 12.5 cm., grosor del epicarpio entre 1 y 2.1 mm., con una media de 1.51 mm., pericarpio entre 0.75 a 3.15 cm., con una media de 1.74 cm., de grosor. El peso del fruto varía entre 85 y 1,334 gramos, con una media de 452.30 gramos; correlacionado con el peso del fruto, el peso del mesocarpio varía de 36 a 1,019 gramos con una media de 310.38 gramos. El rendimiento<sup>1</sup> del fruto varía en un rango de 42 al 76% con una media de 66.9%. En cuanto a la semilla ésta varía en longitud de 4.66 a 9.54 cm., con una media de 7.73 cm., el diámetro de 2 a 4.38 cm., con media 3.31 cm., el peso de la semilla varía de 20.7 a 91.58 gramos con un promedio de 50.12 gramos. El número de semillas por fruto se encuentra entre 1 y 2 con un valor medio de 1.19 semillas por fruto.

En cuanto a la manifestación fenológica de floración ésta inicia en la primera semana de Junio y finaliza en la tercera de Julio, con una máxima floración en la segunda semana de Junio.

<sup>1</sup> El rendimiento del fruto se obtiene de la fórmula siguiente.  $\frac{\text{Peso mesocarpio}}{\text{Peso total del fruto}} \times 100$

En cuanto a la cosecha del fruto, ésta inicia en la primera semana de Octubre (especialmente en las aldeas del municipio de San Juan Ermita) y finaliza en la segunda semana de Mayo (especialmente en aldeas del municipio de Olopa); con un intervalo promedio entre floración y cosecha de 564 días.

Como puede inferirse, la variabilidad manifiesta en el germoplasma de zapote (*P. sapota* (Jacq.) Moore & Stearn) caracterizado en San Juan Ermita y Olopa Chiquimula están determinadas por características del árbol, hoja, fruto, semilla, floración y cosecha (ver cuadro 3).

Es importante anotar que la floración se manifiesta al presentarse las lluvias en mayo y junio tanto en las aldeas de San Juan Ermita como en Olopa. En cuanto al intervalo entre floración y cosecha ésta varía en número de días; mientras que en las aldeas de San Juan Ermita la cosecha inicia en octubre, en Olopa inicia en enero; influenciado por factores genéticos y de medio ambiente, debido a que en Olopa se presentan temperaturas más bajas que en el área de San Juan Ermita.



**CARACTERÍSTICAS QUE DETERMINAN LA VARIABILIDAD  
MORFOLOGICA Y FENOLOGICA DEL GERMOPLASMA DE 50 ARBOLES  
DE ZAPOTE EN SAN JUAN ERMITA Y OLOPA, CHIQUIMULA**

No.	Características	Rango	$\bar{X}$	S	C.V. (%)
<i>ARBOL</i>					
1	Altura	9-22 m.	16.16	3.09	19.17
2	Diámetro	0.28 - 0.96 m	0.51	0.13	26.44
<i>HOJA</i>					
3	Longitud	22.8 - 44.4 cms.	32.24 cms.	4.86	15.08
4	Ancho	5.5 - 12.8 cms.	9.04 cms.	1.52	16.83
<i>FRUTO</i>					
5	Longitud	6.25 - 33.4	12.22 cms.	3.54	28.99
6	Diámetro	5.16 - 12.5 cms.	8.20 cms.	1.06	12.94
7	Grosor Epicarpio	1 - 2.1 mm.	1.51 mm.	0.31	20.66
8	Grosor Pericarpio	0.75 - 3.15 cms.	1.74 cms.	0.43	24.54
9	Peso Fruto	85 - 1,334 grs.	452.30 grs.	179	39.57
10	Peso Mesocarpio	36 - 1,019 grs.	310.38 grs.	140.42	45.24
11	Rendimiento Fruto	42 - 76 %	66.90%	5.95	8.89
<i>SEMILLA</i>					
12	Longitud	4.66 - 9.54 cms.	7.73 cms.	1.09	14.1
13	Diámetro	2 - 4.38 cms.	3.31 cms.	0.5	15.14
14	Peso	20.7 - 91.58 grs.	50.12	14.66	29.26
15	Semilla/fruto	1 - 2	1.19	0.26	21.73
<i>FLORACION</i>					
16	Inicio	1a. sem Junio-2a. sem Julio	6.33	0.22	3.52
17	Final	1a. sem Junio-3a sem Julio	7.04	0.44	6.35
18	Máxima	1a. sem Junio- 3a sem Julio	6.7	0.3	5.55
19	Intervalo flor-cosecha	330-645 días	564.5	61.38	10.87
20	Redimiento (Kg)	3 - 876 Kgs.	196.17	199.74	101.81
<i>COSECHA</i>					
21	Inicio	1a. sem Oct-1a. sem Ene	5.41	3.97	73.35
22	Final	2a sem Dic-2a sem May	4.9	3.63	74.12
23	Máxima	2a sem Dic-2a sem ene	5.28	3.89	73.8

## 8.2 Variables cualitativas que también influyen en la variabilidad morfológica y fenológica en el germoplasma de zapote (*P. sapota* (Jacq.) Moore & Stearn) de Chiquimula.

Las variables cualitativas que definen la variabilidad entre árboles de zapote caracterizados en los municipios de San Juan Ermita y Olopa Chiquimula, se encuentran: Hábito de crecimiento del árbol, en los que se observaron 16 árboles con hábito erecto (32%), y 34 con hábito de crecimiento abierto (68%). Disposición de las ramas, se encontraron 40 árboles (80%) con ramas alternas y 10 con ramas verticiladas.

En cuanto a la hoja, el color es la única variable con 9 árboles (18%) de color Verde Pálido 7.5 GY 5/8, esc. Munsell y 41 árboles (82%) con hojas de color Verde Oscuro 5 G 3/8, esc. Munsell. La posición de la flor en el árbol; 33 árboles (66%) poseen flores ubicados en las axilas de las ramas y 17 árboles (34%) con flores terminales en la rama.

El color de la flor se manifestó Blanco amarillo 10 YR 9/1, esc. Munsell en 12 árboles (24%) y amarillo crema 2.5 Y 8.5/4, esc. Munsell en 38 árboles (76%).

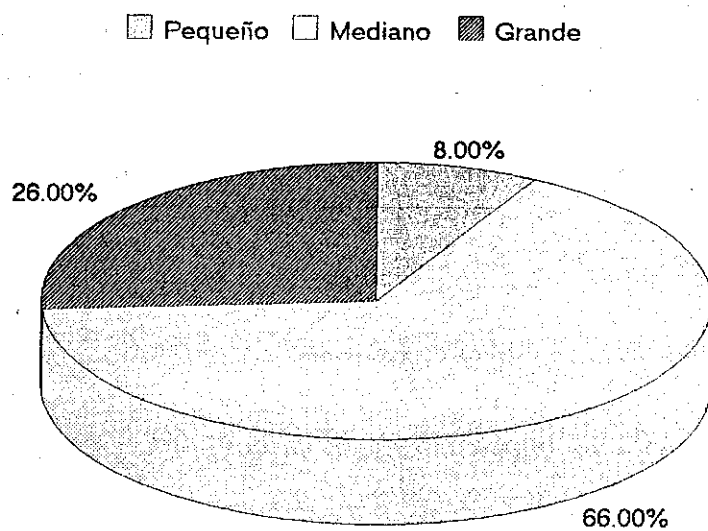
El aroma de la flor varía en mínimo porcentaje, presentándose un aroma regular en 48 árboles (96%) y un aroma fuerte en 2 árboles únicamente.

En lo que al fruto se refiere éstos contribuyen a la mayor variabilidad existente, observada y registrada de los diferentes árboles caracterizados.

Tamaño del fruto: Se presentan en 3 tamaños, así: pequeño, mediano y grande (ver cuadro 4 y Fig. 4)

Cuadro 4: Tamaño de frutos.

No.	Tamaño (largo por ancho)	# de árboles	%
I	Pequeño $\leq 9.90 \text{ cm.} \times 8.55 \text{ cm}$	4	8
II	Mediano $(9.90 \times 8.56 \text{ cm} - 14.11 \times 10.25 \text{ cm})$	33	66
III	Grande $\geq 14.11 \times 10.25 \text{ cm}$	13	26



**Fig. 4: PORCENTAJE DE TAMAÑO DE FRUTOS**

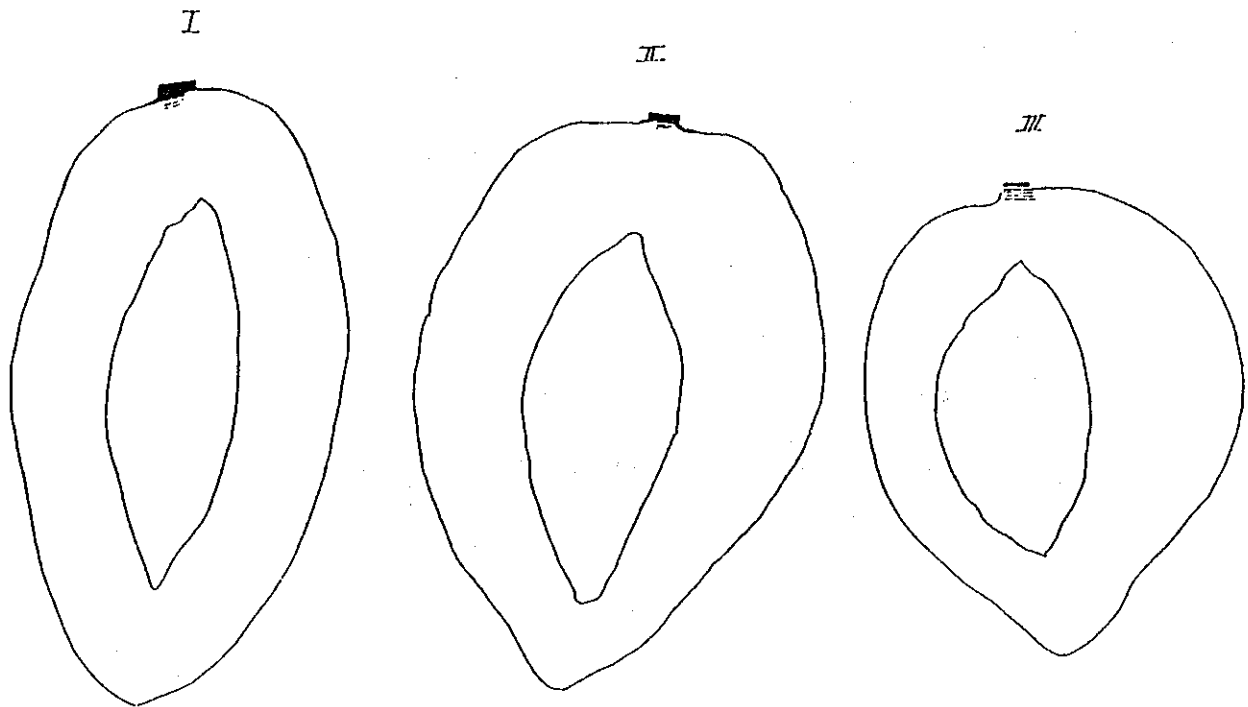
## Formas de fruto

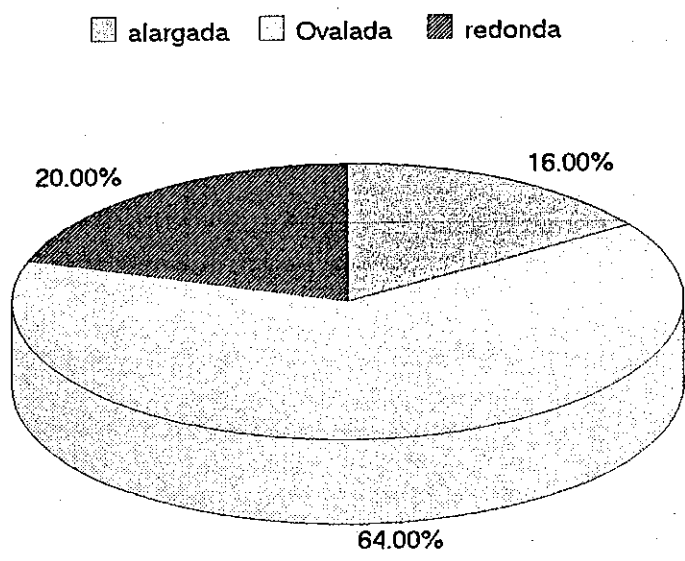
En cuanto a la forma del fruto, no existe mucha variabilidad tal y como se aprecia en el cuadro 5, figura 5 y 6.

Cuadro 5: Formas de fruto encontrados

No.	Forma	# de árboles	%
I	Alargada	8	16
II	Ovalada	32	64
III	Redonda	10	20

Figura 5: Formas de frutos encontrados





**Fig. 6: PORCENTAJE DE FORMAS DE FRUTOS**

El color del epicarpio, se manifiesta en 2 colores diferentes, encontrándose un color Café claro YR 4/6 esc. Munsell en 30 árboles (60%) y un color Café oscuro 5R 4/4 esc. Munsell en 20 árboles (40%).

El color del mesocarpio, al igual que el tamaño y forma del fruto manifiesta variabilidad; encontrándose presente 5 tipos diferentes de colores, los que se resúmen en el cuadro 6 y figura 7.

Cuadro 6: Colores del mesocarpio.

No.	Color	# de árboles	%
1	Rojo 8.75 R 4/12 esc. Munsell	10	20
2	Anaranjado 2.5 YR 7/12 esc. Munsell	18	36
3	Café anaranjado 7.5 YR 5/8 esc. Munsell	3	6
4	Rojo café 10 R 4/8 esc. Munsell	8	16
5	Rojo anaranjado 2.5 YR 5/14 esc. Munsell	11	22

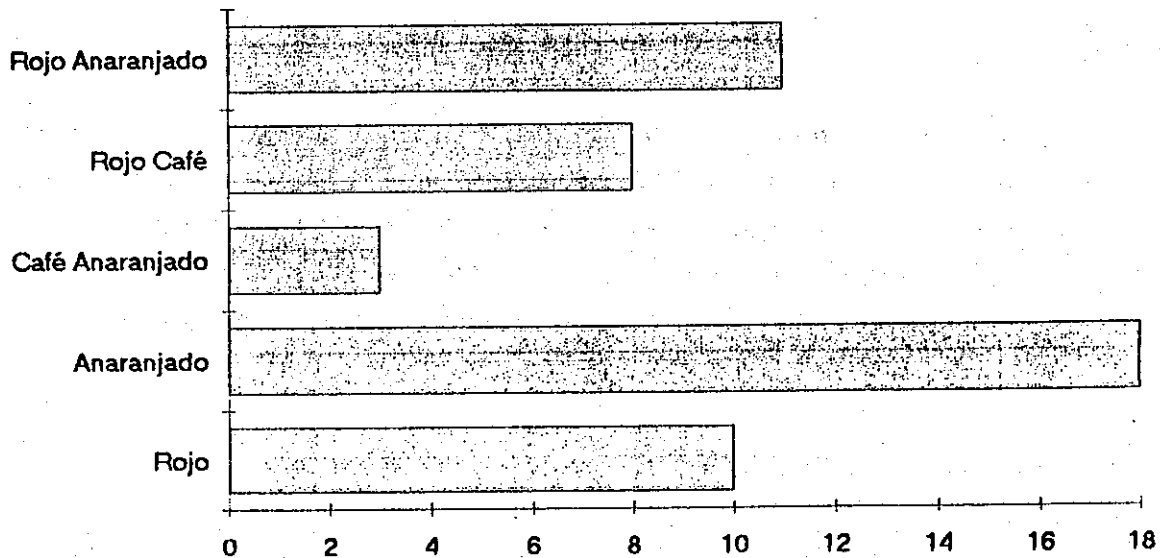


Fig. 7: COLORES DE MESOCARPIO

**Aroma del mesocarpio:** Se determinaron 3 niveles de aroma; un árbol presentó frutos en los que el mesocarpio no poseía aroma alguno, 47 árboles (94%) presentaron frutos con mesocarpio de aroma medio y 2 árboles con un aroma fuerte.

**Tiempo para fructificar:** En base a las respuestas de los propietarios de los diferentes árboles muestreados se determinó que los árboles inician la producción de frutos entre los 5 y 6 años de edad.

### 8.3.- Características cualitativas constantes

Las características que se mantuvieron constantes para las 50 unidades caracterizadas son:

- 1.- Disposición de la hoja
- 2.- Forma de la hoja
- 3.- Textura de la hoja
- 4.- Aroma de la flor
- 5.- Arreglo del fruto
- 6.- Suavidad del fruto
- 7.- Jugosidad del fruto
- 8.- Sabor del mesocarpio
- 9.- Aroma del mesocarpio
- 10.- Textura del mesocarpio
- 11.- Forma de la semilla
- 12.- Hábito de floración

Los anteriores caracteres, por no manifestar variación, no contribuyen en la formación de grupos.- Por lo que en futuras caracterizaciones podrían eliminarse a priori, reduciendo así la dimensionalidad. Es importante anotar que el sabor del mesocarpio de la fruta comercializada en el mercado local no es uniforme (dulce) ya que se cosechan frutas en diferentes estados de madurez fisiológica. Para el presente estudio se analizaron frutas en completo estado de madurez fisiológica.

### 8.4.- ANALISIS DE COMPONENTES PRINCIPALES

El análisis multivariado de componentes principales nos lleva a la obtención de dos tipos de información diferentes pero complementarias entre sí.

- A. La relación entre unidades en el espacio bidimensional definido por los componentes o nuevas variables: Unidades ubicadas a menor distancia entre sí manifiestan una mayor similitud, tomando en cuenta las características de cada unidad.

B. La determinación de variables discriminantes (de mayor valor) que tipifican a cada uno de los componentes, y el porcentaje de contribución de cada uno a la variabilidad total. De acuerdo a los coeficientes (vectores propios), de las variables discriminantes, y el porcentaje que cada uno representa, se tomaron en cuenta los primeros cuatro componentes o nuevas variables, los cuales sintetizan la mayor variabilidad (57.9%) contenida en los datos originales. (ver cuadro 7 y 8)

El primer componente principal está definido por las características propias del fruto y semilla, y expresan el 25.4% de la variabilidad total. Entre los caracteres del fruto y semilla que definen el primer componente están: Peso del fruto con un eigen-valor o varianza de 0.37, peso del mesocarpio 0.37, diámetro del fruto 0.36, grosor del pericarpio 0.31, longitud de la semilla 0.31 y peso de la semilla 0.31. Las características del fruto y semilla aportan la mayor variabilidad existente en los diferentes árboles de zapote caracterizados.

De acuerdo a los valores estadísticos simples, el peso del fruto posee un coeficiente de variación de 39.58%, peso del mesocarpio 45.24%, diámetro del fruto 12.94%, grosor del pericarpio 24.54%, longitud de la semilla 14.10% y peso de la semilla con un coeficiente de variación del 29.26%.



**Cuadro 7:** *Componentes Principales, variabilidad explicada y variables que determinan la variabilidad dentro de cada componente.*

<b>Componente Principal</b>	<b>Nombre del Componente</b>	<b>Variabilidad Explicada (%)</b>	<b>Variables y Vectores Propios</b>
<b>Prin 1</b>	<b>Características del Fruto y semilla</b>	<b>25.4%</b>	<b>Diametro del fruto (0.36)</b> <b>Grosor del pericarpio (0.31)</b> <b>Peso del fruto (0.37)</b> <b>Peso del mesocarpio (0.37)</b> <b>Rendimiento del fruto (0.26)</b> <b>Longitud de la semilla (0.31)</b> <b>Peso de la semilla (0.31)</b>
<b>Prin 2</b>	<b>Etapas de Cosecha y diámetro del árbol</b>	<b>13%</b>	<b>Inicio de cosecha (0.46)</b> <b>Final de cosecha (0.39)</b> <b>Máxima de cosecha (0.45)</b> <b>Diametro del árbol (-0.36)</b>
<b>Prin 3</b>	<b>Características de la hoja e intervalo entre flor y cosecha.</b>	<b>11.3%</b>	<b>Longitud de la hoja (0.48)</b> <b>Ancho de la hoja (0.49)</b> <b>Intervalo entre floración y cosecha (-0.39)</b>
<b>Prin 4</b>	<b>Etapas de floración Altura del árbol Diametro de semilla Rend. promedio en Kgs.</b>	<b>8.2%</b>	<b>Inicio de Floración (-0.37)</b> <b>Máxima floración (-0.32)</b> <b>Altura del árbol (0.38)</b> <b>Diametro de semilla (0.32)</b> <b>Rendimiento Promedio en Kgs. (0.39)</b>

Cuadro 8

**INDICADORES ESTADISTICOS DE LAS  
VARIABLES DISCRIMINANTES**

No.	VARIABLES	Unidad Medida	Media	Moda	C.V. (%)
1	Altura	m	16.16	15	19.18
2	Diámetro	m	0.514	0.4	26.45
3	Longitud hojas	cms.	32.248	31.4	15.09
4	Ancho hojas	cms.	9.04	8	16.84
5	Longitud del fruto	cms.	12.219	10.21	29
6	Diámetro del fruto	cms.	8.2	8	12.94
7	Grosor Epicarpio	mm.	1.514	1.5	20.66
8	Grosor Pericarpio	cms.	1.747	1.38	24.54
9	Peso Fruto	g	452.3	298	39.58
10	Peso Mesocarpio	g	310.38	183	45.24
11	Rendimiento Fruto	%	66.9	70	8.9
12	Longitud semilla	cms.	7.738	7	14.1
13	Diámetro semilla	cms.	3.311	3.5	15.15
14	Peso semilla	grs.	50.125	58	29.26
15	Semilla / fruto	unidad	1.198	1	21.73
16	Inicio floración	mes/semana		1a sem Junio	3.52
17	Final floración	mes/semana		1a sem Julio	6.35
18	Máxima floración	mes/semana		3a sem Junio	4.56
19	Intervalo floración	días	564.5	555	10.87
20	Redimiento Promedio	Kgs.	196.176	78	101.82
21	Inicio cosecha	mes/semana		2a sem de Abril	73.35
22	Final cosecha	mes/semana		1a sem de Abril	74.13
23	Máxima cosecha	mes/semana		2a sem de Enero	73.8

El segundo componente está definido por 2 tipos de variables, una referida al árbol (diámetro) y otra referida a las etapas de cosecha (inicio, final y máxima). Los eigenvalores correspondientes son: Diámetro -0.36; inicio de cosecha 0.468, final de cosecha 0.40 y máxima cosecha 0.45.- El segundo componente expresa el 13% de la variabilidad total. De acuerdo a los valores de la estadística simple o univariada, las variables del componente dos, poseen los siguientes coeficientes de variación: Diámetro del árbol 26.45%, inicio de cosecha 73.35%; final de cosecha 74.13% y máxima cosecha 73.80%. Como puede observarse las variables referidas a las etapas de cosecha prácticamente son las que definen el segundo componente, debido a que existe un intervalo de 5 meses entre la cosecha de los primeros frutos y los últimos.

El tercer componente o factor principal, lo tipifican 2 tipos de datos, uno relativo a la hoja ( longitud y ancho) y otro referido al intervalo entre floración y cosecha con eigenvalores correspondientes a longitud de hoja 0.49, ancho de hoja 0.49 e intervalo entre floración y cosecha de -0.39; el tercer componente expresa el 11.3% de la variación total.

Los valores de variación más altos en el componente tres, están referidos a las características morfológicas de la hoja (longitud y ancho), y al intervalo entre floración y cosecha; con coeficientes de variación, longitud de hoja 15.09%; ancho de hoja 16.84%; e intervalo entre floración y cosecha de 10.87% respectivamente.

Cuarto componente: El cuarto componente principal, lo caracterizan las variables con mayor valor, siendo éstas: Altura del árbol 0.38; rendimiento promedio 0.39; inicio de floración -0.37, máxima floración -0.32 y diámetro de la semilla 0.32.

El cuarto componente expresa el 8.2% de la variabilidad total. Los valores estadísticos simples, de coeficientes de variación son: Altura del árbol 19.18%, diámetro de la semilla 15.15%, inicio de floración 3.52%; máxima floración 4.56% y rendimiento promedio en kgs., de 101.82%.

Los caracteres que definen a los componentes 5, 6, 7 y 8 especialmente aquellas con alto eigen-valor, están incluidos en la discusión de los primeros cuatro componentes, aunque en dichos componentes el valor que poseen es menor.

De la información obtenida de los primeros cuatro componentes principales se puede inferir que las características del fruto, y semilla, las etapas de cosecha, características de la hoja y el árbol, son las que aportan el mayor porcentaje de información en cuanto a

la variabilidad existente entre árboles de zapote caracterizados; el fruto especialmente reúne y aporta mayor información si lo comparamos con el resto de características que definen a los primeros cuatro componentes.

### 8.5.- REPRESENTACION GRAFICA DEL ANALISIS DE CONGLOMERADOS

Las 50 unidades taxonómicas operativas (OTU) ó árboles caracterizados, se agruparon en una estructura taxómica (el Fenograma); en base al análisis estadístico multivariado Cluster de la matriz de similitud (ver Fig.8).

El fenograma es definido como un diagrama arborescente que manifiesta la relación en grados de similitud existente entre árboles de zapote Pouteria sapota (Jacq.) Moore & Stearn caracterizados.

Los valores de similitud se obtuvieron mediante el cálculo de coeficientes de distancia (RMS = Root-Mean-Square Distance); los valores de similitud se ubican en el eje vertical izquierdo del fenograma y las unidades o árboles se ubican en el eje horizontal inferior.

Los ejes verticales de cada observación se unen mediante ejes horizontales que expresan, en relación con la escala, el valor de similitud existente entre grupos o núcleos.

El primer conglomerado está integrado por 3 núcleos (25-41, 34-49 y 39-40) y seis árboles aislados (1,3,17,38,31 y 46), los cuales definen su grado de similitud a una distancia de 0.781 unidades en la escala; en función de los nexos existentes entre ellos, determinados por las características discriminantes comunes, anteriormente descritas. (Ver cuadro 8)

El segundo conglomerado contiene cuatro núcleos (4-19, 12-14,28-30 y 22-24), y cinco árboles aislados (11, 15, 6, 29, y 9), los cuales definen su grado de similitud a 0.828 unidades de distancia, en función de las relaciones existentes entre ellos, establecido por las características comunes anteriormente descritas; que en total son 23 variables (ver cuadro 8). Este conglomerado se une al primero a 0.868 unidades en la escala de similitud conformando un gran grupo de 25 árboles.

Tercer conglomerado: El tercer conglomerado está integrado por 10 árboles y conforman cinco núcleos. Los núcleos son los siguientes: 7-23, 8-18, 20-35, 36-37, 13-16, que se unen a una distancia de 0.749 unidades, en la escala de similitud, de acuerdo a las relaciones existentes entre ellas, considerando las características discriminantes comunes,

anteriormente descritas (características del fruto, floración, árbol, hoja y fructificación). Este conglomerado se une a los dos anteriores a 0.902 unidades en la escala, conformando un gran grupo de 35 árboles caracterizados.

El árbol 10 representa el cuarto conglomerado con un valor de similitud de 0.954 unidades en la escala, en relación a los restantes conglomerados. Este árbol se une a los 35 anteriores a una distancia de 0.954 unidades, conformando un gran grupo de 36 árboles.

Quinto Conglomerado: El quinto conglomerado está integrado por 9 árboles los cuales se agrupan en 3 núcleos (27-32, 43-45 y 48-50) y 3 árboles aislados ( 5, 33 y 47) los cuales convergen a 0.827 en la escala de similitud y se une a los 4 conglomerados anteriores a una distancia de 0.983 unidades, conformando un gran grupo de 45 árboles.

Sexto Conglomerado: Este conglomerado está representado únicamente por el árbol 2 el cual por sus características morfológicas y fenológicas, se ubica a una distancia de 1.20 unidades en la escala de similitud agrupando a un total de 46 árboles.

El árbol 44 constituye el séptimo conglomerado y se ubica a una distancia de 1.23 unidades de similitud, de acuerdo con las relaciones que determinaron sus características comunes y agrupa a un total de 47 árboles caracterizados.

Octavo Conglomerado: El octavo conglomerado está integrado por 2 árboles los cuales forman un núcleo y están ubicados a una distancia de 1.09 unidades en la escala de similitud de acuerdo a características morfológicas y fenológicas establecido entre ellos; éste núcleo se une a los 7 conglomerados anteriores a una distancia de 1.377 unidades en la escala de similitud.

El árbol 21 ubicado a una distancia de 1.57 unidades, representa el noveno conglomerado agrupando a esta distancia el total de árboles caracterizados (50).

El criterio para definir 9 grupos fué de tal forma que se obtuvieran grupos representativos y homogéneos según sus características agromorfológicas. En este sentido una distancia de 0.83 (en la escala), que representa el 52% de la distancia total, fué la seleccionada para definir grupos. (ver Fig. 8)

Es importante señalar que todos los árboles quedan integradas en una sola estructura a un nivel de 1.57 unidades de similitud (el grado de similitud más bajo); ubicándose a esa distancia el árbol 21 que representa a Cerrón 2, mientras que los árboles 12 y 14 que representan a Palmas 5 y Palmas 7 forman un núcleo a una distancia de 0.39 unidades de similitud (valor más alto de similitud).

Habiendo construido el fenograma con 50 unidades y utilizando la técnica de análisis de conglomerados del tipo jerárquico-aglomerativo, se concluye que en la medida en que los valores de distancia que corresponden a cada conglomerado se alejan del origen, el grado de similitud se reduce entre las árboles que los constituyen.

ARBOLES

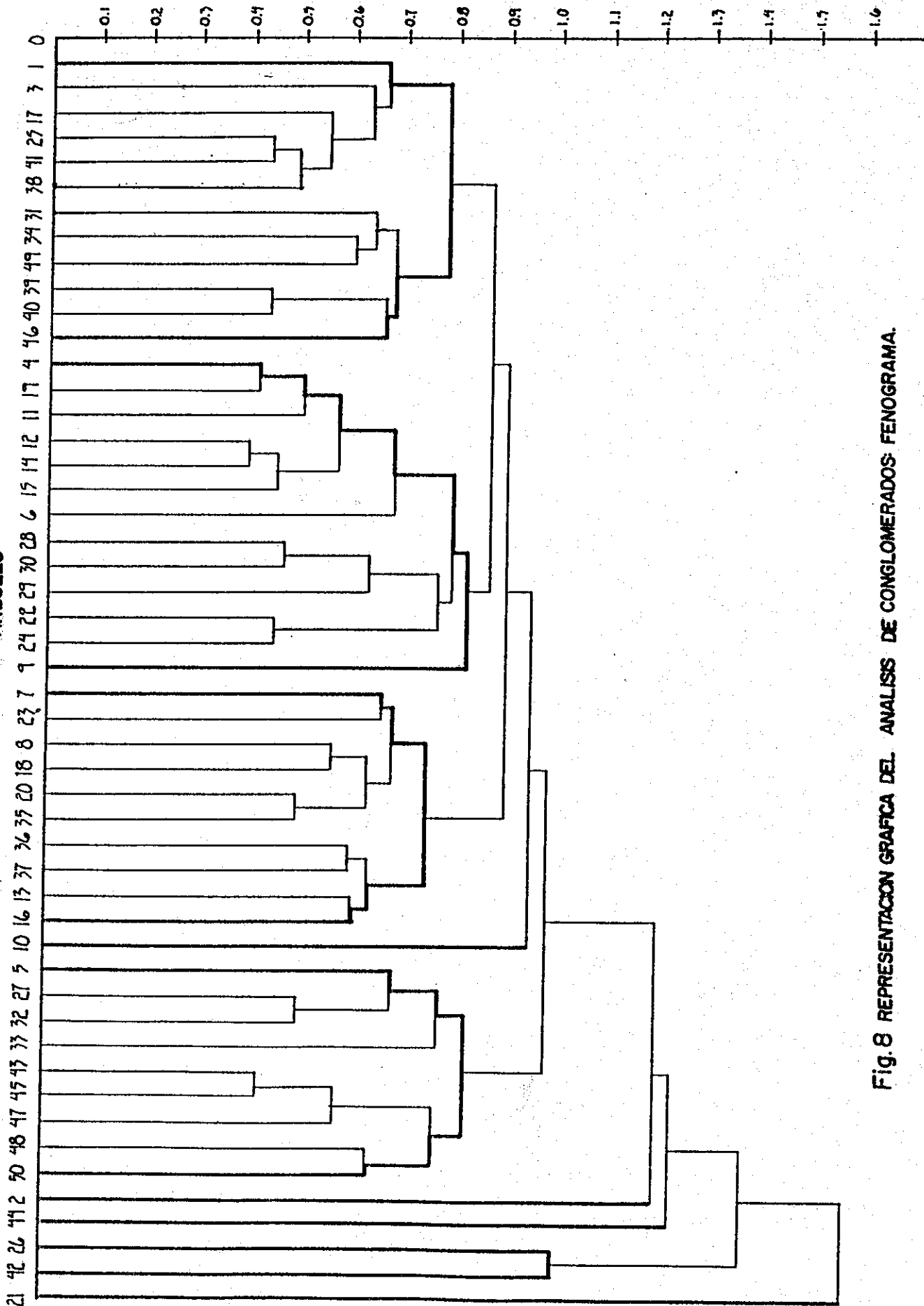


Fig.8 REPRESENTACION GRAFICA DEL ANALISIS DE CONGLOMERADOS FENOGRAMA.

Para la interpretación de cada uno de los conglomerados, fue necesario comparar medidas de tendencia central como media aritmética y moda.

## 8.6.- DESCRIPCION DE CONGLOMERADOS

Mediante el análisis multivariado de los coeficientes de distancia entre unidades definidas en la matriz de similitud, y utilizando ligamiento promedio para conformar los núcleos y grupos se definió el fenograma o estructura taxonómica que representa a 50 árboles estudiadas y según la relación en grados de similitud entre unidades, se definieron 9 conglomerados basados en sus características morfológicas y fenológicas discriminantes obtenidas como resultado del análisis previo de componentes principales; los cuales se discuten a continuación. Para interpretar cada uno de los conglomerados, fué necesario comparar medidas de tendencia central como media aritmética y moda.- A continuación se describen los grupos o conglomerados (Cuadros del 9 al 13).

8.6.1 Conglomerado I: Conformado por 12 unidades (1,3,17,25,41,38,31,34,49,39,40 y 46), que representan a los árboles Piedra de Amolar 1, Piedra de Amolar 3, Cumbre 1, Tituque 3, Encuentros 6, Encuentros 3, Rio Arriba 5, Tasharjá 3, Planes 8, Encuentros 4, Encuentros 5 y Planes 5, que se caracterizan por producir frutos medianos con valores promedio relativos al fruto de: Peso del fruto, 410.13 gramos; mesocarpio 285.49 gramos; diámetro del fruto 7.81 cm., grosor del pericarpio 1.76 cm., rendimiento del fruto 68.75%; rendimiento promedio en kgs., 303.20; peso de la semilla 49.03 gramos, diámetro de la semilla, 3.33 cm., respectivamente. Con respecto a la floración, ésta inicia para el conglomerado I en la primera semana del mes de Junio, alcanzando una máxima en la segunda semana del mismo mes.- Con relación a las características de altura y diámetro del árbol, estos tienen valores promedios de 18.66 metros y 0.62 metros respectivamente.- Respecto a las hojas los valores promedio son: Longitud de la hoja 35.03 cm., y ancho de la hoja 9.81 cm.- Referente a la cosecha, la misma inicia en la primera semana de Enero y finaliza en la segunda semana de Mayo; existiendo un intervalo promedio entre floración y cosecha de 572.5 días. (ver cuadro 9)

En total existen 5 meses de cosecha de fruta de zapote para los árboles que conforman este conglomerado ya que se pudo determinar que los árboles ubicados en las aldeas de San Juan Ermita inician la cosecha en Enero y los árboles ubicados en el municipio de Olopa, inician la cosecha en Abril. En el municipio de Olopa se presentan temperaturas más bajas que en San Juan Ermita lo que incide en la maduración del fruto.



**CUADRO 9: CARACTERISTICAS DEL CONGLOMERADO I**

<b>VARIABLES</b>	<b>Unidad / Medida</b>	<b>Media</b>	<b>C.V. (%)</b>	<b>Moda</b>
Peso Fruto	gramos	410.13	19.27	
Peso Mesocarpio	gramos	285.49	24.42	
Diámetro del fruto	cms.	7.81	9.23	
Grosor Pericarpio	cms.	1.76	19.47	
Rendimiento Fruto	%	68.75	5.82	
Rendimiento promedio	Kgs.	303.2	92.34	
Peso semilla	gramos	49.03	16.65	
Diámetro semilla	cms	3.33	8.82	
Inicio cosecha	mes/semana			2da. semana enero
Final cosecha	mes/semana			4a. semana enero
Máxima cosecha	mes/semana			3a. semana enero
Inicio flor	mes/semana			1a. semana junio
Max. flor	mes/semana			2a. semana junio
Intervalo flor-cosecha	días	572.5	6.2	555
Long. hoja	cms.	35.03	14.36	
Ancho hoja	cms.	9.81	14.48	
Altura del arbol	metros	18.66	11.94	
Diámetro arbol	metros	0.62	16.27	

### 8.6.2 Conglomerado II

Este cluster está conformado por 13 unidades (4,19,11,12,14, 15, 6, 28, 30, 29, 22, 24 y 9) y representan a los árboles Piedra de Amolar 4, Cumbre 3, Palmas 4, Palmas 5, Palmas 7, Palmas 8, Piedra de Amolar 6, Rio Arriba 2, Rio Arriba 4, Rio Arriba 3, Cerrón 3, Tituque 2 y Palmas 2 respectivamente. Estas unidades se caracterizan por lo siguiente:

Los frutos son medianos; con peso promedio de fruto de 370.07 gramos; peso del mesocarpio 249.66 gramos; diámetro del fruto 7.91 cm.; grosor del pericarpio 1.50 cm.; rendimiento del fruto 65.76%; rendimiento promedio 99.15 kgs.; peso de la semilla 42.81 gramos y diámetro de la semilla 2.98 cm., respectivamente.

La fase fenológica de floración inicia en la primera semana de Junio y finaliza en la primera semana de Julio, alcanzando un máximo en la segunda semana de Junio.

Con relación al árbol del zapote en este conglomerado la altura promedio es de 14.46 metros y diámetro 0.40 metros. Así mismo las dimensiones de la hoja son: Longitud 30.25 cm. y 8.11 cm., de ancho respectivamente. La mayoría de estos árboles producen frutos medianos.

Con respecto a la manifestación de la cosecha, ésta ocurre entre la segunda semana de Enero y Cuarta semana de Abril; con una máxima en la segunda semana de Abril.

Con un intervalo promedio de 596.53 días entre floración y cosecha. Los 3 árboles ubicados en Rio Arriba inician la cosecha en el mes de enero. (ver cuadro 10)

La mayoría de árboles que representan este conglomerado están ubicados en Las Palmas aldea de Olopa donde se presentan temperaturas bajas especialmente en los últimos y primeros meses del año por lo que podemos inferir que la fruta requiere de más días para llegar a la madurez fisiológica.

CUADRO 10 CARACTERISTICAS DEL CONGLOMERADO II

VARIABLES	Unidad / Medida	Media	C.V. (%)	Moda
Peso Fruto	gramos	370.07	21.75	
Peso Mesocarpio	gramos	249.66	27.42	
Diámetro del fruto	cms.	7.91	6.87	
Grosor Pericarpio	cms.	1.5	17.15	
Rendimiento Fruto	%	65.76	7.34	
Rendimiento promedio	Kgs.	99.15	91.06	
Peso semilla	gramos	42.81	17.59	
Diámetro semilla	cms	2.98	16.73	
Inicio cosecha	mes/semana			2a. semana abril
Final cosecha	mes/semana			4a. semana abril
Máxima cosecha	mes/semana			3a. semana abril
Inicio flor	mes/semana			1a. semana junio
Max. flor	mes/semana			2a. semana junio
Intervalo flor-cosecha	días	596.53		630
Long. hoja	cms.	30.25	15.66	
Ancho hoja	cms.	8.11	16.89	
Altura del árbol	metros	14.46	19.27	
Diámetro árbol	metros	0.4	20.02	

### 8.6.3 Conglomerado III

Este grupo está integrado por 10 unidades ( 7, 23, 8, 18, 20, 35, 36, 37, 13 y 16) y representan a los árboles Piedra de Amolar 7, Tituque 1, Palmas 1, Cumbre 2, Cerrón 1, Tasharjá 4, Encuentros 1, Encuentros 2, Palmas 6 y Palmas 9 respectivamente; que se caracterizan por producir frutos grandes (en base al tamaño) con valores promedios relativos al fruto de: Peso del fruto 582.67 gramos; peso del mesocarpio 395.25 gramos; diámetro del fruto 8.85 cm.; grosor del pericarpio 1.87 cm.; rendimiento del fruto 67.6%; rendimiento promedio 183.24 kgs.; peso de la semilla 68.75 gramos; diámetro de la semilla 3.80 cm., respectivamente.

Con respecto a la floración, ésta inicia para los árboles del conglomerado III en la primera semana de Junio y una máxima floración en la tercera semana del mismo mes.

Con relación a las características de altura y diámetro del árbol, éstas tienen valores promedios de 15.50 metros y 0.50 metros respectivamente.- Respecto a las hojas los valores promedios son: longitud 29.50 cm. y 8.40 cm., de ancho respectivamente.

Referente a la cosecha, la misma inicia en la primera semana de Enero y finaliza en la segunda semana de Mayo con una cosecha máxima en la tercera semana de Abril. Existiendo un intervalo promedio entre floración y cosecha de 595.5 días. (ver cuadro 11) La mayoría de árboles de éste conglomerado se encuentran ubicados en aldeas de Olopa excepto Tasharjá y Encuentros. En Olopa se presentan lloviznas y temperaturas bajas en los últimos y primeros meses del año por lo que la fruta de zapote en cierta medida madura más lentamente lo que incide en el incremento en número de días entre la floración y cosecha.

**CUADRO 11: CARACTERISTICAS DEL CONGLOMERADO III**

<b>VARIABLES</b>	<b>Unidad / Medida</b>	<b>Media</b>	<b>C.V. (%)</b>	<b>Moda</b>
Peso Fruto	gramos	582.67	12.05	
Peso Mesocarpio	gramos	395.25	15	
Diámetro del fruto	cms.	8.85	5.49	
Grosor Pericarpio	cms.	1.87	9.2	
Rendimiento Fruto	%	67.6	5.96	
Rendimiento promedio	Kgs.	183.24	69.08	
Peso semilla	gramos	68.75	18.81	
Diámetro semilla	cms	3.8	10.9	
Inicio cosecha	mes/semana			1a. semana enero
Final cosecha	mes/semana			2a. semana mayo
Máxima cosecha	mes/semana			3a. semana abril
Inicio flor	mes/semana			1a. semana junio
Max. flor	mes/semana			3a. semana junio
Intervalo flor-cosecha	días	595.5		555
Long. hoja	cms.	29.5	17.65	
Ancho hoja	cms.	8.4	18.88	
Altura del árbol	metros	15.5	23.21	
Diámetro árbol	metros	0.5	18.35	

#### 8.6.4 Conglomerado IV

Se determinó que éste conglomerado únicamente lo representa el árbol 10 identificado como Palmas 3 cuyos datos más importantes son los siguientes: Peso promedio de 10 frutos 367.45 gramos, peso del mesocarpio 238.95 gramos, diámetro del fruto 8.08 cm., grosor del pericarpio 1.31 cm., rendimiento del fruto 65% rendimiento promedio 735 kgs., peso de la semilla 49.37 gramos, diámetro de la semilla 3.52 cm., el presente árbol inicia la floración la tercera semana de junio con una máxima en la segunda semana de julio.

En cuanto a las características de altura y diámetro del árbol, así como longitud y ancho de la hoja los valores determinados son: Altura 16 metros, diámetro del árbol 0.62 metros, longitud promedio de 10 hojas 31.37 cm., y ancho de hoja 8.08 cm.

Mientras tanto la cosecha de fruta de zapote inicia en la tercera semana de enero con una máxima en la primera semana de febrero, finalizando en la segunda semana del mismo mes; con un intervalo entre floración y cosecha de 555 días. Este árbol produce frutos de tamaño mediano.

### 8.6.5 Conglomerado V

El conglomerado V, está integrado por 9 unidades identificadas con los dígitos 5, 27, 32, 33, 43, 45, 47, 48 y 50 representando a los árboles identificados según localidad o sitio así: Piedra de Amolar 5, Río Arriba 1, Tasharjá 1, Tasharjá 2, Planes 2, Planes 4, Planes 6, Planes 7 y Planes 9; el primero ubicado en Olopa y los ocho restantes ubicados en aldeas de San Juan Ermita.

De acuerdo al análisis anterior de componentes principales, se discuten las variables discriminantes que inciden en mayor grado en la variabilidad y similitud entre unidades y que conforman los conglomerados representados en el fenograma ( ver Fig:8 ).

En relación a las características cuantitativas del fruto, los valores promedio calculados son los siguientes: Peso del fruto 417.37 gramos, peso del mesocarpio 277.40 gramos, diámetro del fruto 8.11 cm., grosor del pericarpio 1.73 cm., rendimiento del fruto 65.66%, rendimiento promedio 179.34 kgs., peso de la semilla 44.17 gramos y diámetro de la semilla 3.14 cm. La mayoría produce frutos medianos.

Con relación a la fase fenológica de floración, la misma inicia en la primera semana de Junio y finaliza en la tercera semana de Julio, con una máxima en la segunda y tercera semana de Junio.

En cuanto a las características de altura y diámetro del árbol, así como a la longitud y ancho de la hoja se refiere, los valores determinados correspondientes son: Altura 16.88 metros, diámetro 0.473 metros; longitud de hoja 32.60 cm., y ancho de hoja 9.40 cm., respectivamente. (ver cuadro 12)

Mientras tanto, la cosecha de la fruta de zapote para los distintos árboles del conglomerado V inicia en la primera semana de Octubre y finaliza en la tercera semana de Enero, con una máxima en la primera semana de Noviembre; con un intervalo promedio entre floración y cosecha de 498.88 días. Las unidades Plan 2,4,6,7 y 9 se ubican en aldea Los Planes San Juan Ermita y manifiestan una similitud en cuanto a floración y cosecha; dichos árboles se encuentran asociados con especies como el chico o chicozapote ( *Manilkara sapota* L.) especialmente, así como las unidades Río 1, Tash 1 y 2, ubicadas en Río Arriba y Tasharjá San Juan Ermita.- El ecosistema en que se encuentran estos árboles es similar.

CUADRO 12: CARACTERÍSTICAS DEL CONGLOMERADO V

VARIABLES	Unidad / Medida	Media	C.V. (%)	Moda
Peso Fruto	gramos	417.37	28.84	
Peso Mesocarpio	gramos	277.4	33.5	
Diámetro del fruto	cms.	8.11	7.58	
Grosor Pericarpio	cms.	1.78	21.45	
Rendimiento Fruto	%	65.66	8.91	
Rendimiento promedio	Kgs.	179.34	91.66	
Peso semilla	gramos	44.12	32.32	
Diámetro semilla	cms	3.14	12.51	
Inicio cosecha	mes/semana			1a. semana noviembre
Final cosecha	mes/semana			2a. semana noviembre
Máxima cosecha	mes/semana			1a. semana noviembre
Inicio flor	mes/semana			1a. semana junio
Max. flor	mes/semana			3a. semana junio
Intervalo flor-cosecha	dias	498.88		495
Long. hoja	cms.	32.6	9.17	
Ancho hoja	cms.	9.4	10.72	
Altura del árbol	metros	16.88	9.09	
Diámetro árbol	metros	0.473	23.23	



### 8.6 6 Conglomerado VI

El conglomerado VI está representado únicamente por la unidad 2 que identifica al árbol Piedra de Amolar 2, aldea del municipio de Olopa Chiquimula.- Y los valores registrados de las diferentes características son: Peso promedio de 10 frutos 517.33 gramos, peso del mesocarpio 370.66 gramos, diámetro del fruto 8.66 cm., grosor del pericarpio 1.91 cm., peso de la semilla 36 gramos; rendimiento del fruto 71%.

La floración en ésta unidad inicia la segunda semana de Julio y finaliza en la cuarta semana, con una máxima floración en la tercera semana del mismo mes.

Con relación al árbol, esta unidad tiene una altura de 16 metros, un diámetro de 0.58 metros; y las hojas tienen un valor promedio de: Longitud 35.29 cm., y ancho 10.29 cm., (valores promedios de 10 hojas).

La cosecha inicia en la tercera semana de Abril y finaliza en la cuarta semana del mismo mes.- Con un intervalo entre floración y cosecha de 630 días.

### 8.6.7 Conglomerado VII

El conglomerado VII está representado únicamente por un árbol, el 44 identificado como Planes 3, ubicado en aldea Los Planes, San Juan Ermita.

Con relación al fruto los valores promedios calculados de 10 frutos son los siguientes: Peso del fruto 356.85 gramos, peso del mesocarpio 251.21 gramos, diámetro del fruto 7.07 cm., grosor del pericarpio 1.50 cm., rendimiento del fruto 70%, rendimiento promedio 285.00 kgs., peso de la semilla 44.25 gramos y diámetro de la semilla 3.53 cm., respectivamente.

Este árbol produce frutos medianos.

Referente a la manifestación de la fase de floración, ésta inicia en la primera semana de Junio y finaliza en la primera semana de Julio, con una máxima en la segunda semana de Junio.

En cuanto a las características de altura y diámetro del árbol, así como a longitud y ancho de la hoja se refiere, los valores determinados son los siguientes; Altura 14 metros, diámetro 0.56 metros, longitud promedio de 10 hojas 33.40 cm., y 9.40 cm., de ancho respectivamente.

Con relación a la cosecha, la misma inicia la primera semana de Octubre y finaliza en la tercera semana del mismo mes; con un intervalo entre floración y cosecha de 480 días.

### 8.6.8 Conglomerado VIII

El presente conglomerado está representado únicamente por dos unidades (26 y 42) y representan a los árboles Tituque 4 y Los Planes 1; Tituque se encuentra en Olopá y Los Planes en San Juan Ermita.

Los valores determinados para estos dos árboles son los siguientes: El peso promedio de 20 frutos (10 por árbol) fue de 989 gramos, peso del mesocarpio 749.87 gramos, diámetro del fruto 11.37 cm, grosor del pericarpio 3.07 cm, rendimiento del fruto 75%, rendimiento promedio 149.5 kgs., peso de la semilla 63.12 gramos y diámetro de la semilla 3.50 cm. respectivamente. Mientras que Planes 1 produce frutos muy grandes (1,334.50 gramos por fruto), Tituque 4 produce frutos grandes (643.50 gramos por fruto).

Con relación a la fase fenológica de floración ésta inicia en la primera semana de junio, con una máxima en la segunda semana, finalizando en la cuarta semana del mismo mes.

Con relación al árbol el promedio de altura es de 12 metros, diámetro 0.53 metros y las hojas con una longitud promedio de 37.67 cm y 10.79 cm de ancho respectivamente.

La cosecha inicia en la primera semana de febrero con una máxima en la tercera semana del mismo mes, finalizando en la primera semana de marzo; con un intervalo entre floración y cosecha de 592.5 días. (ver cuadro 13)

CUADRO 13: CARACTERISTICAS DEL CONGLOMERADO VIII

VARIABLES	Unidad / Medida	Media	C.V. (%)	Moda
Peso Fruto	gramos	989	49.4	
Peso Mesocarpio	gramos	749.87	50.7	
Diámetro del fruto	cms.	11.37	13.98	
Pericarpio	cms.	3.07	3.44	
Rendimiento Fruto	%	75	1.88	
Rendimiento promedio	Kgs.	149.5	111.15	
Peso semilla	gramos	63.12	11.48	
Diámetro semilla	cms	3.5	30.3	
Inicio cosecha	mes/semana			1a. semana febrero
Final cosecha	mes/semana			1a. semana marzo
Máxima cosecha	mes/semana			3a. semana febrero
Inicio flor	mes/semana			1a. semana junio
Max. flor	mes/semana			2a. semana junio
Intervalo flor-cosecha	días	592.5	1.79	
Long. hoja	cms.	37.67	9.38	
Ancho hoja	cms.	10.79	14.34	
Altura del árbol	metros	12	35.35	
Diámetro árbol	metros	0.53	9.25	

### 8.6.9 Conglomerado IX

Al igual que el conglomerado IV, VI y VII, el presente conglomerado está representado únicamente por la unidad 21 e identifica al árbol Cerrón 2, ubicado en El Cerrón, aldea del municipio de Olopa y produce frutos pequeños (peso del fruto 84.46 gramos); entre Cerrón 2 y Planes 1 (peso del fruto 1,334.50 gramos), constituyen los extremos en cuanto a tamaño y peso de fruto.

Los valores registrados para Cerrón 2, son los siguientes: Peso del fruto 84.46 gramos, peso del mesocarpio 36 gramos, diámetro del fruto 5.16 cm., grosor del pericarpio 0.75 cm., rendimiento del fruto 42%, rendimiento promedio 85 kgs., peso de la semilla 20.70 gramos y diámetro de la semilla 2.83 cm., respectivamente.

En cuanto a la floración, inicia en la cuarta semana de Junio y finaliza en la segunda semana de Julio, con una máxima floración en la primera semana de Julio.

Con relación al árbol, ésta unidad tiene una altura de 19 metros, un diámetro de 0.96 metros; y las hojas tienen un valor promedio de: Longitud de hoja 35.27 cm. y ancho 10.60 cm., respectivamente.

La cosecha inicia en la primera semana de Junio y finaliza en la tercera semana, con una máxima en la segunda semana del mismo mes.- Con un intervalo entre floración y cosecha de 330 días.

## 8.7 ARBOLES PROMISORIOS DE ZAPOTE (*P. sapota* (Jacq.) Moore & Stearn) CARACTERIZADOS EN SAN JUAN ERMITA Y OLOPA, CHIQUIMULA

Tomando en consideración las características de: rendimiento del fruto en porcentaje<sup>1</sup>, peso promedio del fruto, tamaño, sabor, color del mesocarpio e intervalo entre floración y cosecha, se seleccionaron los materiales considerados como promisorios.

**Conglomerado I:** En este conglomerado se encuentran las unidades 41 y 39 representando a los árboles Encuentros 6 y Encuentros 4, cuyos datos se resumen en el cuadro 14.

**Conglomerado II:** En el conglomerado II, se encuentran la unidad 30 que identifica al árbol Rio Arriba 4.

**Conglomerado III:** En el conglomerado III se ubica la unidad 18 que identifica al árbol Cumbre 2. El cual se localiza en la aldea La Cumbre, Olopa.

**Conglomerado V:** En este conglomerado se encuentra la unidad 45 y representa al árbol Planes 4.

**Conglomerado VI:** El árbol considerado promisorio es el 2 y representa a Piedra de Amolar 2.

**Conglomerado VII.** El árbol considerado promisorio es el 44 y representa a Planes 3.

**Conglomerado VIII:** Este conglomerado lo integran 2 árboles el 26 y 42 e identifican a Tituque 4 y Planes 1, los cuales son considerados promisorios.

**Conglomerado IX:** Este conglomerado lo representa únicamente el árbol 21 que identifica a Cerrón 2 el cual se considera promisorio.

Como punto de referencia para futuros programas de evaluación, selección y conservación se consideran promisorios los árboles mencionados anteriormente ya que poseen variabilidad y características deseables, cuyos datos más importantes se resumen en el cuadro 14.

$$1/ \text{Rendimiento del fruto (\%)} = \frac{\text{Peso del mesocarpio}}{\text{Peso del Fruto}} * 100$$

**CUADRO 14: ARBOLES PROMISORIOS DE ZAPOTE (*P. sapota*)  
EN CHIQUIMULA**

Conglomerado	Sitio	No. de Árbol	Peso X de 10 frutos	Rend. %	Tamaño	Sabor	Color Mesocarpio *	Intervalos entre flor.-cos.(días)
I	Encuentros	41	400 grs.	71	Mediano	dulce	6	555
	Encuentros	39	438 g.	70	Mediano	dulce	1	555
II	Rio Arriba	30	472 g.	65	Mediano	dulce	2	510
III	Cumbre	18	563.38	68	Grande	dulce	1	645
V	Planes	45	332.4	72	Mediano	dulce	1	495
VI	Piedra de A.	2	517.33	71	Mediano	dulce	5	630
VII	Planes	44	356.85	70	Mediano	dulce	2	480
VIII	Tituque	26	643.5	74	Grande	dulce	1	600
	Los Planes	42	1334.5	76	Muy grande	dulce	2	585
IX	Cerrón	21	84.46	42	Pequeño	dulce	1	330

1 = rojo 8.75 R 4/12, Esc Munsell

2 = anaranjado 2.5 YR 7/12 Esc Munsell

5 = rojo café 10 R 4/8, Esc Munsell

6 = rojo anaranjado 2.5 YR 5/14 Esc Munsell

### 8.8 Erosión genética del zapote (P. sapota (Jacq.) Moore & Stearn) en San Juan y Olopa, Chiquimula

Los árboles de zapote ubicados en las aldeas de San Juan Ermita, se encuentran en áreas de explotación agrícola de granos básicos especialmente, donde la pendiente del terreno favorece la erosión del suelo y la fertilidad tiende a disminuir, incidiendo directamente en la producción tanto de granos básicos como de frutales, zapote especialmente, ya que no existe mayor protección de la pérdida de suelo y agua.

En aldeas del municipio de Olopa, donde la vegetación acompañante es diversa y económicamente aprovechable, el mayor riesgo de pérdida del germoplasma al igual que en San Juan Ermita, es el poco interés que existe en los agricultores, de producir nuevas plantas; las que existen han crecido en forma natural y los propietarios únicamente realizan labores culturales (limpias). Otro factor desfavorable es la presencia de plagas del fruto (mosca de la fruta), ya que se observó presencia de larvas en algunos frutos que favorecen la caída prematura de los mismos.

En el área estudiada, se observó la pérdida de 3 árboles, por factores naturales; dos estaban ubicados a la rivera de un río el cual los derribó y otro por descarga electro atmosférica.

### 8.9. SUELOS Y VEGETACION ACOMPAÑANTE

En el área que comprende San Juan Ermita los suelos continuamente están siendo explotados con granos básicos, frijol y maíz especialmente; poseen un color claro, con poca profundidad y sin mayor protección contra la erosión hídrica. Existen algunas áreas cultivadas con café, cítricos y árboles forestales, donde pueden encontrarse algunos árboles de zapote (P. sapota (Jacq.) Moore & Stearn) y chico (M. zapota L.); mientras que la mayor parte de árboles de zapote se encuentran en áreas cultivadas con granos básicos.

En el área de Olopa los suelos son de color oscuro, con mayor profundidad en sus horizontes y mayor contenido de materia orgánica; la mayoría de árboles de zapote se ubican en fincas de café donde existe una vegetación diversa compuesta por Ingas, Musáceas y árboles forestales.



## 9.- CONCLUSIONES

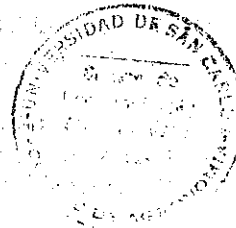
- 9.1 La variabilidad existente entre árboles de zapote (*P. sapota* (Jacq.) Moore & Stearn) lo explican las variables relacionadas con el fruto y semilla en un 25.4%, etapas de cosecha y diámetro del árbol en un 13%, las características de la hoja e intervalo entre floración y cosecha en un 11.3%.y las etapas de floración, altura del árbol y diámetro de la semilla en un 8.2%.
- 9.2 Las características cualitativas que manifestaron variabilidad en los árboles caracterizados son: Hábito de crecimiento, disposición de las ramas, color de la hoja, posición, color y aroma de la flor, tamaño y forma del fruto, color del epicarpio, color y aroma del mesocarpio respectivamente.
- 9.3 Se determinaron doce características cualitativas constantes: Disposición, forma y textura de la hoja, aroma de la flor, arreglo, jugosidad y suavidad del fruto, sabor, aroma y textura del mesocarpio, forma de la semilla y habito de floración.
- 9.4 De acuerdo con los resultados obtenidos aplicando técnicas multivariadas de Análisis de Agrupamientos (Cluster Analysis) y Componentes Principales se definió el fenograma con 50 árboles los que conforman 4 grupos compactos de árboles de zapote (*P. sapota* (Jacq.) Moore & Stearn) y un grupo de 2 árboles que comparten características similares de fruto, semilla, rendimiento del fruto, etapas de floración, cosecha, altura y diámetro del árbol, longitud y ancho de la hoja. Así mismo se determinaron 4 árboles aislados que representan a 4 conglomerados.
- 9.5 De acuerdo a variables de peso de fruto, rendimiento de mesocarpio (%), tamaño de fruto, sabor, color del mesocarpio e intervalo entre floración y cosecha y tratando de que exista variabilidad entre los mismos se clasificaron 10 árboles considerados promisorios así: En el conglomerado I se ubican los árboles 39 y 41, en el II el árbol 30, en el III el árbol 18, en el V el árbol 45, en el VI el árbol 2, en el VII el árbol 44, en el VIII los árboles 26,42 y en el IX el árbol 21.

## 10.- BIBLIOGRAFIA

1. ARCE, A.J. 1,984. Caracterización de 81 plantas de achiote (Bixa Orellana L.) de la colección del CATIE procedentes de Honduras y Guatemala, y propagación vegetativa por estacas. Tesis Mag.Sc. Turrialba, C.R., CATIE. 149 p.
2. AZURDIA, C.A.; GONZALEZ SALAN, M. 1,986. Informe final del proyecto recolección de algunos cultivos nativos de Guatemala. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 256 p.
3. \_\_\_\_\_. 1,986. Situación actual y planes futuros en recursos fitogenéticos en Guatemala. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 287 p.
4. CENTRO AGRONOMOICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA. s.f. Los recursos genéticos de las plantas cultivadas de América Central. Costa Rica. 27 p.
5. CLARO, R.F. s.f. Apuntes de fenología. Bogotá, Colombia. HIMAT. 38 p.
6. CRISCI, J.V.; LOPEZ, M.F. 1,983. Introducción a la teoría y práctica de la taxonomía numérica. Washinton, EE.UU., O.E.A. 132 P.
7. CRUZ, J.R. DE LA. 1,982. Clasificación de zonas de vida de Guatemala a nivel de reconocimiento. Guatemala, Instituto Nacional Forestal. 42 p.
8. GUATEMALA. INSTITUTO GEOGRAFICO NACIONAL. 1,978. Diccionario geográfico de Guatemala. Guatemala. tomo 4. 428 p.
9. GUTIERREZ, G. 1,985. Informe final de recolección de algunos cultivares nativos de Guatemala. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 256 p.
10. HILL, A.F. 1,952. Economic botany. 2 ed. Estados Unidos, McGraw Hill Book. 560 p.
11. LEON, J. 1,987. Botánica de los cultivos tropicales. 2 ed. San José, Costa Rica, IICA. 445 p.
12. MORERA, J.A. 1,981. Descripción sistemática de la colección de Panamá de pejibaye (Bractis gisapaes H.B.K.) del CATIE. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 122 p.
13. \_\_\_\_\_. 1,981. El zapote. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 24 p.

14. OCHSE, J.J.; SOULE, M.J. 1,986. Cultivo y mejoramiento de plantas tropicales y subtropicales. México, Limusa. v.1, 828 p.
15. PENNINGTON, T.D. 1,990. Flora neotrópica: sapotáceas. New York, EE.UU., The New York Botanical Garden. Monograph No. 52. p. 493-499.
16. SIMMONS, C.; TARANO, J.M.; PINTO, J.H. 1,956. Descripción de los suelos que aparecen en la carta agrológica. Guatemala, Servicio Cooperativo Interamericano de Agricultura. s.p.
17. \_\_\_\_\_ 1,959. Mapa de clasificación de reconocimiento de los suelos de la República de Guatemala. Guatemala, Servicio Cooperativo Interamericano de Agricultura. Esc. 1:250,000. Color.
18. \_\_\_\_\_ 1,970. Mapa geológico de la República de Guatemala. Guatemala, Servicio Cooperativo de Agricultura. Esc. 1:50,000.
19. STANDLEY, P.C.; WILLIAMS, L.O. 1,966. Flora of Guatemala. Chicago, Chicago Natural History Museum, Fieldiana: Botany. v. 24, pt. 8, p. 233-244.
20. UTRERA, L. 1,993. Caracterización morfológica y fenológica "in situ" de cultivares de zapote (Pouteria sapota L. Cronquist.) en los municipios de Chiquimulilla y Guazacapán, Santa Rosa. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 75 p.

Vo. Co  
*P. Utrera*



## 11.- ANEXO

### ANEXO 1 "A"

### DESCRIPTOR PARA LA CARACTERIZACION DE MATERIALES DE ZAPOTE POUTERIA SAPOTA (JACQ) MOORE & STEARN

#### A. CARACTERISTICAS MORFOLOGICAS

##### 1. ARBOL

###### 1.1.- Altura del árbol.

Expresado en metros medida desde la base al punto más alto del árbol.

###### 1.2.- Diámetro del tallo.

Expresado en metros, medido en forma diametral a la altura del pecho (DAP).

###### 1.3.- Hábito de crecimiento.

1. Erecto
2. Abierto
3. Compacto

###### 1.4.- Disposición de las ramas.

1. Opuestas
2. Alternas
3. Verticiladas

##### 2. HOJA

###### 2.1.- Longitud de la hoja

Expresado en centímetros; medida de la base del pecíolo al ápice de la hoja, y tomada de la media de diez diferentes observaciones.

###### 2.2.- Ancho de la hoja.

Expresado en centímetros; medido entre ambos bordes del área central de la hoja, y tomada de la media de diez diferentes observaciones.

###### 2.3.- Disposición de las hojas

1. Opuestas
2. Alternas
3. Otra (especificar)

**2.4.- Forma de la hoja.**

1. Redondeada
2. Lobulada
3. Oblanceolada
4. Ovalada
5. Otra (especificar)

**2.5.- Color de la hoja**

1. Verde amarillo 5GY 5/10 esc. Munsell
2. Verde Pálido 7.5GY 5/8 esc. Munsell
3. Verde Oscuro 5G 3/8 esc. Munsell
4. Otro (especificar)

**2.6.- Textura de la hoja**

1. Lisa
2. Aspera
3. Arenosa
4. Serosa
5. Espinosa
6. Otra (especificar)

**3. FLOR****3.1.- Posición de la flor**

1. Axilar en la rama
2. Terminal en la rama
3. Axilar en el tallo
4. Otra (especificar)

**3.2.- Color de la flor**

1. Amarilla 2.5 Y 9/4 esc. Munsell
2. Crema 5Y 9/1. esc. Munsell
3. Blanca
4. Blanco-crema 5Y 9/6, esc. Munsell
5. Blanco-amarillo 10YR 9/1, esc. Munsell
6. Amarillo-crema 2.5Y 8.5/4, esc. Munsell
7. Otro (especificar)

3.3.- Aroma de la flor.

- 1. Ninguno
- 2. Regular
- 3. Fuerte
- 4. Muy fuerte

4. FRUTO

4.1. Longitud del fruto

Expresado en centímetros: medido de la base del pedúnculo al ápice del fruto, y tomado de la media de diez diferentes observaciones.

4.2. Diámetro del fruto.

Expresado en centímetros: medido diametralmente en área central del fruto, y tomado de la media de diez diferentes observaciones.

4.3. Grosor del epicarpio.

Expresado en milímetros; medido transversalmente del borde externo del pericarpio al limite externo del mesocarpio y tomado de la media de diez diferentes observaciones.

4.4. Grosor del pericarpio.

Expresado en centímetros; medido transversalmente del borde externo del endocarpio, y tomado de la media de diez diferentes observaciones.

4.5. Peso del fruto.

Expresado en gramos; peso del fruto completo, tomado de la media de diez diferentes observaciones.

4.6. Peso del mesocarpio.

Expresado en gramos; peso de la porción comestible del fruto, tomado de la media de diez diferentes observaciones.

4.7. Rendimiento del fruto.

Expresado en porcentaje; calculado como el producto entre el peso medio del fruto y el peso medio del mesocarpio.

#### 4.8. Arreglo de los frutos.

La forma como se ubican los frutos en el árbol.

1. Solitarios
2. En grupos.

#### 4.9. Tamaño del fruto

Basado en la estimación de longitud, diámetro y peso de diez frutos en completo estado de madurez.

1. Pequeño
2. Mediano
3. Grande

#### 4.10 Forma del fruto.

1. Alargada
2. Ovalada
3. Redonda
4. Redonda-achatada
5. Otra (especificar)

#### 4.11. Suavidad del fruto.

1. Suave
2. Medio
3. Duro

#### 4.12. Jugosidad del fruto

1. Seco
2. Jugoso
3. Muy jugoso

#### 4.13. Color del epicarpio

1. Café claro YR 4/6 esc. Munsell
2. Café oscuro 5 R 4/4, esc. Munsell
3. Café gris 7.5 R 4/4, esc. Munsell
4. Café verde 5GY 3/4, esc. Munsell
5. Otro (especificar)

#### 4.14. Color del mesocarpio

1. Rojo 8.75 R 4/12, esc. Munsell
2. Anaranjado 2.5 YR 7/12, esc. Munsell
3. Café 5YR 5/6m esc. Munsell
4. Café anaranjado 7.5 YR 5/8, esc. Munsell
5. Rojo café 10 R 4/8, esc. Munsell
6. Rojo-anaranjado 2.5 YR 5/14, esc. Munsell
7. Amarillo-rojo 6.25 YR 7/12, esc. Munsell
8. Otro (especificar)

**4.15. Sabor del mesocarpio**

1. Insípido
2. Amargo
3. Astringente
4. Acido
5. Dulce
6. Muy dulce
7. Otro (especificar)

**4.16. Aroma del mesocarpio**

1. Ninguno
2. Medio
3. Fuerte

**4.17. Textura del mesocarpio**

1. Lisa
2. Aspera
3. Fibrosa
4. Grasosa
5. Otra (especificar)

**5. SEMILLA****5.1. Longitud de la semilla.**

Expresado en centímetros; medido de la base de la radícula al extremo terminal de la plúmula, y tomada de la media de diez diferentes observaciones.

**5.2. Diámetro de la semilla.**

Expresado en centímetros; medido diametralmente en área central de la semilla, y tomado de la media de diez diferentes observaciones.

**5.3. Peso de la semilla.**

Expresado en gramos; peso de la semilla completa, tomado de la media de diez diferentes observaciones.

**5.4. Semillas por fruto.**

Expresado en unidades; número de semillas presentes en cada fruto, tomado de la media de diez diferentes observaciones.

**5.5. Forma de la semilla.**

1. Redonda
2. Oval-cilíndrica
3. Arrifionada



4. Periforme
5. Aplanada
6. Diamante
7. Ovoide
8. Otra (especificar)

## B. CARACTERISTICAS FENOLOGICAS

### 1. FLORACION

#### 1.1. Hábito de floración.

1. Cada dos años
2. Una vez al año
3. Dos veces al año
4. Otro (especificar)

#### 1.2. Inicio de la floración.

Semana y mes cuando se inicia la floración; expresado con el número arábigo que corresponde a cada mes del año, y veinticinco centésimas de unidad para cada semana del mismo.

#### 1.3. Final de la floración.

Semana y mes cuando finaliza la floración expresado con el número arábigo que corresponde a cada mes del año, y veinticinco centésimas de unidad para cada semana del mismo.

#### 1.4. Epoca de máxima floración.

Mes cuando ocurre la máxima floración; expresada con el número arábigo que corresponde a cada mes del año.

### 2. FRUCTIFICACION

#### 2.1. Tiempo para fructificación.

Expresado en unidades, número de años transcurridos desde el establecimiento en el campo hasta la manifestación de la primera cosecha.

#### 2.2. Intervalo entre floración y cosecha.

Expresado en unidades; número de días transcurridos entre el inicio de la floración y el inicio de la cosecha.

### 2.3. Rendimiento promedio.

Expresado en kilogramos; tomado del producto del peso medio del fruto por el número de frutos producidos durante la cosecha.

### 2.4. Inicio de la cosecha.

Semana y mes cuando se inicia la cosecha; expresado con el número arábigo que corresponde a cada mes del año, y veinticinco centésimas de unidad para cada semana del mismo.

### 2.5. Final de la cosecha.

Semana y mes cuando finaliza la cosecha; expresado con el número arábigo que corresponde a cada mes del año, y veinticinco centésimas de unidad para cada semana del mismo.

### 2.6. Epoca de máxima cosecha.

Mes cuando ocurre la máxima cosecha; expresado con el número arábigo que corresponde a cada mes del año.

## Anexo 2"A"

**COEFICIENTES (Vectores propios)  
DE LAS VARIABLES DISCRIMINANTES**

No.	VARIABLES	Componentes Principales			
		1	2	3	4
1	Altura	-0.067	-0.222	0.193	0.386
2	Diametro	-0.072	-0.362	0.25	0.124
3	Longitud hojas	0.033	-0.163	0.485	-0.237
4	Ancho hojas	0.025	-0.147	0.496	-0.224
5	Longitud del fruto	0.135	0.159	0.028	0
6	Diametro del fruto	0.361	0.141	0.045	0.005
7	Grosor Epicarpio	0.148	0.164	0.064	0.05
8	Grosor Pericarpio	0.31	0.051	0.252	-0.125
9	Peso Fruto	0.374	0.084	0.106	0.042
10	Peso Mesocarpio	0.372	0.063	0.123	0.009
11	Rendimiento Fruto	0.265	0	0.054	-0.157
12	Longitud semilla	0.31	0.107	-0.097	0.014
13	Diametro semilla	0.239	-0.011	-0.014	0.324
14	Peso semilla	0.31	0.008	-0.081	0.1286
15	Semilla / fruto	-0.093	0.148	-0.147	0.066
16	Inicio floración	0.063	-0.038	-0.114	-0.37
17	Final floreción	0.052	-0.132	-0.153	0.139
18	Máxima floración	-0.043	-0.086	-0.088	-0.325
19	Intervalo floración	0.206	-0.083	-0.391	-0.252
20	Redimiento Promedio	0.032	-0.183	0.042	0.395
21	Inicio cosecha	-0.148	0.468	0.115	0.046
22	Final cosecha	-0.133	0.398	0.201	0.023
23	Máxima cosecha	0.149	0.454	0.168	0.086
	% variabilidad explicada	25	13	11	8

## QUIMULA.

OBS	sitio	altura m	diam. m	hab. crec.	di- ra- bito	in- cio	final	max.	tiempo	interv.	rend.prom	inicio final max.		
												rat	orac.	flor.
1		16	0.49	2	2	6.75	7.25	6.25	5	630	182.00	3.75	4.50	4.25
2		16	0.58	2	2	7.50	7.25	7.75	5	630	25.86	4.75	4.25	4.75
3		16	0.57	2	2	6.25	6.25	6.50	5	615	43.43	4.50	5.50	4.25
4	Pi	15	0.40	2	2	6.25	6.75	6.50	5	630	59.00	4.25	4.25	4.50
5		16	0.58	2	2	6.50	6.25	6.75	5	525	90.06	11.50	12.50	11.25
6		10	0.29	2	2	6.50	7.25	6.75	5	645	109.00	4.50	4.25	4.75
7		11	0.62	2	2	6.75	6.25	7.50	5	600	85.44	2.25	3.25	2.75
8		13	0.51	2	2	6.25	7.25	6.50	6	555	108.00	12.50	2.50	1.75
9		10	0.28	2	2	6.25	6.25	6.50	5	555	14.00	12.50	2.25	1.50
10		16	0.62	2	2	6.75	7.75	7.50	5	555	735.00	1.75	2.50	2.25
11		17	0.46	1	2	6.25	7.25	6.75	6	600	60.00	3.25	4.25	3.75
12	Pal	12	0.32	2	2	6.25	7.25	6.75	6	645	78.00	4.50	5.25	4.75
13		17	0.40	1	2	6.50	7.25	6.75	6	630	61.00	4.25	5.50	4.75
14		15	0.40	2	2	6.25	7.25	6.75	7	630	44.00	4.25	4.25	4.50
15		14	0.39	2	2	6.25	7.25	6.75	6	630	231.00	4.50	5.50	4.25
16		18	0.38	2	2	6.25	7.25	6.75	5	630	349.00	4.50	5.50	4.25
17		20	0.70	2	2	6.25	7.25	6.50	5	630	5.00	3.50	4.25	3.25
18	Cum	13	0.47	2	2	6.50	7.25	6.75	5	645	84.00	4.50	4.25	4.75
19		15	0.46	1	2	6.25	7.25	6.50	5	645	3.00	4.50	4.25	4.75
20		16	0.65	2	2	6.25	7.25	6.75	6	600	130.00	2.25	3.25	2.50
21	Cerr	19	0.96	2	2	6.10	7.50	7.25	6	330	85.00	6.25	6.75	6.50
22		12	0.46	2	2	6.50	7.25	6.75	5	570	78.00	2.25	2.75	2.50
23		11	0.43	2	2	6.10	7.25	7.50	5	615	107.00	4.75	5.50	4.25
24		17	0.52	1	2	6.25	7.25	6.75	6	585	118.00	2.25	2.75	2.50
25	Ti	21	0.64	1	2	6.25	7.25	6.75	5	600	19.00	2.75	3.50	3.25
26		9	0.50	2	2	6.25	7.25	6.50	5	600	32.00	2.50	3.25	2.75
27		18	0.65	2	2	6.25	7.25	6.75	6	490	120.00	10.25	11.25	10.25
28		17	0.30	1	2	6.25	7.25	6.75	5	540	51.00	11.75	1.25	12.50
29	Rio	15	0.49	2	2	6.25	7.25	6.75	5	570	119.00	11.25	1.75	12.50
30		19	0.42	2	2	6.25	6.75	6.50	5	510	330.00	11.25	1.75	12.50
31		19	0.54	2	2	6.25	7.25	6.75	5	540	219.00	1.25	1.25	1.50
32		18	0.52	1	3	6.25	7.25	6.75	7	480	384.00	10.25	10.75	10.50
33		18	0.48	1	2	6.25	6.75	6.50	6	480	505.00	10.75	11.75	11.25
34	Tash	17	0.60	2	2	6.25	6.25	6.75	5	555	478.00	1.50	2.50	2.25
35		19	0.44	1	2	6.50	7.25	6.75	6	570	391.00	1.75	2.50	2.25
36		15	0.55	2	2	6.25	7.25	6.50	5	555	176.00	1.25	1.75	1.50
37		22	0.55	1	2	6.25	7.25	6.50	5	555	341.00	1.25	1.75	1.50
38		20	0.80	2	2	6.25	7.25	6.50	5	555	191.00	1.25	1.25	1.50
39	Enc	20	0.70	2	2	6.25	7.25	6.50	5	555	876.00	1.50	2.25	1.75
40		20	0.60	2	2	6.25	7.25	6.50	5	555	724.00	1.50	2.25	1.75
41		22	0.69	2	2	6.25	7.25	6.75	5	555	200.00	1.50	1.25	1.75
42		15	0.57	2	2	6.25	7.25	6.50	6	585	267.00	2.25	2.50	2.75
43		17	0.37	1	2	6.25	7.25	6.75	5	510	55.00	11.75	12.50	12.25
44		14	0.56	2	2	6.25	7.25	6.50	5	480	285.00	10.25	10.75	10.50
45		18	0.29	1	2	6.50	7.50	6.75	5	495	67.00	11.25	11.75	11.50
46	Plan	15	0.44	1	2	6.25	7.25	6.50	5	540	492.00	1.50	1.25	1.75
47		15	0.39	1	2	6.25	6.75	6.50	7	495	127.00	11.25	11.50	11.25
48		14	0.48	1	2	6.25	6.25	6.50	6	495	237.00	9.75	11.25	11.50
49		18	0.67	2	2	6.25	6.25	6.50	5	540	209.00	1.25	1.75	1.50
50		18	0.50	1	2	6.25	6.25	6.50	5	495	29.00	10.25	11.50	11.25

Nota: Todas las variables cualitati



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE AGRONOMIA  
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES  
AGRONOMICAS

LA TESIS TITULADA: " CARACTERIZACION MORFOLOGICA Y FENOLOGICA "IN SITU" DE CULTIVARES DE ZAPOTE Pouteria sapota (Jacq) Moore & Stearn EN LOS MUNICIPIOS DE OLOPA Y SAN JUAN ERMITA, CHIQUIMULA".

ELABORADA POR EL ESTUDIANTE: JOSE MARIA RAYMUNDO GARCIA

CARNET No. 84-15496

HA SIDO EVALUADA POR LOS PROFESIONALES: Inga. Agra. Mirna E. Herrera  
Ing. Agr. Marco Aceituno  
Ing. Agr. Juan Jose Castillo  
Ing. Agr. Eugenio Orozco

Los asesores y Autoridades de la Facultad de Agronomía, hacen constar que ha cumplido con las normas universitarias y Reglamentos de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Ing. Agr. Helmer Ayala  
A S E S O R

Ing. Agr. Edgar Martinez  
A S E S O R

Ing. Agr. Fernando Rodríguez  
DIRECTOR DEL IIA



IMPRIMASE

Ing. Agr. Jose Rolando Lara Alejo  
D E C A N O



CC. Control Academico  
Archivo

APARTADO POSTAL 1545 • 01091 GUATEMALA, C.A.

TELEFONO: 769794 • FAX: (5022) 769770