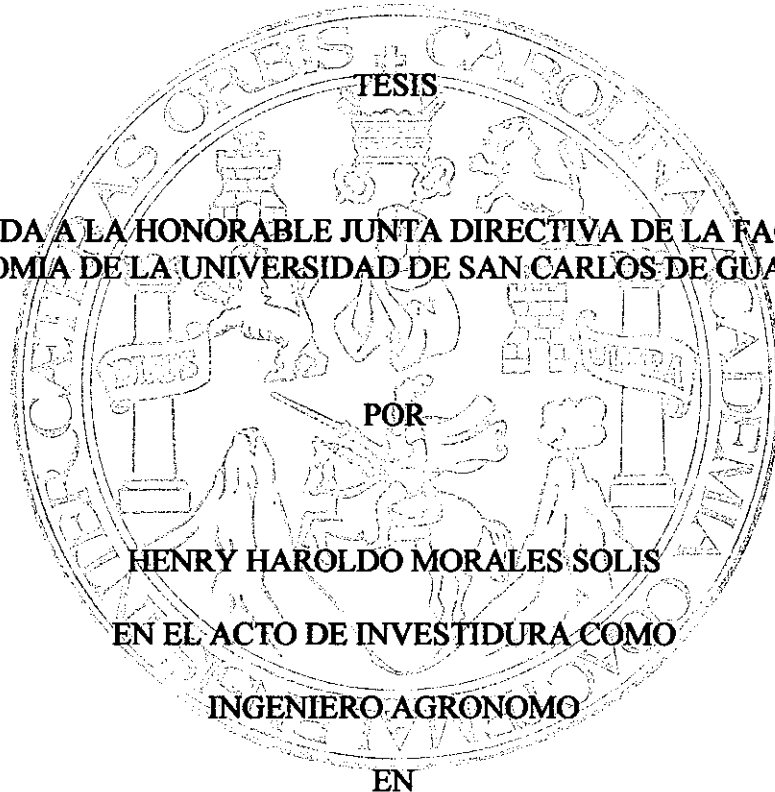


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMIA

CARACTERIZACION MORFOLOGICA Y FENOLOGICA "IN SITU" DE
MATERIALES GENETICOS DE ZAPOTE (*Pouteria sapota* (Jacq.) H. Moore & Stearn)
EN LAS CUENCAS DE LOS RIOS LA CONQUISTA Y TUTUNICO EN EL
MUNICIPIO DE QUEZALTEPEQUE, CHIQUIMULA.

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



POR
HENRY HAROLDO MORALES SOLIS
EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO
INGENIERO AGRONOMO

EN

SISTEMAS DE PRODUCCION AGRICOLA

EN EL GRADO ACADEMICO DE

LICENCIADO

GUATEMALA, JULIO DE 1999

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

RECTOR
ING. AGR. EFRAIN MEDINA GUERRA

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

DECANO:	Ing. Agr. Edgar Oswaldo Franco Rivera
VOCAL PRIMERO:	Ing. Agr. Walter García Tello
VOCAL SEGUNDO:	Ing. Agr. William Roberto Escobar López
VOCAL TERCERO:	Ing. Agr. Alejandro Arnoldo Hernández Figueroa
VOCAL CUARTO:	Br. Oscar Javier Guevara Pineda
VOCAL QUINTO:	Br. José Domingo Mendoza Cipriano
SECRETARIO:	Ing. Agr. Edil René Rodríguez Quezada

Guatemala, julio de 1999.

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

Señores:

De conformidad con las normas establecidas por la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración el trabajo de tesis titulado:

CARACTERIZACION MORFOLOGICA Y FENOLOGICA "IN SITU" DE MATERIALES GENETICOS DE ZAPOTE (Pouteria sapota (Jacq.) H. Moore & Stearn) EN LAS CUENCAS DE LOS RIOS LA CONQUISTA Y TUTUNICO EN EL MUNICIPIO DE QUEZALTEPEQUE, CHIQUIMULA.

Como requisito previo a optar al título de Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola, en el grado académico de Licenciado.

Respetuosamente,

A handwritten signature in black ink, enclosed in a hand-drawn oval. The signature appears to be "H. Morales" with a stylized flourish.

Henry Haroldo Morales Solís

AGRADECIMIENTO

A el "Proyecto Sapotaceas" del Instituto de Investigaciones de Agronomía.

A el Instituto de Investigaciones de Agronomía.

A la Facultad de Agronomía.

A la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Al Dr. César Azurdia e Ing. Agr. Helmer Ayala por su orientación en la realización de esta tesis.

A las familias Leony Arriaga, Morales González, Morales Gutiérrez y María Serafina Solís.

ACTO QUE DEDICO**A:****DIOS****MIS PADRES:****Elder Salvador Morales Soto y Silvia Estela Solís de Morales****MIS HERMANOS:****Elder Armando y Luis Edgardo.****MI NOVIA:****Wilda Mariela González Aguirre.**

CONTENIDO

	PAGINA
INDICE DE TABLAS.....	vi
INDICE DE FIGURAS.....	vii
RESUMEN.....	viii
1. INTRODUCCION.....	1
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	2
3. JUSTIFICACION.....	3
4. MARCO TEORICO.....	4
4.1 Marco conceptual.....	4
4.1.1 Origen del zapote (<i>P. sapota</i> (Jacq.) H. Moore & Stearn).....	4
4.1.2 Clasificación botánica.....	4
4.1.3 Descripción botánica.....	5
4.1.4 Características de campo.....	6
4.1.5 Requerimientos ambientales para el desarrollo del cultivo.....	6
4.1.6 Hábitos de floración y fructificación.....	7
4.1.7 Composición química de la fruta del zapote.....	8
4.1.8 Distribución geográfica nacional.....	8
4.1.9 Nombres locales.....	11
4.1.10 Riqueza genética de <i>Pouteria</i> en Guatemala.....	11
4.1.11 Prácticas de cultivo.....	12
4.1.12 Usos.....	13
4.1.13 Los recursos genéticos de las plantas cultivadas.....	14
4.1.14 Erosión genética.....	17
4.1.15 Etapas de valoración y selección de especies con potencial genético.....	18
4.1.16 Caracterización o descripción sistemática.....	19
4.1.17 Taxonomía numérica.....	20
4.2 Marco referencial.....	23
4.2.1 Antecedentes.....	23
4.2.2 Localización y descripción del área.....	25
5. OBJETIVOS.....	30
6. HIPOTESIS.....	31
7. METODOLOGIA.....	32
7.1 Material experimental.....	32
7.2 Sitios de caracterización.....	32
7.3 Variables de respuesta.....	35
7.4 Registro de la información.....	35
7.5 Análisis de la información.....	35
8. RESULTADOS Y DISCUSION.....	38
8.1 Variabilidad morfológica y fenológica del zapote.....	38
8.2 Características cualitativas que también influyen en la variabilidad morfológica y fenológica en los materiales genéticos de zapote.....	42
8.3 Características cualitativas constantes.....	45
8.4 Representación gráfica del análisis clúster.....	45
8.5 Análisis de conglomerados.....	49

8.6 Determinación de la variabilidad morfológica y fenológica del zapote por medio del análisis de componentes principales.....	54
8.7 Materiales genéticos promisorios de zapote.....	56
9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	58
10. BIBLIOGRAFIA.....	59
11. APENDICE.....	61

INDICE DE TABLAS

	PAGINA
Tabla 1. Temperatura y precipitación del municipio de Esquipulas, Chiquimula.....	28
Tabla 2. Sitios de caracterización de zapote en las cuencas de los ríos La Conquista y Tutunico en el municipio de Quezaltepeque, Chiquimula.....	33
Tabla 3. Características que determinan la variabilidad morfológica y fenológica de los materiales genéticos de zapote en Quezaltepeque, Chiquimula.....	41
Tabla 4. Características de los conglomerados obtenidos del análisis clúster de las características morfológicas y fenológicas de los materiales genéticos de zapote en las cuencas de los ríos La Conquista y Tutunico en Quezaltepeque, Chiquimula.....	48
Tabla 5. Componentes principales, variabilidad explicada y variables que determinan la variabilidad dentro de cada componente de la caracterización morfológica y fenológica de materiales genéticos de zapote en las cuencas de los ríos La Conquista y Tutunico en Quezaltepeque, Chiquimula.....	55

INDICE DE FIGURAS

	PAGINA
Figura 1. Mapa de la ubicación del municipio de Quezaltepeque en el territorio Nacional.....	26
Figura 2. Mapa de la ubicación de los ríos La Conquista y Tutunico, y los sitios de caracterización en le municipio de Quezaltepeque, Chiquimula.....	34
Figura 3. Formas del fruto del <u>P. sapota</u> en las cuencas de los ríos La Conquista y Tutunico en Quezaltepeque, Chiquimula.....	43
Figura 4. Fenograma indicando los conglomerados de grupos afines existentes en la población de árboles de zapote estudiados en las cuencas de los ríos La Conquista y Tutunico en Quezaltepeque, Chiquimula.....	47

CARACTERIZACION MORFOLOGICA Y FENOLOGICA "IN SITU" DE MATERIALES GENETICOS DE ZAPOTE (*Pouteria sapota* (Jacq.) H. Moore & Stearn) EN LAS CUENCAS DE LOS RIOS LA CONQUISTA Y TUTUNICO EN EL MUNICIPIO DE QUEZALTEPEQUE, CHIQUIMULA.

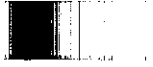
RESUMEN

La investigación es un trabajo de caracterización "in situ" de 76 materiales genéticos de zapote (*Pouteria sapota* (Jacq.) H. Moore & Stearn) realizado en las cuencas de los ríos La Conquista y Tutunico, en Quezaltepeque, Chiquimula. A cada material genético le fueron evaluadas características morfológicas y fenológicas, a partir de las cuales haciendo uso del análisis multivariado se logró determinar el grado de afinidad existente entre ellos.

Haciendo uso del análisis de agrupamiento (Cluster Analysis) se agrupa 76 materiales en 3 conglomerados, existiendo dentro de cada uno de ellos características similares.

El análisis por componentes principales permitió identificar siete componentes que explican el 70% de la variación en la población, así como las características presentes dentro de cada componente.

La variabilidad entre materiales de zapote (*Pouteria sapota* (Jacq.) H. Moore & Stearn) en el área estudiada es explicada principalmente por las características: peso y longitud del fruto, peso de mesocarpio, peso de semilla, intervalo entre floración y cosecha, máxima floración, inicio floración, final floración, grosor de pericarpio, altura y DAP del árbol, rendimiento, longitud y diámetro de la hoja.



1.INTRODUCCION

Guatemala está ubicada en uno de los centros de diversidad genética de mayor importancia mundial, la región mesoamericana, la cual es considerada como uno de los ocho puntos del planeta donde se conserva la mayor variedad de materiales vegetales que han dado origen a las plantas cultivadas que actualmente se conocen, entre ellos variedades primitivas de frijoles, maíz, tomates, chiles y algunos frutales tropicales.

Los frutales tropicales pueden constituirse en una alternativa para la diversificación de cultivos en la región, así como en una fuente que permita generar ingresos a los agricultores.

El zapote (P. sapota (Jacq.) H. Moore & Stearn) en nuestro país forma parte del mosaico de cultivares nativos de consumo popular y de alto valor nutricional, es por ello que para realizar una selección de los materiales que posean las mejores características para lograr el más alto aprovechamiento en la región oriental, específicamente en el municipio de Quezaltepeque, se realizó la presente caracterización morfológica y fenológica "in situ" de materiales genéticos de zapote con el propósito de generar información acerca del grado de afinidad o variabilidad existente entre ellos, datos que serán de utilidad en el establecimiento de programas de mejoramiento y conservación de dicha especie.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Mesoamérica, específicamente Guatemala, presenta una diversidad de condiciones ecológicas aptas para el crecimiento y desarrollo del cultivo del zapote (*Pouteria sapota* (Jacq.) H. Moore & Stearn) el cual se constituye como uno de los cultivos originarios cuyo fruto posee un alto contenido nutricional y variadas formas de aprovechamiento.

Para la elaboración de planes detallados del manejo y aprovechamiento del zapote es necesario realizar estudios básicos de caracterización con la finalidad de conocer las características morfológicas y fenológicas que determinan la variabilidad genética, así como para establecer el comportamiento del mismo ante la presencia de diferentes condiciones ecológicas.

Se han realizado estudios sobre variabilidad morfológica y fenológica del zapote en algunas localidades del país pudiéndose mencionar dentro de las mismas algunos municipios de Chiquimula, Santa Rosa, Quezaltenango, Escuintla, Retalhuleu y San Marcos; dichos estudios han permitido establecer la afinidad o diferencia entre los materiales presentes en función de las características morfológicas y fenológicas que los árboles presentan. Los resultados obtenidos no son generalizables para el total de sitios donde esta especie se encuentra ya que las condiciones ecológicas influyen en el comportamiento del árbol.

En las cuencas de los ríos La Conquista y Tutunico localizados en el municipio de Quezaltepeque ésta especie es abundante y se encuentra distribuída a lo largo de las riberas de los mismos, por lo que un estudio que permita conocer la variabilidad e identificar aquellos individuos con características potenciales para su explotación se hace necesario.

3. JUSTIFICACION

Guatemala posee una variedad de condiciones ecológicas determinadas por el relieve y su ubicación geográfica, razón que le permite proporcionar el medio adecuado para la existencia de variabilidad genética de plantas cultivadas, también denominada recursos fitogenéticos, los que pueden ser definidos como recursos naturales y percederos que potencialmente son útiles al hombre como nuevas fuentes de producción. Entre ellos está el zapote (Pouteria sapota (Jacq.) H. Moore & Stearn) cuyo excelente contenido nutricional y multiplicidad de utilidades puede jugar un papel importante como fuente de ingresos, así como contribuir a una adecuada composición de la dieta, en particular de las poblaciones de escasos recursos.

Desde el punto de vista nutricional y comercial del zapote, así como de su importancia como recurso fitogenético, y ante la escasez de información existente, se hace necesario caracterizar "in situ" materiales genéticos de zapote con el objetivo de conocer las características morfológicas y fenológicas que determinan la variabilidad genética, lo que permitirá establecer programas de selección, utilización, mejoramiento y conservación, mediante los cuales se puede lograr un aprovechamiento integral del potencial que dicha especie posee, así como evitar la pérdida por erosión genética de este cultivo.

4. MARCO TEORICO

4.1 MARCO CONCEPTUAL

4.1.1) ORIGEN DEL ZAPOTE (Pouteria sapota (Jacq.) H. Moore & Stearn)

De acuerdo con Hernández y León (8) el origen del zapote (Pouteria sapota (Jacq.) H. Moore & Stearn) se encuentra en las partes bajas de Centro América; según Azurdia (2) el rango altitudinal en el que se le encuentra va desde cerca del nivel del mar hasta alturas cercanas a los 1,500 metros sobre el nivel del mar (msnm), aunque algunas veces se le ha encontrado en altitudes superiores, siendo la producción en dichos lugares casi inexistente.

Según Morera, (14) de la región de Centro América fue distribuido hacia el Caribe, América del Sur, Hawaii y Filipinas, considerándose que a dicha dispersión contribuyeron los colonizadores españoles.

4.1.2) CLASIFICACION BOTANICA

Taxonomía:

REINO:	Plantae
SUBREINO:	Embryobionta
DIVISION:	Magnolyophita
CLASE:	Magnoliópsida
SUBCLASE:	Dilleniidae
SUPER ORDEN:	Ericanae
ORDEN:	Ebenales
FAMILIA:	Sapotaceae
GENERO:	Pouteria
ESPECIE:	<u>P. sapota</u> (Jacq.) H. Moore & Stearn.

4.1.3) DESCRIPCION BOTANICA

Según León y Pennington, (15,9) el zapote (Pouteria sapota (Jacq.) H. Moore & Stearn) es un árbol, cuyos retoños jóvenes son densamente pubescentes, la vellosidad posee un color que va de dorado a café, la parte ventral de los retoños es glabra, café grisácea y rugosa. Posee hojas en racimos densos, cada una de las cuales se encuentra incrustada en la rama en forma espiralada, y miden de (10-)18-35 cm. de largo por (3.5-)5-11(-13) cm. de ancho; la forma de las hojas es oval lanceolada, y su ápice usualmente es obtuso o redondo, a veces apiculado, posee una base larga que va en disminución, acuminada o suavemente hundida en la superficie dorsal, las venas secundarias pueden ser (17)20-25 pares, distribuidas en forma paralela, recta o suavemente arqueada; las venas intersecundarias usualmente están ausentes; las venas terciarias son oblicuas, algunas veces oscuras; las venas cuaternarias son finamente aereoladas. El peciolo puede medir de 1.3 a 4.7 cm. de largo, ser acanalado, densamente pubescente y glabro en la parte ventral. Las flores son pequeñas y casi sésiles, crecen en grandes cantidades debajo de las ramas nuevas y a lo largo de las ramas sin hojas. Cada flor consta de cinco estambres verdaderos y cinco falsos; el pistilo posee un solo estigma y el ovario tiene cinco carpelos. Los sépalos están colocados en forma de espiral en la base, el ápice es redondeado en los márgenes o profundamente cortado, con estructura muy parecida a la seda, el margen por lo regular es glabro. La corola es tubular, algunas veces expandida en el ápice, de 0.7 a 1 cm. de largo, tubo de 4 a 4.5 mm. de largo, posee cinco lóbulos de 2.5 a 4 cm. de largo, oblongos o en forma de espátula, el ápice de los lóbulos es redondeado usualmente sedoso afuera, y menormente en el centro de los lóbulos, raramente glabro. Los estambres están colocados cerca de la cima del tubo de la corola; los filamentos pueden ser de 2 a 3 mm. de largo y glabros; las anteras pueden ser de 1.5 a 2.5 mm. de largo, lanceoladas, y glabras; los estambres falsos están convertidos en estaminoides achatados como estructuras sin anteras en árboles femeninos. Posee cinco estaminoides de 2.5 a 3 mm. de largo de forma cilíndrica a achatadamente lanceolada, algunas veces terminadas en diminutas anteras pero no funcionales y glabras. El ovario es ovoide con disminución gradual en el estilo, posee cinco lóculos pubescentes, el estilo puede

medir de 4.5 a 7.5 mm de largo después de la antesis. La fruta puede medir de 9 a 12 cm. de largo y su forma puede ser ovoide o elipsoidal, posee un ápice que puede ir de agudo a obtuso, la base puede ser aguda o truncada, la cutícula es áspera cicatrizada en toda la superficie, por lo regular glabra. Posee de una a varias semillas de 6 a 7 cm. de largo, usualmente elipsoidales, algunas veces algo plano convexas, de forma obtusa a redondeada en el ápice, usualmente aguda a obtusa en la base, posee una testa lisa y brillante, de 1 a 2 mm. de grueso; la semilla posee una cicatriz adaxial que es larga y completa, usualmente con disminución de la base al ápice, de 1 a 3 cm. de ancho; el embrión posee cotiledones libres, radícula extendida hacia la superficie y endospermo ausente. (9,15)

Según Azurdía (2) por recolecciones realizadas en el país se han encontrado medidas del largo del fruto de 9 a 18 cm.

4.1.4) CARACTERISTICAS DE CAMPO

Pennington (15) describe las características de los árboles así: poseen una altura que va de 30 a 40 m. El árbol puede alcanzar un diámetro de hasta 1 m. Los especímenes poseen fuertes raíces al alcanzar una altura de 2m. El tronco del árbol es cilíndrico con fisuras superficiales en la corteza, la misma posee un color café grisáceo, es descascarable en largas piezas rectangulares. Puede poseer escasa a copiosa presencia de látex húmedo (pegajoso y blanquecino). Las ramas son algunas veces en posición espiralada, extendidas horizontalmente. Las flores poseen color cremoso-verdoso, son suavemente olorosas. La fruta madura con una cáscara rugosa y cafezusca, posee una pulpa rosada, roja o anaranjada.

4.1.5) REQUERIMIENTOS AMBIENTALES PARA EL DESARROLLO DEL CULTIVO

De acuerdo con Hernández y León (8) los factores que más importancia tienen desde el punto de

vista ecológico, son altura, el suelo, la temperatura y la lluvia, y que pueden limitar la zona para el cultivo y en gran parte se pueden considerar como los factores más críticos para su desarrollo. En algunos lugares, el viento puede ser el factor limitante de más importancia. De la humedad relativa puede depender la facilidad de propagación de algunas enfermedades e insectos.

De acuerdo con Hernández y León (8) las características esenciales del suelo para el desarrollo del cultivo son la calidad del drenaje, profundidad, grado de acidez, fertilidad, nivel freático adecuado y permeabilidad moderada. En las áreas tropicales existen muchos suelos con estas características. Sin embargo, las relaciones que guardan los factores del suelo con la potencialidad fotosintética de la planta de zapote son casi inseparables, razón por la cual la baja fertilidad de algunos suelos tropicales limita el rendimiento de esta especie. En algunas regiones donde mejor se produce el zapote, la temperatura promedio oscila entre 25 y 28 grados C, el mismo no tolera temperaturas bajas aunque estas sean de corta duración. La cantidad de lluvia que satisface al cultivo del zapote oscila entre 800 y 2,500mm.

Según Pantin D. (10) se pueden realizar grandes inversiones monetarias en fertilizaciones, pero su experiencia le ha demostrado que la productividad obtenida con respecto a la esperada no compensa la inversión.

4.1.6) HABITOS DE FLORACION Y FRUCTIFICACION

De acuerdo con Azurdía (2) es evidente que los primeros meses del año, especialmente durante marzo y abril es la época en la cual los frutos maduran. Algunas excepciones se dan en áreas del oriente de Guatemala como Santa Rosa y algunas áreas de El Progreso en donde los frutos alcanzan madurez durante los meses de noviembre a diciembre. Otras excepciones se observan en algunas localidades ubicadas en el bosque muy húmedo subtropical cálido, tales como el área de la Tinta, Alta Verapaz en donde se recolectaron frutos maduros durante el mes de mayo y Morales, Izabal, durante el mes de septiembre.(2)

Según Pennington (15) el árbol florea por lo regular en los meses de julio a agosto. Pantin D. (10) señala que en Florida, U.S.A., se presentan dos floraciones, en el otoño (septiembre-noviembre) y en el verano (junio-julio).

4.1.7) COMPOSICION QUIMICA DE LA FRUTA DEL ZAPOTE.

Los análisis químicos muestran que por 100 gramos de pulpa de zapote se obtienen (8): Agua:

65%

Proteínas:	1.7 gramos
Grasa:	0.4 gramos
Carbohidratos:	31.1 gramos
Fibras:	2.0 gramos
Cenizas:	1.2 gramos
Calcio:	40 miligramos
Fósforo:	28 miligramos
Hierro:	1.0 miligramos
Vitamina A:	115 miligramos
Tiamina:	0.01 miligramos
Riboflavina:	0.02 miligramos
Niacina:	2.0 miligramos
Acido ascórbico:	22 miligramos

4.1.8) DISTRIBUCION GEOGRAFICA NACIONAL DEL ZAPOTE.

Según Azurdia (2) el zapote es una especie de frutal ampliamente distribuida en el país, pudiéndose decir que es la sapotacea de mayor distribución y mayor uso en la alimentación humana en el país. El rango de alturas en que encuentra va desde el nivel del mar hasta los 1,500 msnm; a lo largo del rango altitudinal el zapote se encuentra creciendo en diferentes condiciones debidas al clima y la vegetación, es así como se le puede encontrar en las siguientes zonas de vida; bosque muy húmedo subtropical cálido, bosque húmedo

subtropical cálido, bosque húmedo subtropical templado y monte espinoso subtropical (donde se le encuentra únicamente en forma cultivada).

a) Bosque húmedo subtropical cálido: de acuerdo con de la Cruz (1982) citado por Azurdia (2) esta zona comprende la región norte del Petén así como una franja de 10-22 km. de ancho que va desde El Salvador hasta México en la costa sur. En la costa sur existe escasamente y esto es debido a la alta productividad de sus suelos por lo que en dicha región ha sido sustituido con la finalidad de realizar un uso intensivo del suelo con cultivos como la caña, ajonjolí, etc. En lo que al Petén respecta al zapote se le considera como parte de la vegetación de la selva alta, pudiéndose encontrar únicamente en áreas protegidas del norte. De acuerdo a Lundell (1937) citado por Azurdia (2) el zapote requiere para su desarrollo suelos profundos razón que podría ser la causante de la escasez del árbol en la región norte del lago Petén. Según Azurdia (2) se pudo observar que en las áreas en donde se encuentra, el zapote no produce regeneración natural a diferencia del chicozapote (Manilkara sapota) y canistel (Pouteria campechiana). De acuerdo a los habitantes de la región dicho fenómeno es causado por el hecho que cuando los frutos caen al suelo las semillas son comidas por manadas de jabalíes que habitan dicha zona. En esta región los materiales cultivados se encuentran formando parte de huertos familiares y algunas veces crecen en potreros. Azurdia (2) señala que en general se puede decir que los árboles creciendo bajo condiciones silvestres no presentan mayores diferencias con respecto a los cultivados, únicamente se diferencian en el tamaño del tallo debido a que son más viejos así como en hábito de crecimiento ya que los silvestres son principalmente de hábito erecto debido a la competencia a la que han estado sujetos en la selva, mientras que los cultivados tienen hábito abierto debido a la falta de competencia y alta luminosidad que disfrutan, referente a fruto no existe mayor variabilidad en cuanto a tamaño; se puede decir entonces que los árboles de Petén son materiales genéticos que han sido recientemente extraídos de poblaciones silvestres o bien son el remanente dejado después de descombrar el bosque.

b) Bosque muy húmedo subtropical cálido: El zapote es una especie comúnmente reconocida como un

frutal cultivado en las partes cálidas del país, sin embargo, se le puede encontrar en estado silvestre en la región norte. La zona de vida cubre una franja en la costa pacífica y en el norte, en donde abarca el departamento de Izabal, norte de Alta Verapaz, Quiché y una parte de Huehuetenango así como la parte sur del Petén. Según Azurdia (2) en giras de exploración realizadas recientemente (agosto y septiembre/95) a áreas de dicha zona de vida se pudo observar que el zapote silvestre es una de las especies más importantes, juntamente con otras especies como Virola spp., Ceiba pentandra, Terminalia amazonia, Vochysia hondurensis, Pinus caribaea, Brosimum alicastrum y muchas más. En la franja pacífica esta zona de vida presenta los mejores suelos del país, por lo que el área se dedica a producción de cultivos de exportación como caña de azúcar y ganadería. Por esta razón, el zapote en estado silvestre casi no existe, mientras que el cultivado se encuentra asociado a comunidades humanas, en donde crece ya sea a nivel de huerto familiar, en los potreros, como sombra del cultivo de café o bien en algunos casos como plantación comercial. En general se puede decir que es en esta región en donde se produce mayor cantidad de zapote, yasea para el requerimiento nacional, dada la cercanía de los mercados de las principales ciudades del sur o bien la ciudad capital o para exportación a la república mexicana o como pulpa congelada a través de las empresas que se dedican a esta actividad. Por lo anterior, se puede anotar que el zapote es una de las frutas más frecuentes e importantes en la región de la costa pacífica. (2)

c) Bosque húmedo subtropical templado: De la Cruz (1982) citado por Azurdia (2) señala que esta zona corresponde a localidades ubicadas entre los 700-1,700 msnm, caracterizada por tener una época de lluvia bien marcada de mayo a noviembre. De acuerdo con Azurdia (2) en esta zona de vida se puede localizar árboles de zapote junto a árboles de injerto, pareciendo que ésta es la región más alta sobre el nivel del mar en la cual el zapote aún crece apropiadamente. Posiblemente por el hecho que esta región representa el límite en el cual el zapote crece cultivado, se han observado pocos ejemplares en las localidades, a la vez que el fruto es el más pequeño y menos pesado en comparación con las otras zonas de vida.

d) Monte espinoso subtropical: Esta región comprende parte de los departamentos de Zacapa y Chiquimula,

caracterizada por su escasa precipitación pluvial anual y su alta tasa de evapotranspiración. El área es utilizada con agricultura de cultivos hortícolas e industriales como sandía, melón, pepino, tomate o tabaco. Las sapotaceas frutales, principalmente el zapote es frecuente a lo largo de los ríos que corren hacia el litoral Atlántico, por lo tanto el requerimiento de humedad para zapote se suple mediante el uso de áreas de regadío. Es notorio que en esta región se observan frutos relativamente grandes, pudiendo deberse a las condiciones microclimáticas favorables en las que crecen ya que la alta temperatura y la humedad adecuada son los elementos necesarios para el desarrollo de dicha especie. En esta zona se ha encontrado zapotes que crecen únicamente en forma cultivada. (2)

4.1.9) NOMBRES LOCALES

De acuerdo con Azurdia (2) la palabra zapote viene de "Tzapotl" palabra de origen Azteca que significa fruta esférica, dulce y con semilla grande. Sin embargo, en las comunidades indígenas guatemaltecas no importando el idioma mayense que se hable, se le denomina "Tulul". Esta especie es ampliamente conocida en todo el país, especialmente en las áreas en las cuales crece ya en forma natural o bien cultivada.

Pennington (15) enumera algunos de los nombres con los que el zapote es conocido: Grand sapotillier en Haití; mamey (general); mamey manzana en Belice; mamey colorado (general); mamey de tierra en Panamá; mamey mata serrana en Ecuador; mamey sapote en Jamaica; zapote(general) zapote colorado en Honduras; zapote de montaña en Guatemala; zapote mamey (general).

4.1.10) RIQUEZA GENETICA DE POUTERIA EN GUATEMALA

De acuerdo con Azurdia (1) el género Pouteria está ampliamente distribuido en las tierras bajas de Guatemala, ocupadas por áreas de bosque húmedo y muy húmedo subtropical a excepción de P. viridis 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 a saber: *P. amygdalina* (Standl.) Baehni, *P. campechiana* (HBK) Baehni, *P. durlandii* (Standl.) Baehni, *P. gallifruta* Cronquist, *P. hypoglauca* (Standl.) Baehni, *P. izabalensis* (Standl.) Baehni, *P. lundelli* (Standl.) L., *P. sapota* (Jacq.) H. Moore & Stearn, *P. neglecta* Cronquist, *P. quicheana* Cronquist, *P. squamosa* Cronquist, *P. unilocularis* (Donn. Sm.) Baehni y *P. viridis* (Pittier) Cronquist. El zapote (*P. sapota*) 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 encuentra distribuido, estando a su vez en forma silvestre en los remanentes de área boscosa. En orden de importancia en cuanto a la demanda de fruto respecta se tienen el injerto (*P. viridis*), mamey de Santo Domingo (*P. hypoglauca*), los cuales son cultivados igual que el zapote, y el zapotillo de montaña (*P. campechiana*) cuyos frutos son colectados a partir de poblaciones silvestres.

4.1.11) PRACTICAS DE CULTIVO

Tal como señalan Hernández y León (8) en general las sapotáceas se han propagado por semilla. Hasta hace pocos años esta especie tardaba en entrar en producción entre 7 y 8 años, ya que se hacía mediante propagación sexual por semilla. Esto generaba gran variación en las poblaciones, disminuyendo en gran medida la posibilidad de cosechar genotipos uniformes en tamaño, peso y calidad.

Actualmente los métodos de propagación vegetativa del zapote utilizan el injerto; Tomas Marler (10) hace referencia a este sistema haciendo un breve comentario de la técnica del four flap (cuatro tapas). Los patrones de las plantas son obtenidos de semilleros realizados con anticipación, la altura aconsejada para la selección del patrón va de 50-60 cm. de alto; al mismo se le realizan cuatro cortes de la punta a la base en forma longitudinal, tratando de rasgar toda la corteza, de aproximadamente 7 cm. Varetas en estado joven son seleccionadas en estado de reposo, de una altura de 12 a 14 cm; a dichas varetas se les

realizan cortes de la base a la punta quitándoles toda la corteza en el espacio del corte. Regresando al patrón, se pela la corteza en cuatro tapas y seguidamente se cortan los 7 cm. de madera que quedan descubiertos; posteriormente se coloca la vareta en forma vertical haciendo contacto con el patrón y se procede a cubrirlo con las tapas de la corteza antes mencionadas, terminándose la operación tratando de proteger con nylon la zona del injerto. Hernández y León (8) dicen que además de esta técnica se utilizan también las de púa lateral y hendidura. A los cuatro meses aproximadamente se procede a retirar la cinta de protección y dos meses después pueden ser llevadas para su instalación en el campo.

4.1.12) USOS

Azurdía (2) señala que la fruta del árbol de zapote (Pouteria sapota (Jacq.) H. Moore & Stearn) representa una fuente de vitaminas y minerales dentro de la dieta de la población guatemalteca.

Según Hernández y León (8) los frutos del zapote pueden ser comidos crudos o frescos y la pulpa se utiliza en la confección de jaleas, helados y jugos; cocinada puede constituir un sustituto aceptable del puré de manzana o usarse en pastelería. En algunos lugares de Mesoamérica las semillas molidas se utilizan para dar al chocolate un sabor amargo y aroma característico; en Costa Rica, se han usado para planchar ropa. En Guatemala y El Salvador el aceite contenido en la semilla se utiliza como tónico para la piel, para evitar la calvicie y reducir dolores musculares y afecciones reumáticas. Este árbol produce látex, que es empleado como cáustico para eliminar hongos de la piel. Azurdía (2) considera que con la madera del zapote, considerada de buena calidad, se pueden construir muebles u otros objetos que requieran maderas fuertes.

Según Hernández y León (8) desde el punto de vista ecológico, es de enorme importancia impulsar el cultivo de esta especie ya que permite ayudar a mantener la diversidad genética y evitar que algunos genotipos con valor potencial puedan desaparecer, así el establecimiento de esta especie como cultivo en sistemas de producción tradicional permitirá mantener un desarrollo frutícola de gran sostenibilidad. El

desarrollo agroindustrial se verá beneficiado con la producción de frutas de gran valor nutritivo y subproductos de alto valor agregado. (8)

4.1.13) LOS RECURSOS GENETICOS DE LAS PLANTAS CULTIVADAS

M. Holle y J. T. Esquinas (18) consideran que la variabilidad genética de las plantas cultivadas, también llamada recursos fitogenéticos, está formada por especies cultivadas y especies silvestres. Entre las primeras podemos diferenciar variedades comerciales, variedades locales, líneas de mejora y otras combinaciones genéticas. Las especies silvestres pueden ser de uso directo, indirecto y/o potencial. En la diversidad genética natural de las plantas toman parte los fenómenos siguientes: mutación, recombinación y cruzamiento, selección, aislamiento reproductivo y deriva genética.

En las últimas décadas la conservación de los recursos genéticos ha recibido atención especial, ya que muchos de ellos están desapareciendo con rapidez y nos es factible su reemplazo. Se ha encontrado que la riqueza en recursos genéticos es mayor en aquellos países en donde la agricultura no se ha modernizado, donde se puede observar mayor número de cultivos y mayor variabilidad. El gran número de cultivos de que se dispone en las regiones en desarrollo es el resultado de muchos siglos de esfuerzos de agricultores, a través de mantener, intercambiar y evaluar variedades, de aprender cómo cultivarlas y utilizarlas.(3)

Hay otra característica de la agricultura primitiva de importancia primordial en recursos genéticos, es la costumbre de sembrar semilla mezclada de diferentes variedades.(3) Esquinas (5) haciendo referencia al mismo tema señala que miles de años de selección realizada por los agricultores y la naturaleza, han producido variedades y genotipos locales adoptados a los distintos lugares y a prácticas culturales que a su vez venían determinados por el clima y otros factores ambientales.

A la variedad intervarietal es preciso agregar una gran diversidad genética intravarietal que es la causa de la conocida heterogeneidad morfológica de las variedades primitivas, esta heterogeneidad existe

también en otras características no tan fácilmente observables como la resistencia a plagas y enfermedades, adaptaciones locales, etc.

La característica de la agricultura primitiva anteriormente mencionada se puede ejemplificar en unas libras de semilla de frijol que un agricultor tenía lista para sembrar, en las cuales se separaron seis clases distintas. Esto a primera vista tiene implicaciones desfavorables, ya que las plantas no se cosechan al mismo tiempo y el producto no es uniforme. Sin embargo, hay una razón fundamental para que el pequeño agricultor continúe con esta práctica. En la mayoría de los casos el factor que determina una buena o mala cosecha es el ataque de hongos, insectos y otros parásitos que el pequeño agricultor no puede controlar porque carece de conocimiento, equipo y materiales apropiados. Para garantizar la cosecha, y a menudo su sobrevivencia, tiene que depender de la resistencia natural o genética, o sea que en la mezcla que siembra espera que hayan plantas resistentes que le rindan cosecha. El grado diferente de resistencia que presentan los cultivos primitivos al ataque de insectos y enfermedades es de gran importancia en el mejoramiento genético, porque es a estas variedades primitivas a las que tiene que recurrir el mejorador de plantas cuando las variedades avanzadas pierden resistencia, debido a la aparición de una nueva raza de patógeno.(3)

Esquinas (5) señala que las variedades tradicionales son a menudo capaces de soportar condiciones que dañarían seriamente muchas variedades modernas, lo cual les confiere una mayor estabilidad productiva; radicando su valor potencial para la humanidad en los genes que contienen, proveyendo caracteres que aunque no reconocidos actualmente, pueden ser un día considerados como invalores.

La conservación del germoplasma nativo es urgente también por los cambios sociales que están ocurriendo en esta región. Quizás el más importante de ellos es la actitud de la gente respecto a los cultivos foráneos. El consumo de éstos es una señal de prestigio social que lleva a menospreciar y abandonar los cultivos nativos. Es importante notar que en la mayoría de los casos la adopción de un cultivo foráneo no mejora los aspectos nutricionales, ni resulta más fácil o barata su preparación como alimento. Desde la conquista, el prestigio de los cultivos extranjeros está asociado con las clases dominantes, reforzado por la

propaganda comercial y por las campañas de extensión agrícola y de nutrición. De impacto menor por el momento pero un peligro potencial para el futuro, es el cambio dentro de un mismo cultivo, de sus variedades por cultivares avanzados. (3)

Hay finalmente otro factor que opera en contra de los recursos genéticos autóctonos: la falta de tecnología en su cultivo, manejo, producción y uso. Es más fácil conseguir materiales de propagación, información o asesoría en los cultivos foráneos que en los locales, ya que aún la escasa investigación que se hace pone mucho énfasis a los primeros. Sin embargo, se nota ya en ciertos países una tendencia a desarrollar y mejorar la producción de cultivos alimenticios nativos, y a considerarlos como parte de la riqueza o patrimonio cultural, que puede ser en el futuro la base para una alimentación más rica y contribuir a diversificar la producción agrícola e industrial.(3)

La conservación genética tiene dos características que hacen que resulte muy atractivo para los particulares o incluso para los gobiernos dedicar a ella los esfuerzos necesarios. En primer lugar el mantenimiento de la diversidad genética no repercute en la producción actual sino en potencial de producción futura: aumenta la probabilidad de disponer de lo necesario, del material genético requerido para reducir la vulnerabilidad de los cultivos a circunstancias adversas imprevisibles o para desarrollar variedades más productivas. En segundo lugar, los beneficios de la conservación de la diversidad genética son un bien para todos, es decir, pertenecen a la sociedad en general y no pueden ser propiedad de los agricultores o de las instituciones de los países que se encargan de mantener vivo el patrimonio genético. Debido a estas características la conservación de los recursos genéticos requiere la participación de los gobiernos nacionales, de la comunidad internacional y de los sectores de la economía nacional e internacional que obtendrán beneficios económicos.(6)

El interés por los recursos genéticos de Centro América 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 gemoplasma, su conservación permanentes 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. (3)

4.1.14) EROSION GENETICA

Los recursos genéticos animales y vegetales de Centro América están sufriendo un intenso proceso de erosión, con la desaparición progresiva de especies actualmente o potencialmente útiles para la humanidad. La erosión genética es una consecuencia de la acción general del hombre sobre el ambiente a medida que la población crece y la economía y la sociedad se modernizan. Las causas inmediatas radican en tres procesos: la desaparición progresiva de las reservas genéticas naturales a la que se expande la frontera agrícola; la difusión de variedades de plantas y animales derivadas de la mejora científica, con el abandono concomitante por parte de los agricultores de cultivares tradicionales; y la tendencia hacia el monocultivo y la homogenización de las dietas regionales en favor de unos pocos alimentos básicos y de las medicinas modernas.(6)

De acuerdo a Azurdia (2) considerando las sapotáceas como recursos fitogenéticos de la región, en general se puede decir que son especies dominantes en la vegetación del Petén, siendo prácticamente el último lugar en el cual se pueden encontrar dichos árboles silvestres de alta importancia para la fruticultura nacional. Las condiciones imperantes en dicho medio permiten que esta región se constituya como un área con alta diversidad genética, pudiendo ser utilizados dichos materiales en el futuro para mejoramiento de los materiales que se están cultivando en el país como fuera del mismo. La falta de conciencia, conocimiento y educación de los habitantes de estos lugares con respecto a la importancia de la

preservación y conservación de los recursos genéticos, ha provocado la desaparición en áreas considerables de dichos materiales por el avance de la frontera agrícola.

Según Azurdia (2) el peligro que puede vislumbrarse en el futuro inmediato no es por la destrucción de los diferentes tipos de materiales genéticos que se tienen en la actualidad sino por el hecho que esta especie se está incrementando en monocultivo en extensiones grandes, por lo que en dichas plantaciones se requerirá de materiales uniformes (reducción de la variabilidad genética) para suplir la demanda internacional existente en determinados tipos de frutos.

4.1.15) ETAPAS DE VALORACION Y SELECCION DE ESPECIES CON POTENCIAL GENETICO

Según Morera (12) con el objeto de evaluar, desarrollar y comercializar una especie con potencial fitogenético, se han identificado varias etapas:

- a) Exploración y recolección del germoplasma: en esta etapa, el germoplasma es recolectado y clasificado. El énfasis debe ser sobre el tipo de muestreo de la diversidad genética de la especie considerada.
- b) Observación y selección de germoplasma: cuando empieza el desarrollo del germoplasma con una pocas semillas, la observación y selección debe atrasarse hasta que la cantidad de semilla pueda ser multiplicada y/o rejuvenecida a través de varias generaciones de cultivo. Es importante la identificación y documentación de las características morfológicas que se puedan obtener de las introducciones a efecto de permitir un fácil acceso por parte de los fitomejoradores.
- c) Estudios químicos/utilización: se deben llevar a cabo análisis químicos, medidas de propiedades físicas y el uso actual del producto. Se deben evaluar las cualidades tóxicas y nutricionales.
- d) Evaluación agronómica/hortícola: las evaluaciones iniciales son conducidas para determinar la posibilidad de que el cultivo pueda llegar a ser exitoso comercialmente; se evalúan las prácticas culturales, los métodos de cosecha y el rendimiento del cultivo.

- e) Producción y procesamiento en escala: los resultados obtenidos en pruebas a pequeña escala son estudiados a gran escala.
- f) Comercialización: entre los factores que afectan la comercialización deben destacarse la producción, mercadeo y consumo.

4.1.16) CARACTERIZACION O DESCRIPCION SISTEMATICA

Engels citado por Morera (13) conceptualiza la palabra caracterización como la clasificación o el análisis de la expresión fenotípica de cada introducción de una colección dada, para cada descriptor previamente definido.

Según Morera (13) dentro del concepto de descripción sistemática deben conocerse el significado de algunos términos 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.
- d) Evaluación completa: consiste en registrar características relacionadas con los programas de mejoramiento.

4.1.17) TAXONOMIA NUMERICA

Según Crisci (4) la taxonomía numérica se define como la evaluación numérica de la afinidad o similitud entre unidades taxonómicas y el agrupamiento de estas unidades en taxones, basándose en el estado de sus caracteres; se plantea dos aspectos en el enfoque al cual dirige sus acciones: uno filosófico, basado en la teoría clasificatoria denominada “feneticismo”, y el otro, el de las técnicas numéricas, que son el camino operativo para aplicar dicha teoría.

a) LA TAXONOMIA NUMERICA COMO TEORIA CLASIFICATORIA

Según Crisci (4) la clasificación se define como el agrupamiento de objetos en clases sobre la base de atributos que poseen en común y/o sus relaciones.

Conforme Crisci (4) ante la diversidad que lo rodea, el hombre recurre a la clasificación como medio para evitar la confusión e, instintiva o conscientemente, clasifica su mundo circundante. El origen de la ciencia de la clasificación se remonta hasta los antiguos griegos. No obstante, el proceso de clasificar, el reconocimiento de similitudes y el agrupamiento de organismos u objetos en función de esas similitudes, comienza con el hombre primitivo. En la diversidad que el hombre enfrenta está el mundo viviente y es en éste donde ha tenido lugar un monumental proceso clasificatorio sin paralelo a otras disciplinas. No es entonces casual que este proceso clasificatorio haya sido el contexto donde nació la taxonomía numérica.

b) APLICACION DE LAS TECNICAS DE LA TAXONOMIA NUMERICA

Se entiende por técnicas numéricas la rama de la taxonomía que, mediante operaciones matemáticas, calcula la afinidad entre unidades taxonómicas a base del estado de sus caracteres. La asociación de conceptos sistemáticos con variables numéricas ha dado como resultado una inmensa cantidad y variedad de técnicas numéricas. A pesar de esta diversidad, es posible hallar en casi todas ellas una serie de pasos comunes. (4)

c) PASOS ELEMENTALES DE LAS TECNICAS NUMERICAS

1. Elección de las unidades. Se eligen los organismos a estudiar y se definen las unidades a clasificar denominadas "Unidades Taxonómicas Operativas" (O.T.U.).

2) Elección del los caracteres. Se eligen los caracteres que describan a las O.T.U. y se registra el estado de los caracteres presentes en ellas.

3. Construcción de una matriz básica de datos. Con la información obtenida en los pasos anteriores se construye una matriz básica de datos (MDB) de O.T.U. por estados de los caracteres.

4. Obtención de un coeficiente de similitud para cada par posible de O.T.U.. A base de la MDB y utilizando un coeficiente adecuado a los datos que contiene, se calcula la similitud para cada par posible de las unidades taxonómicas.

5. Construcción de una matriz de similitud. con los valores de similitud calculados en el pasos anterior se construye una matriz de similitud O.T.U. por O.T.U..

6. Conformación de grupos: A base de la matriz de similitud del paso anterior y mediante la aplicación de distintas técnicas (por ejemplo, análisis de agrupamientos) se obtiene la estructura taxonómica del grupo en estudio.

7. Generalizaciones. Se formulan las generalizaciones acerca de los taxones, tales como: elección de caracteres discriminatorios, relación entre los organismos, inferencias acerca de los taxones, etc. (4)

d) ANALISIS DE AGRUPAMIENTOS (Cluster analysis)

Crisci (4) define el análisis de agrupamientos como aquel que mediante técnicas que, siguiendo reglas más o menos arbitrarias, forman grupos de O.T.U. que se asocian por su grado de similitud. El reconocimiento del valor de similitud al que se formarán nuevos grupos, o se incorporarán las

O.T.U. se ve facilitado por la obtención original y se obtienen con anterioridad a cada una de las etapas del proceso de agrupamiento. El cálculo de los valores que constituirán estas matrices varía según la técnica de agrupamiento utilizada.

e) REPRESENTACION GRAFICA DE LAS TECNICAS DE AGRUPAMIENTOS

La estructura taxonómica obtenida de la matriz de similitud con las técnicas de análisis de agrupamientos puede representarse gráficamente de varias formas, pero la más utilizada es el fenograma, siendo éste un diagrama arborescente que muestra la relación en grado de similitud entre dos O.T.U. o grupos de O.T.U.. Los valores de similitud se expresan en una escala que suele encontrarse en su extremo superior. Las O.T.U. se colocan en el extremo derecho y dan origen cada una a un eje horizontal. Los ejes horizontales se unirán mediante ejes verticales que expresan, en relación con la escala, el valor de similitud existente entre las O.T.U. o conjuntos.(4)

f) ANALISIS POR COMPONENTES PRINCIPALES

Pla, L.E. (16) se refiere al mismo como uno de los métodos de análisis más difundidos, que permite la estructuración de un conjunto de datos multivariados obtenidos de una población, cuya distribución de probabilidades no necesita ser conocida. Se trata de una técnica matemática que no requiere un modelo estadístico para explicar la estructura probabilística de los errores. Sin embargo, si puede suponerse que la población muestreada tiene distribución multinormal, podrá estudiarse la significación estadística y será posible utilizar la muestra efectivamente observada para efectuar pruebas de hipótesis que contribuyan a conocer la estructura de la población original, con un cierto grado de confiabilidad, fijado a priori o a posteriori.

4.2) MARCO REFERENCIAL

4.2.1) ANTECEDENTES

Aguilar y Aguilar (1,992) citado por Azurdía (2) en el bosque húmedo subtropical, específicamente en la región del Petén, considera al zapote como un árbol de la selva alta y que por lo regular es escaso en la vegetación de dicha zona. De acuerdo a Azurdía (2) en Petén se realizó un estudio en el cual se tomaron en cuenta los árboles más viejos y voluminosos, de donde se obtuvieron los siguientes resultados: el DAP varió de 50-86 cm, altura de 34-55 m, peso de fruto 508-992 gr, peso de semilla 45-104 gr y número de semillas de 1.17-1.4; de acuerdo a los resultados obtenidos se concluyó en dicho estudio que los árboles creciendo bajo condiciones silvestres no presentan mayores diferencias con respecto a los cultivados, sino únicamente en el tamaño del tallo debido a la edad de los mismos.

De acuerdo con Azurdía (1) se hicieron recolecciones de Pouteria sapota (Jacq.) H. Moore & Stearn en el oriente de Guatemala en donde es una fruta frecuente, que se cultiva a nivel de huerto familiar o bien en las vegas de los ríos en las regiones más secas, como Zacapa y El Progreso. En El Progreso se puede decir que San Agustín Acasaguastlán es posiblemente la localidad más importante en cuanto a recursos genéticos de zapote, en donde la mayor parte de las tierras cultivables están cubiertas con árboles frutales, entre los cuales además del zapote existen chicos, guanabas, cítricos y otros.

Utrera García (21) en el año de 1,994 presenta los resultados obtenidos en su trabajo de tesis de caracterización de 51 cultivares de zapote Pouteria sapota (Jacq.) H. Moore & Stearn, realizado en 8 diferentes localidades dentro de los municipios de Chiquimulilla y Guazacapán, Santa Rosa; aplicándose para dicho estudio técnicas de análisis multivariado para determinar el grado de variabilidad o similitud existente entre los árboles estudiados. Se lograron agrupar los 51 materiales en 10 conglomerados diferentes, afines de acuerdo a las características evaluadas. Se logró determinar que la variabilidad se encontró principalmente por las características siguientes: tamaño del fruto, mesocarpio y semilla; grosor de epicarpio y pericarpio, época de inicio y final de floración y fructificación; altura del árbol; y por el largo,

ancho y color de las hojas.

Azurdia (2) en giras de exploración realizadas en la zona de vida del bosque muy húmedo subtropical cálido en agosto y septiembre de 1,995 observó que el zapote P. sapota se encuentra asociado a especies como Virola spp., Ceiba pentandra, Terminalia amazonia, Vochysia hondurensis, Pinus caribaea, Brosimum alicastrum y otras. Se observó la presencia de zapotes en el transecto de El Pajal a Sebol, Alta Verapaz; se pudieron encontrar en el sector comprendido entre Rexujá y Playa Grande, así como entre la entrada de Chisec y la aldea Pecjxabá. En colectas realizadas en el transecto Los Amates-Morales-Puerto Barrios se han encontrado materiales cultivados, en donde los mismos alcanzan alturas hasta de 40 m, y DAPs mayores de 80 cm; además indica que en el transecto Río Dulce-Modesto Méndez en todos los caseríos y aldeas existía por lo menos un árbol de zapote en los huertos de las casas; entre los pocos materiales caracterizados se tienen los siguientes resultados: árboles de 12-25 m de altura; 39-61 cm de DAP; peso de fruto 342-685 gr, largo del fruto 9.63-14.32 cm, ancho del fruto 7.6-8.9 cm; peso de semilla 47.8-85.1 gr, largo de la semilla 7.35-9.88 cm, ancho de la semilla 3.36-4.08 cm, y el 75% de los frutos no presentaba semilla germinada. En relación a caracterizaciones "in situ" en los departamentos de Quezaltenango, Retalhuleu, Escuintla y San Marcos, Azurdia (2) anota las siguientes consideraciones generales: la altura varía de 9 a 35 m, DAP de 21-144 cm, peso de fruto 160-1434 gr, largo fruto 7.8-17.4 cm, diámetro 5.6-12.86 cm, peso de semilla 17.88-85.36 gr, largo semilla 4.6-9.73 cm, ancho semilla 2.0-6.25 cm, número de semillas por fruto 1-3. Se han realizado estudios también en Quiché y Zacapa.

Raymundo (1,997) (17) realizó el estudio de caracterización de 50 árboles de zapote P. sapota (Jacq.) H. Moore & Stearn en nueve localidades de los municipios de Olopa y San Juan Ermita, Chiquimula. El análisis de la información consistió en la aplicación de técnicas multivariadas y univariadas a 45 variables que integraron la matriz básica de datos. Los resultados determinaron los grupos de variables que representaron el 57.9% de la variación total, dichas variables están asociadas a características del fruto y semilla (25.4%) etapas de cosecha y diámetro de 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%). Se determinaron 4 grupos compactos, un grupo de 2 árboles y 4 árboles individuales que se diferenciaron de los grupos anteriores.

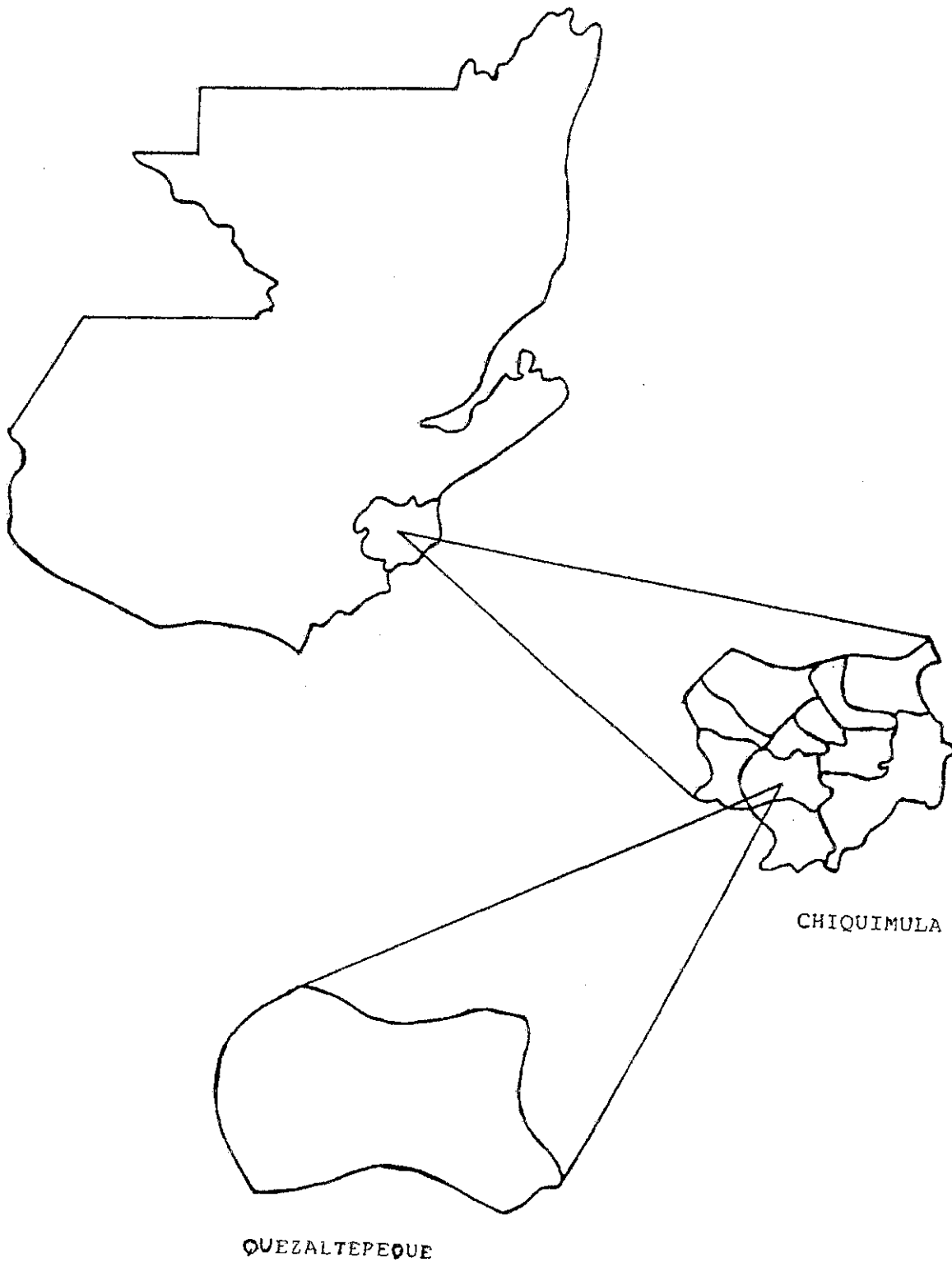
4.2.2) LOCALIZACION Y DESCRIPCION DEL AREA

a) UBICACION GEOGRAFICA

La caracterización morfológica y fenológica “in situ” de cultivares de zapote Pouteria sapota se realizará en las cuencas de los ríos La Conquista y Tutunico en el municipio de Quezaltepeque, Chiquimula. (7)

El municipio de Quezaltepeque cuenta con un área aproximada de 236 kilómetros cuadrados. Colinda al norte con San Jacinto (Chiq.); al este con Olopa y Esquipulas (Chiq.); al sur con Concepción las minas (Chiq.); al oeste con Ipala (Chiq.). La cabecera municipal se encuentra en la parte norte de un pequeño valle, al lado este del río La Conquista y al oeste del río Tutunico, está a 649.68 msnm, lat. 14°38'04”, long. 89°26'36”.(7)

Figura 1. Mapa de la ubicación del municipio Quezaltepeque en el territorio nacional.



a.1) Río La Conquista

La cuenca del río La Conquista está ubicada entre las latitudes 14°29'19" y 14°41'46" norte y las longitudes 89°22'46" y 89°27'34.14" oeste, en el municipio de Quezaltepeque.(19)

Figura 2.

a.1.1) VEGETACION

El 87% del área de la cuenca está ocupada por cultivos limpios, 17.9% por cultivos perennes, 17.22% por vegetación típica y 17.98% por bosque natural. Los cultivos anuales son maíz, frijol, maicillo, los perennes café, caña y pasto y el área boscosa está conformada por coníferas, latifoliadas y la combinación de dos tipos de vegetación. En lo que se refiere al uso de la tierra, el 0.67% del área está en subuso, el 16.58% en sobreuso, el 26.37% tendente a sobreuso, el 46% en uso correcto y 9.46% son las tierras improductivas (afloramiento rocoso).(19)

Las dos zonas de vida de la cuenca (bosque seco subtropical y bosque húmedo subtropical), sus áreas transicionales y dos asociaciones (una edáfica y una atmosférica) se identifican alrededor de 180 especies vegetales entre las que se encuentran alimenticias, medicinales y maderables.(19)

Por información recavada con los agricultores de la zona, así como por la apreciación visual de cada uno de los sitios de caracterización se lograron establecer algunas especies afines a el zapote, siendo ellas: Pino (*Pinus oocarpa*), encino (*Quercus spp.*), mango (*Manguífera indica*), café (*Coffea arabica*), quebracho (*Leucaena guatemalensis*), caulote (*Guazuma ulmifolia*), madre cacao (*Gliricidia sepium*), maguey (*Agave sp.*), guachipilín (*Biphysa robinoides*), morro (*Crecentia alata*), zapotón (*Swietenia humulis*), izote (*Yucca elephantipes*), subín (*Acacia farneciana*), chicozapote (*Manilkara sapota*), aguacate (*Persea americana*) y chucte.

a.2) Río Tutunico

Río ubicado en el municipio de Quezaltepeque, Chiquimula. Se origina al norte del caserío Cuje como quebrada del Chucte. Su curso es de este a oeste. A la altura de la aldea Pedregal cambia su nombre

a río Tutunico. Corre al sur de la cabecera. Al afluirle la quebrada Hedionda desagua en el río La Conquista, lat. 14°37'07", long. 89°27'15", posee una longitud aproximada de 9 Km.(7) Figura 2.

b) FACTORES CLIMATICOS

Por no existir estación meteorológica en el municipio de Quezaltepeque se tomó como referencia la estación más cercana, correspondiente al municipio de Esquipulas; determinándose entonces los parámetros climáticos siguientes:

Tabla 1. Temperatura y precipitación del municipio de Esquipulas, Chiquimula.

ANO	TEMP. MAX. (C)	TEMP. MIN. (°C)	PP(mm)
1,990	31.00	14.06	1,994.4
1,991	31.66	13.43	1,171.8
1,992	30.88	13.99	1,803.6
1,993	30.14	14.47	1,968.4
1,994	30.76	13.63	1,454.6
1,995	30.83	14.63	2,015.0

FUENTE: INSIVUMEH.

c) SUELOS

Según Simmons (20) los suelos del área en la cual se llevará a cabo la caracterización están ubicados en tres grupos generales:

Suelos sobre materiales volcánicos: comprenden casi tres cuartas partes del departamento. La mayor parte

el material sobre el cual se han desarrollado fue depositado durante el tiempo en que gran parte de Guatemala Central fue cubierta de ceniza volcánica, toba o lahar. Gran parte está seccionada y se caracteriza por pendientes empinadas, existiendo varios valles o bolsones entre las montañas. Estos suelos, en su mayor parte, son poco profundos y los afloramientos rocosos son comunes.

Suelos desarrollados sobre materiales sedimentarios y metamórficos: los suelos en este grupo comprenden alrededor de una cuarta parte del área del departamento de Chiquimula. Son poco profundos y ocupan pendientes escarpadas que generalmente no son adaptables a los cultivos limpios. Deben dedicarse a pastos, los bosques o los cultivos permanentes.

Clases misceláneas de terreno: incluyen áreas donde no domina ningún suelo en particular o donde alguna característica geológica, o algún otro factor, limita su uso agrícola permanente. En Chiquimula están incluidos los Suelos aluviales no diferenciados y los Suelos de los valles, no diferenciados. Son los terrenos más fértiles en el departamento, en algunas comunidades constituyendo el único terreno arable.

La descripción del área aparece en los apéndices 1A y 2A, además se presenta un análisis de suelos de cada uno de los sitios de caracterización en el apéndice 5A.

5. OBJETIVOS

General:

Determinar el grado de similitud y variabilidad morfológica y fenológica entre materiales genéticos de zapote (Pouteria sapota (Jacq.) H. Moore & Stearn) en las cuencas de los ríos La Conquista y Tutunico en el municipio de Quezaltepeque, Chiquimula.

Específico:

Determinar las características morfológicas y fenológicas que permitan conocer el grado de afinidad y variabilidad entre los diferentes materiales de zapote (P. sapota (Jacq.) H. Moore & Stearn).

6. HIPOTESIS

Existe variabilidad morfológica y fenológica entre los diferentes materiales genéticos de zapote (Pouteria sapota (Jacq.) H. Moore & Stearn).

7. METODOLOGIA

7.1) MATERIAL EXPERIMENTAL

Para la realización de la presente investigación se definieron como unidades experimentales 76 árboles individuales de zapote (Pouteria sapota (Jacq.) H. Moore & Stearn) ubicados a lo largo de las cuencas de los ríos La Conquista y Tutunico, en el municipio de Quezaltepeque, Chiquimula; se seleccionaron árboles de zapote localizados en las riberas de ambos ríos (a ambos lados de cada río), procurando que existiera una distancia aproximada de 100 metros (no menos) entre cada unidad experimental, luego se identificó cada uno de ellos con un número. (Figura 2)

7.2) SITIOS DE CARACTERIZACION

Los sitios de caracterización se ubicaron en transectos a lo largo de los ríos La Conquista y Tutunico, los mismos se definieron de acuerdo al principio de variabilidad presente tanto en la planta como en condiciones de altitud sobre el nivel del mar, así también de información recabada con los agricultores de la zona. Se hizo un reconocimiento del área total de estudio y se ubicó los materiales genéticos distintivos. La definición específica de las unidades experimentales se realizó haciendo uso de los siguientes principios: distancia entre árboles, características distintivas de cada árbol, referencias de los agricultores de la zona en cuanto a la identificación de materiales promisorios y diferencia de alturas entre cada sitio de muestreo. (Tabla 2)

Tabla 2. SITIOS DE CARACTERIZACION DE *Pouteria sapota* (Jacq.) H. Moore & Stearn EN LAS CUENCAS DE LOS RIOS LA CONQUISTA Y TUTUNICO EN QUEZALTEPEQUE, CHIQUIMULA.

MUNICIPIO	REFERENCIA	ALTITUD (msnm)	No. DE ARBOLES
Quezaltepeque	Encuentros Abajo	609	10
Quezaltepeque	Trapiche 1	625	10
Quezaltepeque	Sector Rastro	640	4
Quezaltepeque	Encuentros Arriba	650	9
Quezaltepeque	Recibimiento	740	11
Quezaltepeque	Cementerio Arriba	680	6
Quezaltepeque	Pueblo	650	1
Quezaltepeque	Azacualpa	850	15
Quezaltepeque	Trapiche 2	675	7
Quezaltepeque	Cementerio Abajo	640	3

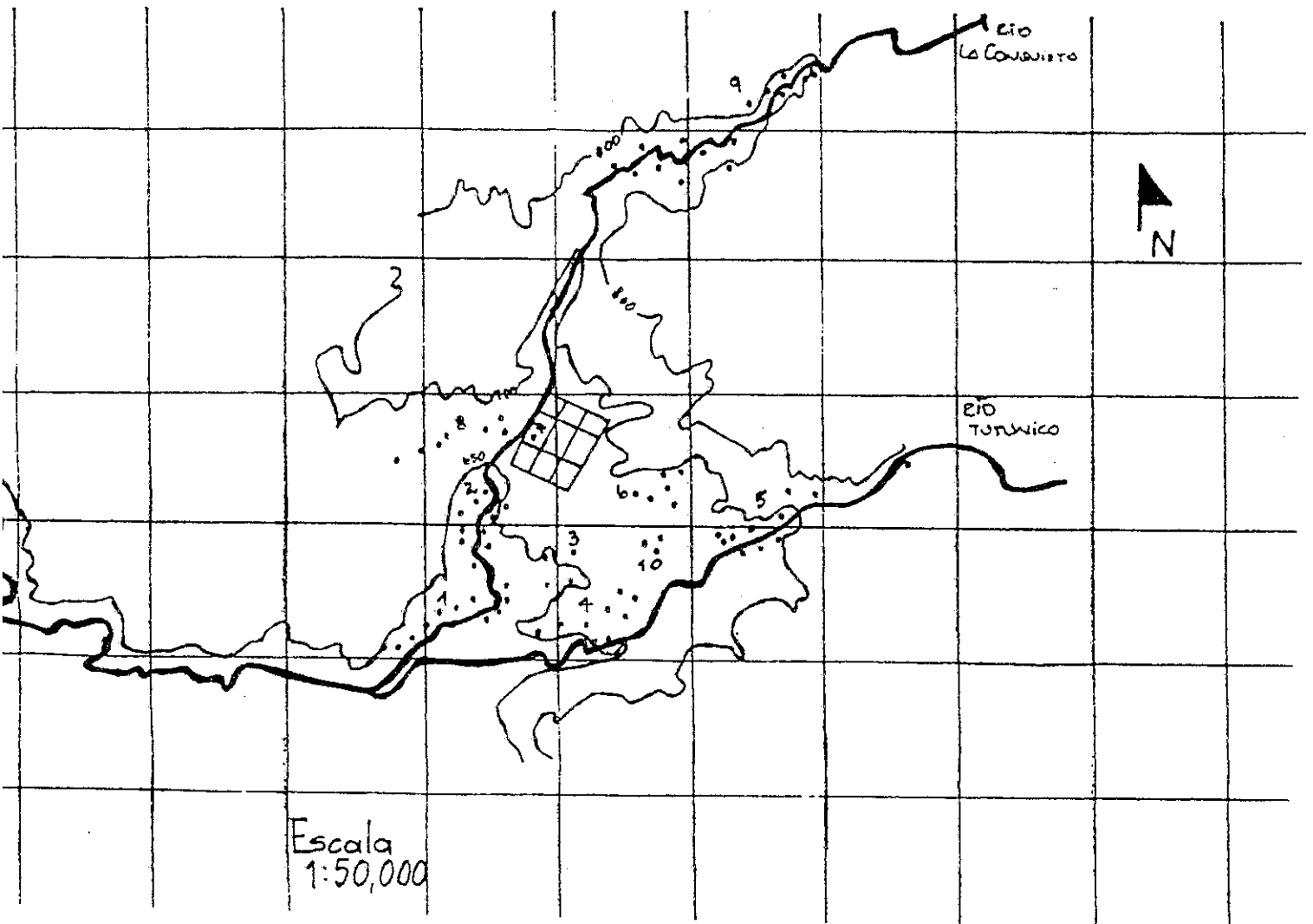


Figura 2. Mapa de la ubicación de los Ríos La Conquista y Tutunico, y sitios de caracterización en el municipio de Quezaltepeque, Chiquimula.

Referencia: 1. Encuentros Abajo (EAB), 2. Trapiche 1 (TR1), 3. Sector Rastro (SR), 4. Encuentros Arriba (EAR), 5. Recibimiento (REC), 6. Cementerio Arriba (CAR), 7. Pueblo, 8. Trapiche 2 (TR2), 9. Azacualpa (AZ), 10. Cementerio Abajo (CAB).

7.3) VARIABLES DE RESPUESTA

Se definieron un total de 47 variables de respuesta, que comprenden características de tipo morfológico y fenológico, expresadas en forma de caracteres cuantitativos (contínuos y discontinuos), y caracteres cualitativos codificados. (Apéndice 3)

7.4) REGISTRO DE LA INFORMACION

La recolección de los datos para las diferentes variables morfológicas y fenológicas, se llevó a cabo durante el ciclo productivo 1997-1998, para lo cual se elaboró una boleta especial, hecha en base a la forma especial de evaluar cada una de las características definidas por los descriptores.

Para la toma de datos en el campo, cada uno de ellos dependió de la frecuencia con que se presentaron los mismos en el ciclo de producción del cultivo según el sitio de caracterización, es decir que para la evaluación de las variables morfológicas bastó con una visita, mientras que las variables pertenecientes a la fenología requirieron de una visita semanal como máximo dependiendo del tiempo de duración que el fenómeno requirió para la total observación del mismo.

Al final se procedió a realizar una matriz básica de datos, en la cual están incluidos los 47 caracteres tomados de los 76 árboles, siendo codificados y procesados por el programa SAS.

7.5) ANALISIS DE LA INFORMACION

Construida la matriz básica de datos se procedió entonces a la obtención de un coeficiente de similitud, a partir del cual se pudo construir una matriz de similitud, la cual fue la base para encontrar la estructura taxonómica del grupo de materiales vegetales estudiados.

7.5.1) ANALISIS DE AGRUPAMIENTO

36

El análisis de agrupamientos (Cluster Analysis) es una técnica que permite agrupar objetos de interés analítico, permitiendo hacer menor el parecido en grupos y maximizar la similitud intergrupala, haciendo uso para los mismos de los coeficientes y matrices de similitud. (4)

Para el inicio del análisis de la información se procedió a calcular el coeficiente de similitud, a partir del cual se obtuvo una matriz de similitud, viéndose factada la obtención de dicha matriz mediante el cálculo de matrices derivadas, incluida la matriz básica de datos. (4)

Luego se hizo uso de la matriz de similitud para encontrar el grado de afinidad existente entre los 76 materiales observados. Se identificaron así a las dos O.T.U. que formaron el denominado núcleo del primer grupo, seguidamente se buscaron otros valores que permitieron la formación de nuevos núcleos, tratándose entonces la manera de buscar nuevos núcleos donde integrar las O.T.U. y la posterior incorporación de las mismas a núcleos ya existentes. (4)

7.5.2) ANALISIS POR COMPONENTES PRINCIPALES

El desarrollo de una caracterización "in situ" de cultivos de zapote (Pouteria sapota (Jacq.) H. Moore & Stearn), lleva implícito un complejo proceso de recolección de una gran cantidad de datos sobre cada una de las variables, permitiéndose entonces la descripción de las características morfológicas y fenológicas que permiten identificar a cada uno de los individuos por separado.

Esta metodología de análisis multivariado pretende representar, según un modelo lineal, un conjunto numeroso de caracteres mediante un número reducido de variables hipotéticas, llamadas componentes principales. Estos componentes principales no están relacionados entre sí y, por lo tanto, se interpretan independientemente unos de otros. El número de dichos componentes depende del número de caracteres originales y el número máximo posible es igual o menor al número de estos últimos. (4)

Cada componente contiene una parte de la variabilidad total de los caracteres. Cada componente contiene información de todos los caracteres pero en diferentes proporciones. (4)

Los fundamentos subyacentes del análisis de componentes principales pueden visualizarse con un modelo geométrico constituido por dos dimensiones. (4)

8. RESULTADOS Y DISCUSION

La fase de evaluación de la caracterización morfológica y fenológica de cultivares de zapote (*Pouteria sapota* (Jacq.) H. Moore & Stearn) en los diferentes sitios de estudio, consistió en la caracterización de 76 cultivares (materiales genéticos de zapote) y la evaluación de 44 variables de respuesta.

Los resultados obtenidos se presentan en la matriz básica de datos en forma tabulada. (Apéndice 4A)

La discusión de resultados se basó en realizar un Análisis de conglomerados y de componentes principales para las características cuantitativas, y para las características cualitativas se hizo uso de estadística descriptiva por medio de tablas y gráficas.

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

Las características generales de los árboles de zapote del área estudiada se pueden resumir de la siguiente manera:

La altura de los árboles en producción es de 14 a 47 m, con un promedio de 26.67 m, encontrándose en el sitio de caracterización individuos de los más altos a nivel nacional ya que únicamente en la región del Petén son reportadas alturas mayores, es decir hasta de 55 m. En lo que a diámetro a la altura del pecho (DAP) respecta se encontraron como valores máximos y mínimos 1.46 m y 0.223 m respectivamente, con un promedio de 0.60 m; es de hacer notar que en el área de estudio se encuentra el mayor valor de DAP reportado en trabajos de caracterización realizados en el territorio nacional, lo cual indica la posible existencia de individuos de avanzada edad en la zona.

La longitud de las hojas tiene como valor máximo 0.50 m y valor mínimo 0.22 m, con un promedio de 0.35 m; el ancho varía de 0.075 a 0.147 m, con un promedio de 0.11 m.

Caracterizaciones realizadas en las regiones del Petén, San Agustín Acasaguastlán, Chiquimulilla, entre otras, han reportado similares datos de longitud y ancho de hoja. (2)

En cuanto a las características del fruto se tiene que la longitud oscila de 6 a 14.7 cm, con un promedio de 11.19 cm; diámetro de 6 a 11.16 cm, con un promedio de 8.21 cm; grosor del epicarpio de 1.1 a 3 mm, con un promedio 1.83 mm; grosor del pericarpio de 1.23 a 3.79 cm, con un promedio de 2.14 cm; el peso del fruto varía de 138 a 860 gramos, con una media de 439.61 gramos; el peso del mesocarpio de 75 a 610 gramos, con una media de 288.15 gramos; el rendimiento promedio es de 64.19%, variando de 31.77% a 90.91%. Riqueza en diversidad de pesos de fruto es observable en la amplitud del rango de dicho carácter, situación que no se aprecia en la región del Petén (Rango 508-992 gramos) (2) donde se encuentran materiales silvestres, ni en la región de Izabal (342-685 gramos) (2) pudiéndose evidenciar que en dichas regiones existe menor variabilidad en cuanto a pesos de fruto que en la zona caracterizada. Situación diferente se aprecia en los departamentos de Quezaltenango, Retalhuleu, Escuintla y San Marcos donde se aprecia mayor variabilidad en cuanto a pesos de fruto que en la zona de estudio, habiéndose determinado un rango de 160-1434 gramos (2). Las situaciones antes mencionadas permiten ubicar a nuestra zona de estudio como una área de variabilidad intermedia en lo que a peso de fruto respecta.

Entre las características de la semilla tenemos una longitud de 4.2 a 9.84 cm, con un promedio 7.1 cm; diámetro de 2.09 a 4.4 cm, con un promedio de 3.12 cm; peso de la semilla de 14 a 85 gramos y un promedio de 42.06 gramos; el número de semillas por fruto de 1 a 2.75 con una media de 1.38. Similar comportamiento en peso de semilla y número de semillas por fruto se aprecia en los departamentos de Quezaltenango, Retalhuleu, Escuintla y San Marcos (2) en donde se reporta un rango de peso de semilla de 17.88 a 85.36, y número de semillas por fruto de 1 a 3; situación nada similar se presenta en la región del Petén (45-104 gramos) donde la semilla es más pesada y se tienen menos semillas por fruto, 1.1-1.4. Medidas similares de longitud y ancho de semilla han sido reportadas en otras regiones. (2)

En cuanto al contenido de azúcar se tienen valores de 22 a 32 Grados Brix, con una media de 26.39.

En cuanto a la manifestación fenológica de floración esta inicia de la primera semana de junio a la primera semana de julio, mientras que el final de la misma es a partir de la tercera semana de julio hasta la primera semana de agosto. Es de hacer notar que la floración se manifiesta luego de presentarse las lluvias en los meses de mayo y junio.

La cosecha del fruto inicia la tercera semana de noviembre y se prolonga hasta la tercera semana de abril, mientras que el final es de la segunda semana de enero hasta la segunda semana de junio. El intervalo

entre floración y cosecha oscila de 160 a 310 días, con una media de 223 días.

40

En cuanto a la descripción del fruto de zapote realizado por Pennington (14), reportó un rango de longitud de 9 a 12 cm, mientras que en la zona de estudio se encontró un rango de 6 a 14.7 cm, lo que nos indica que existen frutas mucho más grandes y mucho más pequeñas. Haciendo referencia a la semilla también se encontró un rango más amplio ya que se reportan valores de 6 a 7 cm de largo y según la caracterización realizada se tienen tamaños que van de 4.2 a 9.84 cm de longitud.

En relación a las características de campo del árbol también se encontraron individuos que sobrepasaban el límite superior presentado por Pennington (14), ya que para altura en el área de estudio se reporta como valor mayor 47 m. y un máximo DAP de 1.46 m.

Los valores de coeficiente de variación encontrados nos indican la variación existente en la variable estudiada, es decir a mayor coeficiente de variación existe mayor grado de variabilidad en la característica estudiada.

Las características que determinan la variabilidad morfológica y fenológica de cultivares de zapote se presentan en la tabla 3, de las cuales el peso del fruto (C. V. = 17.63 %), peso del mesocarpio (C.V.= 123.85 %) e intervalo entre floración y cosecha (C.V.= 41.08 %) son más representativos.

Por los resultados obtenidos de peso, longitud y ancho de fruto (datos de campo y coeficientes de variación) se determinó que el primero no es necesariamente consecuencia directa de los dos últimos; es decir entonces que la menor uniformidad en el peso de fruto y mesocarpio puede atribuirse a factores tales como peso de la semilla, humedad de la fruta y forma, no todas las frutas tienen la misma forma por lo que no se puede establecer ninguna relación entre peso y largo y ancho lo que influye en la concentración de sólidos (azúcares) en la fruta. La situación antes mencionada se puede ejemplificar en la fruta de los individuos 3 (longitud= 12.94 cm, ancho= 9.01 cm, peso= 520 gramos) y 6 (longitud= 11.23 cm, ancho= 9.84, peso= 580 gramos), donde poseyendo el primer individuo mayor longitud en la fruta (más diferencia en longitud que en ancho) posee fruta con menor peso (60 gramos de diferencia).

Tabla 3. CARACTERÍSTICAS QUE DETERMINAN LA VARIABILIDAD MORFOLOGICA Y FENOLOGICA DE LOS MATERIALES GENETICOS DE ZAPOTE (*P. sapota* (Jacq.) H. Moore & Stearn) EN QUEZALTEPEQUE, CHIQUIMULA.

No.	CARACTERÍSTICA	RANGO	MEDIA	COEFICIENTE DE VARIACION (%)
1	<i>Altura (m)</i>	14 - 47	26.67	8.55
2	<i>Diámetro del árbol (m)</i>	0.223 - 1.46	0.604	0.27
3	<i>Longitud de la hoja (cm)</i>	22.27 - 50.02	34.94	7.33
4	<i>Ancho de la hoja (cm)</i>	7.45 - 14.7	10.5	1.89
5	<i>Longitud del fruto (cm)</i>	6 - 15.17	11.19	2.03
6	<i>Diámetro del fruto (cm)</i>	6 - 11.16	8.21	7.09
7	<i>Grosor del epicarpio (mm)</i>	1.1 - 3	1.83	0.46
8	<i>Grosor del pericarpio (cm)</i>	1.23 - 3.79	2.14	0.53
9	<i>Peso del fruto (gr)</i>	138 - 860	439.61	177.63 *
10	<i>Peso del mesocarpio (gr)</i>	75 - 610	288.15	123.85 *
11	<i>Rendimiento (pm/pf x 100)</i>	31.77 - 90.91	64.19	8.59
12	<i>Longitud de semillas (cm)</i>	4.2 - 9.84	7.1	7.37
13	<i>Diámetro de semillas (cm)</i>	2.09 - 4.4	3.12	0.5
14	<i>Peso de la semilla (gr)</i>	14 - 85	42.06	15.42
15	<i>No. de semillas/fruto</i>	1 - 2.75	1.38	0.42
16	<i>Grados Brix</i>	22 - 32	26.39	2.66
17	<i>Inicio de floración</i>	1a. semana junio- 1a. semana julio	6.86	0.31
18	<i>Final de floración</i>	2a. semana julio-1a. semana agosto	7.76	0.2
19	<i>Máxima floración</i>	3a. semana junio- 3a. semana julio	7.37	0.23
20	<i>Intervalo entre floración y cosecha</i>	160 - 310	222.59	41.08 *
21	<i>Inicio de cosecha</i>	3a. semana noviembre-3a. semana abril	3.55	3.39
22	<i>Final de la cosecha</i>	2a. semana enero- 2a. semana junio	3.87	1.62
23	<i>Máxima cosecha</i>	1a. semana diciembre-2a. semana mayo	2.75	2.4

*Características con mayor variabilidad en la población de árboles de zapote estudiada.

8.2 CARACTERISTICAS CUALITATIVAS QUE INFLUYEN EN LA VARIABILIDAD MORFOLOGICA Y FENOLOGICA EN LOS CULTIVARES DE ZAPOTE (Pouteria sapota (Jacq.) H. Moore & Stearn).

Para una mejor comprensión de los resultados se presenta una descripción de las variables cualitativas que no presentan códigos constantes:

8.2.1 HABITO DE CRECIMIENTO DE Pouteria sapota (Jacq.) H. Moore & Stearn.

De la población de árboles de zapote estudiada, 27 (35.53 %) presentan hábito de crecimiento abierto, 47 (61.84 %) hábito de crecimiento erecto y 2 (2.63%) hábito de crecimiento compacto. Es de hacer notar que en las áreas donde se localizaron los árboles con hábito erecto, que son la mayoría, la penetración de la luz a través la vegetación existente es escasa, por lo que se le podría atribuir a este fenómeno el comportamiento de los árboles en cuanto al hábito de crecimiento. En cuanto a los árboles que presentaban hábito de crecimiento compacto, las áreas en las cuales estaban localizados gozaban de mayor penetración de luz solar, razón que justifica su crecimiento, es decir no reflejaban la necesidad de buscar la radiación solar en su comportamiento de desarrollo arbóreo.

8.2.2 DISPOSICION DE LAS RAMAS DE Pouteria sapota (Jacq.) H. Moore & Stearn.

De los setenta y seis árboles caracterizados 14 (18.42 %) tienen la disposición de las ramas alternas, 55 (72.37 %) opuestas y 7 (9.21 %) verticiladas.

8.2.3 DISPOSICION DE LAS HOJAS DE Pouteria sapota (Jacq.) H. Moore & Stearn.

Con respecto a ésta característica 47 (61.84 %) árboles poseen una disposición de hojas opuestas, 27 (35.53 %) árboles con disposición de hojas alternas y 2 (2.63 %) árboles con disposición verticilada.

8.2.4 COLOR DE LA HOJA DE Pouteria sapota (Jacq.) H. Moore & Stearn.

Del total de árboles estudiados 65 (85.53%) presentaron color de la hoja verde 7.5 GY $\frac{3}{4}$ y 11 (14.47 %) color de la hoja verde 5 GY $\frac{5}{8}$.

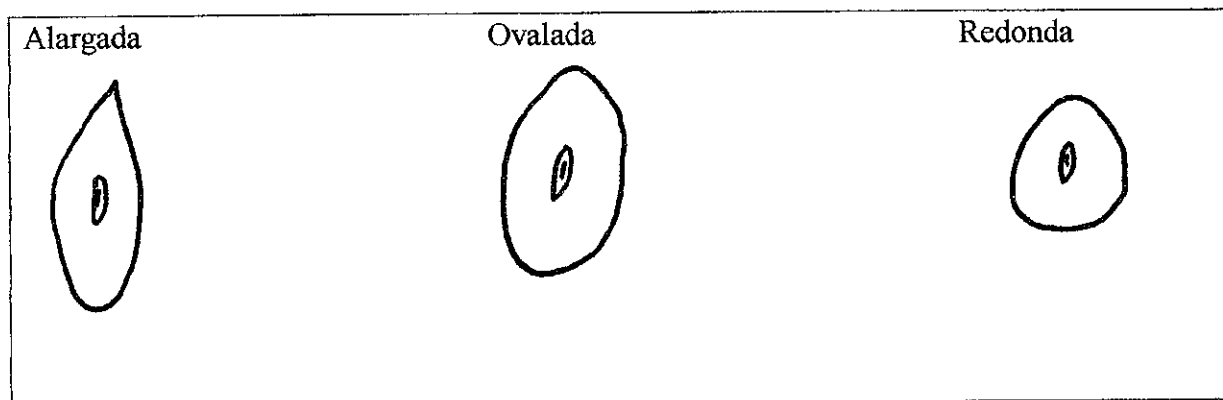
8.2.5 TAMAÑO DEL FRUTO DE *Pouteria sapota* (Jacq.) H. Moore & Stearn.

De la población estudiada 13 árboles (17.10 %) presentan tamaño de fruto grande, 48 árboles tamaño de fruto mediano (63.16 %) y 15 árboles tamaño del fruto pequeño (19.74 %). Los tamaños de fruto encontrados en la región no tienen nada que ver con el nivel de fertilidad del suelo, ya que en los análisis de suelo realizados en cada uno de los sitios de caracterización son similares en cuanto a contenidos de nitrógeno, fósforo y potasio; además las condiciones ambientales bajo las cuales se desarrollan los árboles son similares o casi iguales para cada uno de los sitios de caracterización. Las variaciones encontradas en la población de árboles de zapote estudiada podría ser atribuible a la riqueza genética de dicha especie en el área caracterizada. Los tamaños se definieron en función de las siguientes medidas: pequeño = menos de 9.8 cm, mediano = 9.9 – 12.99 cm, grande = mayor de 12.99 cm.

8.2.6 FORMA DEL FRUTO DE *Pouteria sapota* (Jacq.) H. Moore & Stearn.

Con relación a la forma del fruto, la ovalada es la predominante con 55 árboles (72.34 %), seguidamente se tiene la forma redonda dentro de la cual se incluyen 12 árboles (15.79 %) y la forma que menos predomina es la alargada de la cual se identificaron 9 árboles (11.84 %). (Figura 3)

Figura 3. Formas del fruto de *Pouteria sapota* (Jacq.) H. Moore & Stearn en las cuencas de los ríos La Conquista y Tutunico, en Quezaltepeque, Chiquimula.



8.2.7 SUAVIDAD DEL FRUTO DE Pouteria sapota (Jacq.) H. Moore & Stearn.

De la población de árboles de zapote estudiada 64 árboles presentan el mesocarpio suave (84.21 %), mientras que 12 árboles (15.79 %) presentan suavidad media del mesocarpio.

8.2.8 COLOR DEL EPICARPIO DE Pouteria sapota (Jacq.) H. Moore & Stearn.

De todas las observaciones caracterizadas se determinó 5 colores diferentes en cuanto a color del epicarpio, siendo ellos: café 5 YR 6/6 23 árboles (30.26 %), café 10 R 5/4 8 árboles (10.53 %), café 7.5 YR 6/8 6 árboles (7.89 %), café 2.5 YR 5/6 23 árboles (30.26 %), café 7.5 YR 6/6 16 árboles (21.05 %).

8.2.9 COLOR DEL MESOCARPIO DE Pouteria sapota (Jacq.) H. Moore & Stearn.

Se determinaron 5 colores de mesocarpio en los 76 árboles caracterizados, siendo ellos: 60 árboles (78.95 %) color 10 R 5/10, 6 árboles (7.89 %) color 2.5 YR 6/8, 4 árboles (5.26 %) color 5 YR 7/10, 6 árboles (7.89 %) color 8.75 R 5/12.

8.2.10 FORMA DE LA SEMILLA DE Pouteria sapota (Jacq.) H. Moore & Stearn.

En relación a la forma de la semilla 52 árboles (68.42 %) presentan forma de la semilla oval-cilíndrica y 24 árboles (31.58 %) forma arrañada.

8.3 CARACTERISTICAS CUALITATIVAS CONSTANTES.

Al realizar el trabajo de caracterización se determinaron 10 características cualitativas que eran constantes a todos los individuos, siendo estas:

1. Forma de la hoja
2. Posición de la flor
3. Color de la flor
4. Aroma de la flor
5. Arreglo de los frutos
6. Jugosidad
7. Sabor del mesocarpio
8. Aroma del mesocarpio
9. Textura del mesocarpio
10. Hábito de floración

8.4 REPRESENTACION GRAFICA DEL ANALISIS CLUSTER

Haciendo uso de una de las técnicas del análisis multivariado, el análisis de agrupamiento (Cluster Analysis), y a partir de las variables estudiadas en los 76 árboles fue posible reunir aquellos con características similares en 3 conglomerados representados en el fenograma (Figura 4).

El fenograma nos permite observar la similitud entre los diferentes individuos. Los valores de similitud se expresan en una escala que está colocada en el extremo superior, las unidades se colocan en el extremo derecho y dan origen cada una a un eje horizontal, mientras que los ejes horizontales se juntan intercedidas por ejes verticales que dan a conocer el nivel de similitud que existe entre los individuos o núcleos.

El conglomerado I está conformado por tres árboles (49, 6 y 27) los cuales expresan su grado de similitud a una distancia porcentual de 92.20 unidades en la escala. Estos tres árboles son los que se encuentran más aislados de todos y poseen el menor valor de similitud.

El conglomerado II está formado por once árboles (28, 51, 60, 55, 54, 32, 52, 45, 70, 72). Posee un núcleo (60, 55 y 54) y siete árboles aislados. Su coeficiente de distancia porcentual es de 59.80 unidades.

El conglomerado III está conformado por 63 individuos (1, 56, 41, 53, 43, 58, 13, 4, 76, 59, 67, 11,

5, 17, 15, 62, 23, 35, 50, 25, 22, 12, 33, 10, 20, 44, 26. 42, 40, 38, 37, 9, 19, 47, 48, 31, 34, 30, 16, 64, 65, 39, 63, 36, 57, 18, 14, 66, 46, 8, 7,75, 71, 69, 73, 74, 68, 21, 24, 61, 29, 3, 2). La observación número 1, es un árbol aislado y su coeficiente de distancia porcentual es de 45.0 unidades. Posee 13 núcleos (7 y 8; 46 y 66; 36 y 63; 89 y 65; 25,50 y 35; 3y 9; 68 y 74; 73 y 69; 59 y 76; 16, 30, 34, 31 y 48; 10 y 33; 12 y 22; 37, 38 y 40) y 32 árboles aislados. El coeficiente de distancia porcentual se encuentra a 45.0 unidades.

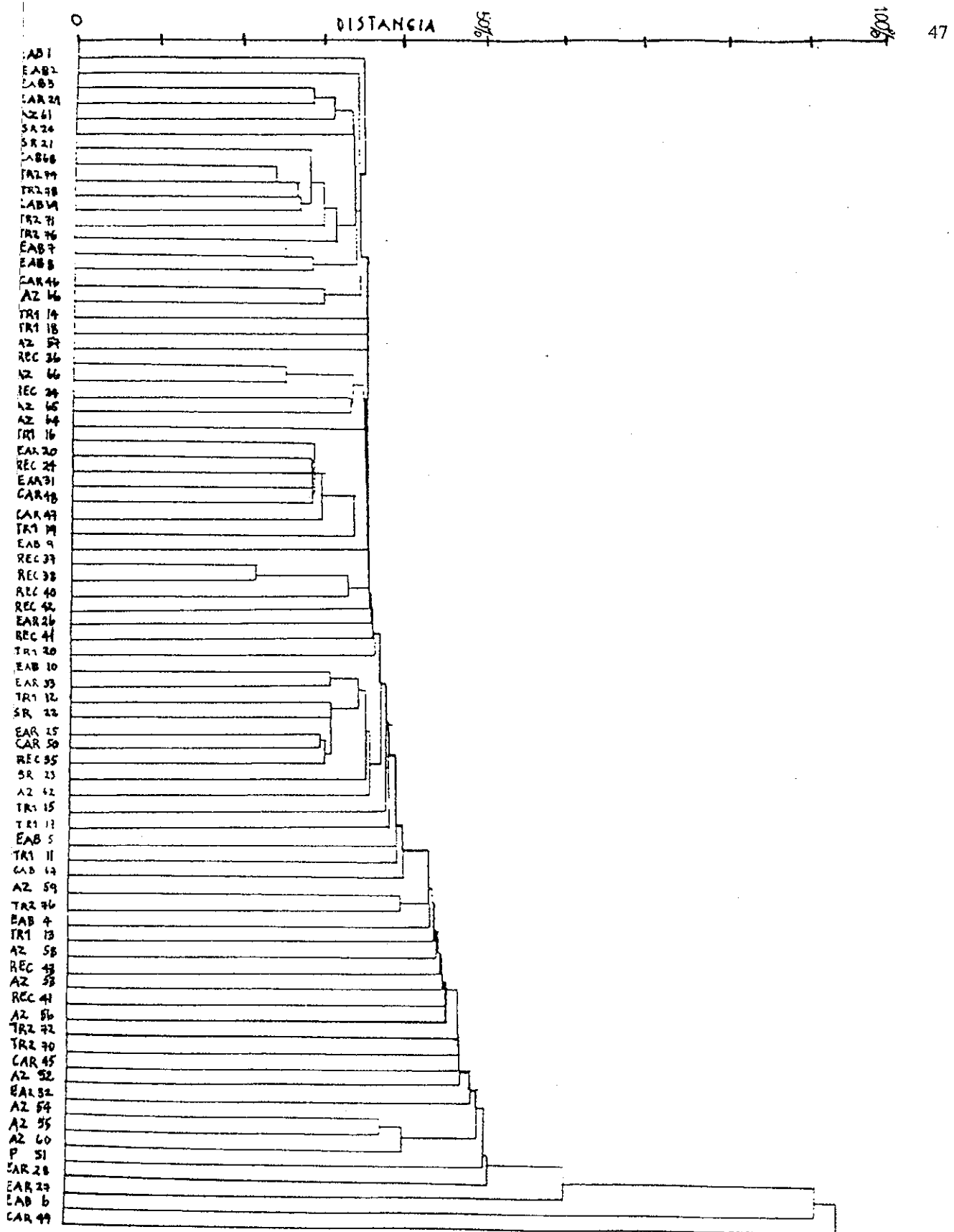


Figura 4. Fenograma indicando los conglomerados de grupos afines existentes en la población de árboles de zapote estudiados en las cuencas de los rios La Conquista y Tutunico en Quezaltepeque, Chiquimula.

Tabla 4. CARACTERISTICAS DE LOS CONGLOMERADOS OBTENIDOS DEL ANAL CLUSTER DE LA CARACTERIZACION MORFOLOGICA Y FENOLOGICA DE CULTIVA DE ZAPOTE (*P. sapota* (Jacq.) H. Moore & Stearn) UBICADOS EN LAS CUENCAS DE LOS R LA CONQUISTA Y TUTUNICO EN QUEZALTEPEQUE, CHIQUIMULA.

No.	VARIABLE	UNIDAD	Conglomerado I		Conglomerado II		Conglomerado III	
			MEDIA	MODA	MEDIA	MODA	MEDIA	MODA
1	Altura árbol	m	26.67		26.30		26.73	
2	Diámetro árbol	m	0.472		0.683		0.598	
3	Longitud hoja	cm	34.61		37.56		34.54	
4	Ancho hoja	cm	12.14		11.14		11.03	
5	Longitud fruto	cm	10.41		13.18		10.92	
6	Diámetro fruto	cm	8.95		9.20		8.01	
7	Grosor epicarpio	mm	1.63		2.18		1.78	
8	Grosor pericarpio	cm	1.89		2.21		2.14	
9	Peso del fruto	gr	475		584.60		414.92	
10	Peso mesocarpio	gr	308		397.50		272.68	
11	Rendimiento	%	63.65		59.18		65.01	
12	Longitud semilla	cm	6.46		8.17		6.96	
13	Diámetro semilla	cm	3.20		3.44		3.07	
14	Peso de semilla	gr	37.95		54.12		40.34	
15	Semillas /fruto		1.37		1.78		1.32	
16	Grados Brix	G. Brix	25.67		27.7		26.21	
17	Inicio floración			3a. semana junio		1a. semana junio		1a. semana junio
18	Final floración			1a. semana agosto		1a. semana agosto		1a. semana agosto
19	Máxima			2a. semana julio		1a. semana julio		2a. semana julio
20	Intervalo flor-cos.		243		204		224.54	
21	Inicio cosecha			4a. semana Nov.		1a. semana Dic.		1a. semana enero
22	Final cosecha			2a. semana mayo		1a. semana junio		2a. semana junio
23	Máxima			1a. semana abril		3a. semana Feb.		3a. semana de abril y mes Feb

8.5 ANALISIS DE CONGLOMERADOS (Diferencias y similitudes)

8.5.1 CONGLOMERADO I Y II.

Las características que hacen similares a dichos conglomerados (Tabla 4) son las siguientes: altura del árbol, longitud de la hoja, ancho de la hoja, diámetro del fruto, diámetro de la semilla, final de floración, máxima floración e inicio de la cosecha.

Las características que permiten establecer diferencias entre el conglomerado I y II son las siguientes:

- a) Diámetro del árbol: se pueden cuantificar una diferencia de 21.1 cm entre el DAP promedio de ambos conglomerados, lo que nos muestra que los árboles pertenecientes al conglomerado II poseen un diámetro mayor.
- b) Longitud del fruto: los frutos de los árboles pertenecientes al conglomerado II poseen una mayor longitud (13.18 cm) que los que forman el conglomerado I (10.41 cm), estableciéndose una diferencia de 2.77 cm. Es decir entonces que los frutos pertenecientes al primero mencionado son más largos que los frutos del segundo, y por lo mismo poseen mayor peso.
- c) Grosor del epicarpio: los frutos que forman el conglomerado II poseen un epicarpio más grueso (2.18 mm) que los pertenecientes al conglomerado I (1.63 mm), por lo podrían considerarse frutos más resistentes a plagas y a daños mecánicos.
- d) Grosor del pericarpio: el grosor del pericarpio de los frutos de los árboles incluidos en el conglomerado II es mayor que los incluidos en el conglomerado I, de lo cual se infiere que son frutos con más cantidad de pulpa y por lo mismo de mejor provecho.
- e) Peso del fruto: los frutos pertenecientes a los árboles del conglomerado II poseen un mayor peso (584.6 gramos) que aquellos pertenecientes al conglomerado I (475 gramos). Esto nos indica que la fruta del primer grupo en mención es más grande y pesada, relacionándose con el tamaño del fruto del que se habla en el inciso anterior.

- f) **Peso del mesocarpio:** el mayor peso se encontró en la fruta perteneciente al conglomerado II (397.65 gramos), mientras que la fruta incluida en el conglomerado I alcanza un valor promedio de 308 gramos. Relacionando lo anterior con los valores encontrados al grosor del epicarpio se podría decir que fruta con mayor grosor del epicarpio posee mayor peso del mesocarpio.
- g) **Rendimiento:** el rendimiento relaciona las variables de peso de fruto y peso del mesocarpio, en función de lo cual se determinó que la fruta perteneciente al conglomerado II produce más pulpa y por lo mismo es más carnosa que la fruta del conglomerado I, pudiéndose decir que podría convertirse o ser más apetecida por la mayor cantidad de materia comestible presente en ella.
- h) **Longitud y peso de la semilla:** la semilla del conglomerado II posee mayor longitud (8.17 cm) que la semilla del conglomerado I (6.46 cm) y por lo mismo mayor peso (conglomerado II = 54.12 gramos y conglomerado I = 37.95 gramos). El peso de la semilla es relativo al tamaño y por lo mismo no influye en el mayor o menor rendimiento.
- I) **Grados Brix:** en lo que a contenido de azúcar se refiere, el conglomerado II posee árboles con fruta más dulce que los árboles que integran el conglomerado I, por lo mismo podría ser fruta que por su dulzura sea más agradable al paladar de los consumidores y más demandada.
- j) **Inicio de la floración:** la etapa fenológica de floración en los árboles que componen el conglomerado II inicia la primera semana de junio, es decir con dos semanas de anticipación al inicio de la etapa en los árboles del conglomerado I, los que inician la tercera semana de junio.
- k) **Cosecha:** La etapa de cosecha en lo que a inicio se refiere en los árboles pertenecientes a ambos conglomerados es similar ya que en el conglomerado I dicha actividad comenzó la cuarta semana de noviembre y en el conglomerado II la primera semana de diciembre. La duración del período de cosecha es también similar en ambos conglomerados, los árboles del conglomerado II prolongan por dos semanas más la cosecha que los otros.
- En lo que a máxima cosecha respecta si existieron diferencias, ya que para el conglomerado I se situó en la primera semana de abril mientras que para el conglomerado II en la tercera semana de febrero.

l) Intervalo entre floración y cosecha: el tiempo transcurrido en días de la floración a la cosecha permite apreciar que los árboles pertenecientes al conglomerado I poseen un intervalo más prolongado (243 días), mientras que los árboles pertenecientes al conglomerado II poseen un intervalo más corto de 204 días, es decir son más precoces. Es de hacer notar que árboles con fruta de mayor peso y tamaño poseen un intervalo entre floración y cosecha menor que aquellos árboles con fruta pequeña y de menor peso donde el intervalo en días es mayor.

8.5.2 CONGLOMERADO I Y III.

Los conglomerados I y III son similares según las variables (Tabla 4): altura del árbol, longitud y ancho de la hoja, longitud y diámetro del fruto, grosor del epicarpio; longitud, diámetro y peso de la semilla; semillas/fruto, rendimiento, grados brix, períodos de final y máxima floración.

Las diferencias se pueden establecer según las características siguientes:

- a) Diámetro del árbol: los árboles incluidos en el conglomerado III poseen un mayor diámetro (0.598 m) que los árboles pertenecientes al conglomerado I (0.472 m). La edad de los árboles influye en el mayor o menor diámetro, razón que nos lleva a pensar que los individuos dentro del conglomerado III son de mayor antigüedad.
- b) Grosor del pericarpio: los frutos de los árboles que forman el conglomerado III poseen un mayor grosor del pericarpio (2.14 cm) que los que pertenecen al conglomerado I (1.89 cm).
- c) Peso del fruto: en lo referente a peso de fruto y mesocarpio los individuos dentro del conglomerado I poseen mayor peso que los que integran el conglomerado III, no así el rendimiento el cual es relativamente similar entre ambos.
- d) Inicio de la floración: los árboles incluidos en el conglomerado III inician la floración la primera semana de junio mientras que los individuos del conglomerado I inician la floración la tercera semana de junio, es decir entonces que cuando los árboles del conglomerado III florecen los del otro grupo no lo hacen, sin embargo ambos finalizan la floración la primera semana de agosto.
- e) Intervalo entre floración y cosecha: el tiempo en días que transcurre desde la floración a la cosecha es de mayor duración en el conglomerado I (243 días) con fruta de mayor peso que el conglomerado II (224 días) con fruta de menor peso.

f) Cosecha: El inicio de la cosecha en el conglomerado I es más temprano (cuarta semana de noviembre) que el conglomerado III donde el inicio de la cosecha se sitúa en la primera semana de enero, es decir entonces que durante el mes de diciembre los árboles del conglomerado I están en producción y los del conglomerado III no lo están.

El final de la cosecha del conglomerado I se sitúa en la segunda semana de mayo, mientras que el conglomerado III en la segunda semana de junio, es decir entonces que el tiempo que permanecen en producción los árboles de ambos grupos es la misma pero en diferente ubicación según el calendario.

En lo que a máxima cosecha se refiere son muy diferentes ya que el conglomerado I sitúa su mayor producción la primera semana de abril, mientras que el conglomerado III puede ubicar dicho fenómeno o etapa en dos tiempos diferentes, durante el mes de febrero o en la tercera semana de abril.

8.5.3 CONGLOMERADOS II Y III.

Las variables o características que establecen similitud entre ambos grupos son: altura del árbol, longitud y ancho de la hoja, diámetro del fruto, grosor del pericarpio, diámetro de la semilla, semillas/fruto, grados brix, características de floración y final de cosecha.

a) Diámetro del árbol: los individuos integrantes del conglomerado II poseen un mayor diámetro (0.683 m) que los individuos pertenecientes al conglomerado III (0.598 m), por lo que se podría pensar que los árboles del conglomerado II son de mayor edad, hablando únicamente en relación al DAP.

b) Longitud del fruto: la longitud del fruto del conglomerado II (13.18 cm) supera a la longitud del fruto del conglomerado III (10.92cm) en 2.26 cm, lo que nos dice entonces que los primeros son frutos más elongados y de mayor tamaño.

c) Grosor del epicarpio: el grosor de los frutos de los árboles del conglomerado II supera al de los frutos del conglomerado III en 0.4 mm, pudiendo considerar a los primeros más resistentes al ataque de plagas de la cáscara y más resistentes al daño mecánico por el grosor del epicarpio.

d) Peso del fruto y mesocarpio: los frutos de los árboles del conglomerado II son más pesados tanto en peso total como del mesocarpio que los frutos del conglomerado III, lo que nos indica que son frutos más grandes en cuanto a la masa que poseen. El rendimiento de los primeros (69.18%) supera a los segundos

(65.01%) en 4.17%.

e) Longitud y peso de la semilla: la longitud de la semilla de los individuos del grupo II (8.17 cm) es mayor que la del grupo III (6.96 cm), por lo mismo el primero supera al segundo en peso aproximadamente en 13.78 gramos.

f) Intervalo entre floración y cosecha: el intervalo en días entre la floración y la cosecha de la fruta de los individuos del conglomerado III supera en casi 25 días al intervalo de los frutos del conglomerado II, es hacer notar que al establecer la relación tiempo a la cosecha y tamaño de la fruta, la fruta de mayor peso cuenta con menos días a la cosecha que la fruta de menor tamaño.

g) Características de cosecha: durante la primera semana de diciembre la fruta del conglomerado II inicia la producción mientras que el conglomerado III inicia un mes después. Esta característica podría tomarse en cuenta en la selección de materiales en el sentido de poseer fruta que produzca en diferentes épocas. El período de máxima cosecha en el conglomerado III se manifiesta en dos épocas (tercera semana de abril y mes de febrero) mientras que el conglomerado II en la tercera semana de febrero. Dicha característica se podría incluir como criterio de selección de materiales genéticos con el objeto de tener fruta en épocas que no hay producción.

8.6 DETERMINACION DE LA VARIABILIDAD MORFOLOGICA Y FENOLOGICA DEL ZAPOTE (*Pouteria sapota* (Jacq.) H. Moore & Stearn) POR MEDIO DEL ANALISIS DE COMPONENTES PRINCIPALES.

El análisis de componentes principales permite conocer aquellas características que definen la variabilidad en la población, así como en que porcentaje definen la variación. El análisis permitió identificar siete componentes que explican el 70% de la variación, así como las características presentes dentro de cada componente (Tabla 5).

El primer componente principal está compuesto por las características siguientes: peso del fruto, peso del mesocarpio, longitud del fruto y peso de semilla; por lo que se le ha llamado “Características del fruto y semilla” y expresa el 19% de la variabilidad total.

El segundo componente principal denominado “Características de las etapas de floración y cosecha” explica el 14% de la variación total e incluye las variables: intervalo entre floración y cosecha, inicio y final de la floración, y época de máxima floración.

El tercer componente principal se denomina “Características de árbol y fruto”, expresa el 10% de la variación total y dentro de las características que lo forman tenemos: grosor del pericarpio, diámetro del árbol, altura y rendimiento del fruto.

El cuarto componente principal se designa como “Características de la hoja” y explica el 8% de la variación total, está formado por las características: diámetro de la hoja y longitud de la hoja.

El quinto componente principal se denomina “Características de etapas de floración y pericarpio” y define el 7% de la variación total, está conformado por las características: grosor de pericarpio, inicio de floración y Grados Brix.

El sexto componente principal explica el 7% de la variación total, y está formado únicamente por la característica número de semillas por fruto, por lo que se le designa con el mismo nombre.

El séptimo componente principal es denominado “Características de diámetro del árbol y grosor del pericarpio” y explica el 5% de la variación total. Está formado por las características de que le dan el nombre.

Dentro de las características morfológicas que definen la variación en la población de árboles de zapote están: características del fruto, peso y número de semillas por fruto, diámetro y altura del árbol, rendimiento, diámetro y longitud de la hoja. De esto se induce que la mayor variación está definida por caracteres del fruto.

La fenología también explica variabilidad en la población de zapote pero en mucho menor porcentaje que la morfología, teniendo mayor representatividad las variables incluidas en las etapas de floración y el intervalo entre floración y cosecha.

Tabla 5. COMPONENTES PRINCIPALES, VARIABILIDAD EXPLICADA Y VARIABLES QUE DETERMINAN LA VARIABILIDAD DENTRO DE CADA COMPONENTE DE LA CARACTERIZACION MORFOLOGICA Y FENOLOGICA DE MATERIALES GENETICOS DE ZAPOTE (*P. zapota*) EN LAS CUENCAS DE LOS RIOS LA CONQUISTA Y TUTUNICO EN QUEZALTEPEQUE, CHIQUIMULA.

COMPONENTE PRINCIPAL	NOMBRE DE LA COMPONENTE	VARIABILIDAD EXPLICADA	VARIABLES	VECTORES PROPIOS	COEFICIENTE DE VARIACION
Prin 1	Características fruto Y semilla	19%	Peso fruto	0.44	177.63
			Peso mesocarpio	0.43	123.85
			Longitud fruto	0.42	2.03
			Peso semilla	0.38	15.42
Prin 2	Características fenológicas	14%	Intervalo flor- cosecha	0.34	41.08
			Máxima floración	0.48	0.22
			Inicio floración	0.34	0.31
			Final floración	0.45	0.20
Prin 3	Características del Árbol y fruto	10%	Grosor pericarpio	0.38	0.53
			DAP	0.26	0.27
			Altura	0.25	8.55
			Rendimiento	0.24	8.59
Prin 4	Características de la hoja	8%	Diámetro hoja	0.48	1.89
			Longitud hoja	0.45	7.33
Prin 5	Características de pericarpio y etapas de floración	7%	Grosor pericarpio	0.32	0.53
			Inicio floración	0.29	0.31
			Grados Brix	0.25	2.66
Prin 6	Número de semillas Por fruto	7%	Semillas por fruto	0.53	0.42
Prin 7	DAP y grosor de pericarpio	5%	DAP	0.38	0.27
			Grosor pericarpio	0.33	0.53

8.7 MATERIALES PROMISORIOS DE ZAPOTE (Pouteria sapota (Jacq.) H. Moore & Stearn)

Dentro de los árboles incluidos en cada conglomerado se seleccionaron los más promisorios. El calificativo de promisorio está definido en función de la aceptación de la fruta según las siguientes características reportadas por Martínez Carrillo (11): pulpa roja, tamaño mediano a grande, que conserve el color rojo por lo menos un día después de abiertos, cáscara no muy rugosa. Además se toman en cuenta características de producción como rendimiento y dulzura de la fruta medida en grados brix.

Conglomerado I.

Se seleccionó el individuo "6" caracterizado por poseer un peso promedio de 590 gramos, rendimiento 72.03%, tamaño mediano, sabor dulce, color del mesocarpio rojo 10R 5/10, según la escala de colores de Munsell. La característica más importante de este árbol es el rendimiento y sabor.

Conglomerado II.

El árbol más promisorio del grupo es el individuo "45" con un peso promedio de 720 gramos, rendimiento 75%, tamaño grande, sabor dulce, color del mesocarpio rojo 10R 5/10, según la escala Munsell de colores.

Conglomerado III.

Se seleccionaron 7 individuos siendo los mismos:

El individuo "1" y se caracteriza por poseer un peso promedio de 816 gramos, rendimiento de 74%, tamaño grande, sabor dulce y color del mesocarpio rojo 8.75R 5/12.

También se seleccionaron los individuos "4" y "43". El primero se caracteriza por poseer un peso promedio de 385 gramos, rendimiento de 90.91%, tamaño mediano, sabor dulce y color del mesocarpio rojo 10R 5/10. El segundo con un peso promedio de 430 gramos, rendimiento de 90.7%, tamaño mediano, sabor dulce y color del mesocarpio rojo 10R 5/10.

Individuos "17" y "20". El primero posee las características de un peso promedio de 720 gramos, rendimiento 72.22%, tamaño grande, sabor dulce y color del mesocarpio naranja 2.5YR 6/8. El segundo posee un promedio en peso de 351.25 gramos, rendimiento de 70.68%, tamaño mediano, sabor dulce y

color del mesocarpio naranja 5YR 7/10.

Individuos "14" y "21". El primero se caracteriza por poseer una media en peso de 350 gramos, rendimiento de 77.14%, tamaño mediano, sabor dulce y color del mesocarpio rojo 8.75R 5/12. El segundo posee una media en peso de 310 gramos, rendimiento de 77.42%, tamaño mediano, sabor dulce y color del mesocarpio naranja 2.5YR 6/8.

9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. Dentro de los cultivares de zapote (Pouteria sapota (Jacq.) H. Moore & Stearn) caracterizados en las cuencas de los ríos La Conquista y Tutunico en Quezaltepeque, Chiquimula existe variabilidad morfológica y fenológica.
2. La variabilidad existente entre los cultivares de zapote (Pouteria sapota (Jacq.) H. Moore & Stearn) está representada por características del fruto y semilla (19%), características fenológicas (14%), características de árbol y fruto (10%), características de hoja (8%), características de pericarpio y etapas de floración (7%), número de semillas por fruto (7%) y características de diámetro del árbol (5%), explicando dichas variables el (70%) del total de la variación presente en la población.
3. Las características cualitativas responsables de la variabilidad entre los cultivares son: hábito de crecimiento, disposición de las ramas, disposición de las hojas, color de la hoja, tamaño del fruto, forma del fruto, suavidad del fruto, color del epicarpio, color del mesocarpio y forma de la semilla.
4. Se encontraron las siguientes características cualitativas constantes: forma de la hoja, tamaño de la hoja, posición de la flor, color de la flor, aroma de la flor, arreglo de los frutos, jugosidad, sabor del mesocarpio, aroma del mesocarpio, textura del mesocarpio y hábito de floración.
5. Las características cuantitativas de los 76 árboles caracterizados permitieron formar tres conglomerados haciendo uso del análisis de agrupamiento (Cluster Analysis).
6. Para la realización de posteriores trabajos de colecta, selección o posteriores caracterizaciones se recomienda utilizar las características que en mayor grado definen la variación, siendo estas: peso del fruto, peso del mesocarpio, longitud del fruto, peso de la semilla, intervalo entre floración y cosecha, inicio y final de floración, máxima floración, grosor del pericarpio, diámetro y altura del árbol, rendimiento del fruto, diámetro y longitud de la hoja, y número de semillas por fruto.

10. BIBLIOGRAFIA

1. AZURDIA, C.A. 1986. Informe final de recolección de algunos cultivos nativos de Guatemala. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía, Instituto de Investigaciones de Agronomía. 256 p.
2. _____. 1996. Lecturas en recursos fitogenéticos. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía, Instituto de Investigaciones Agronómicas. 120 p.
3. CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA. PROGRAMA DE RECURSOS GENÉTICOS. s.f. Los recursos genéticos de las plantas cultivadas de América Central. Turrialba, Costa Rica. 27 p.
4. CRISCI, J.M.; LOPEZ, M.F. 1983. Introducción a la teoría y práctica de la taxonomía numérica. Washington, EE.UU., OEA. 132 p.
5. ESQUINAS A., J.T. 1981. Los recursos fitogenéticos una inversión segura para el Futuro. Madrid, España, Ministerio de Agricultura. 31 p.
6. FAO. 1988. Recursos naturales y medio ambiente. Roma, Italia. 111 p.
7. GUATEMALA. INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL. 1980. Diccionario geográfico de Guatemala. 2. ed. Guatemala. v. 3, p. 37-40.
8. HERNANDEZ, H.E. ; LEON, J. 1992. Cultivos marginados otra perspectiva de 1942. Roma, FAO. 339 p.
9. LEON, J. 1987. Botánica de los cultivos tropicales. 2. ed. San José, Costa Rica, IICA. 445 p.
10. MARLER, T.; PANTIN, D. 1991. Four flap grafting of the manney, pautin's manney. Tropical Fruit World. 2(1): 12-17, 20.
11. MARTINEZ C., R. 1994. Estudio agroecológico y perspectivas del cultivo del zapote maney (*P. sapota*) en la zona de Tezonapa, Veracruz. Tesis Ing. Agr. México, Universidad Veracruzana, Facultad de Ciencias Agrícolas. 77 p.
12. MORERA, J.A. 1994. Agronomía mesoamericana; los recursos fitogenéticos: una opción para el desarrollo agrícola del trópico americano. Costa Rica, CATIE 170 p.
13. _____. 1981. Descripción sistemática de la colección de Panamá de pejibaye del CATIE. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 122 p.

14. _____. 1981. El zapote. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 24 p.
15. PENNINGTON, T.D. 1990. Flora neotrópica. In Sapotaceae. New York, EE.UU., The New York Botanical. Monograph 52. p. 575-578.
16. PLA, L.E. 1986. Análisis multivariado: método de componentes principales. Washington, D.C. EEUU., OEA. 94 p.
17. RAYMUNDO, J.M. 1997. Caracterización morfológica y fenológica "in situ" de cultivares de zapote en los municipios de Olopa y San Juan Ermita, Chiquimula. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 74 p.
18. REUNION DE RECURSOS FITOGENETICOS. (1., 1984, Guatemala). 1984. Memorias. Guatemala. INCAP. 78 p.
19. RODRIGUEZ, H. M. 1990. Caracterización de la cuenca del río La Conquista, Quezaltepeque, Chiquimula. EPSA-Informe Inferencial. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 15 p.
20. SIMMONS, CH.; TARANO, J.M.; PINTO, J.H. 1959. Clasificación de reconocimiento de los suelos de la república de Guatemala. Trad. Por Pedro Tirado. Guatemala, Ed. José de Pineda Ibarra. 1000 p.
21. UTRERA, L.A. 1994. Caracterización morfológica y fenológica "in situ" de cultivares de zapote en los municipios de Chiquimulilla y Guazacapán, Santa Rosa. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 76 p.

Vo. Bo.
Patuade



11. APENDICE.

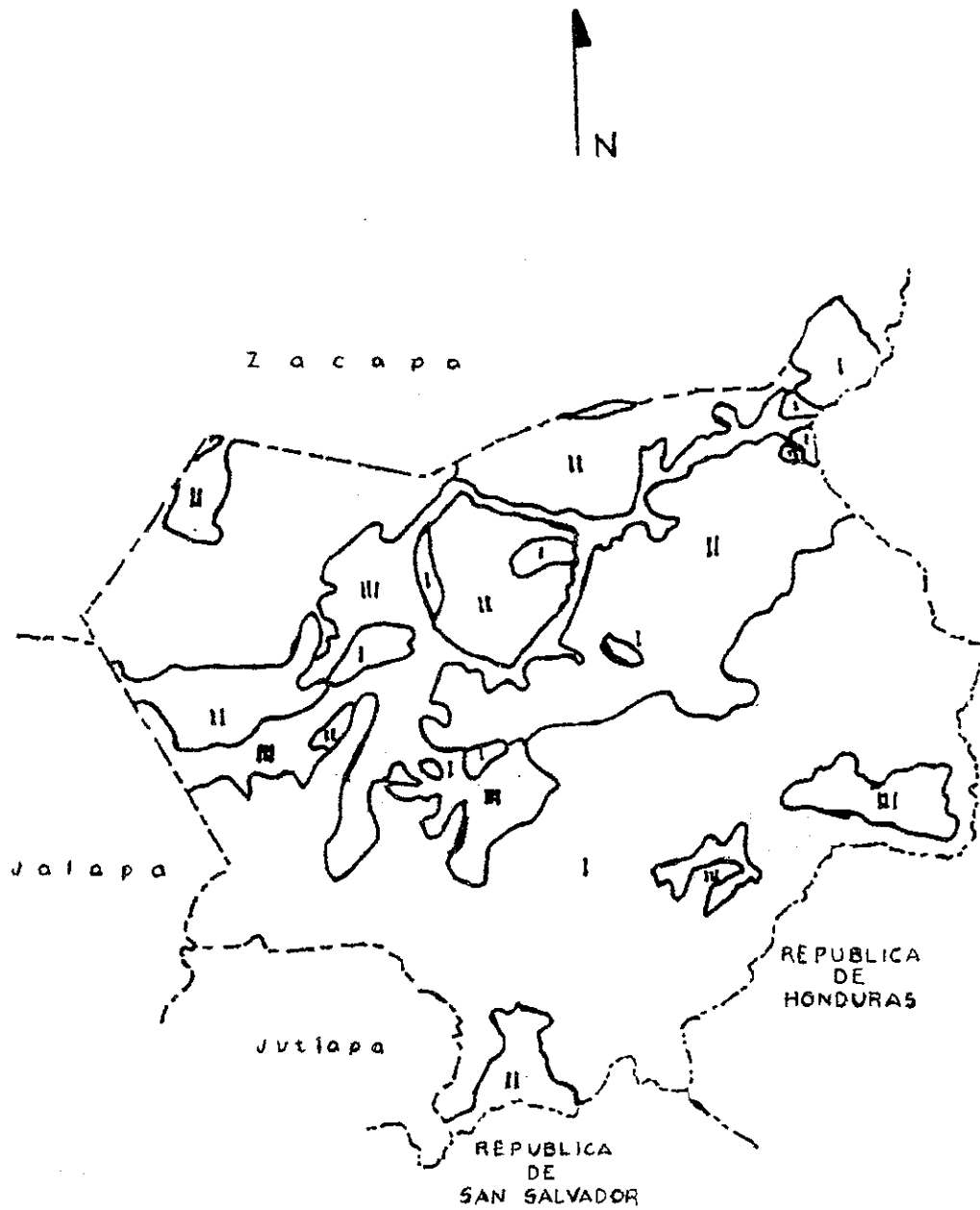


FIGURA 1A. -Mapa del departamento de Chiquimula mostrando la división fisiográfica.



FIGURA 2A. Mapa del departamento de Chiquimula mostrando la localización de los diferentes grupos de suelos.

APENDICE 3. DESCRIPTOR PARA LA CARACTERIZACION DE MATERIALES DE ZAPOTE

Pouteria sapota (Jacq.) H. 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, 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.

Según colores en tabla munsell.

2.6 Textura de la hoja.

1. Lisa.
2. Aspera.
3. Arenosa.
4. Serosa.
5. Espinoza.
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.

Según colores en tabla Munsell.

3.3 Aroma de la flor.

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

4. FRUTO.

1.1 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.

1.2 Diámetro del fruto.

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

1.3 Grosor del epicarpio.

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

1.4 Grosor del pericarpio.

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

1.5 Peso del fruto.

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

1.6 Peso del mesocarpio.

Expresado en gramos; peso del fruto completo, 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.

1.8 Arreglo de los frutos.

1. Solitarios.
2. En grupos.

1.9 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.

1.10 Forma del fruto

1. Alargada.
2. Redonda.
3. Ovalada.
4. Redonda-achatada.

5. Otra (especificar).

1.11 Suavidad del fruto.

1. Suave.
2. Medio.
3. Duro.

1.12 Jugosidad del fruto.

1. Seco.
2. Jugoso.
3. Muy jugoso.

1.13 Color del epicarpio.

Según colores de la tabla Munsell.

1.14 Color del mesocarpio.

Según colores de la tabla Munsell.

1.15 Sabor del mesocarpio.

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

1.16 Aroma del mesocarpio.

1. Ninguno.
2. Medio.
3. Fuerte.

1.17 Grados Brix.

2. SEMILLA.

1.1 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.

1.2 Diámetro de la semilla.

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

1.3 Peso de la semilla.

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

1.4 Semillas por fruto.

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

1.5 Forma de la semilla.

1. Redonda.
2. Oval-cilíndrica.
3. Arriñonada.
4. Periforme.
5. Aplanada.
6. Diamante.
7. Ovoide.
8. Otra (especificar).

B. CARACTERÍSTICAS 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 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 de 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.



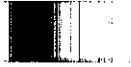


TABLA 5A. RESULTADOS ANALISIS DE SUELO EN SITIOS DE CARACTERIZACION EN LAS CUENCAS DE LOS RIOS LA CONQUISTA Y TUTUNICO EN QUEZALTEPEQUE, CHIQUIMULA.

SITIO	Ph	Ug/ml		meq/100 ml			ppm		
		P	K	Ca	Mg	Cu	Zn	Fe	Mn
E. AB.	6.7	4.69	150	11.54	2.31	0.50	2.50	5.00	34.50
TRA1	6.6	3.61	118	7.80	1.90	0.50	2.00	5.50	17.00
S.R.	6.6	4.51	173	14.04	2.31	0.50	1.50	4.00	23.50
E. AR.	6.2	3.70	133	8.11	1.90	0.50	2.00	8.00	10.00
REC.	5.8	3.07	123	2.81	1.54	0.50	1.00	14.50	6.00
C. AR.	6.7	4.33	155	10.30	2.93	0.50	1.50	4.50	31.00
PUE.	5.2	4.24	123	2.50	0.98	0.50	1.50	61.00	30.00
AZA.	5.7	3.79	128	3.43	1.13	0.50	1.00	17.50	14.50
C. AB.	6.2	3.70	138	11.54	2.98	0.50	2.00	2.50	17.00
TRA2	6.9	4.51	125	14.04	1.75	0.50	2.00	3.00	27.50

Referencia:

- E. AB. = Encuentros abajo
- TRA1 = Trapiche
- S.R. = Sector rastro
- E. AR. = Encuentros arriba
- REC. = Recibimiento
- C. AR. = Cementerio Arriba
- PUE. = Pueblo
- AZA. = Azacualpa
- D. AB. = Cementerio Abajo
- TRA2 = Trapiche 2



100

100

100

100

100



Ref. Sem.35-99

FACULTAD DE AGRONOMIA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES
AGRONOMICAS

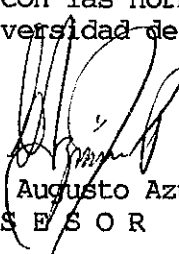
LA TESIS TITULADA: "CARACTERIZACION MORFOLOGICA Y FENOLOGICA "IN SITU" DE MATERIALES GENETICOS DE ZAPOTE (Pouteria sapota(Jacq.) H. Moore & Stearn) EN LAS CUENCAS DE LOS RIOS LA CONQUISTA Y TUTUNICO EN EL MUNICIPIO DE QUETZALTEPEQUE, CHIQUIMULA".

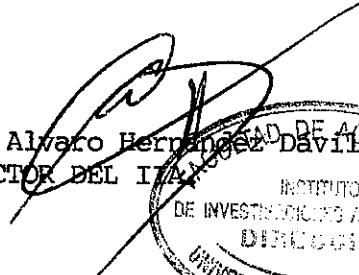
DESARROLLADA POR EL ESTUDIANTE: HENRY AROLDO MORALES SOLIS

CARNET No: 9410059

HA SIDO EVALUADA POR LOS PROFESIONALES: Ing. Agr. Helmer D. Ayala Vargas
Ing. Agr. José Vicente Martínez Arévalo


El Asesor y las 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.


Dr. César Augusto Azurdia Pérez
A S E S O R


Ing. Agr. M.Sc. Alvaro Hernández Dávila
DIRECTOR DEL IIA



I M P R I M A S E


Ing. Agr. Edgar Oswaldo Franco Rivera
D E C A N O



Control Académico
Archivo
AH/prr.

APARTADO POSTAL 1545 § 01091 GUATEMALA, C. A.
TELEFONO 476-9794 § FAX (502) 476-9770
E-mail: lia@usac.edu.gt § <http://www.usac.edu.gt/facultades/agronomia.htm>

