

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONOMICAS
DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA**



**CARACTERIZACION DE ECOTIPOS DE COCOTERO EN LA
PLANICIE COSTERA DE LOS DEPARTAMENTOS DE LA PAZ,
SONSONATE, LA LIBERTAD Y USULUTAN**

POR: NILHSON OVIEDO NAJARRO

**REQUISITO PARA OPTAR AL TITULO DE
INGENIERO AGRONOMO**

SAN SALVADOR, OCTUBRE DEL 2004

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

RECTORA:

DRA. MARIA ISABEL RODRÍGUEZ

SECRETARIO GENERAL:

LIC. ALICIA RIVAS de RECINOS

FACULTAD DE CIENCIAS AGRONOMICAS

ING. AGR. Y LIC. JORGE ALBERTO ULLOA ERROA

DECANO

ING. AGR. SANTOS ALIRIO SANDOVAL MONTERROZA

SECRETARIO

JEFE DEL DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA
ING. AGR. JUAN ROSA QUINTANILLA

DOCENTES DIRECTORES:

ING. AGR. MSC. MEDARDO ANTONIO LIZANO

ING. AGR. CARLOS MARIO APARICIO

ING. AGR. MSC. FRANCISCO LARA ASCENCIO

RESUMEN.

El cocotero representa una de las mejores alternativa para el desarrollo socioeconómico de la zona costera, donde por el tipo de suelo y las condiciones climáticas se dificulta el desarrollo de otros rubros agrícolas. El cocotero aparte de tener buena demanda para su consumo fresco, de el se puede extraer una buena cantidad de subproductos generando un valor agregado y permitiendo la generación de empleo. Así que, mientras más conozcamos las características de los tipos cultivados en el país, se podrá hacer un mayor aprovechamiento de este cultivo.

Debido a la importancia del cultivo de cocotero y a la falta de información sobre las características de los tipos cultivados, se realizó una caracterización morfológica de los ecotipos de cocotero cultivados actualmente en el país. Además, se buscaba hacer una clasificación de las plantaciones encontradas y sobre la base de esto dar una recomendación para programas de mejoramiento. Para esto se utilizaron los descriptores del fruto, tronco y hoja, recomendados por el IPGRI para investigaciones de esta naturaleza.

El estudio se desarrolló durante un año con cuatro meses. Desde marzo del 2003 hasta julio del 2004, en el área comprendida dentro de la planicie costera de El Salvador. Visitando cuatro propiedades agrícolas dedicadas a la explotación comercial del cocotero (*Cocos nucifera*). Ubicadas en los departamentos de la Paz, Usulután y Sonsonate.

Para la toma de información en el campo se siguió la metodología empleada por el Dr. Zizumbo en su trabajo (Manual sobre técnicas modelo para la investigación del mejoramiento del cocotero). Donde se extrajeron las tablas para anotar la información, así como algunos lineamientos para el análisis estadístico.

Finalmente se hizo el análisis estadístico de los datos obtenidos utilizando el programa estadístico SPSS v 10.0, aplicando estadísticos simples como: la media, rango, varianza, desviación, coeficiente de variación. También, se aplicó el

análisis multivariados con: correlaciones, análisis de componentes principales y análisis por agrupaciones. Obteniendo cuadros y gráficos que muestran la forma como se diferencian y distribuyen los datos en un número reducido de grupos lo que conforman los ecotipos de cocoteros altos y enanos que se pretendían encontrar al inicio y a su vez muestran, cual de estos grupos presentan las mejores características para usarlos en trabajos de mejoramiento genético.

AGRADECIMIENTOS

A DIOS TODO PODEROSO Y A LA VIRGEN MARIA: Por protegerme y guiarme por el buen camino dándome fuerza para culminar mi formación profesional con éxito.

Al Programa Nacional de Frutas de El Salvador (IICA): Especialmente al Ing. Agr. Msc. Medardo Lizano por todo su apoyo y darme la oportunidad de realizar esta investigación.

A MIS ASESORES: Por ayudarme a salir adelante con esta investigación

Al Personal que Labora en el Decanato: Helga, Milita, Ing. Ulloa, Ing. Villalta, Ing. Alirio, pechito que de una u otra forma colaboraron y por su disposición a servir a los demás.

A Todos(as) Docentes de la Facultad: por regalarme parte de su conocimiento y cumplir con tan noble profesión, permitiendo la formación de muchos profesionales

A Todo el Personal Administrativo: Que a través de su trabajo mantienen un ambiente agradable en la facultad.

DEDICATORIA

A DIOS:

Por darme vida y fuerzas para alcanzar una de mis metas y poder ayudar a los demás.

A MIS PADRES:

Ramón Oviedo Zelaya y Concepción Marina Najarro por darme la vida y apoyarme siempre. Muchas gracias.

A MIS HERMANOS: Karen, Ingrid, Erica, Ramón, Estanley, y Ronald. Por haberme ayudado y apoyado a pesar de sus limitaciones.

A MIS SOBRINOS: Mario, Carlos, Jocelyne, Gerhald, Ivania, Melisa, Gerardo, Ambar. Por ser una motivación extra para seguir adelante.

A MIS TIOS (AS) Y PRIMOS: Por estar siempre pendientes de mí y apoyarme con su cariño y buenos consejos.

A MIS COMPADRES Y AHIJADOS: Julita, Stevez, Ingrid, Erica. Gracias por compartir con migo la responsabilidad de educar sus hijos: Diego, Marco, Mario, Carlos, Jocelyne, Daniela.

A MIS AMIGOS DE SIEMPRE: Julio Avalos y familia , Leonel Ramos y Familia, Elmer, Alex, Pepe, Toño, Cuco, Neto, Fito, Nay, Nancy, Chochoy, Michel, Clara, Gladis, y todos los demás. Gracias por permitirme ser su amigo.

A MIS COMPAÑEROS(AS) DE ESTUDIO: Lupita, Hugo, J culebra, Albino, Silver, Ricardo, Joaquín, Xochild, Siliezar, Chico, Natalia, Daysi, Mercedes, Mauro, Pato, Abuelo, Henry, Chalate, Tropa Rex, Colocho, Alma, Eugenia, Orlando, Violeta, Dañino, Milton, Iván, Chumby, Abarca, Pelón, Oso, Mechudo, Peskys, Majo, Natalia, Vanesa, Nats, Maria José, Pelele, y a todos mis demás amigos de veterinaria y agronomía.

A LA ASECAS: Especialmente a la junta directiva periodo 2001-2004 por toda la colaboración prestada.

INDICE

Pág.

RESUMEN.....	iii
AGRADECIMIENTOS	v
DEDICATORIA	vi
INTRODUCCIÓN.....	1
II. OBJETIVOS	2
III. ANTECEDENTES	3
IV MARCO TEÓRICO.....	14
4.1 GENERALIDADES	14
4.1.1 Clasificación Taxonómica.	15
4.1.2 Origen y Distribución	16
4.1.3 Requerimientos Edafoclimáticos.	17
4.2 DESCRIPCIÓN BOTÁNICA.....	18
4.2.1 Raíz.....	18
4.2.2 Tallo.....	19
4.2.3 Hoja.....	20
4.2.4 Flor.....	21
4.2.5 Fruto.....	22
4.3 VARIEDADES DE COCOTEROS.....	23
4.3.1 Variedades altas conocidas.	28
4.3.2 Variedades Enanas Conocidas.	32
4.4 MANEJO AGRONÓMICO.....	36
4.4.1 Plagas.....	39
4.4.2 Enfermedades.....	39
4.5 MEJORAMIENTO DEL COCOTERO.....	41
4.5.1 Muestreo y Análisis de Datos en Caracterizaciones de Plantas	42

4.5.1.1	Selección del tamaño de muestra	42
4.5.1.2	Análisis de Datos en Caracterizaciones de Plantas.	44
V.	MATERIALES Y METODO	48
5.1	UBICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LOS LUGARES A MUESTREAR.	48
5.1.1	Cooperativa El Jobal	49
5.1.2	Hacienda Tihuilocoyo.....	50
5.1.3	Hacienda Atalaya.....	51
5.1.4	Hacienda El Regadío.....	52
5.2	TOMA DE DATOS.....	53
5.3	VARIABLES EN ESTUDIO:	55
5.4	ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	57
VI.	RESULTADOS.....	58
VII.	DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	75
VIII.	CONCLUSIONES	82
IX.	RECOMENDACIONES.....	84
XI.	ANEXO	88

INDICE DE CUADROS

	Pág.
CUADRO 1. COLORACIÓN EXTERNA DEL FRUTO USO DE TABLA MUNSELL...	58
CUADRO 2. RESUMEN DE CASOS PARA LOS FACTORES EN ESTUDIO.....	59
CUADRO 3. ANÁLISIS DE DATOS APLICANDO PRUEBAS DE ESTADÍSTICOS SIMPLES	60 Y 61
CUADRO 4. ANÁLISIS DE DATOS MOSTRANDO LAS MEDIAS POR SITIO PARA CADA VARIABLE	62
CUADRO 5. ANÁLISIS DE DATOS APLICANDO LA PRUEBA DE CONTRASTES UNIVARIADOS.....	63
CUADRO 6. ANÁLISIS DE DATOS APLICANDO PRUEBAS DE CONTRASTES MULTIVARIADOS.....	64
CUADRO 7. ANALISIS DE DATOS APLICANDO LA PRUEBA DE CONTRASTE DE LEVENE	65
CUADRO 8. ANÁLISIS DE DATOS APLICANDO LA PRUEBA CORRELACIÓN.....	66
CUADRO 9. PRUEBA POR ANÁLISIS DE COMPONENTES PRINCIPALES.....	67
CUADRO 10. VECTORES DE CORRELACIONES DE LOS COMPONENTES PRINCIPALES ORIGINALES	68
CUADRO 11. GRUPOS DE COCOTERO Y SUS RESPECTIVAS VARIEDADES	69
CUADRO 12. GRUPOS DE COCOTERO Y SUS RESPECTIVOS PROMEDIOS POR VARIABLES	70
CUADRO 13. FORMATO ANOTACIÓN DE COMPONENTES DEL TRONCO.....	89
CUADRO 14. FORMATO ANOTACIÓN DE COMPONENTES DE LA HOJA.....	90
CUADRO 15. FORMATO ANOTACIÓN DE COMPONENTES DEL FRUTO.....	91
CUADRO 16. ANOTACIÓN DE LOS COMPONENTES DEL FRUTO (%).....	92
CUADRO 17. ANOTACIÓN DE LA FORMA Y COLORACIÓN DEL FRUTO.....	93

INDICE DE GRAFICOS.

	Pág.
GRAFICO 1. DENDOGRAMA HECHO CON DISTANCIA EUCLIDIANA AL CUADRADO MOSTRANDO LAS DISTANCIAS RELATIVAS ENTREGRUPOS.....	71
GRAFICO 2. RELACION ENTRE LA CIRCUNFERENCIA DEL TRONCO A 1.5 M Y LA DISTANCIA MEDIA ENTRE DOS CICATRICES DE HOJA	72
GRAFICO 3. RELACIÓN ENTRE LA CIRCUNFERENCIA DEL TRONCO A 0.20 M Y LA DISTANCIA MEDIA ENTRE DOS CICATRICES DE HOJA.....	73
GRAFICO 4. RELACIÓN ENTRE PESO TOTAL DEL FRUTO Y EL PORCENTAJE DE COPRA / FRUTO SIN AGUA	74

INDICE DE FIGURAS

	Pág.
FIGURA 1. ÁREA POTENCIAL PARA EL CULTIVO DE COCOTERO EN EL SALVADOR.. 93	
FIGURA 3. UBICACIÓN DE SITIOS MUESTREADOS	94
FIGURA 4. MEDICIÓN DE LA FORMA DEL FRUTO	95
FIGURA 5. COMPONENTES DEL FRUTO	95
FIGURA 6. PESO DEL FRUTO ENTERO	96
FIGURA 7. PESO DEL FRUTO SIN ESTOPA	96
FIGURA 8. PESO DE CARNE	97
FIGURA 9. MEDICIÓN DEL DIÁMETRO A 20 CENTÍMETROS.....	98
FIGURA 10. MEDICIÓN DEL DIÁMETRO A 1.70 METROS.....	98
FIGURA 11. DIVISIÓN DE LA HOJA EN TRES COMPONENTES.....	99
FIGURA 12. MEDICIÓN DEL LARGO DEL PECÍOLO (HOJA SECA), Y MEDICIÓN DEL LARGO RAQUIS	99
FIGURA 13. MEDICIÓN DE ANCHO Y GROSOR DEL PECÍOLO.....	100
FIGURA 14 DENDOGRAMA POR EL MÉTODO DE MEDIAS Y DISTANCIA EUCLIDIANA AL CUADRADO.....	101

INTRODUCCIÓN

El Salvador cuenta con un área potencial para el cultivo del cocotero de 162.000 hectáreas de las cuales aproximadamente 10.000 manzanas se están aprovechando actualmente. (Programa Nacional de Frutas de El Salvador).

El cocotero (*Cocos nucifera*) en nuestro país atraviesa una crisis generada por falta de políticas y un programa destinado a promover el cultivo de especies frutales en general. Lo que se refleja en la falta de investigaciones en las instituciones encargadas del desarrollo del sector agrícola del país.

El cocotero en la actualidad es cultivado principalmente para la producción de aceite usada en la fabricación de jabones de alta calidad, preparación de surfactantes y espumas estabilizadoras para detergentes, champúes, cosméticos, inhibidores de corrosión y emulsificantes; fibra de coco, así como para consumo como fruta fresca; en conservas o bebidas frescas. Todas estas bondades resaltan la importancia económica del cocotero principalmente en las zonas marginales costeras donde por características del clima y suelo, no se pueden establecer otros cultivos.

Además, de las bondades económicas se debe considerar los aportes del cultivo en materia ambiental, generación de empleo permanente, potenciación turística de la zona, y el valor agregado generado por su agro industrialización.

El aporte de esta investigación se ha enfocado principalmente a la generación de información sobre el material genético del cocotero cultivado en el país, a través de una caracterización morfológica usando los patrones de variación del fruto, tronco y hoja, que permitan clasificar a la población en: tipo, ecotipo, o incluso una variedad. Esperando que sirva de base para la elaboración de un programa de mejoramiento genético orientado a recuperar y promover el cultivo de cocotero en nuestro país.

II. OBJETIVOS

General:

Caracterizar morfológicamente los ecotipos de cocotero altos en la planicie costera de los departamentos de la paz, sonsonate la libertad y sonsonate

Específicos:

- Describir los patrones de variación de los ecotipos de cocoteros altos usando variables de tronco y hoja.
- Describir los patrones de variación de los ecotipos de cocotero altos usando la variable fruto.
- Agrupar las poblaciones de cocoteros altos estudiadas en ecotipos.
- Identificar los ecotipos promisorios para el mejoramiento genético del cocotero.

III. ANTECEDENTES

Como sucede con todos los organismos vivos que se desarrollan en condiciones naturales, la población de individuos que conforman una especie vegetal está bajo una continua interacción dinámica de adaptación con los factores en los que crece esa población. Dichos factores son los bióticos (microorganismos, otras especies vegetales, animales inferiores y superiores) y los abióticos (clima y suelo), para ello, cada especie adapta la información contenida en el genoma de acuerdo con las necesidades de sobrevivir en su entorno. El resultado de esta interacción adaptativa se traduce en la acumulación de la información genética que a manera de variantes cada especie va guardando entre los miembros de su población, y que se va transmitiendo en las subsiguientes generaciones a través del tiempo. De esta manera, aunque la población de individuos en una especie comparte características comunes y se pueden cruzar entre ellos, también es cierto que en cada uno existen muchas variantes individuales.

La suma de todos los individuos con sus respectivas variantes es lo que se conoce como variabilidad genética de una especie, la cual permite a dicha especie adaptarse a los cambios que se pueden presentar en su entorno.

Existen numerosos tratados en los que se discute cómo se ha producido y aún se produce la variabilidad de las especies vegetales. Pero las fuentes de variabilidad para las especies de plantas cultivadas se pueden resumir en las categorías siguientes:

- Evolutiva

Se refiere a la variabilidad producida durante los procesos evolutivos de especiación por los que haya pasado una especie, principalmente durante las etapas de aislamiento reproductivo, así como a la dinámica que la especie ha tenido y sigue teniendo en condiciones naturales. Los patrones de diversidad genética de las plantas cultivadas resultan de la interacción de los factores principales siguientes: mutación, migración, recombinación, selección (natural

y artificial) y deriva genética. Los tres primeros estimulan la producción de nueva variabilidad, mientras que los dos restantes pueden reducirla. (Ford. Et al 1996).

- Geográfica

Esta fuente de variabilidad es importante para un buen número de especies cultivadas que tienen un amplio rango de distribución geográfica, porque además de su dispersión natural, han sufrido una extensa dispersión artificial por acción del hombre. En ambos casos, al llegar a un nuevo nicho ecológico empiezan un nuevo proceso evolutivo en ellos creando variantes genéticas de adaptación como respuesta a variaciones en componentes ambientales. Una vez más entran a jugar los factores principales mencionados en la variabilidad evolutiva. En términos generales, se espera que a mayor rango de dispersión geográfica de una especie vegetal, ocurra una mayor variabilidad.

- Domesticación

En el proceso de domesticación se pueden identificar dos etapas distintas de presión de selección del hombre con el objeto de preservar o producir variabilidad: (1) La domesticación que abarca todo el proceso de selección empírica mediante el cual el hombre fue adaptando las especies para suplir sus necesidades básicas en alimentación, vestido, salud e industria. Esto fue posible mediante la selección y conservación de variantes útiles que aparecían en las poblaciones en un proceso que para la mayoría de las especies cultivadas tuvo una duración superior a 10,000 años. (2) El descubrimiento de la genética que proporcionó una vía alterna a la naturaleza permitiéndole ampliar su variabilidad en el corto tiempo. (Roberto Hidalgo 2003)

La diversidad de plantas cultivadas comercialmente son el resultado de la evolución natural y el descubrimiento, uso, y modificación de los recursos bióticos por el hombre. La biodiversidad es importante en la productividad de los cultivos agrícolas, contribuyendo a disminuir el ataque de plagas y enfermedades.

A lo largo de la historia en los países dedicados a explotación del cocotero, principalmente para la extracción de copra a escala comercial, se han desarrollado programas orientados a la selección y recolección de materiales con un alto potencial

genético para desarrollar nuevas variedades o poblaciones con buenas aptitudes de producción, resistencia a plagas y enfermedades. Para esto es necesario tener conocimiento de las características de los cultivares presentes en cada región productora.

La mayor parte de las características que definen el valor económico y aptitudes de una variedad de cocotero son de naturaleza cuantitativa, es fácil suponer que la herencia de tales características sea compleja y que algunas sean más sensibles que otras a las influencias ambientales.

Toda la variabilidad producida en los diversos procesos se almacena en el genoma, es decir, entre los miembros de la población que conforman la especie, y puede o no expresarse en características que permitan ser identificadas. Por tanto, desde el punto de vista de su expresión, la variabilidad contenida en el genoma de una especie puede ser agrupada en dos grandes clases: (1) la que se expresa en características visibles y que conforman el fenotipo, y (2) la que no se expresa en características visibles y que en general se refiere a los procesos o productos internos de la planta.

En relación con el fenotipo, los caracteres que lo conforman corresponden en su gran mayoría a la descripción morfológica de la planta y su arquitectura. Estos caracteres se denominan descriptores morfológicos y se pueden agrupar en los tipos que aparecen a continuación:

- ✓ Botánicos-taxonómicos

Corresponden a los caracteres morfológicos que describen e identifican la especie y son comunes a todos los individuos de esa especie. En su gran mayoría estos caracteres tienen una alta heredabilidad y presentan poca variabilidad, aunque en las especies cultivadas con frecuencia se pueden encontrar unos pocos que muestran diferentes grados de variabilidad, especialmente en aquellos de interés particular para el hombre como son el tipo y la forma de la hoja, la forma del fruto y la descripción de la flor.

- ✓ Morfoagronómicos

Corresponden a los caracteres morfológicos que son relevantes en la utilización de las especies cultivadas. Pueden ser de tipo cualitativo o cuantitativo, e

incluyen algunos de los caracteres botánicos-taxonómicos más otros que no necesariamente identifican la especie, pero que son importantes desde el punto de vista de necesidades agronómicas, de mejoramiento genético, y de mercadeo y consumo. A manera de ejemplos de estos caracteres se puede mencionar la forma de las hojas; pigmentaciones en raíz, tallo, hojas y flores; color, forma y brillo en semillas; tamaño, forma y color de frutos; arquitectura de planta expresada en hábito de crecimiento y tipos de ramificación. En su gran mayoría, estos descriptores tienen aceptable heredabilidad local pero son afectados por cambios ambientales.

✓ Evaluativos

Esta porción de la variabilidad sólo se expresa como respuesta a estímulos ambientales bióticos (plagas y enfermedades) o abióticos (estrés por temperatura, agua, nutrientes). El estudio de la variabilidad no expresada en características visibles en la planta se concentra en la detección de marcadores moleculares, entre los que se incluyen proteínas, isoenzimas y fragmentos de ADN. Esta variabilidad se puede detectar y cuantificar mediante técnicas de biología molecular que todavía están en proceso de refinamiento. En resumen, existe una alta variabilidad genética en las especies vegetales como resultado de su respuesta para adaptarse a los cambios y presiones de los medios biótico y abiótico que las rodea. La suma de todas esas respuestas, es decir, de todos los miembros de la población, conforma la variabilidad genética de la especie.

A la descripción de los atributos considerados invariables de un genotipo se le conoce como "caracterización". Que representa una actividad muy importante de la cual se extraen una serie de características cualitativas como color de fruto, de pulpa, sabor, color y de características cuantitativas como: peso, altura, diámetro. Es decir que se deben registrar aquellas características que son altamente heredables, que pueden ser fácilmente vistas y que son expresadas en todos los ambientes

(Shetler et. al. 1973). Consideran que la caracterización debe y tiene que ser clara, en términos positivos de acuerdo con los atributos morfológicos que la planta posee. De

ninguna manera se debe describir una planta comparándola con otra, o expresar el resultado de la descripción en forma negativa.

(Chang, 1976). Afirma que los objetivos perseguidos al hacer una descripción de colecciones de plantas en determinada especie o grupo de especies son los siguientes.

- Identificar líneas para el mejoramiento.
- Diferenciar entre varias entradas con nombres semejantes o idénticos.
- Identificar entradas con características deseables.
- Clasificar variedades, clones y otros, tomando en cuenta criterios relevantes.
- Establecer afinidades entre las características de un cultivo y entre grupos geográficos de variedades.
- Hacer una estimación del grado de variación dentro de una colección varietal.

(Engels, 1979). Recomienda que para aumentar el valor relativo de una descripción se incluyan, junto con los datos morfológicos, agronómicos, etc. datos acerca de las prácticas culturales, condiciones climáticas y de suelo, fecha de siembra y otros. Además, asegura que es fundamental que toda la colección que se va a describir crezca bajo condiciones uniformes, de manera que las diferencias registradas sean típicas de las variedades bajo esas circunstancias. La información generada y debidamente almacenada en el proceso de caracterización, sirve para localizar fácilmente cualquier dato acumulado, establecer correlaciones y determinar los grados de diferencia entre las características de los cultivares.

(Enríquez, 1966). Asegura que para hacer una descripción de cultivares es preciso conocer las características útiles para describirlas, la variación de cada característica dentro de un mismo cultivar, así como el tamaño apropiado de la muestra que se debe tomar para estimar correctamente la característica.

Según (Engels, 1979). Una característica es un atributo de un organismo y es el producto de la interacción de uno o más genes con el ambiente. A su vez las características se dividen en cualitativas y cuantitativas.

A cada característica se le asigna una escala de valores que se conoce con el nombre de "Grados de la característica". Así si el descriptor se refiere a una característica cuantitativa como la longitud del fruto o el rendimiento, el estado del descriptor se

debe expresar en la unidad de medida usada, o bien la medida puede codificarse para facilitar el almacenamiento de datos. Cuando el descriptor se refiere a una característica cualitativa como el color o la forma, los respectivos estados se pueden expresar basándose en un estándar de colores o en definiciones geométricas respectivamente. La escogencia de un conjunto de características es un trabajo largo y laborioso, dado que hay que considerar todas las aplicaciones futuras. De ahí que previamente a la elaboración de las listas de características sea necesario consultar la literatura, la opinión de expertos y estudiar la variabilidad existente en el campo. Seguidamente, cada característica debe ser sometida a prueba con el propósito de observar si suministra la información deseada.

La elaboración de listas de características por cultivo o grupos de cultivos relacionados es importante porque ayudan a uniformar y estandarizar, facilitan y posibilitan la caracterización y además permiten intensificar el intercambio de datos entre instituciones.

Hay varias técnicas para estudiar la diversidad genética estos incluyen métodos morfométricos, químicos, y moleculares, los cuales deben ser aplicados in-situ. Es muy importante que las observaciones de las poblaciones estén basadas en el comportamiento individual de las palmas y a partir de esto todas las palmas observadas puedan servir posteriormente como fuente de germoplasma.

Actualmente se han desarrollado diferentes técnicas de investigación orientadas a la determinación de las características genéticas del cocotero las cuales han sido utilizadas en algunos trabajos de los cuales podemos mencionar los siguientes:

- Narayana, (1949). Comparando variedades de cocotero tomo en cuenta las siguientes características: circunferencia de la estípita en la base, longitud del estípita, número de hojas en la corona, longitud de las hojas, longitud del pecíolo, longevidad de las hojas, longitud de la espata, número de inflorescencias, número de flores femeninas por inflorescencia, número de flores masculinas por inflorescencia, porcentaje de fructificación (Relación entre el número de frutos y el número de flores femeninas), producción de frutos, cantidad de agua en los frutos al comienzo de la fructificación, peso del fruto

entero, peso del fruto descortezado, volumen del fruto entero, volumen del fruto descortezado, espesor del endospermo, cantidad de copra por fruto, porcentaje de aceite en la copra, producción de vino por planta y por día, producción de fibra por fruto, diámetro de los granos de polen, porcentaje de granos fértiles de polen, dimensiones de los estomas, número de estomas por milímetro cuadrado y espesor del mesocarpo.

- Técnicas modelo para la investigación del cocotero desarrollado por la red de recursos genéticos del cocotero (COGENT), siguiendo la estrategia ordinaria de muestreo por regla amplia y fina propuesta por el instituto internacional de recursos genéticos de plantas (IPGRI). Usando esta técnica en México, el Centro de Investigaciones Científicas de Yucatán, ha identificado 5 ecotipos de cocotero, en las actuales áreas de cultivo. Entre estos tenemos:
 - a. **Ecotipo "Alto Atlántico."** Producen frutos de tamaño medio, alargados con aristas pronunciadas, alto porcentaje de mesocarpo, bajo contenido de endospermo líquido y alto contenido de endospermo sólido, semillas con germinación tardía, crecimiento lento al presentar la mayor tasa de emisión foliar en comparación con el resto de ecotipos. Presenta hojas con pecíolo largo y ancho, raquí distal largo, raquí proximal corto y ancho, folíolos delgados, densidad de folíolos alta y área foliar baja, pecíolo fuerte y una lámina foliar con poca oposición al viento.
 - b. **Ecotipo "Alto Pacífico 1"** produce frutos de mayores dimensiones que el resto de los ecotipos, redondos, con bajo porcentaje de mesocarpo y alto contenido de endospermo líquido, características favorables para la producción de agua ó fruta. Sus semillas presentaron germinación precoz y homogénea, y alta tasa de emisión foliar. Sus hojas presentaron pecíolo corto y lamina foliar larga, mayor número de folíolos, folíolos gruesos y alta densidad, pecíolo con menor fortaleza y lamina foliar con mayor oposición al viento.

- c. **Ecotipo "Alto Pacífico 2"** fruto de tamaño pequeño, redondo, con bajo contenido de mesocarpo, alto contenido de endospermo líquido y sólido cualidades favorables para la producción de copra y agua. Sus semillas presentaron una germinación precoz y heterogénea, tasa media de emisión foliar. Hoja con pecíolo largo y lamina corta, raquís proximal corto y ancho, raquís distal largo, folíolos largos y gruesos, baja densidad de folíolos pero área foliar alta, pecíolo fuerte y lamina foliar con menor posición al viento.
 - d. **Ecotipo "Alto Pacífico 3"** las características morfológicas del fruto así como las germinativas fueron similares a las del Ecotipo alto del pacífico², sin embargo sus hojas presentan pecíolo corto y delgado, la lámina foliar larga con raquís proximal largo y raquís distal corto, folíolos gruesos en baja densidad, con área foliar media, pecíolo con menor fortaleza y lámina foliar con alta oposición al viento.
 - e. **Ecotipo "Enano Malayo"** presenta frutos pequeños, redondos, con alto porcentaje de endocarpio y altos contenido de endospermo sólido, niveles bajos de variación en el fruto, germinación precoz y homogénea, alta tasa de emisión foliar, hojas pequeñas con pecíolo largo y lámina foliar corta, bajo número de folíolo, con densidad media y área foliar pequeña (Zizumbo, 1993).
- Evaluación de cultivares híbridos de cocotero en Venezuela (Soto, 1995). Esta investigación se basó en caracteres morfométricos, evaluando la altura de las plantas, número de hojas, perímetro del estípite, largo del pecíolo y algunas mediciones en folíolos los resultados obtenidos son los siguientes:
 - a. Para la altura de la planta los cruces se comportaron muy similarmente en los primeros estadios de desarrollo; al aproximarse a los 30 meses se detectaron las mayores diferencias de altura presentando el híbrido ED x AC los valores más altos. Igual tendencia se observó para el variable número de hojas.

- b. Con respecto al perímetro del tallo se presentaron valores muy similares entre los cruces. El híbrido ED x AP presenta los valores más altos aunque no como se esperaba si se toma en consideración las características del padre AP.
- Fenología del cocotero en la zona costera de Pernambuco. (Isa do Monte y Carlos da Encarnação). En la unidad de ejecución de investigaciones de Itapirema, Goiania, Pernambuco, 1996-1997.

El objetivo del trabajo fue estudiar la fenología del cocotero en dos cultivares (enano amarillo, enano verde, y un híbrido "PB 21"). Se tomaron en consideración los siguientes criterios: Emisión de hojas; abertura de las hojas; hojas muertas; total de inflorescencias; inflorescencias emitidas; flor femenina emitida; frutos inmaduros, y frutos en desarrollo. Dentro de los resultados tenemos que respecto a las hojas cada espécimen/cultivar produce cerca de 11 hojas anualmente, y la disponibilidad de agua no influyo en este mecanismo; el inicio de la abertura foliar se da en 30 días, pudiendo la abertura total ocurrir hasta en 90 días. La muerte de las hojas aconteció durante todo el año, y fue más evidente en el periodo comprendido entre la estación seca y las primeras lluvias del año, notándose una reducción de hojas muertas durante los picos de la época lluviosa; los cultivares pierden aproximadamente una hoja por mes, y ese numero puede llegar, en media, a 20 hojas /año.

En cuanto a la floración; el número total de inflorescencias fue semejante tanto en la estación seca como en la lluviosa, verificándose dos picos: el primero durante la primera estación seca hasta el inicio de la estación lluviosa; el segundo del inicio al final de la segunda estación seca. Fueron producidas en media, 14 inflorescencias anuales, a un intervalo de 28 días. Se registro también que la espata, desde la emisión, pasa por un periodo de 11-12 semanas para desarrollarse y abrirse; la abertura de las flores femeninas se dio dos a tres semanas después del rompimiento de la espata, su maduración es progresiva, ocurriendo en el mismo espádice flores en diferentes estadios de desarrollo.

Con respecto a la fructificación el cocotero produjo durante todo el año; 15-16 racimos. Presentando frutos en diferentes estadios de desarrollo en un mismo racimo. Durante la fase de desarrollo de los frutos, hubo reducción gradual en el número, prolongándose hasta la fase de maduración. Ese comportamiento fue mas evidente en el cocotero enano verde, principalmente durante la época seca.

- Análisis de la diversidad genética y estructura de las poblaciones, usando marcadores de ADN. (Meerow, 1998) Agricultural Research Service, Miami EAU. En este trabajo se encontró una elevada diversidad genética en las variedades altas y una baja diversidad en las variedades enanas, después de las variedades altas el enano Fiji mostró una gran diversidad genética, la similitud genética de las diferentes formas de color enano Malasino es bastante elevada.
- Estudio de las relaciones genéticas entre ecotipos de cocotero, a través del uso de marcadores RAPD (Pucci, 2001) Brasil. En este trabajo se pretendía estimar la diversidad genética entre y dentro de 19 ecotipos de cocotero estableciendo además relaciones genéticas de ecotipos del Nordeste brasileño con ecotipos procedentes de otros países. Dentro de los resultados obtenidos se encontró que la población de cocotero en esa región pertenece a las variedades enanas, ya que mostraron una similitud mayor del 90% con el grupo caracterizado como enano.

IV Marco Teórico

4.1 Generalidades

El cocotero es una planta que se adapta excelentemente en zonas tropicales, presenta hojas de gran tamaño en forma de abanico o de plumas, de tronco esbelto. Este no posee ramas, su inflorescencia es muy numerosa (espádice) y sus frutos se caracterizan por ser ricos en aceite (adaptado de Robles, 1980).

El Cocotero (*Cocos nucifera*) es un cultivo con buena demanda en mercados internacionales, principalmente el mercado Europeo y Norteamericano que son abastecidos por los países Asiáticos. Los tres principales productores del mundo son:

Indonesia, Filipinas e India, seguidos muy de cerca por Sri Lanka y Tailandia con una producción relativamente menor. Su presencia es evidente en el mercado internacional, debido a la industrialización de los subproductos y al desarrollo de su capacidad exportadora.

El coco es una fruta de excelentes cualidades definidas por sus principales componentes químicos que han dado origen a una gran diversidad de subproductos presentes en el mercado para satisfacer diversas necesidades del ser humano ya sean alimenticias ó no alimenticias. El mayor movimiento comercial se ha orientado principalmente al aceite reportándose una importación de 1, 521,512 TM a escala mundial, seguido por la torta de coco con 1, 096,230 TM; la copra con 290,268 TM y fibra con 123,340 TM. (IICA. FRUTAL ES. 2001).

El potencial que ofrece el cocotero (*Cocos nucifera*) en la región Centroamericana para la generación de empleo, protección ambiental, valor agregado, exportaciones, etc. obliga a conceder mayor atención a cualquier actividad que nos lleve a un mejor desarrollo y aprovechamiento del cultivo.

La palma de coco es una importante fuente de grasa natural, del endospermo de la semilla se obtiene el aceite de coco, útil en la fabricación de jabones, detergentes, aceites, grasa comestible, torta de copra para la engorda de ganado y otros subproductos industriales. La grasa de coco sobresale por ser un producto insustituible en la industria galletera y la confitería.

Desde el punto de vista agrícola, el cocotero representa una alternativa para las áreas costeras tropicales por su capacidad de desarrollo en los suelos arenosos pobres en nutrimentos y materia orgánica, donde ningún otro cultivo podría prosperar en forma económicamente rentable, además su presencia en la orilla de los mares es un componente paradisíaco de las zonas costera tropicales que ha favorecido la industria turística de muchos países del mundo.

4.1.1 Clasificación Taxonómica.

(Robles, 1908 y Taffin, 1998)

Reino:	vegetal
División:	Traoaheophyta
Sub. División:	Pteropsidae
Clase:	Angiosperma
Sub clase:	Monocotiledoneae
Orden:	Palmales
Familia:	Palmae
Sub familia:	Cocoideae
Genero:	Cocos
Especie:	nucifera

4.1.2 Origen y Distribución

Las teorías sobre el posible origen geográfico del cocotero aún siguen siendo muy discutidas y hasta el momento no se ha establecido un lugar concreto a partir de donde se hubiera dado la dispersión. Existen dos teorías a cerca del origen y subsecuente dispersión del cocotero.

- ♦ La primera considera al continente americano como origen, de donde fue introducido a Polinesia y Asia (Guppy, 1906) sugiere las costas del pacífico de América tropical, mientras (Cook, 1906) se inclina por las palmas cocoides de los valles en los Andes de Colombia y luego dispersadas por los nativos a las islas del pacífico y el Océano Indico. (Ridley, 1930) también sugiere un origen en América tropical en su Tratado "The Dispersal of Plants Throughout the World".
- ♦ La otra corriente apoya un origen en el Indo-Pacífico (Child, 1964), sugiere el área Melanesia, generalmente extendida hacia el Sur del Trópico de Capricornio entre 145° E y 180° E, aproximadamente de

Nueva Guinea a Fiji. (Purseglove, 1968) coincide con un origen en el Indo- Pacífico, sugiere que "el mayor número de parientes remotos del cocotero son las palmas cocoides del Noroeste de Sudamérica las cuales pudieron haber sido diseminado hasta Polinesia por medio de los frutos arrastrados por corrientes oceánicas". Las principales área de distribución del cocotero se encuentran dentro de los 22° N y S. fuera de estos límites las palmas tienden a crecer lentamente y tienen poco o ningún valor comercial (Grinwood, 1975).

4.1.3 Requerimientos Edafoclimáticos.

-**Temperatura.** Requiere clima cálido, sin grandes variaciones de temperatura La temperatura media diaria debe estar en torno a los 27°C con variaciones de 7° a 5° C

-**Humedad relativa.** Los climas cálidos y húmedos son más favorables para el cultivo de la palma de coco. Una humedad relativa menor del 60% es perjudicial para el cocotero. Si el nivel freático es poco profundo (1-4 metros) o cuando se garantiza el riego, el aumento de la transpiración, provocado por una baja humedad atmosférica, induce un aumento en la absorción de agua, y por Tanto de nutrientes por las raíces.

-**Precipitación.** El régimen de precipitación anual media es de 1500mm, con una precipitación mensual mayor de 130mm. Los periodos de tres Meses con menos de 50mm son perjudiciales para el cultivo.

-**Intensidad lumínica.** Se trata de una planta heliofita, por tanto no admite sombreamientos. Una insolación de 2000 horas anuales con un mínimo de 120 horas mensuales se considera ideales para su cultivo.

-**Viento.** Los vientos suaves o moderados favorecen el cultivo, sin embargo los vientos fuertes en periodos de sequía aumentan las condiciones de sequedad del suelo y la transpiración de la planta, Generando un déficit hídrico perjudicial. Los vientos huracanados son limitantes, principalmente para los cocotereros de tipo enano, pues poseen menor resistencia en su tronco y raíces.

-**Suelo.** Los suelos aptos para el cultivo del cocotero son suelos con texturas livianas (de francos a arenosos), aluviales, profundos (más de un metro), con una capa freática superficial de uno a dos metros de profundidad. Los suelos de la planicie costera son los que presentan estas características. Cuando se maneja la humedad del suelo con riego, el cultivo puede realizarse sobre suelos arcillosos y limosos. El cocotero se adapta muy bien a los suelos donde la capa freática es salina. Debido a su gran demanda de cloro, la existencia de agua Salobre es hasta beneficiosa, por ello es uno de los pocos cultivos que puede verse en las playas o en su cercanía.

-**Heladas.** Es muy sensible a las heladas al tratarse de una planta tropical.

-**Altitud.** El rango óptimo de elevación en que se desarrolla el cocotero está entre los 0 a 400 metros.

4.2 Descripción Botánica.

Durante el proceso de domesticación de las especies cultivadas el hombre ha ejercido una fuerte presión de selección que ha permitido la preservación de muchas variantes. Las cuales, posiblemente, hubieran desaparecido en condiciones naturales. De la misma manera, el hombre también indujo la producción de nuevas variantes, tanto para facilitar el manejo agronómico como para incrementar la producción. Por eso es importante conocer las características generales de las plantas cultivadas y la forma en que están pueden en un momento llegar a diferenciar poblaciones dentro de la misma especie.

4.2.1 Raíz.

El sistema radicular del cocotero es completamente fibroso compuesto de dos partes bien diferenciadas. El bulbo radical y las raíces. El bulbo radical se encuentra a una profundidad de 30 centímetros de la cual se derivan las raíces adventicias que se

producen continuamente en los 40 centímetros básales del tronco conformando una parte abultada conocida como "Bola". En los tipos de palmas altas y en algunos enanos híbridos, no presentan raíz principal o central ni raíces peludas, pero tienen muchas raíces primarias que contienen grandes cantidades de raicillas. (Robles 1980, Fremond y Ziller 1969). Las raíces primarias al no tener cambium son notoriamente uniformes, las raíces principales logran alcanzar un diámetro máximo de aproximadamente 1 centímetro. La punta de la raíz es la región de crecimiento activa y detrás de ella, esta el área de absorción cuya epidermis es de una sola capa de células formadas por una pared muy delgada que gradualmente se convierte en impermeable con la edad. El centro de la raíz presenta una estela rodeada por una funda de células simples de la cual surgen las raicillas y las protuberancias aerocrimatosas (encargadas del intercambio respiratorio) o neumatoforos, este es más abundante cerca de la superficie del suelo, donde se permite una difusión fácil de oxígeno y bióxido de carbono fuera de la raíz

4.2.2 Tallo

Se desarrolla a partir de una yema terminal individual llamada "cogollo" o "palmito", el cual es el único punto de crecimiento vegetativo de la palma. Bajo condiciones favorables, la base o nacimiento del tronco de una palma joven alcanza su desarrollo completo en un periodo de 3-4 años. En los tipos altos, la base del tronco llega hasta 0.8 metros en diámetro, disminuyendo rápidamente hasta 0.4 metros (Child 1974). Una vez formado, el tronco no cambia mucho en diámetro; si la variación ocurre de la base a la copa o corona, esto no es causado por factores biológicos pero si por condiciones climáticas y prácticas de cultivo. En la base, el diámetro puede alcanzar hasta un metro mientras que en la sección del tronco localizada a dos metros de la base generalmente tiene de 30 – 50 cm su aspecto es casi liso, de color grisáceo, es columnar y recto o ligeramente curvado, la altura varía según las variedades: en las altas es alrededor de 20 M y en las enanas los frutos se pueden aprovechar desde el suelo en el extremo apical de la corona o yema terminal (primordio foliar) dará origen a todas las hojas

(cogollo. La muerte de esta yema terminal ocasiona la muerte del árbol, el tallo no ramifica y todas las hojas parten del ápice. El tallo del cocotero no tiene cambium, por tanto no puede regenerar tejido dañado. Sin embargo una palma madura puede tener tanto más que 18 mil haces vasculares, los cuales pueden ayudar a resistir daños físicos significativos en su tronco, como prevenir la entrada de insectos.

4.2.3 Hoja.

Las hojas del cocotero son simples presentando foliolos fusionados, después de haberse abierto de 8 a 10 hojas, las hojas subsecuentes presentan los foliolos separados. De 3 o 4 años, el tallo comienza a tomar forma a partir de la punta terminal de crecimiento; generalmente una palma adulta normal produce de 12 a 16 hojas al año, de las cuales se deriva una inflorescencia. Existen cerca de 30-40 hojas en una corona sana con un número similar de primordios de hojas diferenciándose cerca de 30 meses antes de que emerja como una hoja espada. Una hoja madura tiene de 3 - 4 metros de largo y de 200 a 250 foliolos. Una palma permanece cerca de 3 años y posteriormente se desprende dejando una cicatriz permanente sobre el tronco; el número de cicatrices en el tronco dividido entre 13, da la edad aproximada de la palma en años. (Mahindapala 1991. Cada hoja se compone de pecíolo, raquí y foliolos; el pecíolo varío su longitud entre 75 y 140 centímetros, los foliolos son sesiles, lanceolados linealmente y angostos hacia la parte terminal, coreaceos, con una nervadura central de consistencia endurecida, su longitud varia entre 40 y 100 centímetros, y 1.5 a 8 centímetros de ancho; siendo mas cortas y angostas hacia el ápice del raquí. Cuando el agua escasea las células estomaticas se contraen sobre el poro estomatico y las dos mitades de los foliolos se cierran parcialmente disminuyendo la superficie expuesta al sol, así como la transpiración. (Robles 1980; Fremond y Ziller, 1969)

4.2.4 Flor.

La inflorescencia del cocotero se encuentra encerrada en una vaina doble o espádice, toda la estructura se conoce "Espádice" o "espata" la cual nace individualmente en la axila de cada hoja. La palma es monoica, esto significa que contiene tanto flores masculinas como femeninas. Las flores masculinas son más numerosas que las femeninas; aquellas nacen en la porción distal de las espiguillas, las cuales están unidas a un eje central o pedúnculo. El primordio de la inflorescencia puede ser detectado cuatro meses después que el primordio de la primera hoja se diferencio; las flores masculinas y femeninas, 22 meses después. La apertura completa del espádice ocurre un año después. Las flores masculinas son las primeras en abrir, comenzando por la parte superior de cada de cada espiguilla, continuando hacia la base, después de que cada flor se abre, el polen es expulsado y las flores masculinas caen; todo el proceso toma solamente un día. La fase masculina tarda sin embargo cerca de 20 días en la mayoría de las palmas, pero esto puede variar de acuerdo con la temporada y la variedad. La flor femenina permanece receptiva de 1-3 días, la fase femenina bien puede comenzar unos cuantos días o después que la espata a abierto y durar de 3-5 días en palmas altas y de 8-15 días en la variedad enana. Una inflorescencia normal puede tener de 10-50 flores femeninas. Con polinización natural del 50% al 70% de las flores femeninas abortan usualmente y caen, especialmente aquellas que emergen durante severa sequía; las flores que aun permanecen se desarrollan en frutos, que toman cerca de 12 meses para madurar. El tiempo que tardan las fases masculinas y femeninas es afectado por las condiciones climáticas y usualmente no se sobreponen o traslapan en los cocoteros altos, de modo que la auto polinización ocurre raramente, en algunos cocoteros enanos particularmente los malayos enanos; Existe un traslape de las fases masculinas y femenina, promoviendo la autofecundación, por lo tanto los cocoteros son razonablemente homocigos.

4.2.5 Fruto.

Una vez que la polinización y fertilización ocurre, los frutos se desarrollan hasta madurar en un periodo de doce meses o menos de un año para algunos cultivares

enanos, la flor femenina fecundada se convierte en un enorme fruto, el cual botánicamente es conocido como drupa. La cual es fibrosa con cáscara lisa (exocarpo), puede variar de color verde a un café rojizo o a un tono marfil, posee una sola semilla constituida por un pericarpio liso y céreo, mesocarpo fibroso y endocarpo pétreo de forma redonda, ovoide globoso y ovoide triangular y un grosor que varia de 10 a 40 cm. Cuando esta madura, variando su peso entre 0.5 a 1.5 Kg (Robles1980; Fremond y Ziller, 1969)

La cubierta (Mesocarpo) en cocoteros sanos jóvenes es blanca y firme, el Mesocarpo en un fruto maduro constituyen una masa fibrosa, de donde se obtiene el bonote, el cual es una especie de fibra, dentro de esta masa fibrosa se encuentra una concha dura o hueso (Endocarpo) que encierra la semilla, la semilla esta formada por la almendra o carne blanca (Endospermo sólido), cubierta con una delgada capa de color café adherida firmemente de cerca de 12 mm. De grosor (Testa). En la cavidad central contiene el agua (Endospermo líquido), Presenta además un embrión embebido en el endospermo sólido, en la porción basal de la semilla. Hacia el final de la maduración del fruto, el volumen de agua en esta cavidad disminuye considerablemente lo cual puede deberse a la absorción por el tejido de endospermo sólido por evaporación.

Cuando se agitan los frutos maduros puede oírse un sonido característico del agua en su interior. El rendimiento se estima generalmente en términos del número de frutos producidos por palma o su equivalencia en peso de copra por unidad de área.

4.3 Variedades de Cocoteros

Existen diferentes interpretaciones sobre el significado del término variedades, Según la descripción dada por (Menon y Pandalai 1958). "Es el término designado para denotar una única raza o grupo de razas que se diferencian claramente por sus caracteres estructurales o funcionales una de otra o un grupo de la misma especie de la que se puede depender para reproducirse conforme al tipo."

(Copeland, 1921) afirmo que no sabemos como distinguir perfectamente las variedades en las que se puede confiar para una reproducción exacta. (Jack y Sands, 1922)

estimaron que en las plantaciones de cocoteros un 10% aproximadamente de todas las palmas resultaron responder con precisión al tipo. Otros autores no han empleado el término variedades para denominar las distintas formas de cocoteros, sino que han empleado otros como biotipos, ecotipos, razas, tipos, cepas o formas.

Hasta ahora se han hecho varios intentos de clasificación del cocotero (Rumphius, 1741) reconoció ya diferentes variedades de cocoteros siendo los caracteres de las nueces lo que las distinguía principalmente. Reconoció 13 especies diferentes de la palma Indica Major: *Calappa vulgaris*, palmera alta común con diferentes colores y tamaños de nueces; *C. rutila* con nueces de cáscara rojiza dulce; *C. sacharina* de nueces con cáscara blanda dulce comestible; *C. canarina* con nueces que tienen un endospermo blando y espeso que no sirve para la producción de aceite; *C. pultara* con nueces de endospermo blando unido holgadamente al casco y fácilmente mezclado con el agua de la nuez formando una sustancia tipo papilla; *C. machaeroides* con nueces fusiformes con un pezón en la punta y cuyo tamaño es similar a un huevo de ganso; *C. capuliformis* que posee la nuez más pequeña de todos los cocoteros; *C. pumila* una palmera pequeña cuya altura máxima era el doble de la de un hombre y daba muchas nueces; *C. regia* llamada también cocotero rojo o real con nueces mas pequeñas que las del cocotero común, redondas, de color amarillo brillante o anaranjado, con una cáscara y un casco delgado cuya agua tenía un sabor agradable; *C. lansi-formis* de crecimiento lento con pequeñas nueces verdosas del tamaño de un puño, con cáscaras y cascos tan delgados que las nueces se partían al caer del árbol; *C. terri* una palmera de lento crecimiento de hojas delgadas con foliolos que comienzan desde la base del pecíolo; *C. maldiva* con nueces pequeñas y de forma rectangular; *C. machaeroides* con un casco muy espeso y también un endospermo grueso con poco agua.

Lo notable es que se siguen utilizando algunos de estos nombres como pumila, rutila y regia. Otros autores han descrito también algunos de estos cocoteros. (Coopeland, 1921) habla de un cultivar llamado Lonó en Albay, Filipinas, cuyas nueces tienen endospermo blandos, y de otro cultivar con una cáscara tan dulce que podía masticarse como caña de azúcar, que se dan en Mindanao, Indonesia, donde es llamado Cuyamis, y en Java donde lo llaman Kelapa Tebu.

Según los caracteres de la nuez, (Hunger, 1920) dividió los cocoteros en siete variedades:

1. Viridis, con nueces verdes
2. Rubescens, con nueces de color gris pardo
3. Macrocarpa, con nueces enormes
4. Rutila, con nueces de cáscara espesa y escasa copra
5. Eburnea, con valor albino u ornamental únicamente
6. Pumilla, una especie enana de color verde y maduración temprana
7. Regia, palma enana de color amarillo oro o anaranjado de maduración temprana

(John y Narayana, 1949) reconocieron cinco variedades diferentes:

1. Spicata, palmeras altas con inflorescencias no ramificadas
2. Typica, palmeras altas y fructíferas con flores masculinas y femeninas
3. Androgena, con flores masculinas únicamente
4. Javanica, palmeras enanas que dan fruto en cuatro años
5. Nana, palmera enana y delicada que fructifica en tres años

Sólo en la variedad typica reconocieron nueve formas diferentes. Dentro de la variedad nana distinguieron todas las palmeras enanas puras, la forma nana (coco niño) y la forma maldiviana (que comprende las pugai de Filipinas) la variedad Javanica se consideraba un mutante de java intermedio entre las variedades altas y enanas.

Hay que señalar que la androgena no puede ser de por si una variedad porque las palmeras con flores masculinas únicamente no pueden reproducirse. Pueden solo ser una aberración de palmeras normales. El nombre typica dado a las palmeras altas y nana a las enanas se ha utilizado comúnmente desde entonces. Sin embargo, difícilmente puede hablarse de variedades typica y nana pues cada una de ellas comprende muchos tipos de cocoteros. En cambio, las palmeras altas y enanas deben considerarse como dos grupos diferentes.

(Child, 1974) afirmó que si el cocotero se considera como una planta no silvestre, las nuevas formas que aparecen dependen de la acción humana para su propagación en cantidad convirtiéndose así en cultivares, es decir en conjuntos de plantas cultivadas

que se distinguen por sus características particulares (morfológicas, fisiológicas, etc.) y que cuando se reproducen mantienen estas características.

(Fremont et al, 1966) dividieron los cocoteros en dos grupos, los alógamos o de polinización cruzada y los autógamos, es decir cocoteros que se autopolinizan. No mencionaron los nombres latinos de *typica* y *nana*, pero reconocieron el cocotero *Spicata* como una variedad alógama por separado. Dentro del grupo autógeno distinguieron cuatro variedades diferentes: *pumilla* o enana verde, *eburnea* o enana amarilla, *regia* o enana roja y la *aurantica* o cocotero real. De media altura autógeno y de producción tardía. Aunque este tiene características intermedias de los dos grupos principales no constituye un híbrido.

(Rognon, 1975) y (Sangare et al, 1978) revelaron que no puede establecerse una distinción clara entre cocoteros alógamos y autógamos, además de existir varias formas intermedias que demuestran no ser la clasificación ideal para el cocotero.

(Harries, 1978) distinguió dos grupos principales de cocoteros, el "Niu kafa", que se desarrolló naturalmente y el "Niu vai", que se produjo por cultivo. Considera las variedades enanas como cocoteros que se han seleccionado y que se han mantenido en cultivo por obra del humano.

Botánicamente solo se puede hablar de 2 variedades, de acuerdo a su tipo de Polinización, Autógamas y Alógamas que corresponde a coco enano y coco alto Respectivamente. (Ohler, 1999).

- **Variedades Alógamas ó Cocoteros altos.**

Esta variedad esta formada por un grupo de tipos de palmas de tronco esbelto, con un ensanchamiento en la base del tallo; puede alcanzar alturas de 30 metros, son tardías para producir, ya que florecen de los 6 a los 10 años después de haberse plantado y su vida productiva puede ser superior a los 60 años. Se ha planteado que debido a la selección natural, como la efectuada por el hombre, origino a dos tipos de cocoteros altos diferenciados principalmente por el tipo de fruto y la estructura de la palma. Estos tipos son NIUVAI Y Niukafa.

- Cocotero del Tipo Niu vai.

Este tipo de cocotero surgió de la selección de frutos con alto contenido de agua, realizada por el hombre.

Es conocido también como cocotero del pacífico por encontrarse distribuido en las islas y países que se encuentran o limitan con este Océano. Este tipo es bastante utilizado como fuente de germoplasma por su precocidad en el inicio de la producción y por su alto contenido de copra por nuez, que sobrepasa los 250 gramos. Aunque la producción de cocos por racimo es baja el germoplasma de este tipo de cocotero es útil en trabajos de selección o formación de híbridos con buenas características de rendimiento, precocidad, resistencia a plagas y enfermedades, principalmente al amarillamiento letal del cocotero.

- Cocotero del Tipo Niu kafa

Este cocotero se conoce también como alto del Oeste africano o alto del Atlántico. Son árboles de tranco delgado con abultamiento en la base; producen entre 8 y 12 cocos por racimos, con contenido de endospermo sólido que fluctúan entre 300 y 400 gramos. Por nuez, equivalente a 150 y 200 gramos de copra.

Una característica distintiva de esta población es el fruto alargado con tres costillas pronunciadas, que definen en el cocotero tres caras. La nuez es ovalada y se encuentra en la porción central del fruto.

- **Variedades Autógamas ó Cocoterros Enanos.**

El origen de los cocoterros enanos ha sido muy discutido, sin embargo se acepta que surgieron de una mutación recesiva del cocotero alto o de segregaciones de las cruces naturales entre cocoterros altos por altos. Los cocoterros enanos fueron seleccionados y diseminados por el hombre probablemente desde Malasia y las costas de la India; de donde deriva el nombre de cocoterros enanos Malayos, llamados también Malayos enanos o enanos de la India.

El cocotero enano produce muchos cocos por racimo pero no se considera una variedad apta para producir copra, ya que su contenido por nuez y por palma es

demasiado bajo. En la actualidad, dentro de la variedad enana se distinguen tres tipos de cocotero sobre la base de la coloración de la inflorescencia y el fruto: la palma enana amarilla, la palma enana verde y la palma enana roja. (Domínguez 1999)

4.3.1 Variedades altas conocidas.

- *Andaman Gigante:* llamada también gigantea, originaria de las islas Andaman-Nicobar. Es una palma muy fuerte y robusta, con unas características morfológicas gigantescas; las hojas son largas, los pecíolos grandes y gruesos, con unos folíolos largos y anchos, las nueces son muy grandes mas o menos redondas, el endospermo es relativamente delgado, el contenido de copra es solo de 190 gr. por nuez con un contenido del 66% de aceite, la espádice no se presta al sangrado.
- *Bali:* variedad de Indonesia que se observa abundantemente en la isla de Bali sin embargo según (Boldingh, 1920) el nombre no se refiere a la isla sino que es un indicador de su tamaño, que significa grande. El fruto de la palmera es grande y redondo, la nuez sin descascarar muestra una base que sobresale por lo plana que es, el endospermo es grueso las mejores nueces tienen entre 200 y 450 gr
- *Bay bay:* variedad bastante homogénea originaria de las Filipinas, con un contenido de copra por nuez de unos 300 gr. y una cáscara delgada, es una palmera relativamente corta que florece muy temprano.
- *Bodiri:* variedad de Sri Lanka, produce un gran número de nueces del tamaño de una naranja, para producir una tonelada de copra se necesitan unas 20000 nueces, cada racimo tiene entre 50 a 100 frutos. La variedad Mapraw-poung de Tailandia es bastante similar.
- *Jamaica:* es la principal variedad que se cultiva en Jamaica y en muchas otras islas del Caribe, la costa de América Central y del Sur, la Atlántico alto de Costa Rica es idéntica a esta. Es una palma delgada con un tallo ligeramente curvo y una copa esférica, el tallo esta cubierto por cicatrices foliares bastante pronunciadas, las hojas al morir se vuelven primero amarillas y luego pardas, los

frutos alargados son grandes, angulares y de color verde o pardo, con cáscara gruesa y un contenido de 225-250 gr. de copra, es una palma de germinación tardía.

- *Kappadam*: es una palmera bastante robusta de la costa sudoccidental de la India, con grandes nueces, una de las mayores que se conocen, la forma del fruto es elipsoide, tienen un contenido abundante de copra gruesa y dura.
- *Kar kar*: originaria de la isla Kar Kar frente a Madang, costa norte de Papua Nueva Guinea, famosa por su alto rendimiento, es una palmera precoz con grandes nueces de buena composición, es bastante susceptible a la enfermedad de la mancha foliar.
- *Laccadive alta o Laccadive ordinaria*: Variedad alta que se suele cultivar en las islas Lakshadweep, India, de elevado contenido de aceite de copra, que es de un 72 %, supera a la alta de la costa occidental en cuanto al número de nueces y al rendimiento de copra, la producción de flores femeninas y la fructificación son elevadas, las nueces son de tamaño mediano.
- *Laguna*: es el cocotero corriente del archipiélago de las Filipinas, es una palmera algo precoz que da pequeños frutos con un contenido de copra aproximado de 220 gr
- *Malaya*: palmera robusta con un tallo bastante corpulento y tronco grande. de ella brota un buen número de hojas largas, aunque el número de espigas y flores femeninas es bajo; la fructificación es mediana. La base de la yema tiene un anillo de color rosáceo que puede verse cuando se quita el perianto. Su gran fruto esférico tiene un casco delgado, un gran volumen de agua y su contenido es de unos 275 gr. de copra, el agua es dulce y tiene un aroma peculiar.
- *Valle Markham*: variedad originaria del valle Markham, Papua, Nueva Guinea. Es conocida por sus frutos grandes, pero el fruto tiene una cáscara gruesa. Su forma va de redonda a angular y contiene unos 200 gr. de copra. La palma tiene un tallo corto

- *Nuevas Hébridas:* Conocida también como Vanuatu, variedad precoz originaria de las islas de Nuevas Hébridas, los frutos son predominantemente verdes y pequeños, conteniendo 190 gr. de copra.
- *Panamá:* es parecida a la San Blas, se encuentra en la costa del pacífico de América Central y del Sur, México, Costa Rica, Colombia, Panamá, Perú y Ecuador. En la región de San Blas, la variedad predominante de cocotero es análoga a la alta Jamaica. La variedad de cocotero denominada San Blas es de un tipo muy diverso; por lo tanto, el nombre Panamá debe preferirse aunque tampoco sea satisfactorio, ya que la Alta Jamaica se introdujo en esta isla desde Panamá. Lo anterior ha ocasionado mucha confusión a la hora de dar el nombre más adecuado.
- *Pusilla o Diri:* es una variedad india caracterizada por sus frutos pequeños y sus grandes racimos, que contienen hasta 100 nueces o más cada uno. El rendimiento anual es de a veces hasta 400 nueces por año, estas son de forma redondeada o alargada, con buena calidad de copra y un contenido de aceite de 75 %.
- *Rennell:* su nombre deriva de una isla recóndita al sur del archipiélago de las Salomón. Las palmeras de la isla cercana de Bellona son muy análogas a las Rennell. Son una de las variedades altas más precoces, pues florecen en 50-60 meses, e incluso algunas lo hacen mucho antes. Las nueces tienen una característica forma de pera y un color marrón pálido, con un contenido de endospermo bastante elevado, es un buen productor.
- *Rotuma:* variedad interesante por su gran fruto y su buena composición; produce nueces de forma redondeada con un contenido de copra de unos 335 gr.
- *San Ramón:* es la segunda variedad de las Filipinas pues se encuentra en varios países del sur sudeste asiático y también en el pacífico. Se caracteriza por sus nueces muy grandes que dan hasta 350 gr. de copra
- *Siamea:* esta variedad de tallo corto es bastante robusta y tiene una corona compacta. Es una productora media, las nueces son verdes, bastante grandes y adoptan varias formas, con un contenido de 225 gr. de copra de buena calidad

conteniendo un 75% de aceite. El agua de nuez es abundante y dulce, la producción de flores femeninas es bastante baja y el porcentaje de fructificación es medianamente bueno.

- *Salomón:* originaria de las islas Salomón, que se caracteriza por su altura y sus nueces pequeñas, bastante sensible a los ciclones. El número de hojas y ramos que produce anualmente es alto. Esta planta tiene un buen rendimiento. El contenido de copra por nuez es de unos 160 – 200 gramos.
- *Tagnanan:* La población de palmeras tagnanas del Golfo de Davao, Mindanao, Filipinas, probablemente provino del norte de Sulawesi, Indonesia. Es muy uniforme para una población alta, produce un gran número de hojas; unas 16 por año. Las nueces tienen un contenido de copra muy elevado de 300 a 350 gramos, y unas cáscaras muy delgadas. El número de nueces por ramo es bastante bajo. Sin embargo, el rendimiento de copra por palmera y año es alto, de unos 30 Kg. Parece que es una de las variedades más prometedoras para programas genéticos, que se pueden cruzar con enanas y con otras variedades altas.
- *Tahití:* cocotero alto muy variable en sus características vegetativas como resultado de una introgresión entre los tipos Niu vai y Niu kafa, cuyas influencias son evidentes. Tiene una producción anual de hojas muy elevada pero solo una tasa de crecimiento intermedia. Su floración es bastante precoz al cabo de unos 60 meses. El número de racimos producidos anualmente es también elevado, y lo mismo se puede decir del número de hojas femeninas por racimos. Las nueces tienen cáscaras delgadas. El contenido de copra por palma al año es de unos 30 Kg.
- *Africana occidental.* Esta variedad de cocotero crece lentamente y el número de hojas anuales que hecha es bajo. Florece pronto, al cabo de unos seis meses por término medio. Es una palma que produce un número bastante grande de frutas alargadas angulares con cáscaras gruesas y endospermos también gruesos. Su rendimiento de copra por nuez es de unos 200 gramos. La copra es de buena calidad, rica en aceite y proteína

- *Costa occidental.* Cultivada en la costa occidental de la India. Es una palma dura que da copra, aceite y fibra de buena calidad. Pero su población es muy variable, sus nueces varían de tamaño, forma y color, su capacidad de rendimiento es mediana.

4.3.2 Variedades Enanas Conocidas.

Cualquiera que sea su origen, las variedades que se encuentran en casi todos los cocotales no debe dividirse en Variedades diferentes en función del color de las nueces, como muchas veces se hace efectivamente. (Liyana, 1958.) Reconoció tres variedades diferentes en las enanas del tipo nana: ebúrnea (amarilla), pumilla (verde) y regia (roja). Otros autores han empleado también estos nombres suponiendo que había una gran homogeneidad dentro de cada grupo de color. En cambio, hay amplias diferencias.

Las enanas del tipo Javanica y las del tipo nana pueden tener el mismo color, pero ser muy diferentes entre sí bajo muchos otros aspectos. Existen realmente grandes diferencias dentro de cada grupo de color de las enanas, e incluso entre enanas del mismo grupo de color que crece en un país.

- *Aromática:* las enanas aromáticas plantadas en la estación de Zamboanga, Filipinas, proceden de Bajo Oshiro y éstas a su vez de Laguna, que fueron importadas en su día de Tailandia. Esta enana se caracteriza por el gusto algo dulzón de su agua y endospermo, el contenido de copra de las nueces es bajo, unos 70-100 gr. Produce un gran número de hojas y ramos.
- *Ayiramkachi:* es una enana que se encuentra en la costa oeste de Tamil Nadu, India. Produce muchas nueces, el tamaño de estas es pequeño y la forma casi siempre ovoide, raramente redonda. Es una palma que se asemeja a Laccadive Micro. Las nueces son verdes y la copra es de buena calidad. La característica más importante de esta variedad es la alta

producción de flores femeninas que pueden aprovecharse para reproducción. Pero la fructificación es baja.

- *Enana Verde Brasileña*: ésta se importó de Bogor, Indonesia, en 1925. Para una enana el contenido de copra de las nueces es bastante elevado, unos 200 gr.
- *Enana Roja Camerunesa*: ésta se caracteriza por un tallo delgado, hojas largas y un raquis también largo, con nueces en forma de pera, el contenido de copra es de 180 gr. con un 68.5% de aceite.
- *Catigán*: esta variedad de las Filipinas dice ser originaria de Indonesia. Los largos pedúnculos que son característicos de la misma constituyen un inconveniente en climas donde son frecuentes los tifones. El contenido de copra de la nuez es bastante elevado, de unos 205 gr. su cáscara es muy gruesa.
- *Verde Chowghat*: Esta variedad procede del estado central de Kerala, India. Tiene hojas, pecíolos y nueces de color verde oscuro. La producción de flores femeninas es muy alta, pero el porcentaje de fructificación bajo. Las flores no fertilizadas quedan en la espiga, las nueces son alargadas con una contracción y una base cónica, su copra es de ínfima calidad.
- *Naranja Chowghat*: esta procede también de Kerala, India. Fructifica temprano y produce nueces medianas de color naranja, a veces amarillo. El contenido de la nuez en copra es de unos 135 gr. pero el contenido de aceite es del 55 % o menos. Es una variedad que retiene también sus flores femeninas no fecundadas.
- *Coco Niño*: es la variedad ordinaria que se halla en muchos lugares de las Filipinas, que produce fruto pequeño, alargado y verde, con 20-40 nueces en cada racimo. La palma florece en unos 4 años. Es una productora prolífica pues da muchas nueces, estas contienen 140gr. aproximadamente

de copra dura y buena. Es una variedad apreciada por sus cualidades de sangrado.

- *Enana Verde Guineo-Ecuatorial*: variedad de gran rendimiento, se caracteriza por un alto contenido de aceite en su copra. El contenido de copra por nuez es de unos 200-210 gr. el rendimiento anual por palma es de 20-25 Kg. de copra
- *Enana Laccadive*: esta crece en las islas Laccadive, India. El rendimiento medio es menos de 50 nueces por año, pero las nueces tienen una buena calidad de copra. El contenido de copra es de unos 115-145 gr. por nuez, con un 71% de aceite.
- *Maldiviana*: se trata de una enana un tanto pequeña con hojas cortas, una copa pequeña y un tallo delgado, que alcanza los 3-5 M de altura con la edad. Su ciclo vital es breve pues llega a unos 35 años. Fructifica a los tres años después de la plantación, colgando hasta el suelo los primeros racimos. Las nueces son pequeñas con gran cantidad de agua dulce. Su copra es delgada y correosa.
- *Mangipod o Ipod*: es la variedad más pequeña de las Filipinas. Fructifica temprano, colgando hasta el suelo los primeros racimos, da de 50-60 nueces al año. Al alcanzar la madurez, en la cavidad de la nuez queda poco agua o ninguna, reduciéndose el peso de la misma y las nueces no se desprenden fácilmente.
- *Nias*: variedad enana que crece en Indonesia, isla de Nias. La producción de nueces es grande, el peso de la nuez es mediano, y el endospermo bastante grueso, el contenido de copra por nuez es de unos 190gr.
- *Niu Leka o Fiji*: Enana local de las islas Fiji. Es bastante diferente de los tipos denominados enanos malayos, salvo por sus internudos muy cortos, que determinan también una copa tupida. Tiene hojas cortas y rígidas con

- foliolos anchos y muy juntos, espadices cortos, tallo con un perímetro menor que otras variedades enanas con tronco bien desarrollado.
- *Pascual*: productora muy prolífica originaria de Davao, Filipinas. Emite muchas hojas. Las nueces son pequeñas.
 - *Pugai*: enana bastante pequeña de las Filipinas con nueces diminutas de unos 7 cm. de diámetro y una cáscara gruesa de 2 cm. las nueces se utilizan como artículo curioso.
 - *Pilipog*: variedad Filipina tiene también nueces muy pequeñas. Su característica principal es que las flores femeninas son de color rosa al abrirse la espata.
 - *Kelapa Raja*: Este tipo de cocotero puede encontrarse en Tobelo, isla de Halmahera, Indonesia. Los caracteres del tallo y de la hoja de esta variedad son del tipo nana. El color de la fruta es un marrón rojo profundo, muy distinto del amarillo, verde, y rojo-albaricoque.
 - *Tacunán*: procede de Tacunán, cerca de Davao, Filipinas. Produce de 16 a 17 hojas por año. Los espádices tienen unas espigas especialmente cortas. Las nueces son verdes y alargadas, con un alto contenido de copra de 220-260 gr. por nuez.
 - *Malasinos*: variedad originaria de Malasia, produce entre 120 - 150 frutos de tamaño pequeño por palma y por año, con 110 gr de copra por nuez de baja calidad. Presentan forma alargada y se pueden diferenciar tres colores en la cáscara que sirven para agruparlos en tres tipos. Florecen entre los 3 - 4 años de edad. El tronco es casi cilíndrico con ausencia o poco ensanchamiento en la base.

4.4 Manejo Agronómico.

Contreras (1999), sostiene en base a señalamientos hechos por productores que existe una falta de conocimientos ó voluntad para manejar técnicamente las plantaciones de coco, dejando ver que no tienen asistencia técnica sistemática, por lo que su comportamiento puede tener una explicación, a la vez la falta de asistencia técnica puede deberse a que jamás este cultivo ha sido objeto de atención por parte de las instituciones como: CENTA y MAG. De esta manera los extensionistas no han tenido nunca una base sólida de tecnologías disponibles para hacer frente a los problemas que presenta una de las fuentes permanentes de ingresos y empleos que tiene un gran potencial para superar la situación actual de las zonas costeras del país, por lo que los esfuerzos deben ir orientados a una ampliación de las áreas cultivadas acompañadas de una asistencia técnica de calidad.

Lizano (2001) sugiere la realización de las siguientes labores para un manejo agronómico adecuado.

- **Selección de la plantilla:** esta debe estar libre de plagas y enfermedades. Con una edad superior a los cuatro meses de germinada o a una altura mayor de un metro. Generalmente cuando tiene una hoja pinnada.
- **Preparación del terreno:** Para el cultivo del cocotero se debe garantizar una amplia exposición a la luz solar, por lo tanto se debe eliminar los árboles de mayor tamaño. Además el terreno donde se cultivará debe estar libre de malas hierbas, para lo cual se recomiendan los métodos mecanizados por su bajo costo, sin embargo sólo se pueden aplicar en terrenos con poca pendiente. El cocotero es sensible a largos periodos de encharcamiento, por tanto si tenemos una capa de suelo endurecida se recomienda un paso de subsolador para mejorar el drenaje interno y externo del suelo.
- **Ahoyado.** El ahoyado depende del tipo de suelo. Si el suelo es franco las dimensiones del hoyo serán de 40x40x40cm. a medida que el suelo se vuelve arcilloso el tamaño aumenta (de 60x60x60cm. A 1x1x1m.). La tierra superficial del hoyo debe ser separada de la del fondo. Es recomendable que el Ahoyado se realice un mes antes del trasplante. El hoyo de siembra se prepara Colocando una

capa de materia orgánica (gallinaza, estiércol o estopas de coco) para facilitar el crecimiento de las raíces.

- **Transplante.** El trasplante se realizará al inicio de la estación lluviosa. Según el siguiente procedimiento: el hoyo se llena de tierra hasta un cuarto de su profundidad, para favorecer el desarrollo de las raíces nuevas. Seguidamente la tierra de la superficie del hoyo se mezcla con un fertilizante fosforado. Se acomoda la plántula de tal forma que al rellenar el resto del hoyo el cuello de esta quede a nivel del suelo, finalmente se procede a compactar la tierra de alrededor para evitar bolsas de aire.
- **Plantación marcos de plantación.** Los marcos de plantación varían según el tipo de cocotero siendo los más recomendados los siguientes:
 - En variedades gigantes será de 9x9. M
 - En variedades enanas es de 7.5x7.5. M
 - Para los híbridos es de 8.5x8.5. M
- **Fertilización:** Las cantidades de fertilizantes requeridas por el cocotero esta determinadas por el nivel de producción, la edad de la planta, el contenido de nutrientes del suelo y su disponibilidad, el tipo de cocotero, la densidad de siembra, el tipo de riego y fertilizante, etc. Por tanto, es necesario realizar un análisis de suelo o foliar para determinar las necesidades de nutrientes. Los nutrientes más demandados por el cocotero son: nitrógeno, fósforo, potasio, cloro y calcio. La época de aplicación del fertilizante también es variable, sin embargo puede generalizarse la aplicación dos veces al año, una al inicio y otra al final de la época lluviosa.
- **Riego:** Las necesidades hídricas del cocotero dependen de varios factores como: la edad de la planta, altura y área foliar, el clima local (temperatura, radiación solar, humedad relativa, velocidad del viento), tipo de suelo, método de riego, estado nutricional, humedad del suelo, etc. El cocotero gigante es más resistente al estrés hídrico que el tipo enano. Los métodos de riego recomendados para el cocotero son los localizados: micro aspersión, goteo y goteo subterráneos no existen limitaciones de agua se recomienda riego por inundación parcial.

- **Malas hierbas:** Las malas hierbas pueden ser controladas con una combinación de métodos mecanizados y manuales, también se pueden emplear herbicidas. Los mejores rendimientos en producción y economía se dan con una combinación de dos pases de rastra y una eliminación de forma manual.

4.4.1 Plagas.

- **Picudo Negro:** (*Rhynchophorus palmarum*) el daño lo ocasionan las larvas, principalmente en palmeras jóvenes de tres a seis años; minan el tronco y los pecíolos, provocando el marchitamiento y la caída rápida de las hojas.
- **Ácaro del cocotero:** (*Eriophyes guerreronis*) se alimentan de la superficie meristemática del fruto en desarrollo llegando a provocar la caída de estos o quedando deformes o momificados con la consecuente disminución del contenido de copra
- **Chicharrita pálida:** (*Myndus crudus*) no causa daño directo a las palmas pero se considera vector del amarillamiento letal del cocotero. (Lizano, 2001)

4.4.2 Enfermedades.

- **Anillo rojo del cocotero:** causado por el nematodo (*Rhadinaphelenchus cocophylus*) transportado por las larvas del picudo del cocotero. Se manifiesta por un amarilleo en la punta de los folíolos que avanza hacia la base de los mismos hasta llegar al raquis, más tarde la coloración se torna café bronceado y las hojas colapsan y cuelgan del tallo para caer posteriormente. Estos síntomas se presentan gradualmente de las hojas más viejas a las más jóvenes. La planta muere en un periodo de tres a cuatro meses.
- **Pudrición del cogollo:** causada por el hongo (*Phytophthora palmivora*) el síntoma de una palma infestada es el color verde pálido en la base del cogollo, que está rodeado de un color más oscuro y continúa a través de toda la región central del cogollo pudriéndose y desprendiéndose de la base (Medardo. 2003)

o **Amarillamiento letal del cocotero (ALC):** Esta enfermedad fue reportada en Jamaica desde 1872 donde ha causado considerables estragos, la zona costera ha sido replantada por lo menos en cuatro ocasiones y en 1954 murieron los últimos sobrevivientes de las últimas replantaciones. La enfermedad se origino posiblemente en el Caribe y al dispersarse a nivel mundial, se calcula que matara cerca de las dos terceras partes de los árboles de cocotero (Harries 1978) En México fue confirmada su presencia en 1982, en Cancún e islas mujeres, en el estado de Quintana Roo. A partir de entonces se ha dispersado hacia el sur por la costa del Caribe Mexicano, Belice y Honduras. Debido a esto la enfermedad es considerada una emergencia fitosanitaria, pues pone en riesgo la fuente de trabajo de miles de familias.

En el Salvador aun no se ha confirmado la presencia de esta enfermedad pero no se descarta la posibilidad de encontrarse, especialmente en aquellas plantaciones cultivadas con cocotero alto del Atlántico.

Los reportes existentes de especies susceptibles al amarillamiento letal son a partir de 1974 donde se tenia identificadas 13 especies susceptibles.

Es interesante que la mayor parte de las especies susceptibles procedan del viejo mundo y ninguna es nativa de la zona occidental del caribe. Debido a que las especies de palma afectadas proceden de diferentes grupos taxonómicos de la familia de las Palmáceas, aparentemente no existe una clara correspondencia de factores ecológicos y/o fisiológicas que permitan establecer una relación de especies susceptibles (Howar 1978).

Los estudios realizados en Jamaica por más de 30 años encontraron resistencia a esta enfermedad en algunas de las poblaciones del síndrome domesticado, procedente del Sureste Asiático y reconocieron una alta heredabilidad de la resistencia. (Ashburner y Been 1997). En consecuencia la búsqueda de genotipo resistente se ha convertido en la principal estrategia para enfrentar el padecimiento. Esta búsqueda se basa en estudios históricos e investigación etnobotánica; y caracterizada mediante el análisis de los patrones de variación morfológica, fisiológica e isoenzimaticas. (Zizumbo 1993).

4.5 Mejoramiento del Cocotero.

Las cruces entre los diferentes tipos de cocotero persiguen una adaptación de la progenie a condiciones adversas del ambiente, rendimiento, resistencia a plagas y enfermedades. (Domínguez 1999)

En el caso del cocotero varias técnicas de reproducción pueden ser usadas, teniendo en cuenta el tiempo requerido para realizarlas. (Olher 1999). Una de las dificultades principales que presentan los programas de mejoramiento del cocotero es el tiempo que debe transcurrir para obtener resultados debido a características específicas de las plantas.

La palma del cocotero se caracteriza por una larga fase improductiva, el tiempo que toma para obtener semillas de los primeros frutos varía desde 3 años por los enanos más precoces, hasta nueve años por algunas variedades altas. (Nuce 1993). Además de esto se debe considerar el bajo coeficiente de multiplicación. Muchas variedades producen menos de cien frutos por árbol; lo cual limita la rapidez de los cruces de plantas.

Para alcanzar el éxito en un programa de mejoramiento es necesario realizar una adecuada selección de los materiales a utilizar. Alrededor del mundo existen diferentes métodos de selección los cuales están basados en criterios originados por el compromiso entre diferentes hábitos culturales y alimenticios, conocimiento de las plantas y tecnologías de procesamiento. (Nuce 1993)

La gran mayoría de los programas de mejoramiento están orientados al aumento de la producción de frutos por árbol, lo cual implica una reducción de la fase improductiva, aumento en el número de nueces por palma, incremento en el rendimiento de copra por nuez. Estas características son desarrolladas por cruces entre variedades de cocotero altas por enanas que han dado origen a una nueva variedad denominada "Intermedia". El rendimiento de estas variedades es bastante alentador ya que además de mostrar buenas cualidades de producción presenta cierta tolerancia al amarillamiento letal del cocotero.

4.5.1 Muestreo y Análisis de Datos en Caracterizaciones de Plantas

El muestreo puede definirse como el acopio de información de una determinada población con objetivos bien definidos de lo que queremos conocer en un momento dado, en un área determinada. El muestreo es un enfoque basado en la matemática para obtener una información de objetos para fines específicos. Su aplicación en el campo tiene aspectos teóricos y prácticos que tienen que ser considerados con mucho cuidado. Por ejemplo si deseamos saber algo sobre un gran número de plantas en el campo resulta difícil revisar cada planta o cada fruto, en los aspectos que interesan. Por lo tanto hay que sacar de algún modo, las conclusiones sobre la situación en el campo basándose en un número relativamente pequeño (Muestra) de plantas o frutos. Esperando que al final se refleje lo mas cerca posible la variabilidad entre las plantas en el campo.

4.5.1.1 Selección del tamaño de muestra

Tres factores deben ser considerados cuando se selecciona el tamaño de la muestra para medir un carácter.

- (1) El intervalo de confianza deseado (**CI**): es el intervalo $[x-b \infty, x+b \infty]$ alrededor del promedio muestral (**x**), el cual incluye al "promedio real" de la población (**m**) a una probabilidad $1-\infty$ (generalmente, $\infty = 0.05$).
- (2) El coeficiente de variación (**CV**) de una simple medida está determinado por la variabilidad de la población y el error experimental.
- (3) El costo de una muestra, el cual está relacionado con el tamaño de la muestra **N**. Dado $CI_{\infty} = x \pm b \infty / m \times 100$, los factores están ligados por la fórmula:

$$CI_{0.05} = 1.96 \times CV / \sqrt{N}$$

Donde el factor 1.96 corresponde a una $\infty=0.05$. Así calculamos el tamaño de muestra como sigue:

$$N = \{1.96 \times CV / CI_{0.05}\}^2$$

La Tabla 1 muestra los valores calculados para un tamaño óptimo de muestra de acuerdo a CV y al CI 0.05.

Tabla 1. Tamaño óptimo de muestra de acuerdo a CV y al CI 0,05

Coefficiente de variación (%)									
CI 0.05	5.0	7.5	10.0	12.5	15.0	17.5	20.0	22.5	25.0
5.0%	4	9	16	25	35	48	62	78	97
7.5%	2	4	7	11	16	21	28	35	43
10.0%	1	3	4	7	9	12	16	20	25
12.5%	1	2	3	4	6	8	10	13	16
15.0%	1	1	2	3	4	6	7	9	11

(Zizumbo, 1993)

Los caracteres de los componentes del fruto generalmente son más variables que los caracteres vegetativos. Por esta razón, y debido a su importancia económica, el tamaño de la muestra no debe ser inferior a las utilizadas para las mediciones vegetativas. Se necesitan medir cuando menos 30 palmas para obtener un CI fluctuando de $\pm 5\%$ a $\pm 7.5\%$ para los estudios de componentes de fruto. (Zizumbo 1993).

4.5.1.2 Análisis de Datos en Caracterizaciones de Plantas.

Los datos se pueden analizar mediante el empleo de métodos simples o complejos, que van desde el uso de gráficos y estadísticos de tendencia central

Y dispersión hasta los multivariados. El análisis tiene el propósito de reducir el Volumen de información característico en trabajos de esta naturaleza.

La estadística univariante consiste, esencialmente, en describir una sola variable mediante características muestrales, o realizar inferencias sobre la información de una muestra obtenida bajo una o varias condiciones experimentales.

En la caracterización de recursos filogenéticos el análisis multivariado se puede Definir como un conjunto de métodos de análisis de datos que tratan un gran número de mediciones sobre cada accesión del germoplasma. Su virtud principal consiste en permitir la descripción de las accesiones tomando en cuenta simultáneamente varias características, sin dejar de considerar la relación existente entre ellas. Los métodos multivariados se clasifican en dos grupos. Los de dependencia, que son aquellos en los

cuales una variable o conjunto de variables es identificado como dependiente de otro conjunto conocidas como independiente o predictor. Los de interdependencia, o aquellos en que ninguna variable o grupo de variables es definido como independiente o dependiente y, más bien, el procedimiento implica el análisis simultáneo de todo el conjunto de variables. (Franco e Hidalgo 2003)

Estadísticos simples: Son empleados para estimar y describir el comportamiento de las diferentes accesiones en relación con cada variable. Se utilizan en el análisis de datos cuantitativos. Estos se deben realizar antes de cualquier análisis multivariado, ya que proporcionan una idea general de la variabilidad del germoplasma y permiten inmediatamente detectar datos no esperados y errores de medición en el ingreso de datos. Dentro de estos podemos mencionar: Media aritmética, Rangos de variación, Desviación estándar, Varianza, coeficiente de variación.

- **Media aritmética:** Sirve para reducir el conjunto de datos de una característica observada o investigada a un solo número representativo. La media de un conjunto de valores (x_1, x_2, \dots, x_n) es la suma de los mismos, dividida por el número total de observaciones que se consideran.

- **Rangos de variación:** Sirve para dar una ligera aproximación del grado de variabilidad, tomando como base los valores extremos (Mayor y Menor)

- **Varianza:** sirve para calcular el grado de concentración de las observaciones alrededor de un promedio, es la media de los cuadrados de las diferencias entre los valores que toma una variable y su media aritmética.

- **Desviación estándar:** al igual que la varianza sirve para medir el comportamiento de las observaciones alrededor de un valor central, con la ventaja que el resultado que se obtiene en esta es dado en la misma unidad que la variable. Se obtiene al extraer la raíz cuadrada a la varianza.

- **Coefficiente de variación:** Permite comparar la variabilidad de dos o más distribuciones dadas en unidades de medidas diferentes, con el fin de determinar cual de ellas tiene una mayor o menor variabilidad relativa. Calculada como el cociente entre la desviación típica y la media aritmética.

Métodos multivariados. El análisis multivariante cumple también con los objetivos descriptivos e inductivos, pero trabajando simultáneamente con varias variables en lugar de una sola. Es una metodología estadística más complicada, pero también más potente, que utiliza extensamente los métodos del álgebra lineal, cálculo numérico y geometría lineal. Dentro de estos los más utilizados son: Análisis multivariante (MLG), AC (análisis de correlación), ACP (análisis de componentes principales), Análisis por conglomerados jerárquicos (cluster)

- **Análisis multivariante (MLG):** El procedimiento MLG Multivariante proporciona un análisis de regresión y un análisis de varianza para variables dependientes múltiples por una o más covariables o variables de factor. Las variables de factor dividen la población en grupos. Utilizando este procedimiento del modelo lineal general, es posible contrastar hipótesis nulas sobre los efectos de las variables de factor sobre las medias de varias agrupaciones de una distribución conjunta de variables dependientes. Asimismo puede investigar las interacciones entre los factores y también los efectos individuales de los factores. Además, se pueden incluir los efectos de las covariables y las interacciones de covariables con los factores.

- **Análisis de correlación (Coeficiente de correlación):** sirve para medir el grado de asociación entre las variables en estudio (variable dependiente y variables independientes) permitiendo identificar el tipo de asociación entre estas. Los coeficientes de correlación son aplicables solo cuando la observación total, es aleatoria. Se basa en el supuesto de que existe una relación lineal entre las variables. Esto es válido cuando el muestreo se hace en una distribución normal bivalente. Se obtiene a partir de la fórmula:

$$r = \frac{\sum (X - \bar{X})(Y - \bar{Y})}{\sqrt{\sum (X - \bar{X})^2 \sum (Y - \bar{Y})^2}}$$

- **Análisis de componentes principales (ACP):** Es un método que comprende un procedimiento matemático que transforma un conjunto de p-variables

correlacionadas, en un conjunto de k-variables no correlacionadas llamadas componentes principales. Que explican en gran cantidad la variación total del conjunto original. El ACP es una herramienta útil para analizar los datos que se generan de la caracterización y evaluación preliminar de germoplasma, y permite conocer la relación existente entre las variables cuantitativas consideradas y la semejanza entre las accesiones; en el primer caso, con el fin de saber cuáles variables están o no asociadas, cuáles caracterizan en el mismo sentido o en el sentido contrario; y en el segundo, para saber cómo se distribuyen las accesiones, cuáles se parecen y cuáles no. También permite seleccionar las variables cuantitativas más discriminatorias para limitar el número de mediciones en caracterizaciones posteriores.

- **Análisis de agrupación por conglomerados jerárquicos (cluster):** el análisis cluster se utiliza para definir una serie de técnicas, fundamentalmente algoritmos, que tienen por objeto la búsqueda de grupos similares de individuos ó de variables que se van agrupando en conglomerados. Es un método estadístico multivariante de clasificación automática de datos. A partir de una tabla de casos-variables, trata de situar los casos (Individuos) en grupos homogéneos, conglomerados, no conocidos de antemano pero sugeridos por la propia esencia de los datos, de manera que individuos que puedan ser considerados similares sean asignados a un mismo cluster.

V. MATERIALES Y METODO

La presente investigación comprendió dos fases, la primera consistió en una revisión de literatura con el objetivo de dar un soporte técnico a la investigación, conocer la situación actual del cocotero en el país y además contar con un marco teórico que permitiera trazar la metodología más adecuada para la recolección de datos en el campo.

Debido a la falta de registros históricos que permitieran establecer con exactitud la fecha y el lugar donde se estableció por primera vez una plantación de cocotero y el origen de la semilla, se usó el testimonio de las personas que laboran en los cocales para establecer la edad y origen de las plantaciones muestreadas.

En el país existe según el Programa Nacional de Frutas de El Salvador un total de 160,000 Ha. aptas para el cultivo del cocotero (Ver anexo Figura 1). De las cuales 7,000 Ha. se encuentran sembradas actualmente, ubicadas en su mayoría en la planicie costera y en valles intermedios cerca de fuentes de agua.

Actualmente, las propiedades más importantes, en cuanto a la producción de cocos, se encuentran ubicadas en la planicie costera de los departamentos de San Miguel, Usulután, La Paz, La Libertad y Sonsonate.

5.1 Ubicación y Caracterización de los lugares a Muestrear.

Los sitios de muestreo se ubicaron en la zona productora de cocotero de El Salvador. La Figura 2 mostrada en los anexos, señala la ubicación de cada sitio muestreado. A continuación se describen las características edafoclimáticas de las propiedades estudiadas.

5.1.1 Cooperativa El Jobal

Ubicación: Cantón Isla Espíritu Santo, Municipio de Puerto El Triunfo, Departamento de Usulután.

La Isla El Espíritu Santo se encuentra a 37°15" latitud norte, 48° latitud sur, cordones litorales en islas y penínsulas, en pequeñas ondulaciones paralelas al mar con relieve bajo de 1.5 m. Aproximadamente capas inferiores están compuestas de estratos arenosos de origen marino.

Suelos: pertenece al gran grupo de los regosoles es un complejo de suelos franco arenosos finos, areno francosos y arenosos, los suelos de las crestas de las ondulaciones son semejantes a los "Jaa" y los de las hondonadas son franco arenoso de color café gris en el horizonte superior y en los estratos inferiores son de color café y cafés amarillentos con abundantes moteos grandes de colores gris y café amarillentos, su estructura es masiva y consistencia friable. Clima:

- Temperatura máxima 27.8° C
- Temperatura Mínima 21.2° C
- Precipitación Promedio Anual: 1899.6 mm.
- Humedad relativa: 74.8%

Tiene un área total de 1,550 Mz. Cultivada en un 90% con variedades altas y el resto lo ocupa las variedades enanas y cultivos de cítricos y marañón; el producto principal es la producción de aceite y harina de coco, también se efectúan algunas ventas de coco fresco, leche, huevos y plátanos.

La edad estimada de los árboles más viejos según testimonio, es de 65 años; que presentan un porte mayor de los 20 m.

La cosecha del cocotero la realizan mediante el uso de una torre que tiene una altura de 10 m. Donde suben los cortadores que a su vez utilizan unas varas de aluminio con una cuchilla en la punta; estas varas llegan a medir hasta 10 m. Lo que permite cosechar árboles de hasta 20 m. de altura, por este motivo los árboles que se supone son los primeros en haber sido sembrados no son cortados sus frutos. Este sistema de cosecha si bien agiliza en mucho la labor permitiendo cubrir mayor área por día; No permite que esta se haga de forma correcta ya que los árboles quedan sucios en la fronda lo que provoca una mayor incidencia de plagas y enfermedades disminuyendo la producción y la calidad de los frutos. Encontrándose entre estos: acaro, hormiga negra, abeja negra, etc. Y algunas enfermedades ocasionadas principalmente por hongos.

Además de estos problemas se puede mencionar la falta de manejo del cultivo no se realizan controles de malezas, fertilizaciones, resiembras, raleos, y otras labores que son necesarias para el buen rendimiento del cultivo.

5.1.2 Hacienda Tihuilocoyo

Ubicación: Cantón La Herradura, municipio de Comalapa, Departamento de la Paz.

Suelos: Jalponga franco arcillosos (Jlb) (Cuadrante de suelo 2456 III, la Herradura) se encuentra en planicies aluviales en la zona baja costera, pendientes predominantes menores del 2%, las capas inferiores son aluviales arcillosas sobre estratos de arena gravilosa pomicitica, pertenece al gran grupo de los aluviales, suelos superficiales son franco arcilloso y arcillo limoso.

Clima:

- Temperatura máxima 28.2° C
- Temperatura Mínima 26.1° C.
- Precipitación Promedio Anual: 1771.8 mm.
- Humedad relativa: 73%

La hacienda cuenta con un área total cerca de las 700 Mz. Pero actualmente se encuentra en proceso de parcelación, entregando a cada asociado 1mz. Y el casco de la hacienda cuenta con un área de 75 Mz. Donde se encuentra la infraestructura y maquinaria donde se extraía el aceite. Debido al proceso de parcelación el producto principal es el coco para consumo fresco.

La toma de datos se hizo solamente en las parcelas de tres asociados, porque la situación en que se encuentra la junta directiva no permitió el ingreso a un área mayor en la que se encuentran los árboles de mayor edad. Se logro abarcar un área de 20 manzanas cultivadas con cocoteros de las variedades altas; cuyo origen de la semilla según el propietario es de la cooperativa El Jobal.

A diferencia de la cooperativa El Jobal estos productores si le dan un manejo a la plantación como: control de malezas, fertilizaciones periódicas, control de plagas y enfermedades. etc.

La edad estimada de los árboles es de 40 años según testimonio de los lugareños. Estos llegan a alcanzar una altura aproximada de 20-25 m. La cosecha la realizan a través de jornaleros conocidos como miqueros a quienes se les paga alrededor de \$ 0.57 por árbol cosechado. La ventaja de este método es que permite dejar bien limpia la fronda de la palma, disminuyendo la incidencia de plagas y enfermedades.

5.1.3 Hacienda Atalaya

Ubicación: Cantón El Suncita, Municipio de Acajutla, Departamento de Sonsonate.

Suelos: Sunza franco arenoso (Sna) en planicies aluviales (Cuadrante de suelo de Acajutla 2256 IV), pendientes menores del 3 % capas inferiores compuestas de aluviones recientes estratificados de texturas franco arenosos y franco limosas pertenecen al gran grupo de los regosoles aluviales, son suelos francos moderadamente profundos y estratificados, los horizontes superficiales son generalmente de franco a arenosos algunas veces con gravilla en época lluviosa permanecen de excesivamente mojados a parcialmente inundados.

Clima:

- Temperatura máxima 28.5° C
- Temperatura mínima 25.7° C.
- Precipitación Promedio Anual: 1744.6 mm.
- Humedad relativa: 75.5%

La propiedad cuenta con un área de 64 Mz. De las cuales 40 están cultivadas con cocoteros de las variedades altas. Y el resto se encuentra con caña de azúcar y loroco.

Al igual que en Tihuilocoyo se realizan ciertas practicas culturales como fertilizaciones, control de malezas, resiembras, etc. Pero tienen una grave infestación con el picudo del cocotero que les a causado la muerte de bastantes árboles, sin lograr controlar la plaga.

El producto principal es la venta de coco para consumo fresco. La cosecha la realizan de igual forma que en Tihuilocoyo pagando a cada miquero \$ 0.68 por árbol cosechado y limpiado. La edad estimada de los árboles es de 54 años y el origen de la semilla

según testimonio es de la zona oriental del país aunque según datos del CENTA el cocotero fue introducido en un inicio a la zona occidental y de ahí diseminado al resto del país. Lo que contrasta con la edad de las palmas mayores de 60 años que se encuentran en El Jobal.

5.1.4 Hacienda El Regadío

Ubicación: Cantón Tecuma, Municipio de Caluco, Departamento de Sonsonate.

Suelos: son suelos de origen volcánico, francos, friables, de color pardo muy oscuro hasta los 40-60 cm. de profundidad. Descansa sobre una capa de talpetate de 15 cm. de espesor. Se encuentra en terrazas individuales y planicies de pie de monte sin disección, con pendientes predominantes del 2 al 6%.

Clima:

- Temperatura máxima 28.2° C
- Temperatura Mínima 24.7° C
- Precipitación Promedio Anual: 1744.6 mm
- Húmeda Relativa: 75%

El área total de la finca es de 25 manzanas, de las cuales, 15 se encuentran cultivadas con cocoteros del tipo alto en asocio con pastos de corte. En el resto del área se producen hortalizas y otros frutales. El coco se vende para consumo fresco. La cosecha es realizada por miqueros que a su vez limpian la fronda de la palma. La edad aproximada de los árboles es de 45 años y la semilla sembrada es de las primeras plantaciones de la zona.

5.2 Toma de Datos

Debido a que no se contaba con suficiente información sobre el origen y las variedades de coco actualmente cultivadas en el país; se decidió hacer una primer división de la población basándose en características de apariencia entre los 2 tipos probables de cocoteros altos y los 2 tipos de enanos, además se usó la coloración externa del fruto

como posible diferenciación dentro de cada uno de los grupos de altos y enanos, obteniendo tres grupos: (verdes, cobrizos y rojizos.) para el caso de los cocoteros altos, así como también tres grupos para los cocos enanos (verdes, amarillos y rojos) Este criterio fue aplicado de la misma forma en todas las plantaciones visitadas.

Para el caso de la Cooperativa El Jobal se obtuvo cuatro grupos de cocoteros altos y seis grupos de cocos enanos. (3 Altos del pacífico, 1 Alto del Atlántico, 3 Enanos Malasinos y 3 Enanos Filipinos). En la hacienda atalaya y en Tihuilocoyo solamente tres grupos de cocotero altos. (3 Altos de los Pacíficos). En Calúco solamente dos grupos. (2 Altos de los Pacíficos).

Por la naturaleza de la reproducción (polinización cruzada) en los cocoteros altos, lo más recomendable es muestrear los árboles de mayor edad como objeto de estudio, ya que estos conservan las características morfofisiológicas de los materiales de origen de las actuales plantaciones.

Como ya se tenía definido el tamaño de la muestra recomendado para este tipo de investigaciones, se decidió recolectar 30 palmas por cada grupo definido por tamaño y color.

A cada árbol se le tomaron mediciones de frutos, tronco y hojas, así como también, se anotaron características cualitativas de estos como: el color del fruto y forma del penacho.

Cada árbol que fue muestreado se marco utilizando las siguientes claves:

- APV que corresponde a los Altos del Pacífico color verde
- APC que corresponde a los Altos del Pacífico color cobrizo
- APR que corresponde a los Altos del Pacífico color rojizo
- AA que corresponde a los Altos del Atlántico
- EMV que corresponde a los Enanos Malasinos Verdes
- EMA que corresponde a los Enanos Malasinos Amarillos
- EMR que corresponde a los Enanos Malasinos Rojos
- EFV que corresponde a los Enanos Filipinos Verdes
- EFA que corresponde a los Enanos Filipinos Amarillos
- EFR que corresponde a los Enanos Filipinos Rojos

Además se le iba colocando la numeración respectiva para ir dando un orden a la base de datos y así facilitar un poco el análisis estadístico de estos; este número se colocaba al final de la clave. Ej. APV1, AA1, EMV1, EFV1, etc.

5.3 Variables en estudio:

✓ Variables de fruto: Para las mediciones en el fruto en primer lugar se seleccionaban árboles cuyos frutos estuviesen maduros, sin deformaciones, ni muy dañados por ácaros. Después de localizar el árbol se marcaba y cosechaba un fruto de la parte media del racimo. A continuación se determinaba el color del fruto usando una tabla Munsell. Una vez determinado el color se tomaba el resto de información.

- Forma del fruto: se median los diámetros polar y ecuatorial con una cinta métrica. Tomando la medida en centímetros y anotándola con la respectiva identificación del árbol para no confundir los frutos (Ver anexo Figura 3).
- Componentes del fruto: esto consistió principalmente en la determinación del peso del fruto en sus diferentes proporciones. Utilizando para esto una balanza semianalítica (Ver anexo figura 4). En primer lugar se tomo el peso total del fruto en gramos (Ver anexo Figura 5) Una vez tomado este peso se procedió a pelar el fruto, Eliminando el mesocarpo o estopa, y se pesó nuevamente, este constituye el peso de la nuez o semilla con agua (Ver anexo Figura 6) Por diferencia de pesos se obtiene el valor del peso del mesocarpo. Luego la nuez o semilla se corta para eliminar el agua y después pesa y por diferencia de peso de la nuez con agua y sin agua se obtiene el peso del agua. A continuación se procedió a separar la carne del hueso y se pesa. Tomando el peso de la carne (Ver anexo Figura 7), se resta al peso de la semilla sin agua para obtener el peso del hueso.

✓ Variables del tronco: las mediciones en el tronco sirven principalmente para describir la morfología del tallo y estas son:

- Diámetro a 20 cm: para la toma de esta medida se buscaba en la base del tallo una cicatriz de hoja que fuese visible completamente y a partir de esta se medían 20 cm. Hacia el ápice tomando en este punto el diámetro haciendo uso de una cinta métrica (Ver anexo Figura 8)
 - Diámetro a 1.70 M: una vez se tomaba la medida a 20 cm se medía a partir de este punto 150 cm más hacia el ápice, tomando en este punto nuevamente el diámetro (Ver anexo Figura 9)
 - Longitud del tallo en 11 cicatrices de hoja: a partir de la primera cicatriz de hoja visible, se contaban 11 más, tomando la distancia existente entre ambas.
 - Número de cicatrices en 1.5 m. Para este solamente se contaba el número de cicatrices que se encontraban entre la distancia de los diámetros a 20 cm. y 1.70 m.
- ✓ Variables de la hoja: para la toma de los datos de la hoja esta se dividió en pecíolo, raquis y folíolos (Ver anexo Figura 10)
- Mediciones del pecíolo: en primer lugar se tomó la longitud de este que va desde el punto de inserción en el tallo hasta el primer par de folíolos, tomando también en este punto de diferenciación con el raquis el ancho y grosor (Ver anexo Figura 11 y 12)
 - Longitud del raquis: a este solamente se le tomó la longitud entre el punto de diferenciación con el pecíolo y el punto terminal de este (Ver anexo Figura 11)
 - Mediciones en los folíolos: en primer lugar se contó el número total de estos, en un lado de la hoja, los resultados se multiplican por dos para tener el número total en la hoja. También, se tomó la longitud y ancho de dos folíolos de la parte central del raquis.

La medición de estos parámetros está contemplada en la metodología desarrollado por el Doctor Zizumbo Villareal, para el mejoramiento del cocotero, del cual se tomaron los formatos que se utilizaron en la toma y anotación de los datos (Ver anexo Cuadros 1-5).

5.4 Análisis Estadístico

Una vez finalizado el proceso de toma de datos, se procedió a organizar toda la información obtenida como paso previo al análisis estadístico. Haciendo uso del programa Microsoft Excel se construyó una matriz de datos ($n * p$) Donde "n" (número de observaciones) y "p" (variables en estudio).

Una vez organizada la información se transportó la hoja en Excel al programa estadístico SPSS v 10.0 para aplicar los métodos de análisis descritos en el capítulo anterior.

Se hizo uso de este paquete estadístico por tener una matriz de datos demasiado grande. Que al tratar de hacer el análisis de forma manual con el uso de una calculadora tomaría un periodo de tiempo demasiado largo.

El paquete estadístico del SPSS permite realizar análisis desde los más simples como: Medidas de tendencia central, análisis de variabilidad, etc. Hasta los métodos más complejos como: Análisis univariados, análisis multivariados, etc. De los métodos de estadísticos simples se utilizaron la Media Aritmética, Rango de Variación, Varianza, Desviación Estándar y Coeficiente de Variación.

Entre los métodos del análisis multivariado se usaron el Análisis Multivariante (MLG), Análisis de Correlación, Análisis de Componentes Principales y el Análisis por Conglomerados Jerárquicos.

VI. RESULTADOS

La información proporcionada por las personas que laboran en los cocales, revelo, que este se introdujo inicialmente a la región oriental del país, y posteriormente fue distribuido al occidente y la zona paracentral.

Esta investigación incluye material genético de las dos regiones del país donde se ubican los lugares visitados en la fase de muestreo

Cuadro 1. Coloración Externa del Fruto uso de Tabla Munsell.

Clave	Nominación	Color	Cantidad	Variedad
2.5 YR 3/2	Dusky red dark grayish brown	Rojo oscuro parduzco oscuro pardo	8	Enanos Filipinos Rojizos (efr)
2.5 YR 3/3	Dusky red dark grayish brown	Rojo oscuro parduzco oscuro pardo	12	Enanos Filipinos Rojizos (efr)
10 R 3/2	Dark grayish brown	Pardo parduzco oscuro	10	Enanos Filipinos Rojizos (efr)
2.5 Y 6/8	Bright yellowish brown olive yellow gold	Pardo amarillento brillante olivo amarillo dorado	25	Altos Pacíficos Cobrizos (apc)
2.5 Y 7/8	Yellow yellow gold	Amarillo amarillo dorado	38	Altos Pacíficos Cobrizos (apc)
2.5 Y 8/8	Yellow yellow strong orange yellow	Amarillo fuerte naranja Amarillo	37	Altos Pacíficos Cobrizos (apc)
10 YR 6/8	Brownish yellow gray	Amarillo cafésoso gris	30	Enanos Malasinos Rojizos (emr)
10 YR 7/8	Yellow orange yellow gold	Amarillo naranja Amarillo dorado	52	Altos Pacíficos Rojizos (apr)
10 YR 8/8	Yellow orange strong orange yellow	Amarillo naranja fuerte naranja amarillo	38	Altos Pacíficos Rojizos (apr)

El cuadro 1 muestra los resultados obtenidos en la determinación de la coloración externa de los frutos. Como se observa solamente cuatro, de los doce grupos formados por la apariencia y color, se les pudo encontrar el código y color exacto según la Tabla Munsell.

Cuadro 2. Resumen de casos para los factores en estudio.

Factores inter-sujetos		N
SITIOS	at	90
	cc	19
	jb	283
	ty	90
VARIEDAD	apc	30
	apr	30
	apv	30
	cpc	10
	cpv	9
	efa	23
	efr	30
	efv	30
	ema	30
	emr	30
	emv	30
	jaa	21
	jpc	30
	jpr	29
	jpv	30
	tpc	30
	tpr	30
	tpv	30

El cuadro 2 muestra la distribución de la población de datos en los dos factores en estudio; en primer plano el factor sitio que corresponde a: Atalaya (at), Caluco (cc), Jobal (jb) y Tihuilocoyo (ty) y en segundo plano la distribución de estos en las variedades formadas por la división hecha basándose en la apariencia de la palma y la coloración externa del fruto.

Cuadro 3. Análisis de datos aplicando pruebas de Estadísticos simples

Descriptores estadísticos	Media	Máximo	Mínimo	Varianza	Desviación Estándar	Coefficiente de Variación
Peso total (gr)	1228.51	3234	330	322674	560.9532	46%
Peso fruto sin estopa(gr)	686.739	1545	215	61931.9	245.6176	36%
Peso estopa (gr)	541.774	2041	102	135284	362.0302	67%
Peso fruto sin agua (gr)	467.139	1007	156	22505.6	147.7849	32%
Peso carne (gr)	313.199	686	95	11579.8	106.1362	34%
Peso hueso (gr)	153.94	321	53	2289.98	47.17213	31%
Peso agua (gr)	219.6	675	22	12534.8	110.0084	50%
Diámetro polar (cm)	55.9579	75	36.3	57.2787	7.488735	13%
Diámetro ecuatorial (cm)	50.9112	70.5	35.3	52.3336	7.166427	14%
Relación diámetro e/p (cm)	0.91105	1.031423	0.72408	0.00333	0.057022	6%
Porcentaje de estopa	41%	79%	20%	1%	11%	27%
Porcentaje de carne	27%	42%	10%	0%	7%	24%
Porcentaje de hueso	14%	23%	5%	0%	3%	23%
Porcentaje de agua	18%	38%	3%	0%	5%	28%
% estopa (fruto sin agua)	50%	84%	26%	1%	12%	24%
% carne (fruto sin agua)	34%	51%	11%	1%	8%	25%
% hueso (fruto sin agua)	17%	29%	6%	0%	4%	25%
longitud del pecíolo (cm)	103.295	148	72	136.568	11.45605	11%
Ancho pecíolo (cm)	6.94876	22	4.6	6.03552	2.364811	34%
Grosor pecíolo (cm)	15.778	22	12	2.29196	1.481999	9%
longitud del raquis (cm)	336.12	455	220	1122.51	32.74442	10%
Numero de foliolos	203.415	332	102	309.362	15.98904	8%
Ancho de foliolos (cm)	5.08755	7	3.4	0.3514	0.583176	11%

longitud de foliolos (cm)	113.226	172	89	109.161	10.0728	9%
Proporción Raquis/ Pecíolo	3.27566	4.333333	2.17273	0.11535	0.333502	10%
Area foliar total (m²)	11.7778	19.3556	4.62672	5.35342	2.271895	19%
Circunferencia del tronco a 0. 20 M (cm)	122.521	207	55	1676.01	40.76978	33%
Circunferencia del tronco a 1,5 M (cm)	86.3008	144	51	399.653	19.8154	23%
largo de tallo en 11 cicatrices	67.2137	136	21	658.481	25.4624	38%
Numero de cicatrices en 1,5 M	26.6058	69	10	186.373	13.53642	51%
Relación diámetro a 20 cm y 1.5 m	0.74074	1.44	0.50303	0.01817	0.130955	18%
Distancia media entre 2 cicatrices (cm)	7.03843	15	2.17391	8.97152	2.974357	42%

Como se puede determinar en el cuadro 2. los caracteres de peso de estopa (gr), Peso agua(gr) y numero de cicatrices en 1.5 M Tienen un CV > 50%. Lo que indica, que en ellos se concentra la más alta variabilidad de la población; mientras que en el resto de las variables estudiadas cuyo CV es menor del 20%. La población puede tener poca variabilidad

Cuadro 4. Análisis de datos mostrando las medias por sitio para cada variable

Variable dependiente	SITIOS	Media	Error ttp.	Intervalo de confianza al 95%.	
				Límite inferior	Límite superior
% peso estopa (gr)	at	,614 ^a	,008	,598	,630
	cc	,589 ^a	,018	,554	,625
	jb	,431 ^a	,005	,422	,441
	ty	,566 ^a	,008	,549	,582
% peso carne (gr)	at	,255 ^a	,007	,242	,268
	cc	,266 ^a	,014	,238	,294
	jb	,379 ^a	,004	,372	,387
	ty	,296 ^a	,007	,283	,309
% peso hueso (gr)	at	,131 ^a	,003	,125	,137
	cc	,145 ^a	,006	,132	,157
	jb	,189 ^a	,002	,186	,193
	ty	,139 ^a	,003	,133	,144
relacion diametro e/p (cm)	at	,932 ^a	,004	,924	,940
	cc	1,000 ^a	,009	,983	1,017
	jb	,894 ^a	,002	,889	,898
	ty	,921 ^a	,004	,913	,929
relacion diametro p/e (cm)	at	1,074 ^a	,005	1,064	1,084
	cc	1,065 ^a	,011	1,043	1,087
	jb	1,136 ^a	,003	1,130	1,142
	ty	1,088 ^a	,005	1,077	1,098
ancho peciolo (cm)	at	6,790 ^a	,139	6,516	7,064
	cc	6,820 ^a	,303	6,224	7,416
	jb	7,090 ^a	,079	6,934	7,245
	ty	6,621 ^a	,139	6,348	6,895
grosor peciolo (cm)	at	16,386 ^a	,139	16,112	16,659
	cc	16,460 ^a	,303	15,864	17,056
	jb	15,433 ^a	,079	15,277	15,588
	ty	16,110 ^a	,139	15,837	16,383
Proporción Raquis/ Peciolo	at	3,312 ^a	,031	3,251	3,372
	cc	3,278 ^a	,067	3,147	3,410
	jb	3,219 ^a	,017	3,185	3,253
	ty	3,418 ^a	,031	3,357	3,478
área foliar total (m2)	at	13,425 ^a	,199	13,033	13,816
	cc	14,286 ^a	,434	13,433	15,139
	jb	11,211 ^a	,113	10,989	11,434
	ty	11,352 ^a	,199	10,961	11,743
Relación diametro a 20 cm y 1.5 m	at	,686 ^a	,009	,668	,704
	cc	,668 ^a	,020	,630	,707
	jb	,790 ^a	,005	,780	,800
	ty	,644 ^a	,009	,626	,662
largo de tallo en 11 cicatrices	at	89,422 ^a	1,261	86,945	91,900
	cc	101,533 ^a	2,748	96,134	106,933
	jb	54,198 ^a	,717	52,790	55,607
	ty	78,911 ^a	1,261	76,434	81,388
Distancia media entre 2 cicatrices (cm)	at	9,664 ^a	,143	9,382	9,945
	cc	11,554 ^a	,312	10,941	12,167
	jb	5,422 ^a	,081	5,262	5,582
	ty	8,564 ^a	,143	8,283	8,846

Cuadro 5. Análisis de datos aplicando la prueba de contrastes univariados para medir el efecto de la población de datos por sitio, sobre las variables evaluadas.

Contrastes univariados

Variable dependiente		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Significación
% peso estopa (gr)	Contraste	3,662	17	,215	34,362	,000
	Error	2,909	464	6,269E-03		
% peso carne (gr)	Contraste	1,588	17	9,341E-02	23,958	,000
	Error	1,809	464	3,899E-03		
% peso hueso (gr)	Contraste	,485	17	2,853E-02	39,246	,000
	Error	,337	464	7,269E-04		
Relación diametro e/p (cm)	Contraste	,932	17	5,480E-02	40,010	,000
	Error	,636	464	1,370E-03		
Relación diametro p/e (cm)	Contraste	,891	17	5,239E-02	21,853	,000
	Error	1,112	464	2,397E-03		
Ancho peciolo (cm)	Contraste	1886,201	17	110,953	63,613	,000
	Error	809,304	464	1,744		
Grosor peciolo (cm)	Contraste	250,787	17	14,752	8,473	,000
	Error	807,840	464	1,741		
Proporción Raquis/ Peciolo	Contraste	14,251	17	,838	9,882	,000
	Error	39,359	464	8,483E-02		
Área foliar total (m2)	Contraste	832,524	17	48,972	13,727	,000
	Error	1655,322	464	3,568		
Relación diametro a 20 cm y 1.5 m	Contraste	4,889	17	,288	39,516	,000
	Error	3,377	464	7,278E-03		
Largo de tallo en 11 cicatrices	Contraste	246125,681	17	14477,981	101,215	,000
	Error	66371,308	464	143,042		
Distancia media entre 2 cicatrices (cm)	Contraste	3409,297	17	200,547	108,853	,000
	Error	854,860	464	1,842		

Cada prueba F contrasta el efecto simple de VARIEDAD en cada combinación de niveles del resto de los efectos mostrados. Estos contrastes se basan en las comparaciones por pares, linealmente independientes, entre las medias marginales estimadas.

En esta prueba se observa que el efecto que producen los cuatro sitios en Estudio (jobal, tihulocoyo, atalaya, caluco) sobre las doce variables evaluadas, no es significativo. Es decir que la población de árboles de cocotero presenta características morfológicas bastante similares en los cuatro sitios visitados.

Cuadro 6. Análisis de datos aplicando pruebas de contrastes multivariados para medir el efecto de los datos por sitios y por variedad sobre las variables evaluadas.

Contrastes multivariados^c

Efecto		Valor	F	GI de la hipótesis	GI del error	Significación
Intercept	Traza de Pillai	1,000	660226,7 ^a	11,000	454,000	,000
	Lambda de Wilks	,000	660226,7 ^a	11,000	454,000	,000
	Traza de Hotelling	15996,682	660226,7 ^a	11,000	454,000	,000
	Raíz mayor de Roy	15996,682	660226,7 ^a	11,000	454,000	,000
SITIOS	Traza de Pillai	,000	, ^a	,000	,000	,
	Lambda de Wilks	1,000	, ^a	,000	459,000	,
	Traza de Hotelling	,000	, ^a	,000	2,000	,
	Raíz mayor de Roy	,000	,000 ^a	11,000	453,000	1,000
VARIEDAD	Traza de Pillai	2,856	11,622	154,000	5104,000	,000
	Lambda de Wilks	,006	20,428	154,000	3977,776	,000
	Traza de Hotelling	11,638	34,171	154,000	4974,000	,000
	Raíz mayor de Roy	5,482	181,683 ^b	14,000	464,000	,000
SITIOS * VARIEDAD	Traza de Pillai	,000	, ^a	,000	,000	,
	Lambda de Wilks	1,000	, ^a	,000	459,000	,
	Traza de Hotelling	,000	, ^a	,000	2,000	,
	Raíz mayor de Roy	,000	,000 ^a	11,000	453,000	1,000

a. Estadístico exacto

b. El estadístico es un límite superior para la F el cual ofrece un límite inferior para el nivel de significación.

c. Diseño: Intercept+SITIOS+VARIEDAD+SITIOS * VARIEDAD

En esta prueba se observa que el efecto producto de la división de datos por sitios y variedades, no es significativo. Es decir que en las doce variables evaluadas, los cuatro sitios y las dieciocho variedades tienen una población de árboles de cocotero con características morfológicas similares, es decir que las condiciones ambientales propias de cada lugar no han modificado las características del material original.

Cuadro 7. Analisis de datos aplicando la prueba de contraste de Levene para medir el efecto producido por sitios y variedades sobre las variables en Estudio.

Contraste de Levene sobre la igualdad de las varianzas error

a

	F	gl1	gl2	Significación
% peso estopa (gr)	2,714	17	464	,000
% peso carne (gr)	1,873	17	464	,018
% peso hueso (gr)	2,088	17	464	,007
relacion diametro e/p (cm)	6,433	17	464	,000
relacion diametro p/e (cm)	2,717	17	464	,000
ancho peciolo (cm)	30,988	17	464	,000
grosor peciolo (cm)	2,583	17	464	,001
Proporción Raquis/ Peciolo	1,612	17	464	,057
área foliar total (m2)	2,906	17	464	,000
Relación diametro a 20 cm y 1.5 m	1,167	17	464	,288
largo de tallo en 11 cicatrices	5,824	17	464	,000
Distancia media entre 2 cicatrices (cm)	8,964	17	464	,000

Contrasta la hipótesis nula de que la varianza error de la variable dependiente es igual a lo largo de todos los grupos.

a. Diseño: Intercept+SITIOS+VARIEDAD+SITIOS * VARIEDAD

diferencias en las doce variables evaluadas. A pesar que en esta el análisis se basa sobre la diferencia de la media poblacional.

Cuadro 8. Análisis de datos aplicando la prueba de coeficiente de correlación.

Matriz de correlaciones ^{a,b}

	Puntua: % peso estopa (gr)	Puntua: % peso carne (gr)	Puntua: % peso hueso (gr)	Puntua: relacion diametro e/p (cm)	Puntua: relacion diametro p/e (cm)	Puntua: ancho peciolo (cm)	Puntua: grosor peciolo (cm)	Puntua: Proporción Raquis/ Peciolo	Puntua: área foliar total (m2)	Puntua: Relación diametro a 20 cm y 1.5	Puntua: largo de tallo en 11 cicatrices	Puntua: Distancia media entre 2 cicatri	
Correlación	Puntua: % peso carne (gr)	-,968	1,000	,704	-,106	,186	-,037	-,175	-,182	-,238	,284	-,450	-,464
	Puntua: % peso estopa (gr)	1,000	-,968	-,860	,117	-,242	,058	,197	,221	,272	-,345	,530	,539
	Puntua: % peso hueso (gr)	-,860	,704	1,000	-,114	,305	-,089	-,203	-,255	-,284	,398	-,584	-,582
	Puntua: relacion diametro e/p (cm)	,117	-,106	-,114	1,000	-,858	,063	,253	,157	,256	-,325	,301	,310
	Puntua: relacion diametro p/e (cm)	-,242	,186	,305	-,858	1,000	-,110	-,278	-,219	-,290	,401	-,429	-,428
	Puntua: ancho peciolo (cm)	,058	-,037	-,089	,063	-,110	1,000	,418	,077	,314	-,209	,273	,271
	Puntua: grosor peciolo (cm)	,197	-,175	-,203	,253	-,278	,418	1,000	,155	,537	-,417	,405	,430
	Puntua: Proporción Raquis/ Peciolo	,221	-,182	-,255	,157	-,219	,077	,155	1,000	,161	-,348	,354	,330
	Puntua: área foliar total (m2)	,272	-,238	-,284	,256	-,290	,314	,537	,161	1,000	-,384	,482	,516
	Puntua: Relación diametro a 20 cm y 1.5	-,345	,284	,398	-,325	,401	-,209	-,417	-,348	-,384	1,000	-,614	-,627
	Puntua: largo de tallo en 11 cicatrices	,530	-,450	-,584	,301	-,429	,273	,405	,354	,482	-,614	1,000	,952
	Puntua: Distancia media entre 2 cicatri	,539	-,464	-,582	,310	-,428	,271	,430	,330	,516	-,627	,952	1,000

a. Determinante = ,000

b. Esta matriz no es definida positiva.

coeficiente indica el tipo de asociación, negativo (-) si es inversa y positivo (+) si es directa. La magnitud esta asociada con el grado de intimidad de las variables, si el valor es próximo a 1 esta estrechamente correlacionadas.

Cuadro 9. Análisis de datos aplicando prueba de componentes principales. (ACP)

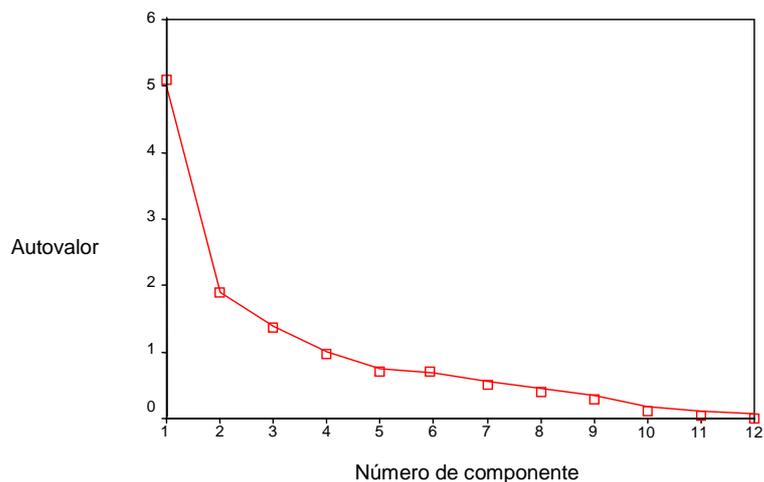
Varianza total explicada

Componente	Autovalores iniciales			Sumas de las saturaciones al cuadrado de la extracción		
	Total	% de la varianza	% acumulado	Total	% de la varianza	% acumulado
1	5,089	42,407	42,407	5,089	42,407	42,407
2	1,894	15,782	58,189	1,894	15,782	58,189
3	1,377	11,476	69,665	1,377	11,476	69,665
4	,961	8,005	77,670	,961	8,005	77,670
5	,699	5,824	83,494	,699	5,824	83,494
6	,635	5,296	88,790			
7	,505	4,205	92,995			
8	,388	3,234	96,229			
9	,295	2,457	98,685			
10	,111	,929	99,614			
11	4,634E-02	,386	100,000			
12	1,663E-15	1,386E-14	100,000			

Método de extracción: Análisis de Componentes principales.

En este cuadro se observa que toda la variación existente en la población de datos esta concentrada en los primeros cuatro componentes principales que acumula un 77.67% de esta.

Gráfico de sedimentación



Este grafico sirve también para determinar el número de componentes deben tomar. Se observa un cambio en el 4º componente

Cuadro 10. Se muestran los vectores de correlaciones entre las variables originales y las componentes principales originales.

Matriz de componentes^a

	Componente				
	1	2	3	4	5
Puntua: Distancia media entre 2 cicatri	,877	4,261E-02	,111	,146	-,289
Puntua: largo de tallo en 11 cicatrices	,867	3,581E-02	,100	,181	-,269
Puntua: % peso hueso (gr)	-,748	,491	6,423E-02	6,344E-02	-4,79E-02
Puntua: % peso estopa (gr)	,745	-,618	-8,11E-02	-,179	,133
Puntua: Relación diametro a 20 cm y 1.5	-,706	-,202	-4,06E-02	-,280	,212
Puntua: % peso carne (gr)	-,668	,618	8,113E-02	,218	-,161
Puntua: área foliar total (m2)	,604	,286	,331	-,190	-,159
Puntua: relacion diametro p/e (cm)	-,591	-,451	,581	,162	-,106
Puntua: grosor peciolo (cm)	,548	,392	,408	-,201	9,069E-02
Puntua: relacion diametro e/p (cm)	,463	,540	-,617	-,206	,106
Puntua: ancho peciolo (cm)	,318	,337	,580	-,183	,460
Puntua: Proporción Raquis/ Peciolo	,423	4,376E-02	-6,93E-02	,753	,430

Método de extracción: Análisis de componentes principales.

a. 5 componentes extraídos

En esta matriz se observa que las variables distancian media entre dos cicatrices de hoja, largo de tallo en once cicatrices de hoja, % hueso, % estopa, relación diámetro tronco a 0.20 M /1.5 M Y área foliar total Están fuertemente ligadas con la primera componente, las variables % carne, relación diámetro e/p están ligadas a la segunda componente, las variables relación diámetro p/e, ancho peciolo (cm.), Y grosos peciolo (cm.) Están ligadas a la tercer componente, y la variable proporción raquis/peciolo esta ligada a la cuarta componente.

Cuadro 11. Grupos de Cocotero y sus respectivas variedades formados a través del análisis clusters por conglomerados jerárquicos (Dendograma, ver anexo figura 14)

Tipo cocotero	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 4	Grupo 5	Grupo 6	Total
<i>ef</i>	24	3	56				83
<i>em</i>	45	7	37			1	90
<i>jp</i>	1	11		4	21	52	89
<i>ja</i>	1	5				15	21
<i>tp</i>		4			13	73	90
<i>ap</i>				3	34	53	90
<i>cp</i>				6	7	6	19
Total	71	30	93	13	75	200	482

El Dendograma obtenido a través de la distancia Euclidiana al cuadrado en el análisis por conglomerado jerárquico, dio como resultado seis grupos con individuos que poseen la misma distancia entre sí. Como se puede observar aquí ya se eliminaron las divisiones hechas por la coloración externa del fruto, quedando únicamente las primeras iniciales utilizadas que corresponden a Enano Filipino (*ef*), Enano Malasino (*em*), Jobal Pacífico (*jp*), Jobal Atlántico (*ja*), Tihuilocoyo Pacífico (*tp*), Atalaya Pacífico (*ap*), y Caluco Pacífico (*cp*).

Cuadro 12. Grupos de cocotero y sus respectivos promedios en cada una de los descriptores estudiados.

Ecotipos	Promedio	% estopa	% carne	% hueso	Relación diámetro e/p (cm.)	Relación diámetro p/e (cm.)	Ancho peciolo (cm.)	Grosor peciolo (cm.)	Proporción Raquis/ Peciolo	Área foliar total (m2)	Relación diámetro a 20 cm. y 1.5 m	Largo de tallo en 11 cicatrices	Distancia media entre 2 cicatrices (cm.)
Posterior a la formación e identificación de los grupos, obtenidos a través del análisis por conglomerados jerárquicos													
Ec.Alt.ES1	media	34%	31%	15%	0,92817	1,090144	7,339	16,174	3,403	12,361	0,68731	77,733	8,378
Ec.Alt.ES2	media	56%	30%	15%	0,92817	1,086556	7,949	16,561	3,332	13,073	0,68731	99,613	10,529
Ec.Alt.ES3	media	59%	27%	14%	0,95167	1,068926	6,708	16,046	3,358	13,253	0,71605	118,154	12,602
Ec.Ena.ES1	media	40%	39%	21%	0,89178	1,148794	5,959	14,870	3,062	10,222	0,87686	32,344	3,2672
Ec.ES1	media	48%	35%	17%	0,90197	1,125980	6,797	15,690	3,345	11,950	0,72356	58,433	5,845
Ec.ena.ES2	media	41%	39%	20%	0,88369	1,155068	6,189	14,999	3,110	10,363	0,85990	43,324	4,012

(Dendograma) Se calculo el promedio que cada grupo presenta en las doce variables evaluadas. Además se elimino la forma en que se habían identificado con anterioridad (cuadro 10) Quedando de la forma siguiente: Ec.Alt.ES1, Ec.alt.ES2, Ec.Alt.ES3, Ec.Ena.ES1, Ec.ES1, Ec.Ena.ES2.

Grafico 1. Dendograma hecho con distancia Euclidiana al cuadrado. Mostrando las distancias relativas entre grupos (Resumen de grupos)

******* HIERARCHICAL CLUSTER ANALYSIS ***

Dendograma usando el metodo de mediana

Distancia Reescala Combinada del Cluster

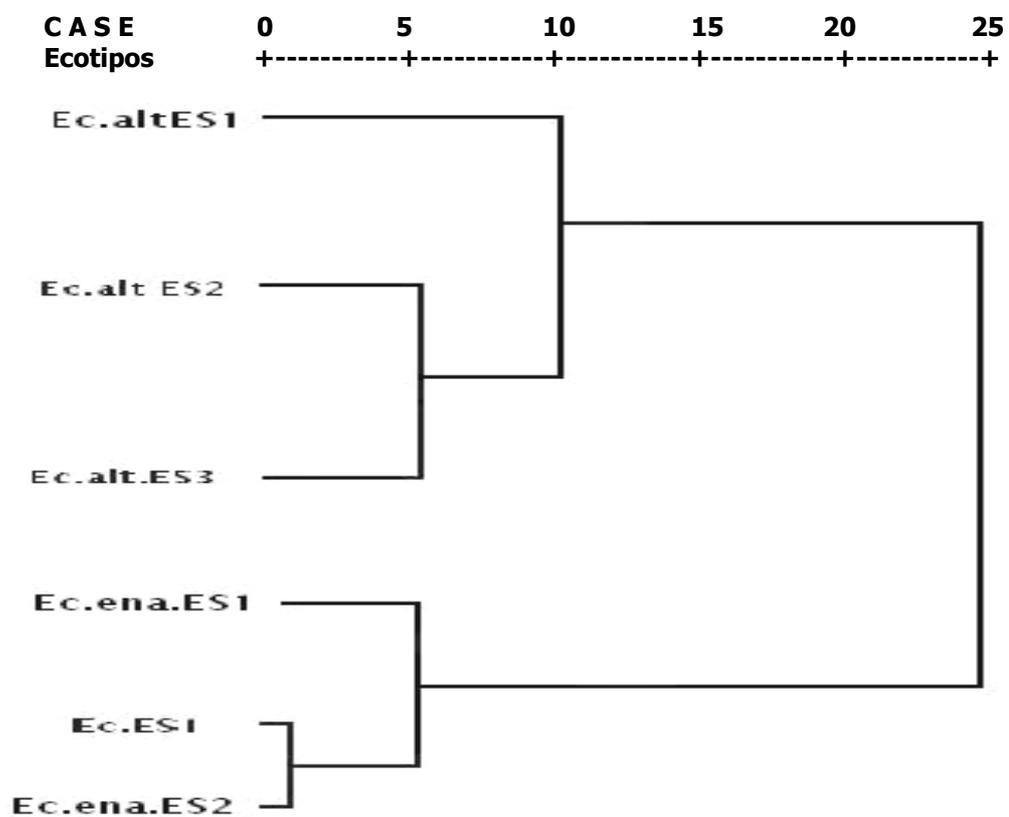


Gráfico 2. Relación entre la Circunferencia del Tronco a 1.5 M y la Distancia Media entre Dos Cicatrices de Hoja.

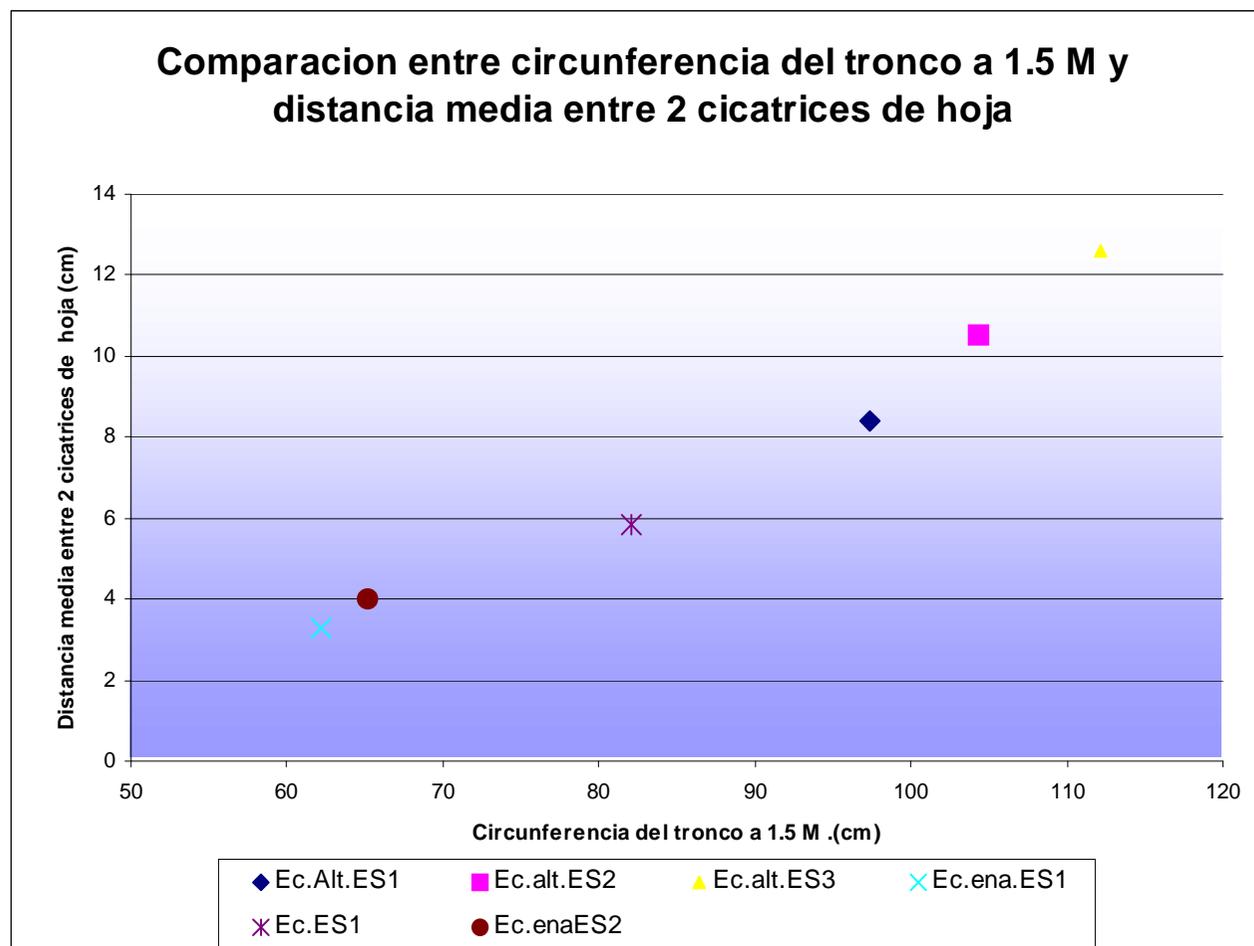


Grafico 3. Relación entre la Circunferencia del Tronco a 0.20 M y la Distancia Media entre Dos Cicatrices de Hoja.

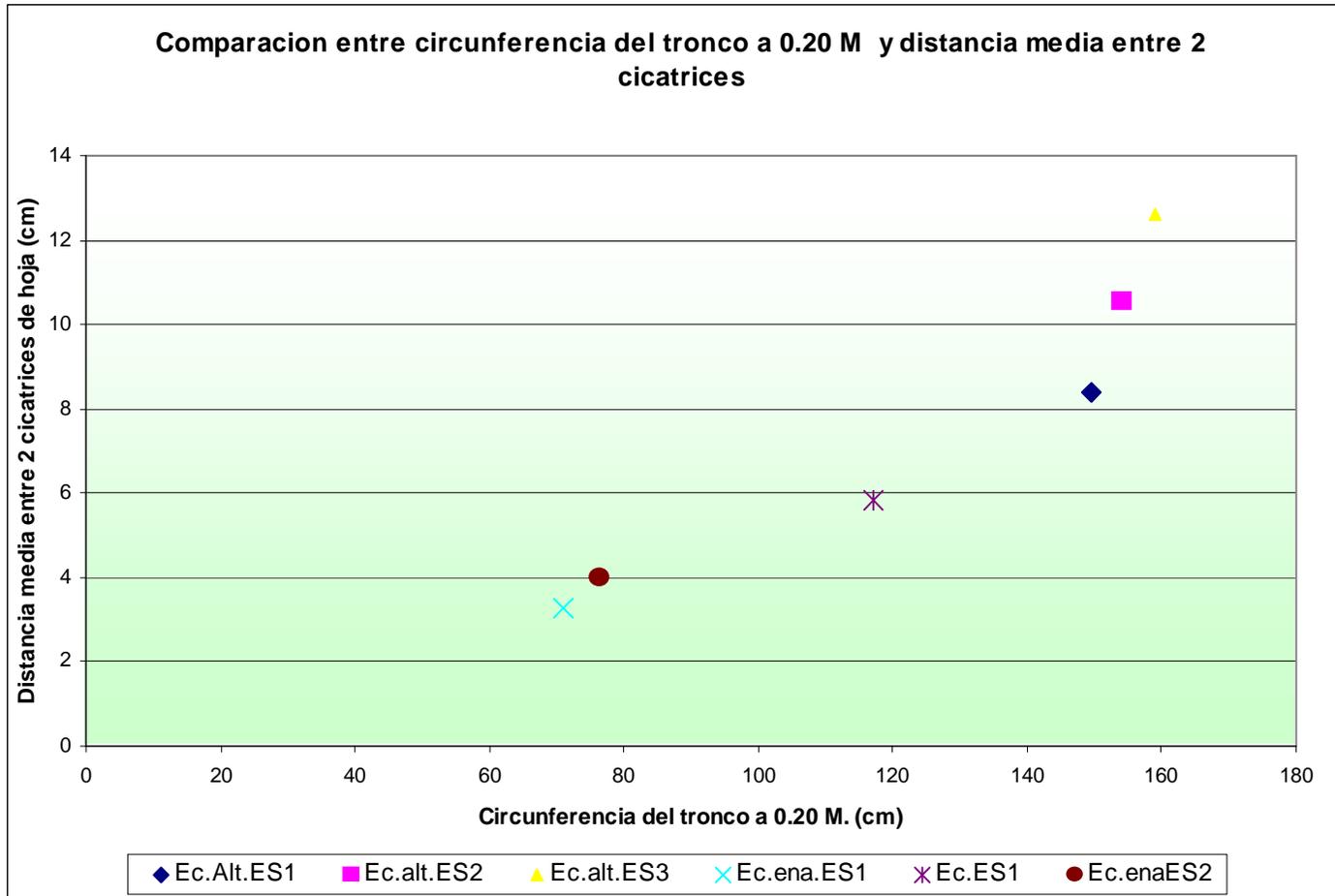
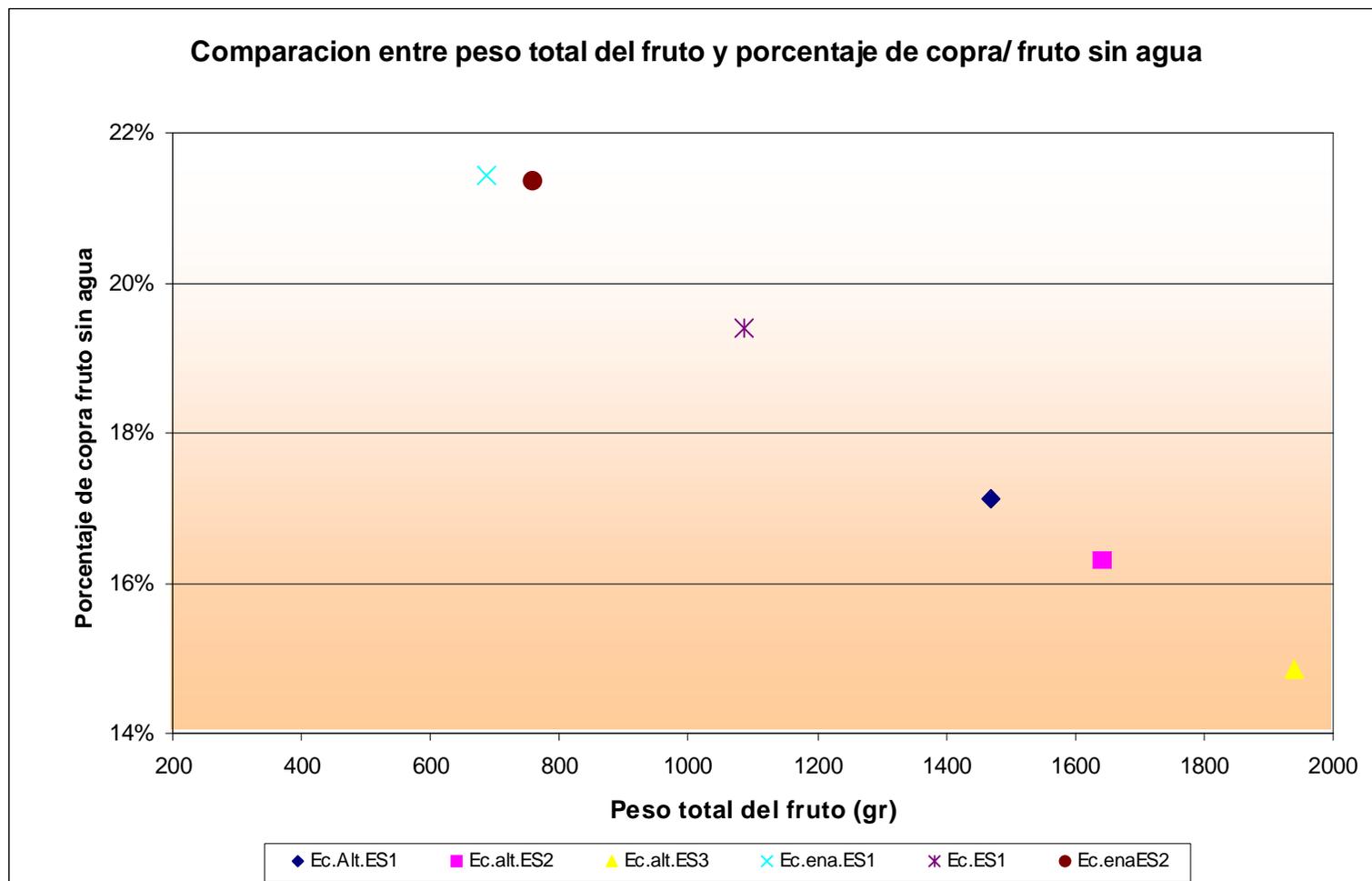


Grafico 4. Relación entre Peso Total del Fruto y el Porcentaje de Copra / Fruto sin Agua.



VII. Discusión de Resultados

Tomando en cuenta que, esta investigación trata de identificar, describir, y diferenciar ecotipos de cocotero cultivados en El Salvador. Es muy importante tener presente que, los caracteres morfológicos de mayor importancia son los componentes del fruto desde el punto de vista productivo. Específicamente en las proporciones en este. Los caracteres de tronco y hoja son importantes ya que proporcionan información adicional que refuerza la clasificación.

En cuanto a los resultados obtenidos después de realizar el análisis exploratorio, con el uso de la estadística descriptiva o estadísticos simples. Podemos decir en un primer momento; que ciertamente existen diferencias entre la población de cocoteros de cada sitio y de la clasificación de tipos usada para la recolección de datos. Esta diferencia se demuestra por los (C.V.) mayores del 50%, encontrados en las variables, que en orden decreciente son: peso estopa (gr.), número de cicatrices en 1.5 m. y peso de agua (gr.)

Para poder determinar cual de los dos parámetros aplicados para la formación de los grupos, variedades de altos y sitios, es el que más influye, se usaron pruebas de análisis multivariado. Haciendo comparaciones por pares linealmente independientes. Para el caso de contrastes univariados el efecto simple de sitios, no es significativo (Cuadro 5). Es decir que el comportamiento de la población de árboles de cocotero es similar en todos los sitios muestreados. Por lo tanto, podemos concluir que la clasificación hecha en sitios no es significativa y en la planicie costera del país se tiene una población bastante homogénea.

Para medir el efecto de la clasificación por variedades se aplicó el análisis de comparaciones múltiples por contrastes, comparando pares de datos linealmente independientes (Cuadro 6). En esta prueba al igual que la anterior el efecto del sitio, variedades, intercepto sitios * variedad, no es significativo. Es decir que la división hecha de la población en sitios y variedad de altos no es adecuada porque estadísticamente la población es bastante homogénea.

Al aplicar el análisis de contraste de Levene sobre la igualdad de las varianzas del error (Cuadro 7) se encontró que no hay diferencias significativas en las variables producto del efecto sitios y variedad. Es decir que las diferentes coloraciones

externas de los frutos no representan variedades o tipos de cocotero. Por lo tanto se considero necesario continuar con el análisis hasta encontrar la mejor forma de clasificar la población.

- **Análisis de correlación**

En el análisis de correlación mostrado en el cuadro 8, los descriptores que presentan un tipo de asociación importante, en orden de magnitud de los coeficientes de correlación, fueron - 0.968, para los descriptores % de carne y % de estopa, la correlación negativa significa que por cada unidad de % de carne, el % de estopa disminuye en una proporción de 0.968; seguido de la relación el largo del tallo con 11 cicatrices de hoja y distancia media entre dos cicatrices de hoja por presentar la más alta correlación (0.952). Esta correlación positiva significa que se tendrá un mayor largo de tallo cuando la separación entre cicatrices también sea grande. Las correlaciones negativas entre la relación diámetro del tronco a 0.20 m./1.5 m. con el largo del tallo en 11 cicatrices de hoja y distancia media entre dos cicatrices de hoja. Significan que cuanto menor sea esta relación, será menor tanto el largo del tallo como la distancia media de cicatrices.

Para el caso de los frutos la correlación negativa entre el porcentaje de estopa y porcentaje de hueso indican que, en cuanto menor sea la proporción de estopa menor será la proporción de hueso. Mientras que la asociación positiva entre la proporción de estopa con el largo del tallo en 11 cicatrices y distancia media entre dos cicatrices indican que, los árboles con mayor desarrollo durante las primeras fases fenológicas, también desarrollan mayor tamaño del fruto.

Entre la variables del follaje se tiene una correlación positiva entre grosor de pecíolo y área foliar total y entre el área foliar total con la distancia media de dos cicatrices, indicando en primer lugar que se tendrá una mayor área foliar cuando se tenga un buen desarrollo del pecíolo, así como también un mejor desarrollo del tallo cuando el área foliar sea grande.

- **Análisis de componentes principales (ACP).**

En este análisis los resultados son interpretados tomando como base sus valores y vectores propios, los valores propios y la varianza total explicada por cada uno de los componentes.

Para el caso del primer componente este contribuyo con más del 42% de la varianza total explicada (Cuadro 9). Mientras que los valores del vector propio indican que las variables que más contribuyeron en forma positiva fueron la distancia media entre dos cicatrices de hoja y el largo del tallo con 11 cicatrices de hoja, en forma secundaria lo hicieron el porcentaje de estopa y el área foliar total. Por el contrario las variables de. Porcentaje de hueso, relación diámetro de tronco a 20 m./1.5 m. y porcentaje de carne contribuyeron en forma negativa (Cuadro 10). Es decir que el primer componente permitió distinguir los árboles de cocotero que se desarrollan en longitud en sus primeras fases fisiológicas, pero registran bajas proporciones de carne, hueso y forma no cilíndrica en su tronco. También el porcentaje de estopa y el área foliar total contribuyeron en forma positiva, es decir que los frutos con bajas proporciones de hueso y carne también tienden a presentar mayor proporción de estopa y una mayor área foliar.

El segundo componente contribuye con más del 15% de la varianza total y las variables que contribuyeron de forma positiva fueron en primer lugar el porcentaje de carne y la relación diámetro ecuatorial/polar del fruto y en segundo lugar lo hicieron el porcentaje de hueso y el grosor del pecíolo. Por el contrario, las variables de porcentaje de estopa y relación diámetro polar/ecuatorial del fruto contribuyeron de forma negativa. En este componente se pueden identificar aquellos cocoteros que tienen una forma del fruto bastante redonda y una proporción mayor de carne, pero registran bajos contenidos de estopa.

El tercer componente contribuye con más del 11% de la varianza total y las variables que contribuyeron de forma positiva fueron la relación diámetro polar/ecuatorial del fruto y el ancho de pecíolo, mientras que la mayoría contribuyeron en forma negativa. Logrando identificar árboles con una forma del fruto alargada y un pecíolo bastante resistente, pero con bajos contenidos de estopa y hojas con baja proporción de raquís/pecíolo.

El cuarto componente contribuye con más del 8% de la varianza total; siendo las variables de proporción raquís/pecíolo y porcentaje de carne los que contribuyeron de forma positiva mientras que la mayoría de variables restantes contribuyeron de forma negativa.

Permitiendo identificar árboles con frutos de buen contenido de carne, baja proporción de hueso y estopa, de forma alargada y hojas con una proporción de raquís/pecíolo bastante uniforme, pero con poca área foliar.

- **Análisis de conglomerados jerárquicos**

En el Dendograma obtenido a través de la distancia Euclidiana al cuadrado y el método de medias Se puede formar seis grupos de individuos que poseen la misma distancia (cuadro11)

El primer grupo, que posteriormente pasa a identificarse como ecotipo Enano El Salvador 2 (Ec. Ena. ES.2) conformado por 71 individuos (Cuadro 11). De los cuales dos se tenían clasificados como cocoteros del tipo alto. Debido a que la agrupación fue a través de los componentes el tronco, no se tiene una clara diferencia entre los dos tipos de coco enano encontrados que a simple vista parecen grupos distintos o dos variedades diferentes. Se trata de un grupo de árboles de cocotero con características típicas de enanos (Cuadro 12). Produce frutos con las siguientes proporciones: 41% de estopa, 39% de carne, y 20% de hueso; de forma alargada y tamaño relativamente pequeño. Las hojas presentan un pecíolo corto y delgado, raquís largo en proporción al pecíolo, con un área total menor en comparación con los grupos altos. El tronco presenta un ensanchamiento en la parte de la base, de longitud pequeña y cicatrices de hoja bastante unidas. Característico de los cocoteros enanos.

El segundo grupo identificado como Ecotipo El Salvador 1 (Ec ES 1). Esta compuesto por 30 individuos, de los cuales 10, fueron considerados en un inicio como enanos (Cuadro 11). Se trata de un grupo bastante raro, por su posición en el dendograma y porque el grupo de plantas que lo conforman son en su mayoría por tipos Altos, no se puede decir que se trata de cocoteros del tipo enano. Tampoco, podemos asumir que son del tipo alto por encontrarse alejados de estos en el dendograma. En cuanto a sus características morfológicas, el fruto presenta en promedio las siguientes proporciones: 48% de estopa, 35% de carne, y 17% de hueso, de forma alargada y tamaño pequeño. Las hojas presentan valores promedios del tipo alto; con buena área foliar, pecíolo largo y ancho, raquís que triplica al pecíolo en tamaño. Las variables que ubicaron al grupo en esa posición del Dendograma fueron los parámetros del tronco que su longitud promedio es

similar a los enanos, con una distancia promedio entre cicatrices pequeña, y presenta un ensanchamiento en la base (Cuadro 12).

El tercer grupo identificado como ecotipo enano El Salvador 1 (Ec.ena.ES 1), compuesto por 93 individuos, del tipo enano (Cuadro 11). Presentan características similares al primer ecotipo de enanos, con las siguientes proporciones en el fruto. 40% de estopa, 39% de carne, 21% de hueso, de forma casi redonda. Las hojas con pecíolo corto y delgado, área foliar pequeña. El tronco es pequeño y delgado, con un pequeño ensanchamiento en la base (Cuadro 12)

El cuarto grupo identificado como ecotipo alto El Salvador 3 (Ec.alt.ES 3). Formado por 13 individuos del tipo alto (Cuadro 11). Producen frutos con 59% de estopa, 27% de carne, y 14% de hueso, con forma bastante redondeada. Las hojas presentan pecíolo corto y grueso, un área foliar bastante grande. El tronco es ensanchado en la base, es alargado, con una separación intermedia entre cicatrices grande (Cuadro 12).

El quinto grupo identificado como Ecotipo Alto El Salvador 2 (Ec. Alt. ES 2). Formado por 75 individuos del tipo alto (Cuadro 11). Producen frutos con 56% de estopa, 30 % carne, 15% hueso. Presenta hojas con pecíolo largo y grueso, y la mayor área foliar total de todos los grupos. El tronco tiene un ensanchamiento en la base, una distancia media entre cicatrices característica de las variedades altas (Cuadro 12).

El sexto grupo identificado como ecotipo alto El Salvador 1 (Ec.alt.ES 1). Formado por 200 individuos, de los cuales uno está considerado como enano, que realmente podría tratarse de un híbrido natural. En promedio presentan las siguientes características. En el fruto 54% de estopa, 31% de carne, 15% de hueso, forma redondeada. Las hojas con pecíolo corto y grueso, área foliar total grande. El tronco con un ensanchamiento en la base, longitud relativamente pequeña para tratarse de un tipo alto y distancia entre cicatrices pequeña (Cuadro 12).

Al comparar los resultados obtenidos en esta investigación con los obtenidos por Nuce (1982). Se puede llegar a establecer una aproximación sobre el origen de las plantaciones, mediante el uso de comparaciones entre los diferentes descriptores. Para el caso de los componentes del tronco (Gráfico 2 y 3) se diferencian claramente los dos grandes grupos de cocoteros encontrados, altos y enanos.

Los descriptores señalados en el análisis de componentes principales si permitieron hacer una agrupación de la población de datos. Separándolos en altos y enanos como se observa en los gráficos (2, 3 y 4), que concuerdan con los resultados obtenidos de los estudios de diversidad realizados por el CIRAD en la estación experimental Marc Delorme de Costa de Marfil, África. Cuyos resultados permiten también hacer una diferenciación entre dos grandes tipos de cocoteros altos denominados: Altos del Sur Este de Asia y las Islas del Pacífico y Altos del Océano Índico y África. (Ohler, 1999). Al comparar los gráficos obtenidos en esta investigación con los de la estación Marc Delorme se observa que las poblaciones encontradas en el país, para el caso de los enanos presentan características medias similares a los enanos Malasinos (Verdes y Amarillos). Mientras que en los grupos de altos encontrados, sus características se asemejan más a los del Sur Este de Asia y las islas del Pacífico. Para los descriptores del tronco (Gráficos 2 y 3). Mientras que en los descriptores del fruto se observa un comportamiento anormal; pero esto se debe a que las proporciones de copra se calcularon por el producto de 0.55 (que es el un promedio teórico). Por el peso del fruto sin agua (Gráfico 4).

VIII. CONCLUSIONES

Basándose en el análisis de los resultados de la caracterización morfológica de los cocoteros altos y enanos de la planicie costera de El Salvador, se concluye que:

- Los descriptores de los componentes del tronco más importantes para diferenciar ecotipos de cocotero son: la distancia media en centímetros entre dos cicatrices y la longitud en metros entre once cicatrices.
- Los descriptores de los componentes de las hojas fueron poco importantes para diferenciar ecotipos de cocotero. Sin embargo, el más importante de los descriptores de hojas fue el área foliar.
- Los descriptores de los componentes del fruto que permiten diferenciar ecotipos de cocotero significativos son: proporción de estopa, hueso y carne, lo cual facilita la selección de ecotipos para un programa de mejoramiento genético del cultivo.
- Los colores de los frutos no son un descriptor que permite diferenciar o agrupar ecotipos de cocotero.
- En la planicie costera de los departamentos de Usulután, La Paz y Sonsonate existen tres ecotipos de cocotero altos nombrados como "Alto El Salvador 1", "Alto El Salvador 2", "Alto El Salvador 3", y dos tipos enanos nombrados: "Enano El Salvador 1" y "Enano El Salvador 2".
- No se encontró diferencia fenológica entre los ecotipos altos de los sitios seleccionados para la caracterización, lo que hace pensar que hasta la fecha no se presentan variabilidad de la especie producto de la fuente de variación geográfica en El Salvador.
- El ecotipo nombrado "Alto El Salvador 1" presenta características agronómicas importantes para un programa de mejoramiento genético, porque posee el crecimiento más lento entre los ecotipos altos, ya que presenta la distancia entre cicatrices mas baja. Además, posee frutos con mayor contenido de carne y agua por presentar una proporción de hueso alta y carne más alta entre los ecotipos altos.

- El ecotipo nombrado "Enano El Salvador 1" presenta características favorables para el mejoramiento genético, por poseer un crecimiento lento entre los tipos enanos y además presenta frutos con mayor contenido de carne y hueso.
- El crecimiento de raíces en la base del tronco puede provocar un error durante el muestreo para el descriptor de distancia entre cicatrices de hojas en el tronco, por lo que es necesario fijar una altura para la medición.

IX. RECOMENDACIONES

En función de los resultados de la investigación se recomienda:

- Continuar con la caracterización de los ecotipos encontrados en este estudio utilizando descriptores agronómicos como rendimiento, germinación, etc. Para fortalecer los resultados y definir otras características agronómicas importantes en los programas de mejoramiento genético.
- Usar los ecotipos altos y enanos caracterizados en esta investigación, en un programa de mejoramiento genético del cultivo, donde se evalúe la resistencia al Amarillamiento Letal de cocotero, para poder predecir la pérdida por efecto de la enfermedad en caso de su ingreso a El Salvador o en otro tipo de evaluaciones.
- En caracterizaciones de cocotero que incluyan los descriptores de los componentes de tallo de distancia entre cicatrices de hojas, iniciar el conteo a una altura de 70 centímetros del suelo, para disminuir el error en el muestreo producto del crecimiento de raíces.
- Además, en investigaciones similares no se recomienda usar el color de los frutos como descriptor para agrupar ecotipos de cocotero.
- En la caracterización de cocotereros que tengan por objetivo agrupar ecotipos, los descriptores que presentan mayor variabilidad en los componentes de tallo son: distancia media entre cicatrices de hojas, longitud entre once cicatrices de hojas, relación entre el diámetro del tronco a 20 cm y a 1.5 m; y los componentes del fruto siguientes: Proporción de hueso, estopa y carne, basándose en peso total de fruto sin agua.
- Implementar un programa de mejoramiento genético de cocotero para aprovechar la diversidad genética encontrada y así mejorar la rentabilidad, y sostenibilidad del cultivo.

X. BIBLIOGRAFIA

- Balmes, A. 2001. Los Métodos Estadísticos Multivariados y sus Aplicaciones una Guía para su Uso. Universidad Nacional de El Salvador.
- Child, r. 1974. Coconuts Tropical Agriculture. Series. 2^a Ed. Pp.335
- Cook, O. F. 1910. History of the Coconut Palms in America. Contr. U.S. Nat. Herb. Vol.14. N 2. Pág. 244-271
- Contreras, M. 1999. Sondeo Agro socioeconómico del Cultivo de Cocotero en las Zonas de Cara Sucia, El Peñón, y Municipio de Sonsonate. Ministerio de Agricultura y Ganadería. CENTA.
- De Taffin, G. 1998. Coconut. The Tropical Agriculturalist. Technical Center for Agricultural and Rural Cooperation (TCA) and Macmillan Education. London, United Kindown. Pp. 101
- Domínguez, C., López, A., Castillo, G. 1999. El Cocotero *Cocos nucifera* L. Manual para la Producción en México. INIFAP. CIRGOC. Campo Experimental Huimanguillo. Libro Técnico Núm. 6. Tabasco, México.
- Franco, T. e Hidalgo, R. 2003. Análisis de Datos de Caracterización Morfológica de Recursos Fitogenéticos. Boletín Técnico no. 8. Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos (IPGR) Cali. Colombia.
- Grinwood, B. 1975. Coconut Palm Products. Their Processing in Developing Countries. Food and Agriculture Organizations of the United Nations. Roma, Italia. Pág. 5-48, 100-125
- Guppy, H. 1906. Observations of Naturalist in the Pacific Between 1896 – 1899. London, Macmillan.
- Harries, H. 1971. Coconut Varieties in America. Oleagineaux, vol. 26. Pág. 135 – 142.
- Harries, H. 1978. The Evolutions, Dissemination and Classification of *Cocos nucifera* L. the Botanical Review. Vol. 44. Pág. 265 –319.

- Howard, F. and Collins, M. 1978. Palm Species susceptible and Resistant to Mycoplasma-like Organism – Associated Lethal Declines in Fairchild Tropical Gardens, 1971 – 1977. Univ. of Florida.
- Narayana, G. 1949. Varieties and Form of the Coconut. Madras, Agric. J. Vol. 36. Pág. 349 – 366.
- Nuce de Lamothe, M. 1970 Application du Principe des croisements interogines au cocotier. Premiers resultats obtenus en Cote d'Ivoire. Oleagineux (France). Pág. 83 – 84.
- Lizano, M. 2001. Guía Técnica del Cultivo de Coco. Programa Nacional de Frutas de El Salvador. IICA. Frutal ES. Pág. 2-30
- Ohler, J. 1984. Coconut, Tree of Life. FAO Plant Production and Protection. FAO. Rome.
- Ohler, J. 1999. Modern Coconut Management, Palm Cultivations and Products. Food and Agriculture Organizations (FAO) in Rome in Collaboration With Universiteit Leiden in The Netherlands.
- Programa Nacional de Frutas de El Salvador. 2001. Boletín de Mercado del Coco. IICA- Frutal ES. Pág. 2-35
- Purseglove, J. 1968. The Origin and Distribution of the Coconut. Trop. Sci. vol. 10. Pág. 109 – 160.
- Salcedo, G. 1986. La producción Coprera en el Estado de Tabasco. Serie Agronomía. Universidad Autónoma Chapingo. Dirección de Difusión Cultural. Sub dirección de Centros Regionales. México.
- Zizumbo, V., Alpizar, L., Oropeza, C. 1993. Manual sobre Técnicas Modelo para la Investigación del Mejoramiento del Cocotero. IPGRI., COGENT. México. Pág. 5-200
- Zizumbo, V. 1998. Diversidad del Cocotero en México y su Evaluación al Amarillamiento Letal. Centro de Investigación Científica de Yucatán. México.
- Zizumbo, V., García, M. 2000. Morpho-physiological and Phenotypic Plasticity in Mexican Populations of Coconut. Unidad de Recursos Naturales, Centro de Investigación Científica de Yucatán. México.

XI. ANEXOS

Figura 1. Área Potencial para el Cultivo de Cocotero en El Salvador

ZONIFICACIÓN DEL CULTIVO DE COCOTERO

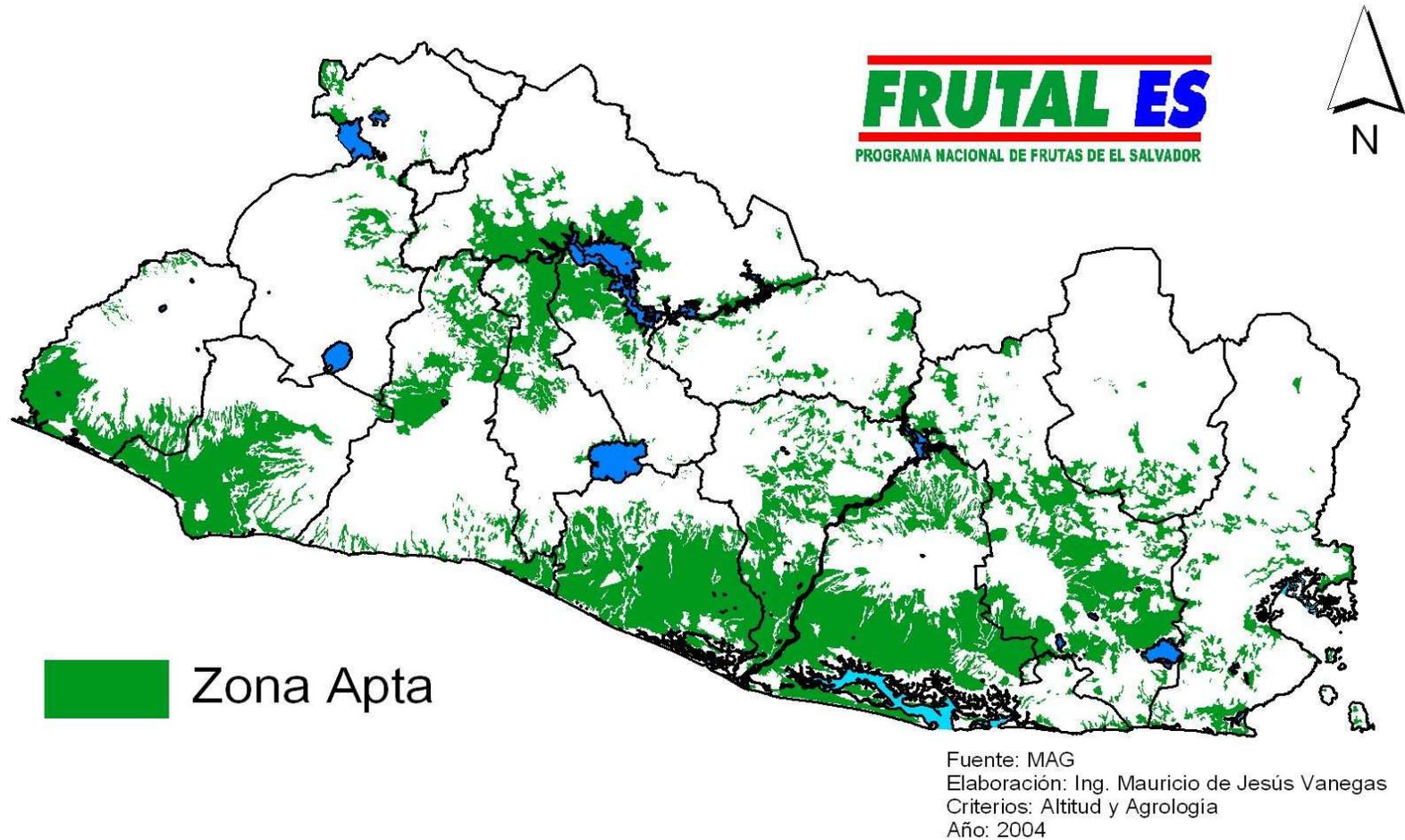
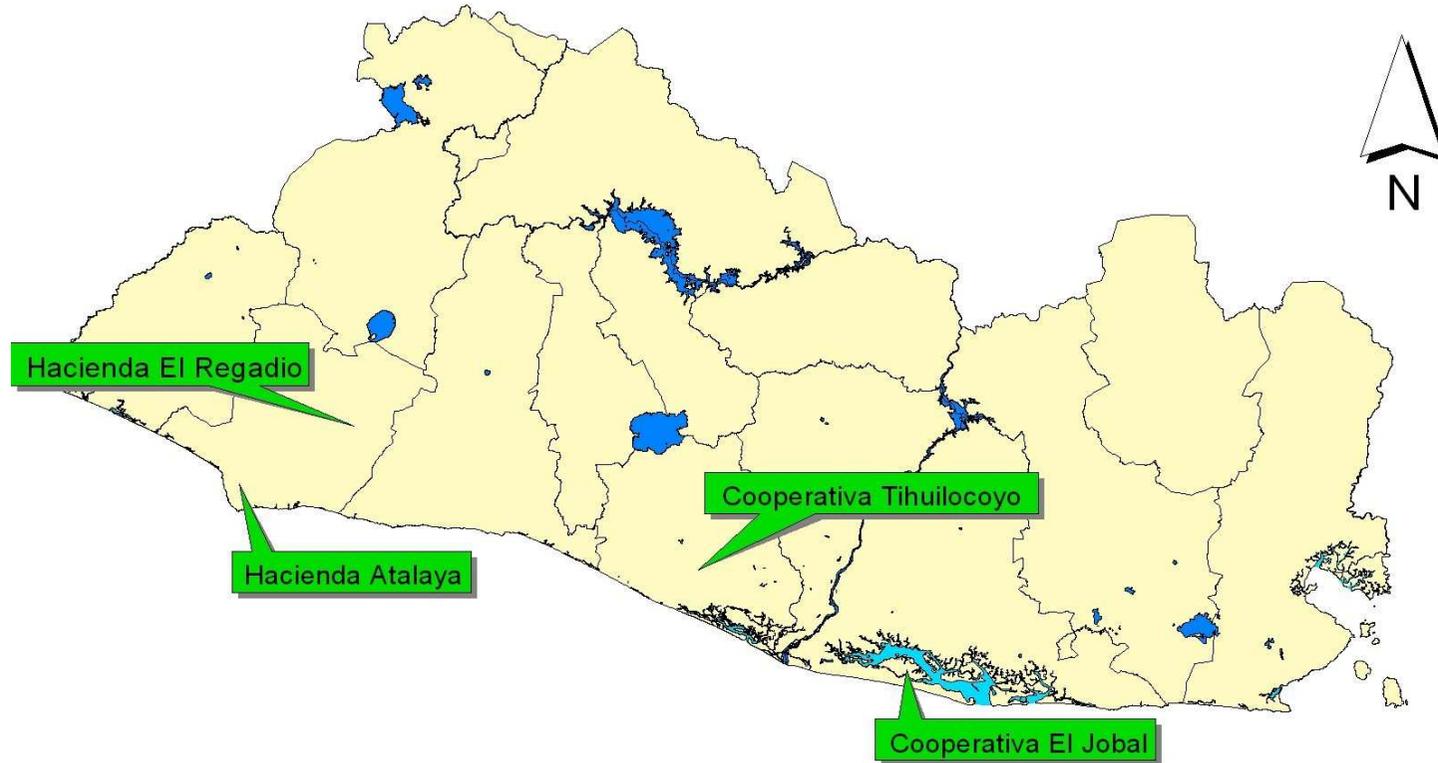


Figura 2. Ubicación de Sitios Muestreados.

UBICACIÓN DE SITIOS DE MUESTREO



Componentes del fruto

Figura 3. Medición de la Forma del Fruto.

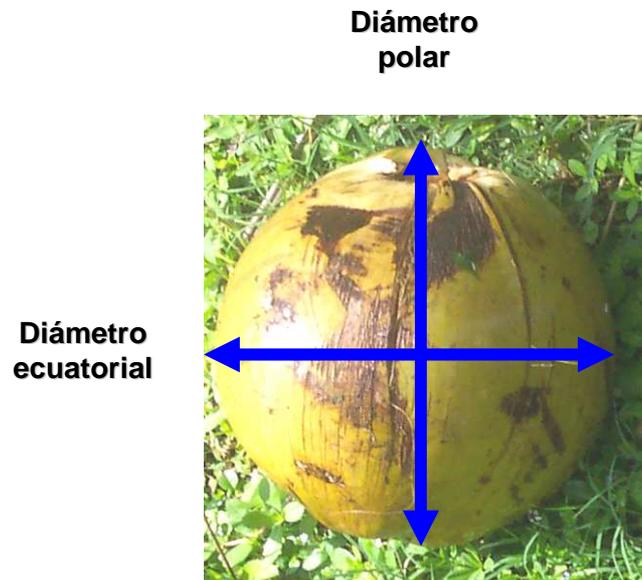


Figura 4. Componentes del Fruto.

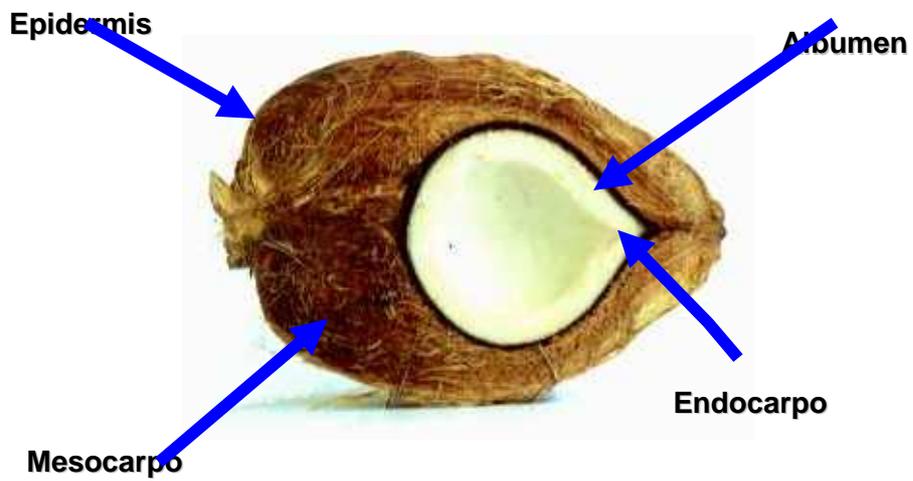


Figura 5. Peso del Fruto Entero.



Figura 6. Peso del Fruto sin Estopa

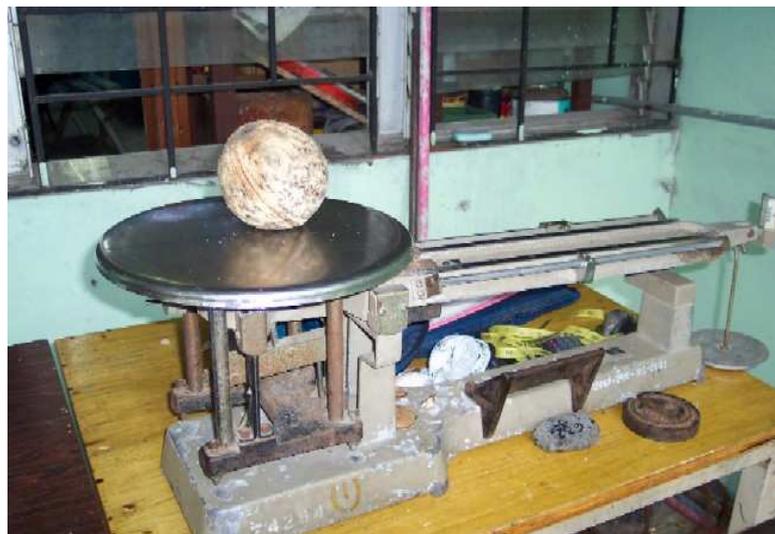


Figura 7. Peso de Carne.



Componentes de tronco

Figura 8. Medición del Diámetro a 20 centímetros



Figura 9. Medición del Diámetro a 1.70 metros.



Componentes de la hoja

Figura 10. División de la Hoja en Tres Componentes

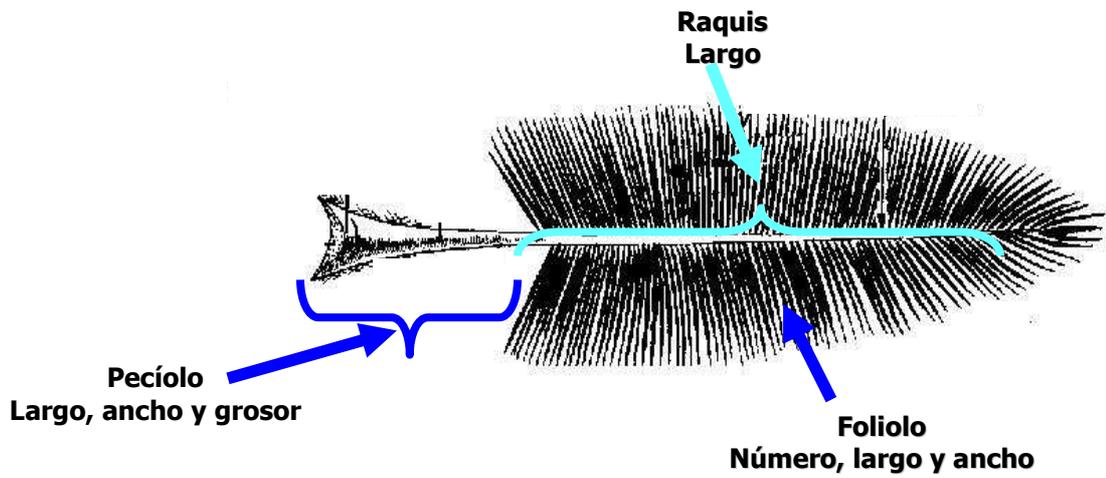


Figura 11. Medición del Largo del Pecíolo (Hoja seca), y Medición del Largo Raquis.



Figura 12. Medición de Ancho y Grosor del Pecíolo.



Figura 13. Dendrograma por el Método de Medias y Distancia Euclidiana al Cuadrado.

* * * * H I E R A R C H I C A L C L U S T E R A N A L Y S I S * * * *
Dendrogram using Median Method

Rescaled Distance Cluster Combine

C A S E	0	5	10	15	20	25
Label Num	+-----+-----+-----+-----+-----+					
jpv	10	↓				
apv	213	↓				
jpv	26	↓				
jpv	1	↓				
cpc	305	↓				
tpc	141	↓				
jpv	18	↓				
apr	288	↓				
jpc	40	↓				
jaa	92	↓				
tpv	130	↓				
tpr	181	↓				
jpc	47	↓				
tpr	186	↓				
tpr	200	↓				
apc	239	↓				
jpv	6	↓				
jpr	73	↓				
apv	202	↓				
apc	240	↓				
tpv	140	↓				
apr	276	↓				
tpv	120	↓				
apc	254	↓				
apr	265	↓				
jpv	11	↓				
apr	268	↓				
tpc	144	↓				
tpr	174	↓				
apv	227	↓				
jpr	81	↓				
jpv	4	↓				
apc	250	↓				
apr	266	↓				
tpv	136	↓				
tpr	183	↓				
tpv	126	↓				
jpc	44	↓				
apv	206	↓				
apr	264	↓				
apc	234	↓				
tpv	117	↓				
apv	212	↓	↓	↓	↓	↓
tpv	131	↓	↔			
tpv	116	↓	↔			
tpr	175	↓	↔			
tpc	155	↓	↔			
apr	263	↓	↔			
tpr	197	↓	↔			
apc	257	↓	↔			
apv	224	↓	↔			
jpv	2	↓	↔			
jpc	43	↓	↔			
apc	259	↓	↔			
cpv	299	↓	↔			
apv	218	↓	↔			
apr	280	↓	↔			
jpv	17	↓	↔			
tpc	158	↓	↔			
jpr	80	↓	↔			

apv	222	↓□ ⇔		⇔
tpr	193	↓□ ⇔		⇔
jpc	45	↓□ ⇔		⇔
tpr	195	↓□ ⇔		⇔
tpv	133	↓□ ⇔		⇔
tpr	192	↓□ ⇔		⇔
jaa	98	↓□ ⇔		⇔
tpv	125	↓□ ⇔		⇔
jpc	60	↓□ ⇔		⇔
jpr	64	↓□ ⇔		⇔
apc	248	↓↑↓⇔		⇔
emr	462	↓□	⇔	
jpc	33	↓□	⇔	
jpc	54	↓□	⇔	
tpc	161	↓□	⇔	
jpv	3	↓□	⇔	
jpc	53	↓□	⇔	
jpv	19	↓□	⇔	
jpv	30	↓□	⇔	
apc	251	↓□	⇔	
tpv	121	↓□	⇔	
tpv	118	↓□	⇔	
tpc	142	↓□	⇔	
jaa	110	↓□	⇔	
tpv	123	↓□	⇔	
tpv	134	↓□	⇔	
jaa	109	↓□	⇔	
apr	272	↓□	⇔	
tpv	114	↓□	⇔	
tpc	148	↓□	⇔	
apv	217	↓□	⇔	
tpc	159	↓□	⇔	
cpc	306	↓□	⇔	
jaa	99	↓□	⇔	
tpv	124	↓□	⇔	
tpr	185	↓□	⇔	
tpc	153	↓□	⇔	
apr	270	↓□	⇔	
apv	229	↓□	⇔	
cpc	308	↓□	⇔	⇔⇔⇔⇔⇔⇔⇔⇔⇔⇔⇔⇔⇔⇔⇔⇔⇔⇔⇔⇔⇔⇔⇔⇔⇔
apc	258	↓□	⇔	⇔
cpv	298	↓□	⇔	⇔
jpc	56	↓□	⇔	⇔
tpv	119	↓□	⇔	⇔
jaa	90	↓□	⇔	⇔
tpr	189	↓□	⇔	⇔
jpr	66	↓□	⇔	⇔
apv	214	↓□	⇔	⇔
jpr	61	↓□	⇔	⇔
tpv	135	↓□	⇔	⇔
tpc	150	↓□	⇔	⇔
tpc	167	↓□	⇔	⇔
jpr	89	↓□	⇔	⇔
tpc	163	↓□	⇔	⇔
tpr	199	↓□	⇔	⇔
apc	233	↓□	⇔	⇔
jpr	85	↓□	⇔	⇔
jaa	94	↓□	⇔	⇔
jpr	69	↓□	⇔	⇔
apr	273	↓□	⇔	⇔
jpr	68	↓□	⇔	⇔
tpr	171	↓□	⇔	⇔
jpc	59	↓□	⇔	⇔
tpr	182	↓□	⇔	⇔
jpv	25	↓□	⇔	⇔
jpv	14	↓□	⇔	⇔
tpr	179	↓□	⇔	⇔
jpc	39	↓⇔	⇔	⇔
apv	201	↓⇔	⇔	⇔
apc	231	↓□	⇔	⇔
cpc	300	↓□	⇔	⇔
apv	207	↓□	⇔	⇔

cpv	296	↓ ↗ ↕	↔	↔
jpv	13	↓ ↗ ↕	↔	↔
jpc	36	↓ □ ↕	↔	↔
jpv	9	↓ □ ↕ ↕ ↕ ↕ ↕ ↕ ↕	↔	↔
jpc	38	↓ □ ↕	↔	↔
apv	226	↓ □ ↕	↔	↔
cpc	307	↓ □ ↕	↔	↔
apr	267	↓ □ ↕	↔	↔
cpc	304	↓ ↗ ↕ ↕	↔	↔
cpv	291	↓ □	↔	↔
cpv	293	↓ □	↔	↔
cpv	292	↓ ↗ ↕	↔	↔
efv	310	↓ ↗ ↕	↔	↔
efa	352	↓ □	↔	↔
efa	356	↓ □	↔	↔
efv	337	↓ □	↔	↔
efa	354	↓ □	↔	↔
ema	433	↓ □	↔	↔
efr	367	↓ □	↔	↔
emv	393	↓ □	↔	↔
efa	341	↓ □	↔	↔
efv	323	↓ □	↔	↔
efa	357	↓ □	↔	↔
ema	424	↓ □	↔	↔
efv	329	↓ □	↔	↔
efa	348	↓ □	↔	↔
emv	400	↓ □	↔	↔
emr	475	↓ □	↔	↔
ema	428	↓ □	↔	↔
emr	454	↓ □	↔	↔
efa	346	↓ □	↔	↔
efa	351	↓ □	↔	↔
efa	358	↓ □	↔	↔
efv	326	↓ □	↔	↔
efa	342	↓ □	↔	↔
emr	473	↓ ↗ ↕ ↕ ↕ ↕ ↕ ↕ ↕ ↕ ↕ ↕ ↕ ↕ ↕	↔	↔
efv	322	↓ □	↔	↔
emv	413	↓ □	↔	↔
emr	455	↓ □	↔	↔
efv	311	↓ □	↔	↔
efr	364	↓ □	↔	↔
emr	476	↓ □	↔	↔
efv	338	↓ □	↔	↔
efa	347	↓ □	↔	↔
efr	389	↓ □	↔	↔
efv	334	↓ □	↔	↔
efr	381	↓ □	↔	↔
efr	366	↓ □	↔	↔
emv	406	↓ □	↔	↔
ema	441	↓ □	↔	↔
emv	398	↓ □	↔	↔
efv	331	↓ □	↔	↔
efr	382	↓ □	↔	↔
emv	395	↓ □	↔	↔
ema	436	↓ □	↔	↔
efa	340	↓ □	↔	↔
ema	426	↓ □	↔	↔
efv	330	↓ □	↔	↔
efa	360	↓ □	↔	↔
emr	465	↓ □	↔	↔
emv	394	↓ □	↔	↔
emv	412	↓ □	↔	↔
efr	387	↓ □	↔	↔
emr	463	↓ □	↔	↔
efr	374	↓ □	↔	↔
efr	384	↓ □	↔	↔
ema	423	↓ □	↔	↔
emr	470	↓ □	↔	↔
efr	363	↓ □	↔	↔
efr	378	↓ □	↔	↔
emr	461	↓ □	↔	↔
efa	353	↓ □	↔	↔

efa	361	↓□	⇔	
efv	328	↓□	⇔	⇔
emr	477	↓□	⇔	⇔
efv	339	↓□	⇔	⇔
efr	377	↓□	⇔	⇔
efr	391	↓□	⇔	⇔
emv	404	↓□	⇔	⇔
emv	408	↓□	⇔	⇔
ema	445	↓□	⇔	⇔
efv	327	↓□	⇔	⇔
efa	344	↓□	⇔	⇔
efv	336	↓□	⇔	⇔
emv	416	↓□	⇔	⇔
emr	472	↓□	⇔	⇔
efa	350	↓□	⇔	⇔
efr	376	↓□	⇔	⇔
emr	458	↓□	⇔	⇔
efv	320	↓□	⇔	⇔
efr	373	↓□	⇔	⇔
efa	343	↓□	⇔	⇔
efr	380	↓□	⇔	⇔
efr	369	↓□	⇔	⇔
emv	409	↓□	⇔	⇔
efv	324	↓□	⇔	⇔
efa	345	↓□	⇔	⇔
emr	456	↓□	⇔	⇔
emv	419	↓□	⇔	⇔
emr	457	↓□	⇔	⇔
emr	453	↓□	⇔	⇔
efa	349	↓□	⇔	⇔
efr	388	↓□	⇔	⇔
emv	407	↓□	⇔	⇔
efa	355	↓⇔	⇔	⇔
jpc	37	↓⇔	⇔	⇔
jaa	102	↓□	⇔	⇔
jpc	42	↓□	⇔	⇔
efr	370	↓□	⇔	⇔
jaa	105	↓□	⇔	⇔
jaa	107	↓□	⇔	⇔
jpc	49	↓□	⇔	⇔
tpr	184	↓□	⇔	⇔
efv	318	↓□	⇔	⇔
tpv	138	↓□	⇔	⇔
tpc	170	↓□	⇔	⇔
jpv	29	↓□	⇔	⇔
jaa	108	↓□	⇔	⇔
ema	432	↓⇔↓⇔	⇔	⇔
jpc	34	↓□	⇔	⇔
jpr	83	↓□	⇔	⇔
jpv	21	↓□	⇔	⇔
jaa	100	↓□	⇔	⇔
jpc	31	↓□	⇔	⇔
emr	479	↓□	⇔	⇔
ema	446	↓□	⇔	⇔
emv	421	↓□	⇔	⇔
ema	448	↓□	⇔	⇔
efv	316	↓□	⇔	⇔
jpc	50	↓□	⇔	⇔
emv	401	↓□	⇔	⇔
jpr	62	↓□	⇔	⇔
emv	402	↓□	⇔	⇔
jpc	55	↓□	⇔	⇔
tpc	160	↓⇔	⇔	⇔
jpr	70	↓⇔	⇔	⇔
emv	422	↓□	⇔	⇔
efr	390	↓□	⇔	⇔
jaa	104	↓□	⇔	⇔
efr	392	↓□	⇔	⇔
emv	418	↓□	⇔	⇔
ema	440	↓□	⇔	⇔
efv	335	↓□	⇔	⇔
emr	478	↓□	⇔	⇔

efv	312	↓□ ⇔
emv	415	↓□ ⇔
emr	474	↓□ ⇔
efa	362	↓□ ⇔
emv	414	↓□ ⇔
efv	321	↓□ ⇔
emv	420	↓□ ⇔
ema	427	↓□ ⇔
ema	434	↓□ ⇔
emr	481	↓□ ⇔
ema	451	↓□ ⇔
ema	435	↓↑↓⇔
emr	471	↓□
ema	450	↓□
efv	325	↓□
efv	317	↓□
emv	396	↓□
emv	417	↓□
ema	439	↓□
emv	397	↓□
ema	430	↓□
efv	319	↓□
efr	375	↓□
emr	467	↓□
emr	482	↓□
efr	383	↓□
emr	460	↓□
efr	365	↓□
ema	447	↓□
efv	314	↓□
efr	386	↓□
efv	332	↓□
ema	438	↓□
efv	333	↓□
efa	359	↓□
emr	468	↓□
emv	411	↓□
ema	449	↓□
emv	410	↓□
ema	437	↓□
emv	405	↓□
efr	385	↓□
ema	452	↓□
ema	431	↓□
efr	371	↓□
efr	372	↓□
efv	313	↓□
efr	368	↓□
emr	459	↓□
ema	444	↓□
efv	315	↓□
emv	399	↓□
emv	403	↓□
ema	443	↓□
emr	469	↓□
emr	464	↓□
emr	480	↓□
ema	442	↓□
emr	466	↓□
efr	379	↓□
ema	425	↓□
ema	429	↓□