

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

**DOCUMENTO DE GRADUACIÓN**

**EXPERIENCIAS EN EL PROCESO PRODUCTIVO Y DE  
EXTRACCIÓN DEL ACEITE DE PALMA AFRICANA, Elaeis  
guineensis. (Jacq.) EN LA COSTA SUR DE GUATEMALA.**

**POR**

**RAFAEL ENRIQUE RALON RABANALES**

**GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2002.**

# UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

## RECTOR

Dr. M. V. Luis Alfonso Leal Monterroso

## Junta Directiva de la Facultad de Agronomía

Decano	Ing.Agr.	Edgar Oswaldo Franco Rivera
Vocal Primero	Ing.Agr.	Walter Estuardo García Tello
Vocal Segundo	Ing.Agr.	Manuel de Jesús Martínez Ovalle
Vocal Tercero	Ing.Agr.	Erberto Raúl Alfaro Ortiz
Vocal Cuarto	Br.	Wener Armando Ochoa Orozco
Vocal Quinto	Br.	Axel Aureliano Herrera Pérez
Secretario	Ing.Agr.	Edil René Rodríguez Quezada

## Honorable Junta Directiva

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

Respetables Señores:

De conformidad con las Normas Establecidas por la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración, el Documento de Graduación titulado:

“Experiencias en el Proceso Productivo y de Extracción del Aceite de Palma Africana Elaeis guineensis. (Jacq.) En la Costa Sur de Guatemala”.

Presentado como Requisito Previo a optar el título de Ingeniero Agrónomo en el Grado Académico de Licenciado en Ciencias Agrícolas.

Esperando

De Ustedes, Atentamente. Rafael Enrique Ralón Rabanales

## ACTO QUE DEDICO

**A:**

**DIOS:** Fuente Inagotable de Sabiduría  
Porque muchos proyectos hay  
en el Corazón del Hombre más  
Tu designio es el que se cumplirá

**Mis Padres:** Manuel Ralón Tobías  
Mirthala Hortencia Rabanales Barrios (Q.E.D)  
Flores siempre vivas sobre su tumba.

**Mis Abuelos:** En especial a Mama Toyita (Q.E.D)

**Mis Hermanos:** Angélica, Carlos, Tita, Blanqui, Nery, José Manuel  
Ileana, Marisol, Belizario y Joyce.

**Mis Tíos:** Esperancita, Isabel y Enrique

**Mis Sobrinos:** En General

**Mi Familia:** Con Amor Fraternal

# **DOCUMENTO QUE DEDICO**

**A**

MI PATRIA GUATEMALA

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE AGRONOMIA

COATEPEQUE, QUETZALTENANGO

## AGRADECIMIENTOS

A:

MIS ASESORES:

Ing. Agr. Arturo López Cabrera  
Ing. Agr. Gustavo Adolfo Solís Orozco  
Por su Ayuda y Colaboración para la  
realización de este documento.

MI HERMANO:

Lic. Nery Joel  
Por su apoyo incondicional sin el cual no hubiera sido  
posible el logro de esta meta.

MI HERMANA:

Angélica  
Por sus consejos y por el apoyo brindado para la  
culminación de esta meta.

LOS SEÑORES:

Vitelio Marin y Obdulio Soto  
Administradores de las Fincas “San Juan El Horizonte”  
“Alamo” y fincas Anexas, por el apoyo brindado para la  
elaboración de este documento.

## CONTENIDO

TEMA	PAGINA
INDICE DE CUADROS	viii
INDICE DE FIGURAS	ix
RESUMEN	x
1. INTRODUCCION	01
2. JUSTIFICACIÓN	02
3. MARCO TEORICO	03
3.1 MARCO CONCEPTUAL	03
3.1.1 BOTANICA DE <i>Elaeis guineensis</i> (Jacq.)	03
3.1.1.1 CLASIFICACION TAXONOMICA	03
3.1.1.2 ORIGEN	03
3.1.2 MORFOLOGIA Y FISIOLÓGÍA	04
3.1.2.1 MORFOLOGIA	05
3.1.2.2 FISIOLOGIA	09
3.2 MARCO REFERENCIAL	11
3.2.1 UBICACIÓN DEL AREA DE ESTUDIO	11
3.2.2 CONDICIONES CLIMÁTICAS	11
3.2.3 SUELOS	11
3.2.4 ZONA DE VIDA	11
4. OBJETIVOS	12
4.1 OBJETIVO GENERAL	12
4.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS	12
5. METODOLOGIA	13
6. RESULTADOS	15
6.1 REQUERIMIENTOS FISICOS Y AGROCLIMATICOS	15
6.1.1 REQUERIMIENTOS FISICOS	15
6.1.1.1 LATITUD	15
6.1.1.2 ALTITUD	15
6.1.1.3 SUELOS	15
6.1.1.4. TOPOGRAFÍA	17
6.1.2 REQUERIMIENTOS AGROCLIMATICOS	17
6.1.2.1 TEMPERATURA	17
6.1.2.2 RADIACION SOLAR Y HORAS LUZ	17
6.1.2.3 VIENTOS	17
6.1.2.4 HUMEDAD RELATIVA	18
6.1.2.5 PRECIPITACION PLUVIAL	18
6.2 MANEJO DE LAS PLANTAS EN VIVERO	20
6.2.1 ESTABLECIMIENTO Y MANEJO DE UN SEMILLERO-VIVERO	20
6.2.1.1 VARIEDADES	21
6.2.2 PREVIVERO	22
6.2.3 DISEÑO Y MANEJO DEL VIVERO	23
6.2.4 FERTILIZACION	25
6.2.5 CONTROL DE MALEZAS	26
6.2.6 ENFERMEDADES Y PLAGAS DEL VIVERO DE PALMA	26
6.3 ESTABLECIMIENTO DE LA PLANTACIÓN	28
6.3.1 PREPARACION DEL TERRENO	28
6.3.2 PREPARACION DEL TERRENO A PARTIR DE UN BOSQUE	28
6.3.3 PREP. DEL TERRENO A PARTIR DE UNA PLANTAC VIEJA .	28
6.3.4 PREP. DEL TERRENO A PARTIR DE UN CULTIVO ANUAL	28
6.3.6 MANEJO DE LA PLANTACIÓN	32
6.3.7 MANEJO DE UNA PLANTACIÓN DE PALMA ADULTA	36
6.3.8 PLAGAS QUE ATACAN A LA PALMA AFRICANA	38
6.3.9 ENFERMEDADES DE LA PALMA AFRICANA	41

6.4	EXPLORACION DE LA PALMA AFRICANA	45
6.4.1	NORMAS DE COSECHA	45
6.4.2	FRECUENCIA O CICLOS DE COSECHA	45
6.4.3	TECNICAS Y PROCEDIMIENTOS DE COSECHA	46
6.4.4	CORTE DE RACIMOS	46
6.4.5	RECOLECCION Y TRANSPORTE	47
6.5	COSTOS DE PRODUCCIÓN	48
6.6	EXTRACCION DE ACEITE	53
6.6.1	LA PLANTA EXTRACTORA	53
6.6.2	NORMAS DE CALIDAD DE LA MATERIA PRIMA	53
6.6.2.1	ESTADOS DE MADUREZ	54
6.6.2.2	LONGITUD DE LOS PEDÚNCULOS (PINZOTES)	54
6.6.2.3	TIEMPO TRANSCURRIDO DESPUÉS DEL CORTE	55
6.6.3	DESCRIPCION GENERAL DE LOS PROCESOS DE EXTRACCION	55
6.6.3.1	ESTERILIZACIÓN	56
6.6.3.2	DESFRUTADO	56
6.6.3.3	DIGESTION	57
6.6.3.4	PRESADO	57
6.6.3.5	CLARIFICADO	58
6.6.3.6	DEFIBRACION	58
6.6.3.7	QUEBRANTAMIENTO	59
6.6.4	DIAGRAMA DE FLUJO	59
6.6.5	CARACTERISTICAS DEL PRODUCTO TERMINADO	64
6.6.5.1	ACEITE DE PALMA	64
6.6.5.1.1	NORMAS DE CALIDAD	64
6.6.5.2	ALMENDRAS Y DERIVADOS	65
6.6.5.3	UTILIZACIONES	65
6.6.5.3.1	ACEITE DE PALMA	65
6.6.5.3.2	ALMENDRAS	65
6.6.6	CONTROL DE LA PRODUCCIÓN	66
6.6.6.1	PORCENTAJE DE EXTRACCIÓN DE ACEITE	66
6.6.6.2	CALCULO DE PORCENTAJE	66
6.6.6.3	CALCULO PARA DETERMINAR EL PESO EN Kg DE UN VOLUMEN	66
6.6.6.4	CALCULO PARA DETERMINAR EL PESO EN TONELADAS MÉTRICAS	66
6.6.6.5	CALCULO PARA DETERMINAR EN Kg DE UN VOLUMEN DE ACEITE	67
6.6.6.6	ANALISIS DE LAS MATERIAS PRIMAS	67
6.6.6.7	DESECHOS DE FABRICA	68
7.	CONCLUSIONES	69
8.	RECOMENDACIONES	71
9.	BIBLIOGRAFÍA	72
10	ANEXO	73

## INDICE DE CUADROS

CUADRO No.		PAGINA
1.	Principales características del suelo que determinan la aptitud del suelo para el establecimiento del cultivo de palma africana.	16
2.	Propiedades químicas del suelo consideradas como desfavorables para el cultivo de palma africana.	16
3.	Balance hídrico en una plantación de palma africana.	19
4.	Producción por Hectárea de la Variedad Tenera	22
5.	Criterios a utilizar en la fertilización de un vivero de palma.	25

6.	Recomendaciones para el control químico de malezas en el plato.	33
7.	Recomendación para aplicar fertilizantes en plantaciones jóvenes.	34
8.	Niveles críticos de diferentes elementos en palma africana	37
9.	Dosis de nutrientes en Kg/ha recomendados para suelos aluviales.	37
10.	Costos de Establecimiento de un Vivero	48
11.	Costos desde el Establecimiento al Primer Año	49
12.	Costos Estimados para el Segundo Año de Producción	50
13.	Costos de Producción Para el Tercer Año	51
14.	Costos de Producción para el Décimo Año	52
15.	Estados de Madurez de la Fruta de Palma	54
16.	Longitud de los Pedúnculos (Pinzotes)	54
17.	Clasificación por observación del Pedúnculo o Pinzote del racimo.	55
18.	Costos Estimados de Extracción de una Tonelada de Aceite.	63
19A.	Cuadro de Costos por Hectárea para el Cuarto año.	78
20A.	Cuadro de Producción para el Quinto año	79
21A.	Cuadro de Resumen de Costos	80

## INDICE DE FIGURAS

No.		PAGINA
1.	Fotografía de un Vivero proveniente de un previvero.	23
2.	Diagrama de Flujo del Proceso de Extracción de Aceite	60
2A.	Fotografía de Una plantación de reciente establecimiento.	74
3A.	Fotografía que muestra las parcelitas de cobertura con Kudzú	74
4A.	Fotografía del Corte de fruta con el uso de la "Chuza"	75
5A.	Fotografía del Corte de la fruta con "Cuta"	75
6A.	Fotografía del Corte de fruta con "Malayo"	76
7A.	Fotografía de los Tanques de Depósito de Aceite	77

**Experiencias en el Proceso Productivo y de Extracción del Aceite de Palma Africana, Elaeis guineensis. (Jacq.) en la Costa Sur de Guatemala.**

**Experiences in the Productive Process and Oil Extraction from African Palm, Elaeis guineensis. (Jacq.) in the South Coast of Guatemala.**

**RESUMEN**

Este documento se elaboró en base a revisiones de literatura, en experiencias de técnicos encargados de fincas productoras y de plantas extractoras de aceite de palma, y por experiencias personales adquiridas a lo largo de los años de laborar en fincas “El Alamo” en Tecún Umán, San Marcos y “San Juan El Horizonte” en Coatepeque, Quetzaltenango, alternando los cargos de supervisor de plagas y de cosecha de fruta de palma.

El documento en sí, principia con una breve descripción botánica del cultivo, su origen, morfología y fisiología, seguidamente enumera los requerimientos físicos y agroclimáticos indispensables para el éxito de la plantación, más adelante se proporciona información sobre el establecimiento de un semillero-vivero y las variedades mas importantes utilizadas por los productores en la costa sur de Guatemala, además se describen las labores de establecimiento de una plantación de palma africana, su manejo hasta el inicio de la producción, las plagas y enfermedades más importantes que atacan al cultivo así como los métodos de control más utilizados a nivel local, también se incluyen cuadros de los costos incurridos desde el establecimiento de un vivero hasta la fase de producción.

El documento en sí, principia con una breve descripción botánica del cultivo, su origen, morfología y fisiología, seguidamente enumera los requerimientos físicos y agroclimáticos indispensables para el éxito de la plantación, más adelante se proporciona información sobre el establecimiento de un semillero - vivero y las variedades mas importantes utilizadas por los productores en la Costa Sur de Guatemala, además se describen las labores de establecimiento de una plantación de palma africana, su manejo hasta el inicio de la producción, las plagas y enfermedades mas importantes que atacan al cultivo así como los métodos de control mas utilizados a nivel local, también se incluyen cuadros de los costos incurridos desde el establecimiento de un vivero hasta la fase de producción.

Este trabajo presenta además un estudio detallado del proceso de explotación de una plantación describiéndose las labores de cosecha, las normas de calidad, ciclos y herramientas utilizadas para tal fin, así también se describe detalladamente las fases por las que pasa la fruta desde su arribo a la planta extractora hasta las normas de calidad del aceite producido y sub-productos obtenidos, además se presentan en forma breve los costos incurridos en el proceso de extracción de una tonelada de aceite a nivel de la costa sur de Guatemala para el año 2002..

Es necesario propiciar la investigación en este cultivo a manera de generar información propia que sirva de base para la obtención de mejores variedades y producciones más rentables y de mejor calidad que pueda repercutir tanto a nivel nacional como internacional. Este documento se realizó con el objeto de servir de fuente o medio de consulta a técnicos y productores interesados en este cultivo.

# 1. INTRODUCCIÓN

La palma africana Elaeis guineensis. (Jacq.) Es una especie perenne considerada como una de las fuentes principales de aceite vegetal cultivada por su alta productividad, con un contenido del 50% de aceite en el fruto, puede rendir 3,000 a 5,000 kg de aceite de pulpa por hectárea, más 600 a 1,000 kg de aceite de palmiste, siendo su rendimiento por unidad de superficie de 4 a 5 toneladas de aceite por hectárea por año. Comparativamente produce 4 a 6 veces más aceite anualmente que otras especies oleaginosas como el maní, soya, ajonjolí, girasol etc. Su lugar de origen está localizado a lo largo del Golfo de Guinea y se extiende hasta 15° de latitud norte y sur (5).

La producción mundial de aceite de palma se calcula en más de 3,000 millones de toneladas métricas. Los principales países productores son Malasia, Nigeria, Indonesia, Zaire, Costa de Marfil, y otros países de africanos y sudamericanos, pero está llegando a ser un cultivo de mucha importancia en América Tropical (7).

Debido a las características climáticas tropicales existentes en Guatemala ideales para su cultivo y a la gran demanda de grasas y aceites en el mercado interno y externo, se inicia su cultivo a nivel comercial a partir de los años 70s, impulsado por el programa de diversificación agrícola de la Asociación Nacional del Café.

Actualmente existen cerca de veinte fincas localizadas en la costa sur, la costa atlántica y recientemente en el departamento del Petén las cuales se dedican exclusivamente al cultivo y producción de aceite de palma africana, ya sea para la industria local de grasas y aceites o exportada a países vecinos como México que es el principal importador.

El aceite de palma africana se emplea en la elaboración de margarinas, manteca, y aceite de cocina, además se utiliza en la fabricación de jabones, en la laminación de acero inoxidable y aluminio (trefilación de metales), concentrados minerales, aditivos para lubricantes, crema para zapatos, tintas de imprenta, velas, en la producción de ácidos grasos y en la obtención de vitamina A (8)

Este documento constituye una recopilación de referencias bibliográficas, experiencias personales y de técnicos relacionados con el cultivo, que poseen una amplia experiencia de campo y del proceso de extracción de aceite de palma africana.

Comprende las tres fases del cultivo: almácigos, crecimiento y explotación, así como el manejo de las plagas y enfermedades que la afectan. Además, el proceso de extracción del aceite en la planta extractora con algunos aspectos importantes como son las normas de calidad existentes y el análisis de laboratorio de los productos y subproductos terminados, así también los costos que se incurre desde el establecimiento de la plantación hasta el inicio de la explotación.

Se espera que el presente constituya un documento base como fuente de consulta para productores, e investigadores interesados en el cultivo de la palma africana.

## 2. JUSTIFICACIÓN

En Guatemala el cultivo de palma africana (*Elaeis guineensis*) (Jacq.) se ha extendido notablemente desde la década de los años 70's. abarcando extensas áreas de la costa sur, en algunas zonas del litoral atlántico y recientemente se han establecido plantaciones en algunas localidades del departamento del Petén.

El cultivo de palma africana es altamente productivo, siendo superior a otros cultivos oleaginosos, su implementación requiere de una gran inversión inicial lo cual hace necesario tener información actualizada sobre los requerimientos agroclimáticos del cultivo, que permitan al técnico o productor analizar su posible plantación.

Hasta el momento no se cuenta con un documento actualizado que reunidos aspectos principales del proceso de cultivo y de extracción de aceite para las localidades productoras de Guatemala, que pueda servir como medio de consulta a técnicos y personas relacionadas al cultivo de y procesamiento de la palma africana.

## 3. MARCO TEORICO

### 3.1 MARCO CONCEPTUAL

#### 3.1.1 BOTANICA DE Elaeis guineensis. (Jacq.)

##### 3.1.1.1 CLASIFICACION TAXONOMICA DE LA PALMA AFRICANA

El botánico Adanson, en el año 1,750 fue el primero que hizo la descripción de esta planta en la península de Cabo Verde (Senegal) y le dio el nombre de “Palmiste” y la incluyó en él genero “Coco” (6).

En el año de 1,763, N. J. Jacquin, identificó el genero *Elaeis*, en palmas introducidas a Martinica en las Antillas y le dio el nombre de *Elaeis guineensis*. *Elaeis* viene del griego “Elaia” que significa Oliva ó aceite y *guineensis* por proceder del golfo de Guinea (Amplia entrada de la costa atlántica Africana ente Liberia y Gabón).

La clasificación taxonómica de *Elaeis guineensis*. (Jacq.) es la siguiente:

Reino:	Vegetal
Sub-reino:	Embryobionta
División:	Magnoliophyta
Clase:	Angiospermeae
Sub-clase:	Monocotiledoneae
Orden:	Palmales
Familia:	Palmaceae
Género:	<i>Elaeis</i>
Especie:	<u><i>Elaeis guineensis</i></u> . (Jacq.)

Además de la especie *guineensis*, debe mencionarse *oleífera* (H.B.K.) Cortez, comúnmente conocida como nolí ó palma americana de aceite, nativa de Colombia, Panamá y Costa Rica, la cual se utiliza para producir híbridos.

##### 3.1.1.2 ORIGEN

Debido al hallazgo de polen fósil en el delta del río Níger y a la existencia de variedades y combinaciones de éstas en las asociaciones de vegetación primitiva se confirma plenamente que el centro de origen de la palma africana esta localizado a lo largo del Golfo de Guinea en la parte occidental del continente africano y se extiende hasta 15° de latitud norte y sur.

La dispersión de la palma africana hacia otros continentes comenzó después de los primeros viajes de los portugueses por mar en el siglo XV, cuando éstos establecieron el trato de esclavos y junto a ellos fue introducida y luego de adaptarse se propagara espontáneamente como en el Brasil (6).

## 3.1.2. MORFOLOGÍA Y FISIOLOGÍA

### 3.1.2.1 MORFOLOGIA

#### A. El Sistema Radicular

La morfología de la palma africana es la característica de las monocotiledóneas posee cuatro tipos de raíces: raíces de anclaje, raíces primarias, raíces secundarias y raíces terciarias (8).

- Raíces de Anclaje: son pocas y se profundizan verticalmente para darle sostén ó anclaje a la planta.
- Raíces Primarias: Son más numerosas y crecen en dirección horizontal a partir de su origen en la base del tronco y no profundizan más de un metro.
- Raíces Secundarias: Crecen a partir de las raíces primarias y en sentido vertical.
- Raíces Terciarias: Crecen a partir de las raíces secundarias en sentido horizontal y son las llamadas raíces absorbentes, encontrándose en mayor número conforme se alejan del tronco hasta 3,5 m

Estas raíces se originan de un bulbo radical de la base del tronco en su mayor parte son horizontales. Se concentran en los primeros 50 cm del suelo. Solo las de anclaje se profundizan.

Las raíces de la palma africana forman un conjunto fibroso y están generalmente bajo el terreno a excepción de algunas raíces adventicias y aquellas que están expuestas en la superficie del suelo por la acción de la erosión, la longitud y profundidad radicular depende de las características del suelo principalmente la porosidad y profundidad del nivel freático (5).

#### B. El Tallo o Tronco

El tallo ó tronco, es un estipe con un solo punto terminal de crecimiento con hojas jóvenes denominado palmito es el responsable del crecimiento y producción de estructuras en la planta, así como de la elongación y engrosamiento del tronco. Es casi columnar, a excepción de su base engrosada y por otro lado es casi uniforme en cuanto a su diámetro. Sin ramificaciones en su base. Se diferencia notablemente hacia los 3 años de edad. Aumenta su tamaño durante toda su vida calculándose un crecimiento anual de 30 a 60 cm. Este crecimiento puede ser afectado por factores ambientales y diferencias genéticas; puede alcanzar hasta 25 metros de altura ó más, aunque en plantaciones comerciales la altura económica máxima es de 15 a 18 metros.

La vida productiva de una palma, es igual al tiempo que tarda en alcanzar una altura de 12 a 18 m de ahí que condiciones que aceleren su crecimiento sean desfavorables (3).

#### C. Las Hojas

Al mes de haberse iniciado la germinación aparece la primera hoja. Las primeras dos y a veces 3 hojas, son cilíndricas y no tienen lámina. La siguiente hoja tiene lámina lanceolada. Esta hoja se considera como la hoja numero uno. Las siguientes hojas lanceoladas y después aparecen hojas bífidas y por último las pinnadas.

El tronco de una palma africana adulta suele estar coronada por un penacho de unas treinta a cuarenta hojas de tipo pinnatisectas que miden de cinco a siete metros de largo cada una y pesan de cinco a ocho kilogramos. Durante los primeros cinco ó seis años en la etapa juvenil de la palma, se abren de treinta a cuarenta hojas por año. Luego por un largo período se forma solo unas veinte a veinticuatro por año antes de iniciarse la decadencia de la planta.

En este cultivo la producción del follaje es de primordial importancia para determinar el rendimiento debido que a cada una de las hojas le corresponderá una inflorescencia.

Las hojas de la palma están colocadas siguiendo dos espirales. Una de éstas corre de derecha a izquierda en la cual hay ocho hojas que están en la misma línea vertical, y otra de izquierda a derecha con cinco hojas intermedias.

Las hojas se componen de una base con una vaina, que la protege en su primera etapa de desarrollo, la cual en las hojas adultas aparece fragmentada con fibras sueltas entre-cruzadas. El eje de la hoja ligeramente convexo se divide en una parte peciolar, basal y más ancha, en cuyos bordes aparecen espinas planas, gruesas y agudas, y en un raquis en el que se insertan los folíolos. La base de la hoja rodea completamente al tallo ó tronco de la planta la cara superior es plana y la inferior es redondeada y más ancha cerca de la región del pecíolo Sus bordes son espinosos.

El pecíolo es de aproximadamente 1.50 m de longitud y se ensancha en su base. La tasa de apertura de las hojas es de 2 por mes, partiendo del meristemo apical. Los folíolos de 200 a 300 se disponen en dos planos diferentes. Tiene venas no muy fuertes y bajo condiciones muy ventajosas pueden doblarse, bajo condiciones de deficiencia de boro, las venas centrales de los folíolos son muy débiles y quebradizas, tienen una protuberancia basal, siendo el punto de inserción al raquis.

La planta es capaz de sostener de 35 a 40 hojas, pero por el régimen de poda que se realiza en las plantaciones se le dejan de 25 a 30 hojas por planta, las hojas nuevas abren sus folíolos y llegan a ser órganos fotosintéticos funcionales.

Como las hojas nuevas se van formando en la zona apical, las hojas viejas van muriendo en la base inferior de la corona, luego de un período de 2 años. Por lo tanto el ciclo de vida de una hoja desde la formación del primordio foliar hasta la senescencia es de 4 años, durante los cuales la hoja pasa por tres diferentes fases de crecimiento: Una fase juvenil de 24 meses a cuya terminación la hoja no será aún más que un órgano de escaso desarrollo encerrado en el corazón de la palma. Un a fase de crecimiento rápido de cinco meses en el cual la hoja pasa de unos pocos centímetros a cinco o seis centímetros, caracterizada por el llamado "estado de flecha", constituida por el raquis y los folíolos, estrechamente apretados contra éste. Finalmente una fase adulta, en la cual la hoja se abre y suele durar unos 20 a 24 meses (8).

Inicialmente las plántulas presentan hojas simples y lanceoladas, luego son simples y bifurcadas, en el vivero. Finalmente los folíolos se hacen evidentes y algunas se

mantienen simples en la punta, tal carácter juvenil es indeseable en la selección en el vivero.

El arreglo de las hojas alrededor del ápice del tronco (Filotaxia), es extremadamente importante en la determinación de la formación del dosel foliar de la planta y por ende de la capacidad de ésta para interceptar la luz solar. El rendimiento de palmas de 8 a 10 años de edad se ve limitado por la radiación solar y la interceptación lumínica, esto cuando la planta está sembrada en densidad óptima para el rendimiento (4).

La capacidad para identificar la sucesión ordenada de las hojas y enumerarlas es esencial para las mediciones de crecimiento, en la determinación de la tasa de producción de hojas, en la técnica de muestreo foliar y en la determinación de índices críticos de ciertas plagas de esta manera la hoja que se encuentra completamente abierta se identifica como hoja + 1, y la hoja siguiente más joven como la hoja 0 (cogollo). Las hojas se numeran consecutivamente como positivas y las hojas jóvenes (en estado de desarrollo) se numeran como negativas (5).

Las hojas permanecen adheridas al tronco por un período aproximado de 12 años.

#### D. Órganos Reproductivos o Inflorescencias

La palma es una especie alógama, monoica, con inflorescencias axilares unisexuales, desarrollando en cada axila foliar un primordio floral con potencial para ambos sexos. Las inflorescencias se producen en grupos de 6 a 12 femeninas que alternan con 6 a 12 masculinas respectivamente. Apareciendo las primeras inflorescencias aproximadamente a los dos años y a partir de esa edad hay una inflorescencia por cada hoja que se abre; produce inflorescencias de uno y otro sexo por períodos alternos, variando los períodos de desde pocos meses a dos años (5).

Sin embargo el número de inflorescencias formado por una planta es bastante constante de período a período, lo que asegura la posibilidad de una fertilización constante dentro de un grupo de palmeras comerciales. Regularmente se observan hojas sin su respectiva inflorescencia, esto obedece al aborto del primordio floral (5).

La inflorescencia pistilada es un racimo globoso que generalmente alcanza una longitud de 30 cm, cubierta al principio por dos espatas coriáceas y protegida en la base por cinco a diez brácteas duras y puntiagudas que llegan a medir hasta 15 cm de largo. El racimo es sostenido por un pedúnculo corto y fuerte, y lleva al centro un raquis esférico, en el que van insertadas numerosas ramillas ó espigas cada una con varias flores (4).

En la base de cada flor hay una bráctea dura y aguda que envuelve no solo la flor pistilada sino también los rudimentos de flores estaminadas no funcionales. Las espiguillas que conforman la inflorescencia están ordenadas en espiral alrededor del raquis de la inflorescencia. Sobre estas igualmente se encuentran dispuestas las florcillas, cada flor esta encerrada en una bráctea, que termina en una espiga y en una espina de longitud variable, el ovario tiene tres carpelos, el estigma es sésil, con tres lóbulos.

Las inflorescencias poseen más o menos un número de 150 espigas y cada espiga posee un promedio de 15 flores, lo que da un total de 2,250 flores por inflorescencia, de las cuales solo el 50% formarán frutos normales. En general, una inflorescencia femenina

puede tener de 2,000 a 2,500 flores pistiladas de las cuales 1,000 a 1,500 llegan a convertirse en frutos (3).

La inflorescencia estaminada ó masculina ésta formada por un eje central erecto y delgado del que salen numerosas ramillas ó espigas llamadas dedos. Estas son cilíndricas y largas, de cinco a veinte centímetros de longitud, que terminan en un ápice duro y punteado. Esta cubierta al igual que la inflorescencia pistilada por dos espatas coriáceas. Posee un pedúnculo más largo que la inflorescencia femenina, al igual que las espigas, siendo éstas mas largas y delgadas. Tiene unas 100 espigas, cada una con 700 a 1,200 flores.

La flor masculina es mucho más pequeña que la inflorescencia femenina, cuando está receptiva al estigma. Es de color crema y exuda humedad para permitirle al polen adherirse a ella. De color crema pasa a colores más oscuros, como el salmón y rojo hasta llegar al negro que es cuando ya está senescente. Presenta un olor característico (olor a anís) lo cual atrae a los insectos polinizadores (Camerunés). Produce abundante polen; 25 a 30 gramos por inflorescencia. Contando desde la formación del primordio hasta la muerte la inflorescencia femenina dura 41 meses y la masculina 34 meses (3).

## E. El Fruto

El fruto es una drupa sésil, ovoide cuyo color externo cambia de acuerdo al cultivar, es de color verdoso o negro rojizo en la parte superior; la inferior es siempre amarilla. De 3 a 5 cm de largo, con una capa lisa delgada, cerosa y dura denominada Exocarpio, una pulpa gruesa, amarilla, de parénquima rico en aceite, cruzado por fibras y haces vasculares. Denominada Mesocarpio el cual contiene de un 45 a 50 % de su peso en aceite, y un 15 a 20% de fibras solubilizadas en agua, albúminas, materia pécticas, azúcares y sales. Y una cáscara interior muy dura llamada Endocarpio ó Cuesco, que rodea al Endospermo ó almendra que es producto de la fecundación.

La consistencia y grosor del endocarpio es una característica varietal: Si éste es grueso (más de 2 mm) se denomina Pisífera; si es delgado (menos de 2 mm) se denomina Tenera, y si carece de cáscara se denomina Pisífera. El tipo Tenera es el resultado del cruce entre el tipo Dura y el tipo Pisífera – DxP –. Los estigmas persisten en su extremo, en forma de tres pequeños apéndices arqueados (8).

Los frutos son muy variables en cuanto a:

- |              |                     |
|--------------|---------------------|
| a.- Forma    | esférica ó elongada |
| b.- Longitud | 2 a 5 cm            |
| c.- Peso     | 15 a 30 gr          |

El fruto se encuentra agrupado en racimos, los cuales pueden tener entre 500 a 4,000 frutos pero en promedio tiene de 100 a 1,500. El peso de un racimo varía entre 2.5 kg al inicio de la cosecha hasta 50 kg en plantaciones de más de 5 años de producción, los racimos presentan una forma acorazonada al inicio de la producción y ovoide en plantaciones mayores, midiendo entre 25 a 75 cm de largo y entre 35 a 60 cm de ancho.

Los componentes de un racimo normal son:

- |                                |     |
|--------------------------------|-----|
| a. Raquis Central              | 9%  |
| b. Espigas y Frutas sin aceite | 21% |
| c. Fruta con aceite            | 70% |

Generalmente el racimo está pobremente desarrollado en las zonas de contacto con el tronco y la hoja que lo sostiene (rama china), debido a la presión mecánica y a la poca ó nula polinización en dichas áreas.

En un racimo normal, se pueden encontrar tres tipos de frutos según sea su desarrollo y/o fecundación siendo estos los siguientes:

- a. Frutos Normales: Son aquellos racimos que presentan nueces y pulpa bien desarrollados. Normalmente se encuentran en el exterior del racimo.
- b. Frutos Partenocárpicos: Racimos en los cuales no existe la fecundación y por tal razón no presentan Almendra ó Endospermo, pero se produce el crecimiento del ovario y la formación de aceite en la Pulpa ó Mesocarpio.
- c. Frutos Maduros Blancos: Permanecen pequeños, sin aceite y sin almendra, un alto contenido de agua y no aumenta de diámetro.

Los primeros dos grupos son los que se encuentran en mayor proporción en racimos bien fecundados ó polinizados, mientras los últimos son pocos. En términos de producción, los frutos de mayor interés son los que contienen aceite y almendras, razón por la cual los cultivadores de palma le dan mayor importancia a la polinización, por su efecto tardío pero drástico en el rendimiento, en cuanto a la diversidad, calidad y cantidad de aceite a extraer.

Los racimos en su madurez mantienen sus espinas terminales de la espiga sumamente punzantes, lo que dificulta su manejo en la cosecha sin equipo de protección.

Al madurar los frutos de palma africana pueden presentar una amplia variación en el color los cuales pueden ser: (8).

- a. Frutos Color Nigrescens: presentan una coloración violeta profundo a negro en el ápice y claro en la base en su inmadurez. Al madurar pueden ser rojo a púrpura en el ápice y rojo claro en la zona basal (color natural).
- b. Frutos Color Virescens: No poseen antocianinas. Cuando son inmaduros tienen una coloración verde jade, y al madurar son de coloración amarillo- anaranjado en la mayor parte del fruto y con ápice verdusco.
- c. Frutos Color Alvescens: Son de color blanco cuando están inmaduros y amarillos cuando maduran.

Según la maduración de un racimo de fruta de palma africana y en términos prácticos de cosecha se distinguen 3 tipos principales:

- a. Racimos Normales: Son aquellos racimos que presentan una maduración uniforme desde la base del racimo hasta el ápice presentando una coloración rojo-anaranjado, estos racimos botan fruta por cualquier parte que se toquen y son los mejores racimos que se persiguen por la calidad de aceite que producen.
- b. Racimos Zonales: Son los que maduran principalmente en un costado del racimo y sueltan fruta solamente por ese lado, y dejando inmaduro ó verde, su mayor parte estos racimos crean problemas en la calidad del aceite.
- c. Racimos Básales ó Apicales: Son aquellos que maduran solo en la base ó ápice del racimo y en su mayor parte se encuentran verdes ó inmaduros estos racimos al igual que los anteriores son indeseables ya que provocan reducción en la calidad del aceite (pH).

### 3.1.2.2 FISIOLÓGÍA

#### A. Semillas

La semilla de la palma africana tiene requerimientos especiales de humedad, oxígeno y temperatura para su germinación. En condiciones naturales, las semillas demoran mucho en germinar, si acaso lo hacen. Por ello, deben someterse a un tratamiento previo de calor en germinadores de aire caliente, con adecuada provisión de oxígeno y contenido de humedad cercana a la saturación.

Las semillas calentadas a 39 – 40 °C durante 80 días, con contenido óptimo de humedad y buena aireación, germinan rápidamente cuando se transfieren a la temperatura ambiental. El 50% germina en 5 – 6 días y el resto en 3 semanas (8).

#### B. Sistema Radicular

Después de la germinación del embrión, las primeras raíces adventicias se forman en la conexión de la radícula-hipocotilo y dan lugar a raíces secundarias antes de la formación de la primera hoja. La radícula sigue creciendo por aproximadamente seis meses hasta alcanzar una longitud de más ó menos 15 centímetros. Después de tres ó cuatro meses, en la base del tallo se desarrolla un bulbo y éste da lugar a las raíces primarias “verdaderas”.

Las raíces primarias presentan un aspecto liso y regular de 6 a 10 mm de diámetro, con un promedio de 5 metros de longitud. Su función principal es de asegurar el anclaje de la palma al terreno, estando su capacidad de absorción restringida por estar casi enteramente lignificadas (8).

Por lo general el 60% de las raíces secundarias son ascendentes y el 40% descienden bajo condiciones favorables de suelo llegando hasta unos 130 cm de profundidad. Estas por no estar tan lignificadas pueden ser absorbentes en sus cinco ó seis primeros centímetros, pero su función principal es la de servir de portadoras de las raíces terciarias. Las raíces terciarias se dirigen en una dirección horizontal o sea perpendicular a las raíces secundarias (8).

Las raíces cuaternarias y la zona no lignificada de las terciarias son los órganos de absorción de agua y nutrientes (8).

### C. Tallo ó Tronco

Básicamente el tronco está compuesto de haces vasculares los cuales se encuentran rodeados de tejidos parenquimatosos. Posterior a la etapa de vivero, el crecimiento inicial consiste en la formación de una base ancha del tronco (bulbo) sin presentarse elongación internodal.

Este bulbo presenta la forma de cono invertido, que puede alcanzar hasta 60 cm de diámetro, cuando este alcanza su diámetro final se produce la formación de un tronco columnar al cual se adhieren las bases de las hojas, las cuales permanecen adheridas al tronco hasta que la palma tiene de once a quince años. Durante esta etapa se produce la elongación de los entrenudos, razón por la cual el crecimiento del tronco es menor en diámetro (aproximadamente 40 cm), no obstante que el desarrollo longitudinal es más rápido (8).

La palma africana posee un solo punto de crecimiento vegetativo ó meristemo apical, localizado en la parte central del ápice del tronco en una depresión cóncava. El ápice es cónico y se le encuentra en la corona de la palma dentro de una masa de hojas jóvenes, que incluidas las bases se le denomina palmito. Este meristemo es el responsable de la producción de primordios, foliares e inflorescencias.

La tasa de crecimiento del tronco es muy variable y depende de factores ambientales y genéticos así como de las prácticas de cultivo. Esta es baja con poca luminosidad y alta con mucha densidad de siembra. En condiciones normales la tasa de incremento anual en altura varía entre 25 y 45 cm el diámetro del tronco puede disminuir en plantaciones abandonadas debido a la competencia de malezas y a la falta de fertilización (8).

### D. Hojas

Las palmas de la Variedad Dura producen menos hojas que las de la variedad Ténera que a su vez produce menos que la variedad Pisífera. En regiones con períodos de sequía marcados, la emisión foliar anual es menor que en zonas con mayor precipitación. Generalmente, una palma de seis a siete años de edad produce unas 34 hojas al año y este número disminuye gradualmente con la edad a entre 30 y 25 hojas (8).

### E. Inflorescencias

Al igual que las hojas, las inflorescencias demoran dos años, desde su estado de yema hasta su aparición en el cogollo. De aquí hasta la abertura de las flores transcurren de 9 a 10 meses y hasta la maduración de los frutos, cinco meses más. Una disminución en la intensidad de la luz, demasiada sombra exceso de podas y períodos prolongados de sequía aumentan la producción de inflorescencias masculinas (8).

Normalmente hay períodos o ciclos de floración masculina y femenina, cuya longitud varía. La mayor producción corresponde a una mayor duración del ciclo de floración femenina, durante el período de floración femenina y maduración de racimos, la palma demanda cantidades grandes de elementos nutritivos; si éstos no están disponibles, se desarrollaran inflorescencias masculinas y muy pocas femeninas. Por lo tanto, dos años después los rendimientos serán bajos (10).

## 3.2 MARCO REFERENCIAL

### 3.2.1 Ubicación del Area de Estudio

El presente documento esta basado en experiencias adquiridas dentro de la finca San Juan El Horizonte y fincas anexas de la costa sur, principales productoras de aceite de palma, propiedad de Agroindustrias HAME S.A.

La Finca San Juan El Horizonte se localiza a 243 km de la ciudad Capital y a 18 km de la cabecera municipal de Coatepeque, en el departamento de Quetzaltenango; de los cuales 12 km son de carretera asfaltada y 6 km. de camino de terracería, hasta llegar al casco de la finca en donde se encuentra instalada la planta extractora. Siendo su ubicación entre las coordenadas 14° 30' 44" latitud norte y 91° 54' 12" longitud oeste.

Sus límites o Colindancias son:

Al Norte con Los Caseríos de Villa Flores, La Ayuda, El Socorro, La Esmeralda y Arizona.

Al Sur: Con El río Ocosíto y Aldea la Blanquita y la finca La Chorrera pertenecientes al municipio de Caballo Blanco, Retalhuleu.

Al Este: Con La Comunidad Agraria San Roque, y la Finca el Botín pertenecientes a municipio de Génova Costa Cuca.

Al Oeste: Con Las Fincas Corinto Chiquito y Corinto Grande y Aldea el Troje.

### 3.2.2 Condiciones Climáticas

La finca se encuentra localizada a 38 metros sobre el nivel del mar. Con una temperatura promedio entre 25 °C y 30 °C y una precipitación promedio anual de 2000 mm distribuidas de Mayo a Octubre, y una Humedad relativa entre 73 y 77 %.

### 3.2.3 Suelos

Según Simons (9) los suelos corresponden a la serie Ixcan, el material madre de estos es ceniza volcánica (aluvión), de color oscuro, los cuales son profundos con drenaje interno moderado, el suelo superficial es de color café oscuro y de textura arcillosa plástica.

### 3.2.4 Zona de Vida

De la cruz (2) basado en el sistema Holdridge, clasifica la zona de vida como Bosque húmedo Subtropical cálido. (BH-Sc). Y de acuerdo al sistema Thornwite, corresponde a un clima cálido con invierno benigno y con un bosque húmedo.

## **4. OBJETIVOS**

### **4.1 OBJETIVO GENERAL**

Conocer los aspectos agronómicos generales y el proceso de extracción de aceite de palma africana que permitan generar un documento base que sirva como medio de consulta a técnicos o productores relacionados con este cultivo.

### **4.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS**

- 4.2.1 Describir los aspectos generales y agronómicos del cultivo de la Palma Africana
- 4.2.2 Describir las actividades de cosecha y manejo pos-cosecha del fruto de palma africana.
- 4.2.3 Establecer los costos de inversión de una plantación de palma africana.
- 4.2.4 Describir el Proceso de Industrialización del fruto de palma africana.

## 5. METODOLOGÍA

Para la realización de este documento se dividió la investigación en 2 fases las cuales son:

Fase I: Manejo Agronómico del Cultivo de Palma Africana.

Fase II: Descripción del Proceso de Extracción de Aceite del fruto de Palma Africana.

### Fase I: Manejo Agronómico del Cultivo

Para lo cual se utilizó la metodología siguiente:

a) **Revisión de Literatura sobre el Cultivo:** Por medio de manuales técnicos proporcionados en las fincas productoras, en bibliotecas y por medio de Internet. acerca de las plagas y enfermedades más importantes, requerimientos agroclimáticos y nutricionales del cultivo etc.

b) **Entrevista a Técnicos encargados de las plantaciones:** Se realizaron entrevistas directas a los técnicos encargados de las fincas anexas que forman parte de la finca San Juan El Horizonte: Finca La Plata, Finca La Parada, Finca El Ujuxte, Finca Posa Rica, Finca La Pitaya, Finca Cañasol, Finca Tilapa y Finca Tres Ríos, así como en la finca El Alamo en el Municipio de Tecún Umán del Departamento de San Marcos. Las cuales presentan diferentes edades de plantación, tipos de suelo, variedades y problemas fitosanitarios.

c) **Experiencias Personales:** Por medio de experiencias obtenidas desempeñando los cargos de Supervisor de Plagas y Enfermedades en la Finca el Alamo de Tecún Umán, San Marcos, así como de Supervisor de Cosecha en la Finca Tilapa, de la finca San Juan El Horizonte.

d) **Análisis y Procesamiento de la Información:** Con la información obtenida se analizó los aspectos de mayor importancia que pudieran servir de referencia en plantaciones posteriores, así como los aspectos más importantes sobre la cosecha y estándares de calidad de la fruta para su procesamiento en la planta extractora.

Se esquematizaron algunos aspectos importantes del cultivo, y por último por medios computacionales se proceso y se tabuló toda la información obtenida.

### Fase II: Proceso de Extracción de Aceite del Fruto de Palma Africana.

a) **Entrevista a Encargados de La Planta Extractora:** Se entrevistó a Técnicos encargados de la planta extractora a fin de determinar las operaciones fundamentales que se realizan en la extracción del aceite del fruto de palma. Desde su arribo a la planta extractora hasta su almacenamiento en tanques, así como las normas de calidad que rigen el proceso y los costos incurridos en el proceso.

b) **Revisiones Bibliográficas:** Se realizaron revisiones bibliográficas en bibliotecas y por medio de Internet sobre aspectos importantes del manejo de una planta extractora,

operaciones realizadas, las principales normas de calidad de los productos y subproductos obtenidos.

c) **Análisis de la Información:** La información obtenida sobre los procesos de extracción y las normas de calidad de los productos y sub-productos obtenidos se analizó y posteriormente se tabuló y esquematizó para su presentación final por medio de computadoras.

## 6. RESULTADOS

### 6.1 REQUERIMIENTOS FISICOS Y AGROCLIMATICOS DE LA PALMA AFRICANA (Elaeis guineensis. Jacq.)

Cuando se proyecta establecer una plantación de palma africana, es indispensable hacer un análisis cuidadoso de las condiciones agroclimáticas de la zona pues este cultivo requiere de grandes inversiones y no se debe dejar pasar por alto ningún requerimiento del cultivo.

#### 6.1.1 REQUERIMIENTOS FISICOS

##### 6.1.1.1 Latitud

El rango latitudinal para Guatemala se sitúa entre  $+13^{\circ}$  y  $+18^{\circ}$  N siendo su mejor desarrollo, entre los  $14^{\circ} 34' 32''$  y  $14^{\circ} 30' 44''$  Latitud Norte y  $91^{\circ} 54' 12''$  Longitud Oeste y a la zona ecuatorial, entre los  $15^{\circ}$  de latitud norte y  $15^{\circ}$  de latitud sur (1).

##### 6.1.1.2 Altitud

En cuanto a la zona costera del pacífico, se desarrolla normalmente desde los 0 a 500 m sobre el nivel del mar. En lugares en donde la precipitación pluvial es baja se consideran zonas adversas para su desarrollo, pero con uso de riego eso no es problema. Altitudes sobre los 500 m presentan condiciones de elevada humedad relativa y menor luminosidad lo que dificulta su crecimiento y desarrollo (4).

##### 6.1.1.3 Suelos

La palma africana puede crecer sobre una amplia variedad de suelos en zonas tropicales; y más bien la regulación natural del suministro de agua a las raíces es el factor más importante que la calidad intrínseca del suelo. Sin embargo se ha sugerido que el suelo idóneo para el cultivo debe ser el aluvial, suelto, de textura franca, sobre un subsuelo arcilloso y friable; desde luego bien drenado (5).

En los últimos años con frecuencia se señala que en el cultivo de palma africana como en otros cultivos las propiedades físicas de los suelos son más importantes que las propiedades químicas en la determinación de los rendimientos.

#### A. Propiedades Físicas del Suelo

Se deben evitar los suelos con texturas extremas: Texturas finas, suelos pesados y arcillosos por lo general ocasionan problemas de drenaje. Texturas muy gruesas, suelos arenosos (grava), tienen problemas de déficit hídricos y pobre balance nutricional (5).

La compactación de los suelos es perjudicial para el crecimiento de raíces y aireamiento del suelo, especialmente en suelos usados previamente con cultivos mecanizados. Estos suelos deben ser subsolados durante la época seca.

A continuación en el cuadro 1, se presentan las principales propiedades físicas del suelo requeridas para el óptimo crecimiento y desarrollo del cultivo de la palma.

Cuadro 1. Principales propiedades físicas que determinan la aptitud del suelo para el cultivo de la palma africana.

<b>Propiedad</b>	<b>Favorable</b>	<b>Marginal</b>	<b>Desfavorables</b>
Pendiente	21 %	21 – 36%	> 36%
Profundidad efectiva	75 cm	40 – 75 cm	< 40 cm
Textura	Franco-arcillosa	Franco-arenoso	Muy arenoso
Estructura y Consistencia	Fuerte-friable Moderadamente firme	Moderada-firme	Débil, masiva ó extremadamente firme
Permeabilidad	Moderada	Rápida ó lenta	Muy rápida ó muy lenta

Fuente: Richardson, D. L. (5).

### B. Propiedades Químicas del Suelo

La palma africana posee un rango de adaptabilidad con relación al pH del suelo de 4.5 a 8.0, aunque valores altos de pH con niveles altos de calcio intercambiable pueden ocasionar problemas con la absorción de los cationes lo que puede causar carencias de algunos oligoelementos (3).

Como se dijo anteriormente las buenas características físicas textura y estructura son preferibles al nivel de fertilidad, por lo cual se citan en el cuadro 2, los factores desfavorables en cuanto a composición química del suelo, los cuales pueden bien ser corregidos con un adecuado programa de fertilización.

Cuadro 2. Propiedades químicas del suelo consideradas como desfavorables para el cultivo de la palma africana.

<b>Propiedad</b>	<b>Rango Desfavorable</b>
Carbón orgánico	< a 0.5 %
Nitrógeno Total	< a 0.05 %
Fósforo (extractante Bray No.2)	< a 11 ppm
Potasio intercambiable	< a 0.15 meq/100 gr de suelo
Magnesio intercambiable	< a 0.15 meq/100 gr de suelo
Capacidad de intercambio catiónico	< a 3.0 meq/ 100 gr de suelo
Porcentaje de saturación de bases	< a 20 %
Porcentaje de saturación de Potasio	< a 2.0 %
Relación Ca/K (intercambiable)	> de 40
Relación Mg/K (intercambiable)	> de 15 ó < de 2
Relación $\frac{Ca + Mg}{K}$ (intercambiable)	> de 55

Fuente: Escobar, R. C. (3).

#### 6.1.1.4 Topografía

Aunque puede plantarse con éxito en terrenos de colinas, con pendientes mayores de 20°, se prefieren los planos ó ligeramente ondulados, con pendientes no mayores de los 15°. Ya que en estos se disminuyen los costos de establecimiento y de cosecha así como los riesgos de erosión.(5)

### 6.1.2 REQUERIMIENTOS AGROCLIMATICOS

#### 6.1.2.1 Temperatura

La temperatura es un factor que tiene mucho más importancia en la determinación del crecimiento y la producción de lo que generalmente se ha pensado. Temperaturas de 19°C detienen el crecimiento de las plántulas de vivero. y disminuyen el rendimiento de las palmas adultas. A 20°C las plántulas en vivero crecen 3 veces más rápido que a 19°C. La temperatura optima de crecimiento se estima entre 28° y 32°C. y una temperatura mínima promedio de 22 a 25°C (5).

La tasa de emisión de hojas muestra un incremento casi linear conforme se aumenta la temperatura promedio en el ámbito de 12°C a 22°C.

Un rango diurno de temperatura elevada provoca el aborto de las inflorescencias y por lo tanto limita grandemente la producción en zonas intertropicales y en zonas tropicales con estación seca pronunciada (4).

En la zona costera del pacifico se a notado que las mayores producciones de racimos se han obtenido con temperaturas medias anuales entre 25° - 27°C.

#### 6.1.2.2 Radiación Solar y Horas Luz

La alta productividad de la palma africana necesita altos niveles de radiación solar. En términos de horas luz se recomienda una cantidad anual de 1,800 horas luz como mínimo requerida para óptimos rendimientos. La medida de intensidad de radiación (calorías-gramo /cm<sup>2</sup>) no ha sido reportada suficientemente en las regiones donde se cultiva la palma africana, pero en algunas localidades se reporta que los períodos de altos rendimientos estacionales se atribuyen en parte a una intensidad de radiación solar mayor de 390 calorías - gr./cm<sup>2</sup>/día (5).

Se calcula que una reducción en la intensidad lumínica del 20% corresponde a una disminución del potencial fotosintético del 50%. Bajo estas condiciones la reducción en la producción de materia seca alcanza un 24% para toda la planta; el 21% correspondiendo a la parte aérea y el 33% a las raíces (5).

La luminosidad es un aspecto a considerar en la determinación de la densidad de siembra. Usualmente se recomienda una densidad de entre 143 a 160 palmas por hectárea.

#### 6.1.2.3 Vientos

Generalmente ráfagas de viento preceden al inicio de la estación lluviosa, las cuales pueden llegar a alcanzar los 100 kilómetros por hora en las zonas tropicales donde se cultiva la palma africana, y debido a que la palma africana no produce

suficientes raíces de anclaje que la sostengan, no se recomienda su siembra en áreas donde las corrientes de aire soplen directamente hacia ellas, o en áreas donde el paso de ciclones sea frecuente (4).

#### 6.1.2.4 Humedad Relativa

La humedad relativa esta influida por la insolación, la presión de vapor de la atmósfera, la temperatura, el viento y la reserva de humedad del suelo.

La evapotranspiración ó pérdida de agua del suelo por evaporación directa y por la transpiración a través de las hojas, afecta el desarrollo de la palma africana.

En términos generales la palma africana requiere de una humedad relativa superior al 75% (5).

#### 6.1.2.5 Precipitación Pluvial

Un factor muy importante para una planta perenne de crecimiento y fructificación continua como la palma africana es la distribución de la precipitación.

Las necesidades hídricas de la palma africana varían de acuerdo a los niveles de evapotranspiración, de la profundidad del suelo, de su capacidad de retención de agua y de la profundidad del nivel freático, aunque usualmente están comprendidos entre 125 y 150 mm por mes.

En distintas localidades donde se cultiva la palma africana la precipitación anual es adecuada, pero no así su distribución mensual por lo que se pueden presentar épocas de déficit hídrico acentuados lo cual hace que el riego sea una alternativa para mantener una buena producción durante todo el año (4).

Un rango de lluvias entre los 1,800 y 2,500 mm anuales es óptima, sí esta bien distribuida en todos los meses, sin períodos secos pronunciados.

En términos generales lluvias menores a los 1,800 mm ya son limitantes, se sabe que 100 mm/mes es lo mínimo aceptable para un desarrollo normal de la planta, mientras que lluvias menores ó iguales a 50 mm/mes ya no compensan en absoluto la tasa de evapotranspiración.

Bajo condiciones de buenos suelos, la palma africana puede soportar normalmente una estación seca de 3 a 4 meses con lluvias mensuales menores ó iguales a 100 mm ó bien de 2 a 3 meses con lluvias mensuales menores ó iguales a 50 mm.

Para la determinación de la aptitud de áreas para la producción de palma africana, se recomienda el uso del balance hídrico.

En el cuadro 3 se presenta un ejemplo del balance hídrico en una plantación de palma africana en Costa Rica.

Cuadro 3. Balance hídrico (mm) en una plantación de palma africana de 11 años de edad, con una densidad de 143 palmas/ha.

BALANCE HIDRICO			
Cantidad "Disponible de Agua"	(mm)	"Destinos del Agua "	(mm)
Lluvia	1,875	Interceptada por la Vegetación	131
Rocío y Neblina	75	Transpirada por las Hojas de Palma	400
		Transpirada por plantas de cobertura	673
		Evaporada por el suelo	307
TOTAL	1,950	TOTAL	1,950

Fuente: Peralta, F. L. (4).

Cuando la cantidad "disponible de agua " es menor que la "interceptada y evapotranspirada por las plantas" habrá déficit hídrico y la palma retrasará ó cesará en su actividad vegetativa y productiva por falta de la misma (4).

El efecto de la deficiencia hídrica puede causar reducciones sustanciales en la producción al provocar la diferenciación de un mayor número de inflorescencias masculinas que femeninas, por lo cual se debe mantener un buen sistema de riego para suministrar el agua al momento adecuado (5).

Por experiencia se ha determinado que palmas jóvenes que crecen bajo un adecuado contenido de humedad del suelo presentan entre 1 a 2 hojas sin abrir sus foliolos denominadas comúnmente como Flechas. y las plantas que presentan síntomas de deficiencia hídrica manifiestan una acumulación de flechas, que van entre de 3 a 5 lo cual se puede corregir con la aplicación de riego.

Existen casos extremos de deficiencia hídrica en la cual el follaje completo se comienza a secar desde las puntas hacia la base de las hojas, tal extremo de deficiencia provocara una considerable reducción en la producción por lo que se debe evitar aplicando el riego en la cantidad adecuada y a su debido tiempo.

## 6.2. MANEJO DE LAS PLANTAS EN VIVERO

### 6.2.1 ESTABLECIMIENTO Y MANEJO DE UN SEMILLERO – VIVERO

En las plantaciones de palma africana de la costa sur de Guatemala no se cuenta con productores de semillas de palma africana, por lo cual estas se compran o importan de productores especializados de Costa Rica, las cuales son enviadas germinadas en bolsas plásticas, para ser sembradas en un previvero ó vivero ya establecido según criterios a conveniencia del productor.

El período de germinación de las semillas de palma bajo condiciones naturales en el semillero suele ser largo (8 a 12 semanas), pero en la actualidad se ha logrado reducir substancialmente su período de germinación para la obtención de plántulas mediante técnicas que regulan los factores requeridos como lo son la temperatura y la humedad.

Las semillas de palma africana se distribuyen precalentadas para acelerar y mejorar su germinación. Se venden empacadas en bolsas de polietileno transparente y tratadas con un desinfectante. Estas semillas se sacan de la bolsa y se sumergen en agua para someterlas a remojo por siete días, luego se colocan en un lugar sombreado en un período corto hasta que se haya evaporado el agua de su superficie.

Luego las semillas se sacan de las bolsas y se ajustan al  $18 \pm 1$  por ciento de humedad y sometidas a calentamiento bajo  $39 \pm 1^\circ\text{C}$  por espacio de 60 a 80 días, en bolsas plásticas herméticamente cerradas, las cuales se colocan en un cuarto a temperatura ambiente

Después de este período se sumergen en agua hasta lograr un contenido de humedad en la semilla 22 por ciento. Las semillas germinan entre 21 a 22 días después, emergiendo la radícula en forma de un germen blanco que se destaca sobre el color negro de la semilla, luego emerge la plúmula.

A medida que vayan germinando deben sacarse con cuidado de las bolsas y colocarse en cajas de madera, entre un paño humedecido. Si durante la germinación la semilla pierde humedad se asperja ligeramente con agua. Las bolsas se agitan bien para permitir su humedecimiento uniforme. Si se presentan ataques de hongos deben tratarse con una solución de Ditiocarbamato al 0.04%.

Comúnmente, el porcentaje de germinación es del 90 al 98%. Las semillas que no germinen en 45 día, deben descartarse, las demás están listas para ser sembradas en las bolsas del previvero o vivero (8).

Además de la reproducción por semilla en la actualidad por medio de técnicas de cultivo de tejidos (meristemo apical), se ha logrado reproducir satisfactoriamente este cultivo lográndose un incremento del 30% en la producción de aceite en clones de alta productividad.

### 6.2.1.1 Variedades

La selección de un buen material de siembra es un factor que coadyuva al éxito futuro en la explotación comercial de palma africana, las variedades existentes se describen a continuación:

#### A. Variedad Dura

Estas producen una nuez o endocarpio muy grueso, con un espesor de más de 2 mm de grosor por lo que resulta en una disminución del contenido de aceite. (Ver Fig. 4 del apéndice)

#### B. Variedad Pisífera

Los frutos Pisífera sin nuez usualmente no se desarrollan sin la aplicación de hormonas y las palmas son improductivas, y si se producen frutos éstos se pudren antes de desarrollarse. Esta palmas gastan pocas reservas alimenticias en producir racimos, por lo que el desarrollo vegetativo es excesivo. Las palmas de esta variedad son más altas, hojas y tronco de mayor tamaño y sus hojas presentan una posición más vertical con respecto al tronco.

#### C. Variedad Tenera

Producto del cruce entre Dura y Pisífera, sus frutos son más aceptables por su contenido de aceite y una proporción de pulpa y nuez adecuada, además presenta una buena producción de racimos en peso y cantidad por lo que es la que actualmente se utiliza en plantaciones comerciales. El endocarpio ó cuesco de la semilla no sobrepasa los 2 mm de espesor, la relación de inflorescencias femeninas es adecuada, aunque en los primeros años hay una alta proporción de inflorescencias masculinas (4).

La variedad Ténera tiene un potencial genético de rendimiento mayor que el de Dura. Ello se debe no solo al mayor porcentaje de pulpa en los frutos, sino también a que en ella la relación sexual es más amplia, es decir, el porcentaje de inflorescencia femenina que produce es mayor que el de las masculinas. En el cuadro 4 se presenta la producción por hectárea por año de esta variedad.

Cuadro 4: Producción por hectárea de la Variedad Tenera (en Toneladas Métricas).

PRODUCTO	AÑO DE PRODUCCIÓN															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Fruta Fresca	0.5	1.0	2.0	3.0	4.5	6.0	8.0	10.0	12.0	14.0	16.0	18.0	20.0	22.0	22.0	20.0
Aceite	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0	1.5	1.7	2.2	2.66	3.1	3.5	4.0	4.4	4.8	4.8	4.4
Palmiste	0.1	0.2	0.4	0.6	0.8	0.8	0.8	0.9	0.9	0.9	0.9	1.0	0.9	1.0	1.0	0.9

Fuente: Richardson, D.L. <sup>5</sup>

De estas tres variedades principales se han desarrollado por mejoramiento genético otras variedades que por alguna característica deseable en particular son cultivadas en plantaciones comerciales de la Costa Sur de Guatemala. Entre las más importantes que se cultivan actualmente se encuentran las siguientes:

a. **Ghana**

Variedad desarrollada en el Instituto Malayo de Investigaciones en Palma Africana presenta características aceptables de precocidad y rendimiento, posee frutos de gran tamaño y peso incrementando el porcentaje de aceite extraído, el inconveniente de esa variedad es que es una palma que crece demasiado alto (hasta 25 m) lo que dificulta las labores de cosecha.

b. **Lamé**

Desarrollada en el mismo centro de investigaciones de Malasia es una Variedad muy cultivada en la costa sur por su desarrollo precoz y rendimiento elevado, presenta el inconveniente de que posee racimos con brácteas protectoras, muy salientes y pronunciadas que dificultan su manejo y recolección además de provocar una reducción sobre el peso neto del fruto y por tanto del aceite producido.

c. **Dammy**

Variedad de reciente introducción en las plantaciones de la costa sur, sus características principales son de presentar un porte bajo que minimiza el esfuerzo de las labores de recolección o cosecha y de elevada precocidad .

d. **Irho**

Esta es una nueva variedad, la cual se está empezando a plantar en algunas fincas productoras de la Costa Sur y Peten cuya principal característica es su mayor producción de aceite por hectárea y menor tasa de crecimiento en comparación con otros materiales existentes

### 6.2.2 Previvero

Como se indicó anteriormente las semillas de palma africana son importadas, por tal motivo es necesario instalar un previvero bajo sombra de hojas de palma ó tela de poliestireno negro (conocido como sarán), para proporcionar a las plántulas condiciones ambientales adecuadas para su buen desarrollo y adaptación al medio.

Bajo condiciones normales se estiman necesarias doscientas semillas germinadas por hectárea considerando las pérdidas en el vivero, la selección de plántulas y el programa de resiembra. Además sí se va a manejar un número grande de plantas 50,000 o más, se recomienda su establecimiento antes de establecer el vivero. Así se economiza espacio, se aprovecha mejor el agua y se reducen los costos de mantenimiento (8).

En el previvero se usan bolsas de polietileno negro de 15 X 23 cm X 0.15 mm que se llenan con 1.6 kg de suelo rico en materia orgánica. Las semillas germinadas se siembran a profundidad de 1 a 2 cm. Teniendo el cuidado de que la plúmula o sea, el brote más corto, quede hacia arriba y la radícula hacia abajo.

Las bolsas se colocan sobre el suelo nivelado y limpio, una a continuación de otra, en surcos de 10 bolsas de ancho y del largo que se requiera. Deben colocarse palos horizontales (Bambú) en todo el perímetro del tablón de bolsitas para sostenerlas. Allí permanecen las plántulas entre 4 a 5 meses.

El mantenimiento del previvero incluye riego diario, para mantener el suelo humedecido pero no saturado, aplicación semanal de una solución de Urea, 14 gramos en 5 litros de agua para 100 plántulas. También se puede utilizar un fertilizante compuesto como el 15 – 15 – 15, en la misma dosis, para el mismo número de plántulas.

Cuando las plántulas tienen de cuatro a cinco hojitas se transplantan al vivero, en bolsas de mayor tamaño.

Antes del transplante al vivero, debe hacerse una selección de plántulas para eliminar aquellas anormales.

### 6.2.3 Diseño y Manejo del Vivero

El vivero puede establecerse a partir de semillas germinadas o de plántulas provenientes del previvero. Generalmente no es necesario dar sombra al vivero. El terreno seleccionado para ubicar el vivero no debe mostrar diferencias marcadas de nivel.

El área debe ser suficientemente amplia para alojar el número de plántulas planificado y contar con fuentes de agua próximas y facilidades de acceso a través de todo el año (Ver Figura 1).



Figura 1: Fotografía de un vivero proveniente de un previvero, mostrando ubicación y distribución de las plantas (Finca “El Alamo” Tecún Umán, San Marcos).

La consideración principal del vivero es la programación de actividades, considerando épocas de siembra, transporte, materiales y otros, con al menos 3 meses de anticipación al arribo de las plántulas del previvero o de la semilla germinada (5).

La estadía de las plántulas en el vivero es de 8 – 10 meses, si se parte de plántulas de previvero, o de 10 a 12 meses, si se siembran semillas germinadas. Estos períodos reflejan la necesidad de una planificación, programación y preparación minuciosa del vivero.

En algunas ocasiones se justifica el establecimiento de previveros (bolsas de 15 X 23 cm X 0.15 mm de grosor), especialmente si el material es genéticamente valioso, si es material D X P (donde la selección es rigurosa), o si la planificación del vivero fallase (carencia de bolsas de vivero, de suelo, terreno no preparado, o poca disponibilidad de mano de obra).

Las bolsas de vivero suelen ser de polietileno negro de 40 X 53 cm X 0.15 mm con 50 perforaciones como mínimo. Es necesario disponer de bolsas perforadas de mayor tamaño 45 X 55 cm X 0.15 mm para reembolsar las bolsas originales deterioradas. Además, un 2 por ciento de la semilla debe ser sembrada en bolsas grandes para el programa de resiembra.

Para llenar las bolsas el suelo debe reunir excelentes características físicas con el propósito de facilitar el drenaje y permitir un crecimiento radicular óptimo. Se debe utilizar suelo suelto, rico en materia orgánica. El vivero debe estar libre de malezas y el control sanitario se realiza a fin de mantener el vivero libre de plagas y enfermedades.

Con tres meses de anticipación, se deberán enviar muestras al laboratorio de análisis de suelos para determinar las necesidades de fertilización. Para la fertilización de las palmitas del vivero, se sugiere la siguiente mezcla de fertilizantes: (5)

- a. Una parte de Urea
- b. Una parte de sulfato de potasio
- c. Una parte de superfosfato triple
- d. Dos partes de sulfato de magnesio.

De esta mezcla se aplican 14 g a cada planta, a la edad de tres y cinco meses y 28 g a la edad de siete a nueve meses. A los 11 ó 12 meses se aplican 42 g a cada planta.

Si el suelo esta disgregado se debe acondicionar hasta lograr el estado friable requerido.

Cuando se transplantan plantitas del previvero, las bolsas deben llenarse con tierra hasta un nivel que permita colocar la plántula con un bloque de suelo, de tal forma que su cuello quede a 2.5 cm por debajo del borde de la bolsa. Luego, se agrega más tierra apisonándola con las manos. Para asegurar un buen drenaje se debe colocar una capa de materia orgánica en el fondo de la bolsa.

Si se siembra de semillas germinadas directamente en las bolsas de vivero, éstas deben llenarse con tierra hasta 1.2 cm por debajo de su borde. La semilla se siembra de igual manera que en las bolsas del previvero. Las bolsas con plántulas o con semillas

germinadas, se colocan juntas en hileras de tres, dejando una calle de 2.10 m. El largo de las hileras puede ser cualquiera.

Cada 50 metros se dejan caminos de 3 m de ancho en el sentido norte a sur y este a oeste, que facilitará el paso de los obreros para las labores de mantenimiento y transporte de las palmas al sitio definitivo.

Cuando las plántulas tengan 12 meses de edad o una altura de 40 a 50 cm se separan las bolsas 45 cm entre sí. De esta manera se aprovechan las calles que se habían dejado entre las hileras. Antes del trasplante debe hacerse una selección de las plantas del vivero. Se eliminan aquellas que presentan anomalías en su desarrollo y ataque de plagas y enfermedades.

#### 6.2.4 Fertilización

Se basa en la aplicación de nutrimentos mayores (N, P, K, Mg), adicionándose otros nutrimentos cuando se observan o detectan mediante análisis síntomas de deficiencia.

En los primeros cinco meses de crecimiento se requiere primordialmente la aplicación de fertilizantes conteniendo nitrógeno y fósforo (Cuadro 5) Si se observan deficiencias de nitrógeno aplicar Urea en forma foliar (14 a 17 g de urea foliar en 5 litros de agua para 100 plántulas (5).

Cuadro 5: Criterios a utilizar en la fertilización de un vivero de palma africana

Estado de Desarrollo		Dosis de Fertilizante*	
Meses	Promedio de hojas funcionales	Formula	Gramos / Planta
1	----	----	-----
2	2	18-46-00	1
3	3	18-46-00	1
4	5	18-46-00	7
5	7	18-46-00	7
6	9	15-15-15	14
7	10-11	15-15-15	14
8	12-13	15-15-15	21
9	14	15-15-15	21
10	16	15-15-15	28
11	18	15-15-15	28
12	20	15-15-15	28
13	22	15-15-15	28

Fuente: Richardson D.L(5)

\*Tomar en cuenta para la aplicación de estas dosis el análisis de suelo realizado.

### 6.2.5 Control de Malezas

En la superficie de las bolsas las malezas se controlan manualmente. En las calles y área del vivero con productos químicos usando:

Herbicidas preemergentes antes de la ubicación de las bolsas, como por ejemplo: Atrazina en dosis de 3.5 kg/ha en 270 litros de agua.

Un herbicida de contacto como Gramoxone en dosis de 3.0 litros/ha en 200 litros de agua. Usar este herbicida en las calles o entrelíneas cuando ya se encuentren distribuidas y alineadas las bolsas, evitando rociar las plántulas, para lo cual se hace necesario proteger la boquilla con un embudo que controle la ubicación del producto asperjado.

### 6.2.6 Enfermedades y Plagas del Vivero de Palma Africana

Las enfermedades más comunes en la etapa de vivero son:

**A. Podredumbre de la Hoja:** Esta enfermedad es ocasionada por el hongo Corticium solani. Se presenta especialmente en áreas de alta precipitación y drenaje deficiente. Los primeros síntomas se manifiestan como una podredumbre en la base de la hoja sin abrir (cogollo), la cual al abrirse muestra lesiones, al principio de color café oscuro, luego gris blancuzco con un halo púrpura café. El tejido muerto de la parte central de las lesiones se desprende dejando un agujero (1).

**B. Mancha Curvularia:** Lesión ocasionada por Curvularia maculans. Se presenta como una mancha que aparece como una lesión pequeña y translúcida, de color amarillento. La mancha tiende a volverse irregularmente elongada entre o a través de las nervaduras, apareciendo rodeada por un halo bien definido de color amarillo marrón grisáceo, en cuyo interior se destaca un área de color marrón rojizo con anillos concéntricos. Las lesiones alcanzan de 7 a 8 mm de largo.

**C. Mancha Helminthosporium:** Causada por el hongo Helminthosporium sp. La infección usualmente se inicia en la punta de la hoja, a manera de lesiones pequeñas, redondas y de color amarillo fuerte. La lesión esta rodeada por un área de color verde amarillento que no puede diferenciarse muy claramente del tejido sano. La lesión se torna luego de color café oscuro y el área próxima a ella de color amarillo anaranjado.

**D. Antracnosis:** Es un término que generalmente identifica varias manchas foliares. Entre los hongos responsables de esta enfermedad están los siguientes (5):

**a. Botryodiplodia palmarum.** Las manchas son translúcidas y característicamente aparecen hacia las puntas ó bordes de las hojas; son de color marrón oscuro rodeadas por un halo de transición de color amarillo. A medida que la mancha aumenta de tamaño, su centro se vuelve de color grisáceo y se seca totalmente.

**b. Melaconium elaeides.** Son similares a las de B. palmarum, en este caso las lesiones son de color marrón claro, rodeadas por un halo amarillo pálido.

**c. Glomerella cingulata.** Produce lesiones alargadas en medio de las nervaduras. El tejido necrosado es de color marrón oscuro y en un principio de apariencia acuosa.

Para el control de estas enfermedades fungosas se recomienda el uso de cualquiera de los siguientes funguicidas protectantes: Captan, Thiram, Fernán al 2 % a razón de 0.5 kg en 200 litros de agua, de preferencia con adherentes para mejorar su acción protectante en época lluviosa.

Las plantas en el vivero son muy poco atacadas por plagas, siendo estas las principales:

**E. Hormigas y/o Zompopos (*Atta sp.*):** Estas plagas comunes pueden causar serias defoliaciones en palmas de vivero y recién establecidas retardando considerablemente su crecimiento y desarrollo, estas plagas comúnmente se combaten con cebos y polvos, tales como Gamexan y Mirex, aplicados directamente sobre la abertura de las troneras o nidos, actualmente en las plantaciones de la costa sur se está empleando con muy buenos resultados los productos conocidos comercialmente como Attamix y Terminator (insecticidas del grupo de los órgano fosforados.)

**F. Ácaros y Aflidos (*Tetranychus sp.* Y *Mizus sp.*):** Se localizan en la cara inferior de las hojas de la palma de viveros. Los daños se identifican por la decoloración de las hojas, que reducen la superficie fotosintética se combaten con aplicaciones de Malathion y/o Metamidofos a razón de 50 cc por bomba de cuatro galones de agua (5)

**G. Ratas (*Rattus sp.*):** Pueden causar graves daños en viveros y en plantaciones jóvenes, ya que cortan los tallos tiernos de las plantas del vivero y dañan ó roen los frutos y troncos de las palmas jóvenes en producción. Es conveniente evitar problemas por ataque de roedores siguiendo los siguientes consejos:

- a. Mantener áreas de por lo menos 25 metros alrededor del vivero libre de malezas, arbustos y residuos donde se pueden esconder de día y hacer daño de noche.
- b. Mantener canales de riego y drenaje limpios y sin estancamientos de agua.
- c. Emplear cebos mezclados a base de masa de maíz y pastillas de Fostoxin y/o colocación de tabletas de Klerat en focos localizados con signos de daño por roedores.
- d. Colocar soportes de madera a gran altura en forma de cruz que sirva a aves depredadoras que permitan disminuir la población de estas plagas.

## 6.3 ESTABLECIMIENTO DE LA PLANTACION

Es conveniente planificar adecuadamente la forma de adquisición de las variedades que a criterio del productor son las que presenten las mejores características de interés ya sea que se adquieran de viveros de otros productores ó que cuente su propio esto queda a criterio del productor, quien deberá tomar en cuenta además lo siguiente: La extensión a cultivar, época del año a sembrar, disponibilidad de mano de obra calificada y no calificada y financiamiento.

### 6.3.1 PREPARACIÓN DEL TERRENO:

Tres meses antes de transplantar las palmas del vivero al campo definitivo es necesario iniciar los trabajos de preparación del terreno. El tipo de prácticas requeridas durante esta etapa varía según las condiciones del terreno seleccionado. Entre estas situaciones la siembra de palma puede ser a partir de un bosque virgen, una plantación vieja de palma (renovación), un cultivo anual ó de un potrero.

En todo caso, la preparación del terreno juega un papel muy importante, tanto en los costos como en los futuros rendimientos del cultivo. El objetivo primordial reside en que la siembra de palma y coberturas sea a un costo mínimo, manteniendo un alto nivel de materia orgánica y sin dañar las características físicas del suelo; principalmente evitando la compactación de sus capas superficiales.

### 6.3.2 Preparación del Terreno a Partir de un Bosque:

Los trabajos programados escalonadamente deben coincidir con épocas óptimas de siembra. Es importante asegurar no solo que los trabajos sean realizados en épocas secas, sino también prever que las siembras coincidan adecuadamente con el inicio de la estación lluviosa (5)

Las diferentes etapas de limpia son: a) eliminación de arbustos, b) quema principal (condiciones secas), c) tala de árboles grandes (motosierra), d) desrame y corte de troncos, e) marcación del terreno (líneas bases de orientación) y acordonamiento, f) quema secundaria y rectificación de líneas de orientación, g) siembra de cobertura y estaquillado del terreno, h) estudio del sistema de drenaje, i) dividir el terreno en parcelas.

### 6.3.3 Preparación del Terreno a Partir de una Plantación Vieja de Palma (Renovación):

a) Las palmas se tumban con maquinaria especial (Tractores de oruga ó Bulldozers) y se colocan en lugares donde no se plantará, ó se colocan en hileras sobre el surco de plantación b) Se procede a trazar los puntos de plantación y marcar con estacas, c) Una vez iniciado el invierno se realiza el ahoyado con agujeros de 45 X 45 X 40 cm d) Sembrar las palmas y a la ves la cobertura con leguminosas (*Pueraria phaseoloides*).

### 6.3.4 Preparación del terreno Después de un Cultivo Anual:

En estos terrenos es común encontrar una gran cantidad de malezas, especialmente gramíneas, siendo una de las más problemáticas el Gamalote (*Paspalum fasciculatum*). En la preparación de estos terrenos en general se deben seguir los siguientes pasos:

## A. Deshierbe

Es necesario eliminar toda planta que se encuentre en el campo, ya que el crecimiento de la palma requiere de condiciones de campo a plena luz solar. El deshierbe se realiza en a finales de la época lluviosa.

## B. Subsolado

Se efectúa una arada profunda (40 a 60 cm) luego se realizan 2 pasadas en forma de cruz con una rastra de discos pequeños, para afinar el terreno. En áreas donde se pronostica la necesidad de riego, el terreno se labra más finamente y se nivela apropiadamente, además se adecuan los canales de drenaje.

## C. Trazo y Estaquillado

Se demarca el terreno y se procede a colocar estacas o varas en los puntos donde se sembraran las palmas las cuales deben ser de 1.0 m de longitud como mínimo.

## D. Siembra de Cobertura

En las plantaciones de palma, en los primeros años, es práctica común sembrar y mantener cobertura con leguminosa en líneas, con lo cual se logran muchas ventajas:

- a. Mejora las condiciones físicas del suelo
- b. Mejora el estado nutricional del suelo
- c. Protege al suelo contra la erosión
- d. Controla las malas hierbas
- e. Disminuye los Costos por Limpias.
- f. Representa ingreso adicional por la venta de su semilla.

Para la siembra de la especie que se utilizará como cobertura, el tipo y cantidad de preparación del suelo depende de las oportunidades que tenga la leguminosa para establecerse. Por lo regular debe haber un completo control de malezas, el cual se logra por medios mecánicos y/o uso de herbicidas.

La siembra puede efectuarse al voleo, en surcos o en parcelitas de 2 m<sup>2</sup> entre el rombo de cuatro palmas ( el cual es el método mas utilizado en las fincas de la costa sur) o en cada triángulo de tres palmas, Es conveniente realizar esta operación a inicios de la época lluviosa después del ahoyado (Ver Figura 3 en Anexo).

Entre las especies recomendadas están: Kudzú (*Pueraria phaseoloides.*), Centrosema (*Centrocema pubescens.*), y Fríjol terciopelo la cantidad de semilla empleada varía con la clase de leguminosa empleada como cobertura y con el procedimiento de siembra, siendo para el Kudzú (la especie de cobertura más utilizada en las plantaciones de la costa sur) las siguientes cantidades:

- |   |            |
|---|------------|
| a. Siembra al Voleo                                       | 12 kg/ha   |
| b. Siembra en surcos de 50-60 cm                          | 5 kg/ha    |
| c. Siembra de Parcelitas entre el rombo de cuatro palmas  | 2.2 kg/ha  |
| d. Siembra en parcelitas en cada Triángulo de tres palmas | 4.8 kg/ha. |

El algunas plantaciones se obtienen ingresos adicionales por la venta de sus semillas

### 6.3.5 SIEMBRA EN EL SITIO DEFINITIVO

En el cultivo de palma africana es de gran importancia concentrar esfuerzos para lograr un rápido retorno del capital invertido y en ello juegan un papel decisivo los siguientes aspectos: a) estado de desarrollo de las plántulas iniciales, b) técnica de siembra en el campo, y c) época de siembra (5).

#### A. Material de Siembra

La adquisición de semilla de buena calidad, la coordinación entre el vivero y la siembra, así como adecuada selección de las plántulas del vivero, son los primeros pasos en que se fundamenta una exitosa plantación.

La selección de plántulas debe ser muy cuidadosa, debiéndose sembrar en el campo plántulas que no presenten anomalías físicas por el mal manejo, ni genéticas, como suelen aparecer dentro de una misma progenie; se tratará entonces de seleccionar el material más uniforme que presente un desarrollo óptimo.

Las plántulas seleccionadas (de 12 a 14 meses de edad) deben presentar una altura aproximada de 1.20 a 1.30 m con 13 a 14 hojas funcionales deben presentar un ángulo de 45° respecto al eje vertical de la planta (5).

Es importante eliminar plántulas con daños considerables causados por enfermedades o plagas, plántulas con folíolos cortos, folíolos muy separados entre sí, hojas corrugadas, estranguladas o juveniles; plantas pequeñas o muy altas en comparación con las demás, cima plana, débiles y otras cuyos pilones están severamente deteriorados. Las cuales deben destruirse al instante con machete para que no sean usadas en caso de faltantes.

#### B. Fase Preliminar al Transplante

A los 15 ó 30 días antes del transplante al campo definitivo, las bolsas deben recibir movimientos giratorios de 180° hasta completar la vuelta completa. Estos giros se realizan con el fin de romper las raíces que hayan perforado la bolsa, promoviendo en esta forma una mayor ramificación radicular dentro de la maceta o pilón.

Para facilitar labores posteriores de transporte, es frecuente cortar algunas hojas bajas que se encuentren secas y que puedan causar lesiones con sus agudas espinas.

#### C. Preparación del Terreno para Siembra

Simultáneamente a las labores de vivero, se inicia la preparación del campo definitivo de siembra y antes que las plantas sean transplantadas es necesario tener:

a) Completo control de malezas especialmente de Paspalum fasciculatum. Y en lo posible un buen establecimiento de cobertura con leguminosas (Kudzú), b) Construcción de puentes ó copantes y caminos de acceso, c) Adecuado sistema de riego y drenaje, d) Marcación y Estaquillado de siembra, y e) Limpia del plato de siembra con un radio de dos metros.

## D. Trazo y Estaquillado de Siembra

Para la realización de esta actividad se pueden utilizar dos métodos: para una densidad de 160 palmas/ha (5).

**a. Método Perpendicular:** Para lo cual se hace uso de una cadena ó pita plástica marcada a 4.0 metros entre puntos, con lo cual se marca una línea base orientada de Norte a Sur y otra cadena ó pita marcada cada 7.80 m entre puntos, alternando marcas con cintas de nylon de color negro y rojo (puede ser cualquier otro color), de manera que coincidan marcas del mismo color cada 15.60 m, con la cual se traza una línea de Este a Oeste formando un ángulo recto. Luego se marca una línea paralela a la línea marcada a cada 4.0 m, para posteriormente venir estaquillando perpendicularmente.

**b. Método Diagonal:** Usar una cadena marcada a 8.0 m entre puntos y marcar una línea base orientada de Norte a Sur, y otra con marcas a 7.8 m entre puntos, alternando marcas de color negro y rojo (hechas con nylon), luego se marca una línea de Este a Oeste y posteriormente se viene estaquillando diagonalmente.

## E. Densidad de Siembra

La población adecuada de plantas por hectárea para un rendimiento máximo está muy ligado al medio ambiente en que crecen. Se sabe que las densidades óptimas para palmas que crecen en buenas condiciones son por lo general más bajas que para las desarrolladas en condiciones pobres.

En consecuencia cada región deberá analizar sus condiciones y así establecer el número óptimo de palmas por hectárea. Una densidad muy común utilizada en las plantaciones de la costa sur de Guatemala es de 160 palmas/ha, lo cual se logra sembrando en triángulo equilátero de 8 m por lado. Con este sistema las palmas quedan separadas a 8 metros dentro del surco y 7.8 m entre surcos.

Las líneas de palma deben estar orientadas de norte a Sur para lograr mayor insolación y estarán paralelas a las líneas de aspersores del sistema de riego y/o drenajes y en ángulo recto a los caminos.

## F. Edad de Plántulas

Para la siembra en el lugar definitivo se recomienda una edad de 12 a 14 meses. No es aconsejable sembrar plantas menores de 10 meses por ser muy susceptibles a plagas y enfermedades pudiendo esto conducir a una reducción en el rendimiento del 30% en los primeros 2 a 3 años de cosecha. Asimismo su edad no debe ser mayor a los 18 meses porque el estrés sufrido al transplante es muy severo pudiendo disminuir su desarrollo inicial y alargar el período en que entran en producción.

## G. Época de Siembra

La época de siembra debe coincidir con que el suelo tenga suficiente humedad para proveer nuevo desarrollo radicular. Se recomienda la siembra cuando hayan iniciado las lluvias y no anticipadamente, siendo necesaria la coordinación del vivero con la siembra final.

## H. Transporte al Campo

Para cargar y descargar las palmas, se toman con una mano del cuello de la planta y con la otra se sostiene la base o fondo de la bolsa. Nunca debe levantarse por las hojas ya que además de lastimar las plantas puede sufrirse heridas debido a las espinas que poseen las hojas en la base.

## I. Siembra al Campo Definitivo

Al llegar la planta al campo de siembra definitivo el terreno debe de tener completamente limpio un círculo de 1.50 a 2 m de radio (Plateado) y de ser posible sembrado con una leguminosa de cobertura, por lo general los hoyos se hacen posteriormente a la distribución de las plantas en el campo.

Debe ahoyarse al momento de la siembra, siendo el hoyo de dimensiones mayores al tamaño de la bolsa de polietileno o bloque de suelo; por lo general son de 40 cm de profundidad por 45 cm de diámetro o sea unos 10 cm más ancho que el pilón de tierra. Es conveniente colocar el suelo superficial del hoyo separado de la del subsuelo para que sirva para rellenar los espacios laterales.

En el fondo del hoyo se aplican unos 250 g de triple superfosfato, el cual se mezcla con suelo o se cubre con una capa de suelo para que no esté en contacto directo con las raíces de la planta. (Ver Figura 2 en Anexo)

Las palmas se siembran a nivel del terreno y no en forma más profunda porque puede ocasionar retraso en el crecimiento. Tampoco por encima de la superficie del mismo por el riesgo de volcadura y exposición de raíces al medio ambiente.

El apisonamiento debe ser moderado, tratando de no dejar espacios libres pero sin llegar a la compactación. Al momento de la siembra la bolsa plástica se rompe con la mano y no con objetos cortantes para evitar daños a las raíces.

## 6.3.6 MANEJO DE LA PLANTACIÓN

En una plantación de palma, la etapa de desarrollo denominada también fase inmadura, es fundamental para definir el tiempo necesario para iniciar la explotación del cultivo. La fase inmadura oscila desde la plantación en terreno definitivo hasta los 2 a 3 años de plantada, dependiendo del manejo y cuidados que se le brinden, así será el período juvenil que presente.

### A. Resiembra

Esta actividad se debe de realizar entre los 6 a 12 meses después de la siembra y hasta no más allá de 2 años de haberse iniciado la siembra, sustituyendo palmas pérdidas. Normalmente no debe sobrepasar al 2.5 % del total y debe realizarse lo más pronto posible para evitar la competencia por diferencias de tamaño.

### B. Control de Malezas

La palma africana es capaz de sombrear la mayor superficie de suelo después de 4 a 5 años de la siembra en el campo definitivo, lo cual minimiza los costos de control de malezas en el área del plato.

Debido a esto la competencia es inicialmente fuerte, siendo recomendable la siembra de cobertura con leguminosas. Usualmente, una adecuada cobertura de leguminosas, puede ser establecida y mantenida con menores costos que los incurridos en el control químico o mecánico de malezas y con considerables ventajas adicionales en términos de mejoras en el estado físico de los suelos y fijación de nitrógeno a través de los nódulos radiculares que estas poseen.

Se debe mantener libre de malezas el área del plato de entre 1.50 a 2.50 m de radio en plantación joven y de 2.50 a 4.00 m de radio al tiempo de cosecha en palmas adultas, esta práctica se realiza mecánicamente (con azadón o machete), ó con herbicidas.

En el cuadro 6 se presentan algunas recomendaciones para el control de malezas en el área de plateo en plantaciones jóvenes.

Cuadro 6: Recomendaciones para el control químico de malezas en el plato.

Producto	Dosis para 500 platos de 2.0 m de radio	Observaciones
Diurón + Agral 90 + Agua	3.0 kg 0.5 lt 375.0 lt	En platos chapeados 5 a 15 días antes La 2 <sup>a</sup> . Aplicación con dosis menores 4 a 6 meses después.
Diurón + Agral 90 + Agua	4.0 kg 0.5 kg 375.0 lt	En plato sin chapear

Fuente: Rojas, H.F (6).

### C. Fertilización

Durante los primeros años de vida de la palma africana extrae del suelo una gran cantidad de nutrientes, especialmente nitrógeno y fósforo, pero las necesidades de potasio aumentan rápidamente y al tercer año es el elemento requerido en mayor cantidad. Además de estos la palma requiere de cantidades de magnesio y boro. El desarrollo del sistema radicular de la palma joven es lento y por ello el fertilizante aplicado debe ser localizado suficientemente para el normal desarrollo de esta planta, así como sus dosis, se determinan sobre la base de las condiciones locales y clima.

Algunas veces la decoloración del follaje permite determinar la carencia de algunos nutrientes en este cultivo. Por ejemplo, la deficiencia de nitrógeno produce una hoja de color verde pálido que paulatinamente se torna de color amarillo para cubrir por completo la hoja; la carencia de potasio produce pequeñas y numerosas manchas amarillas o naranjadas y disecación prematura de las hojas viejas y, la carencia de magnesio, la cual se presenta generalmente en las hojas viejas, se tornan amarillentas mientras las hojas jóvenes quedan verdes.

El método eficaz para determinar estas deficiencias es el análisis foliar asociado con su correspondiente análisis de suelos. La aplicación de fertilizantes debe hacerse al inicio o bien al final de las lluvias de manera que el suelo tenga la humedad necesaria para solubilizar los fertilizantes.

En el cuadro 7 se presentan algunas recomendaciones de formulas de fertilizantes empleadas en plantaciones jóvenes (8).

Cuadro 7: Recomendaciones para la aplicación de fertilizantes en plantaciones jóvenes de palma africana.

Año de Siembra	Fórmula	Forma de Aplicación	Dosis (Palma / año)	Ciclos de Aplicación
0	15-15-15	Al plato	1.0 kg	2 ciclos
1	15-15-15	Al plato	1.4 kg	2 ciclos
2	15-15-15	Al plato	2.0 kg	2 ciclos
3*	15-15-15	Al plato	2.5 kg	2 ciclos

Fuente: Sánchez, A.P.(8)

\* Este año pueden variar las fórmulas fertilizantes dependiendo el análisis foliar y de suelo.

#### D. Castración o Ablación

Se denomina así a la práctica de eliminar las inflorescencias masculinas y femeninas y racimos pequeños durante el período inicial de floración de una palma joven. Se realiza mensualmente después de los 14 meses de edad y hasta los 27 meses después del trasplante. De esta manera se mantienen las palmas libres de residuos orgánicos, los cuales pueden hospedar insectos y hongos. Por lo general no es económicamente rentable en cuanto al aumento acumulativo del rendimiento de fruta fresca. En plantaciones de la costa sur de Guatemala no se utiliza esta práctica.

En ciertas áreas se realiza esta práctica para concentrar el rendimiento, aumentar resistencia a sequías, para obtener una tasa de extracción de aceite más alta en la primera cosecha y sobre todo para favorecer el desarrollo del sistema radicular. Esta práctica resulta ser particularmente importante en zonas con sequía prolongada.

#### E. Poda

La poda consiste en la remoción periódica de hojas secas, hojas no fotosintéticas y todas las hojas no funcionales de la palma (11).

Para palmas jóvenes hasta los 18 meses, se cortan las hojas bajas para facilitar los deshierbes en el plato, castración, las labores de cosecha y la polinización manual.

En la mayoría de las fincas productoras de palma africana de la región se acostumbra realizar la poda al inicio de la primera cosecha (entre 24 a 30 meses después de la siembra), eliminando inflorescencias masculinas secas y racimos secos.

#### F. Riego

El cultivo de palma africana debido a que la mayor parte de sus raíces absorbentes se encuentran ubicadas entre los 5 a 30 cm de la superficie del suelo, la hace ser un cultivo muy susceptible al exceso o deficiencias de agua. En suelos anegados se decolora y reduce el tamaño y producción de racimos, al presentar deficiencias hídricas las palmeras no desarrollan se marchitan las hojas y en severas deficiencias se produce el secado y de las hojas y en sí de toda la planta.

El objetivo primordial del riego es proveer al suelo de la humedad necesaria para satisfacer las exigencias del cultivo, en épocas en que la precipitación pluvial es escasa o nula (en verano), a fin de mantener una adecuada producción en los meses más secos del verano. El riego debe planificarse en conjunto con la etapa de planificación de la plantación, a fin de dejar los espaciamientos para la colocación de la tubería y lograr el mejor traslape de mojado entre surcos de palmas.

Como se dijo anteriormente las deficiencias de humedad se manifiestan visualmente por la proliferación de hojas "Flecha" que no logran abrirse para iniciar su actividad fotosintética.

En las plantaciones de la Costa Sur generalmente se requiere por lo mínimo una lamina promedio de 5 mm de agua por día, la cual es factible proporcionar por medio del riego ya sea por aspersión o por gravedad, para lograrlo se aplica en ciclos de 3 días aplicando 6 horas por parcela cubriéndose 2 parcelas por día.

## G. Polinización

El proceso de polinización de las inflorescencias es de suma importancia para lograr un adecuado prendimiento del fruto en palma africana este proceso se denomina Cantarofilo ya que lo efectúan insectos Coleopteros del tipo de los escarabajos, conocidos comúnmente como Camerunés. son muy pequeños de color negro brillante reconocibles a simple vista ya que sobrevuelan en grupo las inflorescencias masculinas fueron traídos del Africa por los primeros productores de Palma Africana y se consideran muy útiles en el proceso de formación de frutos.

En algunas plantaciones de la costa sur recolectan estos polinizadores de las inflorescencias para determinar el porcentaje de polinizadores presentes y pronosticar la producción siguiente, también se recolectan para liberarlos en plantaciones nuevas donde se necesiten.

En algunas plantaciones utilizan la polinización manual por medio de la cual puede obtenerse un mayor porcentaje de frutos por racimo. Para ello se colectan las inflorescencias masculinas, las que luego se secan a la sombra. El polen que se obtiene se mezcla con talco en proporción de 1 a 10. un gramo de esta mezcla se espolvorea con un atomizador manual sobre cada inflorescencia femenina (8).

Esta práctica agronómica aún no se ha implementado en las plantaciones de palma africana de la costa sur de Guatemala.

## H. Enfermedades y Plagas

En las plantaciones de palma africana de la costa sur, se trabaja en forma localizada dentro de lotes de la finca por lo cual se forman grupos de 3 a 5 personas denominados plagueros los cuales son los encargados de revisar la plantación calle por calle y lote por lote en busca de focos de daños de zompopos, hormigas y de cualquier problema fitosanitario presente, al notar la presencia de plagas o signos de enfermedades se demarca el área, se supervisa y se le da el manejo técnico más adecuado a seguir.

Las enfermedades y plagas que atacan las plantaciones jóvenes por lo general son las mismas que atacan a las plantaciones de palma adultas, las cuales se describirán más adelante.

### 6.3.7 MANEJO DE UNA PLANTACIÓN DE PALMA ADULTA

#### A. Manejo de malezas

El manejo de malezas en el área del plato correspondiente a palmas adultas, es similar que en palmas jóvenes, y se realiza en forma mecánica ( machete y/o azadón) o con productos químicos. Cuando se hace mecánicamente requiere de unas 4 limpiezas por año. Las recomendaciones para el control químico de malezas son las mismas que para palma joven.

El control de malezas de las calles se debe de realizar dos veces por año en forma química. Cuando comienza a desaparecer la cobertura principalmente por el efecto de la sombra al unirse las copas de las palma (aproximadamente entre los 5 y 8 años de edad de la plantación). Se realiza una sola aplicación de herbicida al año, similar procedimiento se debe de realizar en canales de riego y drenajes para evitar la obstaculización del paso del agua al inicio de la época seca.

#### B. Fertilización

Para determinar la dosis adecuada de fertilizantes se requiere de resultados de laboratorio de muestras de fertilidad del suelo tomadas en la misma zona del área de raíces de las plantas, en lotes donde se fertilizará tomando muestras representativas, así como de análisis foliares.(8)

La Filotaxia en palma de aceite es idéntica a la del Cocotero. De acuerdo con la organización foliar, hay palmas con hojas a la derecha o hacia la izquierda. Existen ocho espirales y los números de los rangos de un mismo espiral van de ocho en ocho de esta forma, las hojas números 1, 9, 17 y 25 están en una misma línea curva espiral. La cual es muy importante para el análisis foliar porque los contenidos de elementos minerales en palma africana se determinan, en la hoja 9 para palmas jóvenes, y en la 17 para las adultas.

La toma de muestras de hojas en el cocotero se aplican a la palma africana. Las muestras se obtienen de hojas sanas libres de daños por plagas, lo más representativas posible del lote o de toda la plantación. Cada una de ellas debe abarcar por lo menos 25 palmas. De la parte central de la hoja 9 o 17 se toman tres folíolos de un lado y tres del otro lado, de cada una de ellas se corta la parte media en longitud de 15 cm. De estas se elimina la nervadura central; se limpian con un algodón ligeramente humedecido con agua destilado o de lluvia. Luego se secan en un horno a una temperatura no mayor a 105 °C y se envían al laboratorio para su análisis.

Conviene marcar las palmas de las cuales se toman las muestras, en cuanto sea posible, no debe cortarse la hoja de la cual se extraen las muestras. Es recomendable tomar las muestras durante la estación seca, pues en esta época los valores de los elementos minerales son más bajos.

Las aplicaciones de fertilizantes se realizan en forma manual en el plato o área de goteo, las cuales deben hacerse al inicio y final de las lluvias.

En palmas de jóvenes entre los 2 a 3 años, el crecimiento vegetativo domina. Sin embargo, durante la madurez, la producción de racimos es tan importante como el crecimiento. La producción de racimos y el crecimiento vegetativo alcanza su máximo entre los 7 y 10 años (5).

Una palma africana elabora cada año 300 a 500 kg de materia vegetal: 80 a 230 kg de racimos, 150 kg de hojas y 20 kg de inflorescencia masculinas. A este material debe agregarse el correspondiente al tronco y a las raíces. De aquí se deducen las necesidades nutricionales de la palma que, en importancia, son: potasio, nitrógeno, calcio, magnesio, fósforo y boro (5).

Los niveles críticos de diferentes elementos en las hojas 9 y 17, expresados en porcentaje de materia seca, se presentan en el cuadro 8.

Cuadro 8: Niveles críticos de diferentes elementos en palma africana.

Hoja	Nitrógeno	Fósforo	Potasio	Calcio	Magnesio
9	2.70	0.160	1.25	0.500	0.230
17	2.50	0.150	1.00	0.600	0.240

Fuente: Richardson, D. L. (5)

Los niveles críticos por debajo de estos porcentajes se consideran deficiencias. Para la aplicación de fertilizantes, debe tenerse en cuenta que el mayor porcentaje de raíces absorbentes se encuentran a unos 25 cm de profundidad y que las raíces se extienden en la misma forma que su follaje o corona.

En el Cuadro 9 se presenta un programa de fertilización que puede servir como guía para plantaciones adultas, en suelos aluviales propios de la costa sur.

Cuadro 9: Dosis de nutrientes en kg/ha recomendadas para suelos aluviales.

Edad de la Palma (años)	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	Mg
4 – 9	168	26	200	45
10 – 19	112	26	135	45

Fuente: Richardson, D.L. (5)

Si se determina deficiencias de boro, se aplican 100 g por palma al año.

### C. Poda

En las plantaciones de la Costa Sur se realiza esta labor, la cual consiste en cortar todas aquellas hojas que no estén ayudando al proceso de crecimiento y producción con el objeto de facilitar la visualización de los racimos maduros, disminuir la retención de frutos desprendidos por las axilas de las hojas, favorecer la polinización y reducir peligros de accidentes, en la mayoría de los casos se inicia la poda conjuntamente con la labor de cosecha. Existen básicamente dos tipos de poda:

**a. Poda sanitaria;** se realiza antes de la cosecha de los primeros racimos y consiste en cortar las hojas bajas, inflorescencias masculinas viejas y racimos maduros pasados de grado. Después de esta poda, la cosecha de racimos se hace “robada” o sea sin cortar las hojas hasta que los racimos se encuentren a una altura de 1 m del suelo o hasta que se llegue al primer ciclo de poda normal.

**b. Poda Normal:** se realiza en ciclos de 12 meses y en casos de excesivo crecimiento se puede llegar a ciclos de 6 y hasta 9 meses. En esta poda se cortan las hojas no funcionales o sea hojas secas y amarillentas, tratando de dejar dos espirales de hojas debajo del racimo más viejo (ramas chinas). En caso de que la palma esté en ciclo macho o recién esté iniciando un ciclo femenino, la palma debe quedar con 32 o 35 hojas.

La labor abarca el corte, picado (se pican o cortan en 2 o 3 partes las hojas) y apilado de estas sobre la línea de plantas, lo más ordenado posible para evitar estorbar el paso de personas o de vehículos y facilitar las labores dentro de la misma (10).

### 6.3.8 Plagas Que Atacan a la Palma Africana

Las principales plagas que atacan a las plantaciones adultas de palma africana de la Costa Sur son las siguientes:

#### A. Gusano Cartucho o Gusano Túnel

Es la plaga más común de las plantaciones de la Costa Sur de Guatemala su nombre científico es Stenoma cecropia. Perteneciente al orden Lepidóptera, de la familia limacodidae, de adultas son mariposas nocturnas, por lo que es difícil su identificación de día, depositan sus huevecillos en el envés de las hojas.

El estado larval tiene un ciclo de 35 a 45 días aproximadamente y de pupa de 15 a 19 días, las larvas son de color café de la cabeza y cuerpo color crema con puntos negros a los costados, miden entre 1 a 5 cm de longitud, forman una estructura de protección a base de tejidos foliares muertos los cuales unen con saliva formando una especie de cartucho del cual deriva su nombre, esta misma estructura fibrosa que presenta una gran consistencia les sirve de protección y la mantienen unida a su cuerpo hasta su transformación en mariposas adultas, las cuales son de color marrón con zonas rosadas y presentan una masa de escamas negras sobre el tórax con 26 a 30 mm de longitud. Presentan un ciclo de vida de aproximadamente 67 días (1).

Signos: En los foliolos de las hojas se observan agujeros de forma redondeados de diferentes tamaños (3 a 5 cm en promedio), atacando generalmente las hojas más viejas, y en las zonas donde penetra más la luz solar, ataca plantaciones de diferentes tamaños y edades.

Esta es una plaga de mucha importancia en las plantaciones de palma africana del litoral del pacífico, ya que provoca serios daños por defoliación impidiendo la actividad fotosintética, pueden consumir hasta 50 cm<sup>2</sup> de tejido foliar individualmente.

En infestaciones grandes se pueden encontrar hasta 70 larvas por hoja adulta y 35 larvas por hoja en palma joven.

Combate: En plantaciones de la Costa Sur se forman grupos de plagueros los cuales tienen la función de detectar los focos de infestación de esta plaga y recolectarlos

manualmente, en plantaciones jóvenes para se lleva un registro sobre la cantidad recolectada por planta, calle y lote dentro de la finca. La aplicación química no es la opción más correcta en el control de esta plaga en plantaciones jóvenes donde se trabaja en forma localizada de detección de focos primarios. En plantaciones adultas se recomienda la aplicación de productos biológicos como VPN (Virus de poliedrosis nuclear) ó Bt (Bacillus thuringiensis. en aplicaciones aéreas dirigidas.

## **B. Escarabajo Cornudo**

Strategus sp. Pertenece al orden Coleoptera es un escarabajo de 50 a 60 mm de longitud de color negro brillante, con dos cuernos, en esta fase es inofensivo a la palma africana ya que su mayor daño lo realiza en la fase larvaria y en plantaciones jóvenes de reciente plantación (1).

Signos: El escarabajo deposita sus huevos en la base de las plantas recién sembradas, las cuales al eclosionar se entierran perforando el suelo al pie de la palma en la cual hacen una galería de hasta 80 cm luego penetra los tejidos tiernos de las plantas alimentándose de estos hasta destruirlos, las plantas afectadas presentan una coloración amarillenta y un estado débil las cuales se arrancan con facilidad.

Combate: Luego de la plantación en terreno definitivo se deben realizar inspecciones periódicas para determinar daños visuales en las palmas jóvenes y escarbar al lado de plantas que presentan señales de disturbacion en la base que nos permitan inferir en la presencia de esta plaga. Al encontrar focos de daño se debe aplicar a la base de la planta 200 g de Heptacloro en polvo al 5 % ó Endrín al 0.02 % enterrado ligeramente alrededor de la planta.

## **C. Gusano Sibine o Ciprecillo**

Sibine fusca. Perteneciente al orden lepidoptera, familia Limacodidae. Es una plaga muy común en plantaciones jóvenes de palma africana de la costa sur. Generalmente las larvas de esta mariposa atacan en los meses de invierno y reducen su daño en la época seca debido a que en esta etapa las larvas llegan al período pupal.

Las mariposas adultas son de hábito nocturno las que depositan sus huevecillos (de color amarillo ocre) en el envés de las hojas, son de color rojo marrón y de 40 a 50 mm de longitud, cuando están en reposo las alas posteriores descansan sobre el cuerpo en forma de techo. Existen 10 estadios larvales que se cumplen entre las 7 a 9 semanas.

Las larvas son de color verde pálido con pelos urticantes, y pseudopatas atrofiadas, al finalizar su desarrollo miden unos 35 mm. Los hábitos gregarios de la plaga se mantienen, localizándose en el ápice de las hojas. La pupa también es urticante, de color café claro y aparecen en grupos sobre las bases foliares, el ciclo de vida completo se desarrolla entre 11 a 15 semanas (8).

Signos: El daño causado por esta plaga es severo al inicio de las lluvias y disminuye con las altas precipitaciones, ataca los folíolos de las hojas medias, las larvas pequeñas se alimentan de los tejidos de la epidermis del haz de las hojas y luego devoran toda la hoja, excepto las nervaduras. Los últimos estadios causan el 85 % del daño. Los folíolos presentan roeduras de diferente tamaño (3 a 5 cm. Después de un ataque severo se pueden observar las venas centrales de los folíolos totalmente devoradas.

Combate: Se recomienda su control químico en focos localizados utilizando Sevín a razón de 1.5 kg/ha en general esta plaga se puede controlar con aspersiones de productos biológicos, aprovechando que este insecto presenta una gran cantidad de depredadores y parásitos.

### **D. Gusano Opsiphane**

Opsiphanes cassaina. Este es un Lepidóptero de la familia Brasolidae. Que en estado larval (una pocas 5 o 6) causan una defoliación en todo el follaje de la planta, atacando palmas de mas de 5 años, sin embargo también se han observado ataques en resiembras, Las mariposas son de hábitos nocturno de color café claro de unos 70 mm de longitud y con manchas amarillas en forma de “Y”. Ovipositan en el envés de los foliolos, en forma individual o en pequeños grupos cerca de la nervadura central en la base de los foliolos.

Las larvas al emerger tienen la cabecilla redondeada y de color negro de coloración rosada con bandas blancas. Luego son de color verde con bandas amarillas dorsales, con cuernos cefálicos y apéndices caudales conspicuos. La larva forma un estado pre-pupal en el cual no se alimenta y se fija mediante una seda a la parte inferior de los foliolos (8).

Presentan un ciclo de vida de 70 días aproximadamente, aunque se acorta durante períodos secos. La duración de cada etapa del ciclo del insecto está constituido de la siguiente forma: huevo 5 a 10 días, larva (5 estadíos) 36 a 47 días, pre-pupa 1 a 2 días, pupa 10 a 15 días y adulto que tiene un período de actividad de 7 a 10 días

Signos: Por lo regular los daños que presentan las hojas son agujeros y roeduras en forma oval y redondeadas principalmente en las hojas medias y bajas.

Combate: Se recomienda el control biológico, sin embargo en altos niveles de daño se recomienda la aplicación del producto conocido como Thiodan en una solución de 800 cc en 200 litros de agua.

### **E. Picudo del Cocotero y Palma**

Rhynchopherus palmarum. Este insecto pertenece al orden Coleoptera de la familia Curculionidae, El adulto es de color negro de unos 25 a 50 mm de longitud. El macho frecuentemente es más pequeño que la hembra y posee un penacho de pelos sobre la probocis. Las larvas son ápodas, blancuzcas ó crema con la cabeza esclerotizada. El ciclo de vida es de alrededor de 10 a 13 semanas. Los huevos eclosionan 3 a 5 días después de la oviposición.

El estado larval tiene una duración de 40 a 60 días, la larva mide de 5 a 40 mm al completar su desarrollo máximo pasa al estado de pupa, en la cual la larva se rodea de un material fibroso de la misma planta y permanece en este estado por espacio de un mes. La pupación ocurre en la base de las hojas jóvenes o viejas. El adulto es de hábitos diurnos y es más activo durante la mañana y al atardecer. (1)

Signos: Las larvas taladran y destruyen los tejidos internos en el tallo y cogollo de la palma. Cualquier herida atrae a los adultos que depositan allí sus huevos. El ataque de las larvas puede matar a la planta, debido al daño al meristemo apical, las hojas se tornan amarillentas especialmente la hoja bandera (hoja de la parte media superior) lo

cual va produciendo el secado de las hojas las cuales se doblan, se necrosan y permanecen colgando, habiendo necrosis y caída de frutos en estados avanzados de infestación.

Los daños causados pueden ser utilizados por otros microorganismos oportunistas para reproducirse y causar pudriciones. También este insecto actúa como vector de un nematodo denominado *Radinaphelenchus cocophilus*, que provoca la enfermedad denominada anillo rojo en cocoteros y palmas, la cuál es confundida con la enfermedad denominada "Amarillamiento letal del cocotero" ya que presenta similares síntomas (amarillamiento de hojas, necrosis de inflorescencias y caída de frutos), el agente causal de este amarillamiento es un phytoplasma, transportado por una chicharrita (*Myndus crudus*) la cual la inocula al succionar la savia de las plantas para alimentarse. Afortunadamente estas enfermedades aún no se ha detectado en plantaciones del litoral del pacifico por el momento.

Combate: Se controla por medio de trampas con insecticidas de contacto, con parásitos o enemigos naturales (control biológico), eliminación y destrucción de palmas infestadas y aspersiones aéreas con Dimetoato y Diazinón.

### **F. Zompopos y Hormigas:**

Atta sp. Del orden himenóptera, familia formicidae, estos insectos son comunes en zonas tropicales, provocan daños en todas las plantaciones comerciales y en jardines, provocan mayores daños al final de la época seca tiempo en el cual se preparan para la llegada del invierno. (1)

Signos: Estos insectos atacan todo el follaje de la palma, provocan roeduras que inician en los bordes de las hojas y finalizan en las nervaduras de las mismas. Actúan en grupos y en poco tiempo dejan una planta totalmente defoliada.

Combate: Se combaten con cebos envenenados, como Mirex, o Attamix, aplicados en la boca de los hormigueros.

### **G. Ratas:**

Rattus rattus, este roedor ataca desde viveros hasta plantaciones adultas de palma africana, son muy prolíferos. En términos generales, una hembra inicia su período sexual a los 3 a 4 meses de nacida y produce una camada de 6 individuos cada 2 meses. Habiendo dimorfismo sexual siendo la hembra mas grande que el macho.(8)

Signos: Provocan el corte de los tallos pequeños de plantas de vivero, en plantaciones jóvenes atacan los racimos y la base del tronco.

Combate: El combate de las ratas se realiza con la aplicación de cebos envenenados donde haya signos de daños, colocando dentro de trozos de bambú al pie de cada 6 plantas una mezcla de masa de maíz y panela ó melaza con 2 pastillas de Phostoxin o Warfarina al 0.5 %.

### **6.3.9 Enfermedades Que Afectan a La Palma Africana**

Las enfermedades de importancia económica en plantaciones de palma africana de la costa sur son las siguientes:

## A) Arqueo Foliar

Esta es una enfermedad provocada por desordenes genéticos que afecta principalmente a palmas jóvenes de entre uno a tres años de edad. Las palmas afectadas raramente mueren pero el ataque puede repetirse varias veces ocasionando un retardo evidente en la producción (1).

Síntomas: El primer síntoma de la enfermedad es la aparición de lesiones de color marrón rojizo, rodeadas de un área acuosa en el borde de los folíolos que aún permanecen plegados. Las hojas jóvenes se observan amarillentas. El área podrida se torna corchosa se extiende destruyendo los folíolos antes de que se abra la hoja, al abrir esta se arquea y el tejido necrótico se seca y desintegra (se manifiesta por rajaduras en el pecíolo de las hojas).

Combate: Por ser un desorden de tipo fisiológico no existe un control para este problema, solamente se corrige con la resiembra.

## B) Mal o Pudrición de Flecha

Esta es la enfermedad de mayor importancia y distribución en las plantaciones de palma africana de la Costa Sur de Guatemala, cuyo agente causal aún no se encuentra bien determinado, se ha asociado con una bacteria del género *Erwinia* y varias especies del hongo del género *Fusarium*. Además a algunas deficiencias nutricionales. Las cuales también se han asociado a la enfermedad conocida como podredumbre letal del cogollo. En la mayoría de los casos las plantas se recuperan con la edad (8).

Síntomas: En las hojas nuevas sin plegar (flechas) se observan pudriciones generalmente en la base, provocando mal olor y en la mayoría de los casos toda la flecha es afectada y está queda colgando y luego cae en el centro de la corona de hojas, si la podredumbre no llega a la yema apical continúa la pudrición de hojas, por lo cual si estas no se logran eliminar rápidamente provocan que las demás se contaminen ocasionando la muerte de la planta.

Las plantas infectadas al principio producen pocos racimos y cuando la enfermedad acelera los daños no hay producción y los racimos existentes se pudren. Los síntomas de esta enfermedad se observan durante todo el año dentro de la plantación, pero se acentúan en épocas de mayor humedad y precipitación pluvial (de Julio a Octubre).

Combate: Se forman grupos de 2 a 3 plagueros encargados de revisar las calles y lotes de la plantación con el fin de localizar focos de infección, arrancar las flechas infectadas y aplicar al centro del cogollo cualquier producto de los 3 tratamientos consecutivos a base de Bactericidas (*Agrimycin 100*) y Funguicidas (*Carbendazim*) espaciados 15 días entre sí. Este tratamiento es efectivo si se efectúa dentro de los 10 días siguientes, al inicio de la infección.

## C) Añublo de la Palma

Enfermedad causada por el genero del hongo *Pestalotiopsis* sp. Esta enfermedad se desarrolla luego del ataque de insectos que se alimentan del tejido foliar el cual queda debilitado. En general la enfermedad ataca palmas de diferentes edades (5).

Síntomas: Manchas café en las hojas viejas conforme crece la parte infectada, la parte central se torna de color café grisáceo y aparecen pequeños cuerpos negros de reproducción (acérvulos), gran parte de la superficie clorofiliana puede secarse.

Combate: Controlar las plagas de insectos y una adecuada fertilización ayudan a prevenir la enfermedad.

#### **D) Pudrición Basal Seca**

Ceratocystis paradoxa. Enfermedad común en palmas de mas de 10 años. La palma afectada no muestra síntomas exteriores y la producción y maduración de racimos es normal. Pero repentinamente las palmas afectadas se quiebran desde su base (5).

Síntomas: Se da una repentina pudrición de racimos maduros e inmaduros; mas tarde las hojas se quiebran por la mitad permaneciendo verdes por varios días, internamente hay una pudrición seca en la base del tronco.

Combate: Se recomienda eliminar las palmas enfermas para evitar la diseminación de la enfermedad.

#### **E) Pudrición Basal Húmeda**

Es una importante enfermedad que ataca palmas adultas de 5 años de edad en adelante, en la cual aún no se ha logrado identificar plenamente al agente causal, se cree que esta asociado a un complejo de hongos Ustilina sp, Gonoderma sp y Erwinia sp (1).

Síntomas: Se produce una muerte repentina y simultánea de las flechas y las hojas jóvenes que la rodean. Hojas viejas se tornan color amarillo opaco, manifiestan síntomas de marchites y mueren, finalmente se muere toda la corona y el follaje muerto adquiere un color café chocolate. Al disectar el tallo se encuentra una pudrición húmeda, fibrosa y mal oliente en el centro del tallo.

Combate: El método de control mas utilizado es el de eliminar las plantas enfermas, destruirlas y quemarlas, para evitar la diseminación de la enfermedad.

#### **F) Pudrición Basal del Racimo**

Producida por el hongo Sclerotium rolfsii. Ataca los racimos que se encuentran en la planta de plantaciones viejas, es una enfermedad de importancia económica que provoca graves daños en la producción, esta enfermedad es favorecida por el exceso de humedad y por la presencia de inflorescencias racimos secos que favorecen las condiciones especiales para la presencia del patógeno (5).

Síntomas: Se produce una pérdida del brillo normal de los frutos de la zona apical del racimo, en estadíos avanzados la parte afectada se desprende.

Combate: Se recomienda mantener ciclos de corte adecuados, y la eliminación de los racimos enfermos.

#### **G) Síndrome del Anillo Rojo**

Es una enfermedad de mucha importancia en las plantaciones de palma africana de Centroamérica es provocada por el nematodo Radinaphelenchus cocophilus el cual es

transportado hacia los meristemos de las palmas por el picudo de la palma (Rhynchophorus palmarum.), Esta enfermedad es frecuente en plantaciones mayores de 5 años (1).

Síntomas: las hojas mas viejas o intermedias se tornan amarillentas, y se van secando en forma progresiva abarcando luego las demás hojas, se quiebran del pecíolo a corta distancia del tronco y la parte distal permanece colgando por largo tiempo, al partir el tronco de las plantas afectadas se observa un anillo de tejidos de color crema, de unos pocos centímetros de espesor y cerca de la periferia del tronco. Una vez afectada la palma puede morir a los 3 o 4 meses.

Combate: Para controlar esta enfermedad es importante el control de los insectos vectores.

### **H) Marchites o Muerte Sorpresiva (Amarillamiento Letal)**

Esta enfermedad es causada por un phytoplasma transmitido por una chicharrita (Myndus crudus.), Que cumple su ciclo de vida en los pastos o zacates (Digitaria, Cynodón, Paspalum y en algunas Ciperáceas) (8).

Síntomas: secamiento sorpresivo y progresivo de las hojas bajas hacia las superiores aborto de inflorescencias y racimos, luego las nuevas inflorescencias se tornan necróticas. Este aspecto es más notorio cuando se está abriendo la espata; y cuando ésta se ha abierto totalmente, las inflorescencias toman un color café chocolate y pierden toda posibilidad de fructificación por último se produce una degeneración y muerte de las raíces que resulta en la muerte de la palma.

Algunos de los síntomas se confunden con otros problemas como: Anillo rojo, deficiencias nutricionales y daños por energía eléctrica. Por lo anterior, cuando existan dudas respecto a la sintomatología, será necesario hacer cortes de tejidos del cogollo y observarlos en microscopio electrónico a fin de detectar la presencia de Phytoplasmas en el floema.

Combate: El control de esta enfermedad puede realizarse por medio de inyecciones de oxitetraciclina aplicadas al tronco de las palmas, con lo que se logra detener el avance de la enfermedad, pero su uso no es recomendable por lo caro de esta sustancia para aplicarse en cultivos intensivos. Por lo cual el mejor control es el preventivo, controlando las poblaciones de insectos vectores con aplicaciones de Diazinón y Dimetoato sobre los pastos y zacates hospederos de estos y sobre las palmas en aspersiones aéreas.

Se logra un buen control de los insectos vectores mediante manejo adecuado de las leguminosas de cobertura para sustituir o eliminar a los diferentes pastos que se encuentran presentes, así como el control biológico clásico, aprovechando que el insecto vector presenta ciertos parásitos (ácaros y hongos entomopatógenos) y depredadores (Arácnidos).

En plantaciones de la costa sur no se ha manifestado la presencia de esta enfermedad en cocoteros ni en palma africana, no obstante ya se ha detectado en cocoteros de la costa atlántica, pero aún no en plantaciones de palma de esa zona ni en el área del Petén.

## 6.4 EXPLOTACION DE LA PALMA AFRICANA

El inicio de la explotación se da a partir del tercer año del establecimiento de la plantación siendo el estado de maduración del fruto el que determine la época de la cosecha. La cual en la mayoría de las fincas de la costa sur se realiza en conjunto con la labor de poda, eliminándose al mismo tiempo frutos podridos e inflorescencia que interfieran en la extracción del fruto. El fruto esta maduro cuando toma una coloración pardo-rojiza en ápice y rojo anaranjado en la base. El grado de madurez es muy importante ya que de ello dependerá la calidad y cantidad del aceite producido (10).

Dado que es la actividad más importante y la más delicada, es muy importante que antes de iniciarse la cosecha se sepa quien será el comprador de la fruta, en caso de ser solamente productores de fruta, de preparar los caminos principales y calles bueyeras (donde se colocaran los racimos cortados y sacos de fruta que luego serán levantados por las carretas bueyeras), estas calles bueyeras se construyen cada 4 ú 8 surcos.

Por lo general los racimos maduran entre los 5 y 6 meses después de la antesis, lo cuál indica que el conteo de inflorescencias femeninas en antesis es de mucha utilidad para determinar la producción siguiente a obtener, en varias plantaciones tecnificadas se realiza esta actividad.

### 6.4.1 Normas de Cosecha

En las plantaciones de palma africana de la costa sur, se cuenta con normas de madurez del racimo para su corte las cuales procuran la obtención racimos en su óptimo estado de madurez, estas normas se establecen debido a que la persona que corta el racimo (Cortero) tiene diferente apreciación sobre el estado de madurez de un racimo.

La madurez de un racimo se identifica, por los cambios de color que oscilan entre colores brillantes a colores mate, cambios de textura y por el desprendimiento de frutos. Debido a que la maduración de los racimos no es uniforme y que se cosechan cientos de racimos al día es necesario aceptar que se corten algunos dentro de un rango de maduración algunos menos y otros más maduros pero nunca verdes ni podridos (se prefieren los racimos verdes a los secos o podridos ya que estos provocan una reducción en la calidad de aceite)

Por experiencia se ha determinado que un racimo esta de corte cuando en plantaciones adultas se observen en el suelo de 3 a 6 frutos maduros, y en palmas jóvenes entre 5 a 10 frutos desprendidos.

### 6.4.2 Frecuencia o Ciclos de Cosecha

Debido a que en la maduración de racimos existe simultáneamente formación de aceite y acidez es muy necesario que los ciclos sean lo más cortos posibles y de esa manera evitar que se corten racimos pasados de grado.

Por experiencia se ha determinado que ciclos de entre 7 a 8 días por vuelta proporcionan buenos resultados. En plantaciones jóvenes (menores de 7 años) con variedad Tenera, por lo general requieren ciclos cortos (de 6 días). En condiciones de baja producción los ciclos pueden alargarse de 8 a 10 días, considerando siempre que un ciclo de cosecha prolongado redundo en racimos sobremaduros ó pasados de grado, lo

que representa un costo adicional por pago de pepena de fruta desprendida y una disminución considerable de la calidad del aceite producido, debido al incremento de la acidez en los racimos muy maduros.

En las plantaciones de costa sur se ha establecido el pago por racimo cortado y colocado en la calle bueyera y por saco de fruta pepenado, la cantidad de corteros para la cosecha se determina de acuerdo a la cantidad de fruta madura existente, los cuales son supervisados por un caporal de cosecha debidamente capacitado. En época de baja producción, una parte del personal de corte realiza labores de poda, tal labor es remunerada a destajo y es supervisada por un caporal.

#### 6.4.3 Técnicas y Procedimientos de Cosecha:

Los primeros racimos producidos por una palma normalmente son muy pequeños y queda a criterio del productor su cosecha. Para decidir cuando se debe iniciar el primer ciclo de corte, se procede a cortar unos 100 a 200 racimos y se pesan. Con estos datos: peso de racimo, número de racimo y número de plantas revisadas, se calcula la producción en toneladas métricas/ha/ciclo y cuando el valor sea igual o superior al costo de cosecha – transporte se considera conveniente “iniciar en firme” la cosecha por lotes (5).

En palmas jóvenes (de 3 años) en el corte de racimos se utiliza una herramienta denominada “Chuza” la cual consta de un tubo de aluminio de 1.20 a 1.50 m de largo con una base u hoja de metal afilada, comúnmente hecha de disco de arado (Ver Figura 4 del Anexo).

Se discontinúa el uso de la chuza cuando los racimos alcanzan una altura de 0.75 a 1.0 m sobre el suelo, seguidamente se utiliza el machete comúnmente conocido como “Cuta” la cual se deja de utilizar al incrementarse la altura de los racimos a unos 2 metros de altura (Ver Figura 5 del Anexo).

En palmas de mayor altura se hace uso del instrumento conocido como “Cuchillo Malayo” el cual consiste en una ligera pieza curva de metal similar a una hoz, muy bien afilada que va atornillada a un tubo de aluminio graduable a la altura en que se encuentre el racimo (Ver Figura 6 del anexo).

#### 6.4.4 Corte de Racimos

El trabajo de corte de racimos consiste en la separación de los racimos sin dañar el tronco y hojas adyacentes, en las plantaciones de la Costa Sur se acostumbra realizar iniciar el corte de fruta con la labor de poda en conjunto, en plantaciones de entre 2 a 3 años de establecidas. eliminando inflorescencias masculinas y racimos secos, las hojas y demás materiales extraídos de colocan apilados entre las líneas de plantas, separadas del área de plateo evitando estorbar las calles bueyeras de recolección.

Esta actividad de desarrolla de forma técnica la cual consiste en que antes de cortar el racimo se debe cortar a ras de su base de 1 a 2 hojas para facilitar el acceso al racimo, se recomienda no cortar la rama que se encuentra directamente debajo de los nuevos racimos “rama china”. La cual sirve de soporte y protección al racimo durante su crecimiento. Las hojas extraídas se cortan en dos o tres partes dependiendo su longitud y se colocan en la línea de apilado.

Al cortar el racimo maduro hay un desprendimiento de frutos los cuales se deben de recoger y depositar en sacos de polipropileno que son proporcionados al cortero, al racimo cortado se debe cortar el pedúnculo o "Pinzote" lo más corto posible de preferencia el corte debe hacerse en forma de "V" y a ras del racimo.

#### 6.4.5 Recolección y Transporte

El objetivo de esta fase es recolectar y llevar la fruta a la fábrica de extracción en forma rápida y económica, sin compactar los suelos de la plantación. Para lo cual se sigue el siguiente proceso:

Los racimos cortados y la fruta pepenada se coloca en fila a la orilla de las calles buayeras, donde en lo posible debe ser contada para determinar la veracidad de la información de corte que da el cortero. Este conteo se hace en calles tomadas al azar; posteriormente la fruta es recolectada en carretas haladas por bueyes, posteriormente se trasladan hacia carretones de mayor capacidad que se ubican estratégicamente para ser halados por tractores hacia la planta extractora.

Es muy importante llevar un registro de envío de fruta ya que permite a la finca productora determinar los costos de corte y transporte de la fruta así como determinar la producción y calidad de la fruta de un lote en particular o de toda la finca. Para llevar un registro confiable se deben de numerar los carretones y los lotes de la finca.

Las boletas de registro de fruta enviada a la extractora deben de contener información acerca de la procedencia de la fruta que se envía (Finca y lote), la fecha de corte de la fruta, lo cual permite determinar la calidad de fruta que se esta enviando, la cantidad total de racimos y sacos de fruta pepenada, así como el número del carretón y nombre del piloto del tractor que transporta la fruta, toda esta información se debe de detallar por cada carretón de fruta que se envía guardando copias para la finca productora y para la planta extractora que recibe.

Puesto que el índice de acidez se incrementa inmediatamente después del corte, es indispensable enviar la fruta cortada hacia la planta extractora en la mayor brevedad posible dentro de un rango máximo de 24 horas después del corte (7).

## 6.5 COSTOS DE PRODUCCIÓN

Los costos de producción presentados en los cuadros 10 a 14 deben de considerarse como una guía cuyo valor fundamental reside en explicar aquellos conceptos de costos en que se incurre en el proceso de establecimiento y producción de fruta de palma africana.

CUADRO 10: COSTOS ESTIMADOS PARA EL ESTABLECIMIENTO DE UN VIVERO DE PALMA AFRICANA. Estimados para 100 Hectáreas (16,000 Plantas). En la Costa Sur de Guatemala, año 2002.

Concepto	Unidad	Precio por Unidad (Q)	Cantidad	Total (Q)
<b>INSUMOS</b>				
Semilla pre-germinada	Semillas	2.00	20,000	40,000.00
Bolsas Plásticas (40X45X0.15)	Bolsas	0.05	17,000	850.00
Bolsas Plásticas (45X55X0.15)	Bolsas	0.07	300	21.00
Fertilizantes:				
18 – 46 – 00	Quintal	84.00	10	840.00
15 – 15 – 15	Quintal	98.00	20	1,960.00
20 – 20 – 20 (Foliar)	Litro	45.00	2	90.00
Agroquímicos:				
Mancozeb (Dithane M- 45)	Kg	125.00	2	250.00
Benolmyl	Kg	115.00	2	230.00
Malathion	Lt	110.00	1	110.00
Carbofuran	Kg	130.00	1	130.00
Adherente	Lt	28.00	1	28.00
<b>MANO DE OBRA</b>				
Desinfección de Suelo	Jornales	33.41	4	133.64
Terciado	Jornales	33.41	2	66.82
Llenado de bolsas	Jornales	33.41	9	300.69
Aplicación de Fertilizantes	Jornales	33.41	5	167.05
Aplicación de Plaguicidas	Jornales	33.41	4	133.64
Caporal	jornal	47.52	1	47.52
Guardián	Jornal	47.52	1	47.52
Subtotal				45,405.88
10 % Imprevistos				4,540.59
Total				49,946.47
Precio Promedio por Hectárea				499.46
Precio Promedio por Planta				2.94

FUENTE: Elaboración Personal

CUADRO 11: COSTOS DESDE EL ESTABLECIMIENTO AL PRIMER AÑO  
Estimados Para 100 Hectáreas de Plantación. En la Costa Sur de  
Guatemala, para el año 2002.

Concepto	Unidad	Precio por Unidad (Q)	Cantidad	Total (Q)
<b>INSUMOS</b>				
Plantas de Palma	Plantas	2.94	16,000	47,040.00
Semillas de Leguminosas	Quintales	300.00	3	900.00
Fertilizantes	Quintales	84.00	240	20,000.00
Herbicidas	Lts	110.00	200	22,000.00
Pesticidas	Lts	518.00	5	2,590.00
<b>MATERIALES</b>				
Motor de Riego	Unidad	70,000.00	1	70,000.00
<b>MANO DE OBRA</b>				
Prep. Del Terreno:				
Tumba y Quema	Jornales	33.41	50	1,660.50
Trazado y Marcado	Jornales	33.41	10	334.10
Construcción de Canales	Jornales	33.41	15	501.15
Construcción de Drenajes	Jornales	33.41	10	334.10
Siembra:				
Descarga y Distribución	Jornales	33.41	40	1,336.40
Ahoyado y Siembra	Jornales	33.41	20	668.20
Siembra de Cobertura	Jornales	33.41	10	334.10
Aplicación de Fertilizantes	Jornales	33.41	25	835.25
Chapea	Jornales	33.41	60	2,004.60
Aplicación de Pesticidas	Jornales	33.41	12	400.92
Aplicación de herbicidas	jornales	33.41	15	501.15
Subtotal				171,440.47
10 % de Imprevistos				17,144.04
<b>Total</b>				<b>188,584.52</b>

FUENTE: Elaboración Personal

**CUADRO 12: COSTOS ESTIMADOS PARA EL SEGUNDO AÑO DE PLANTACION**  
**Para 100 Hectáreas. En la Costa Sur De Guatemala, año2002.**

<b>Concepto</b>	<b>Unidad</b>	<b>Precio por Unidad (Q)</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Total (Q)</b>
<b>INSUMOS</b>				
Fertilizantes	Quintales	84.00	240	20,164.00
Herbicidas	Lt	110.00	200	22,000.00
Fungicidas	Lt	125.00	50	6,250.00
Insecticidas	Lt	98.00	20	1,960.00
Adherentes	Lt	28.00	10	280.00
Combustibles	Galones	9.00	60	540.00
Lubricantes	Galones	35.00	1	35.00
<b>MATERIALES</b>				
Plantas de Palma (para resiembra)	Unidades	2.94	1,000	2,940.00
<b>EQUIPO AGRÍCOLA</b>				
Tractor	Unidad	75,000.00	1	75,000.00
Carretones	Unidades	2,000.00	4	8,000.00
<b>MANO DE OBRA</b>				
Resiembra de Fallas	Jornales	33.41	5	167.05
Regadores	"	47.52	10	475.20
Chapea	"	33.41	15	501.15
Aplicando Insecticida	"	33.41	5	167.05
Aplicando Herbicida	"	33.41	15	501.15
Fertilizando	"	33.41	30	1,002.30
Guardianes	"	47.52	2	95.04
Operador de Motor de Riego		47.52	1	47.52
Sub-total				140,125.46
10% de Imprevistos				14,012.55
<b>TOTAL</b>				<b>154,138.00</b>

FUENTE: Elaboración Personal

CUADRO 13: COSTOS DE PRODUCCIÓN PARA EL TERCER AÑO DE PLANTACION  
para 100 Hectáreas En la Costa Sur de Guatemala, año 2,002.

### INICIO DE LA EXPLOTACIÓN

Concepto	Unidad	Precio por Unidad (Q.)	Cantidad	Total (Q)
<b>INSUMOS</b>				
Fertilizantes	Quintales	84.00	250	21,000.00
Herbicidas	Lt	110.00	200	22,000.00
Insecticidas	Lt	98.00	20	1,960.00
Fungicidas	Lt	125.00	50	6,250.00
Adherentes	Lt	28.00	10	280.00
Combustible	Galones	9.00	200	1,800.00
Lubricantes	Galones	35.00	10	350.00
<b>MATERIALES</b>				
Guantes	Pares	15.00	50	770.00
Chuzas para corte	Unidades	3.00	50	150.00
Sacos de Polipropileno	Unidades	0.75	1,000	750.00
Carretas Bueyeras	Unidades	1,200.00	3	3,600.00
Bueyes	U. A.	5,000.00	6	30,000.00
<b>MANO DE OBRA</b>				
Corte de Fruta	Jornales	33.41	25	835.25
Regadores	"	47.52	15	712.80
Bueyeros	"	47.52	3	142.56
Mantenimiento de Bueyes	"	47.52	1	42.57
Tractorista	"	58.33	1	58.33
Desolve de Quinel	"	33.41	5	167.05
Operador de Motor de Riego	"	47.52	1	42.07
Chapea	Jornales	33.41	10	334.10
Aplicando Herbicida	"	33.41	15	501.15
Fertilizando	"	33.41	20	668.20
Apicando Plaguicidas	"	33.41	10	334.10
Guardianes	"	42.97	2	85.94
Sub-total				92,834.12
10% de Imprevistos				9,283.41
Total				102,117.53
Venta de Fruta	Toneladas	415.00	55	22,825.00
Utilidad				-79,292.53

FUENTE: Elaboración Personal

**CUADRO 14: COSTOS DE PRODUCCIÓN PARA EL DECIMO AÑO DE ESTABLECIDA UNA PLANTACIÓN DE PALMA AFRICANA Para 100 Hectáreas (8º. Año de Producción), En la Costa Sur de Guatemala, año 2002.**

<b>Concepto</b>	<b>Unidad</b>	<b>Precio por Unidad (Q.)</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Total (Q)</b>
<b>INSUMOS</b>				
Fertilizantes	Quintales	88.00	1000	88,000.00
Insecticidas	Lt	98.00	200	19,600.00
Fungicidas	Lt	125.00	100	12,500.00
Herbicidas	Lt	110.00	100	11,000.00
Adherentes	Lt	28.00	20	560.00
Combustibles	Galones	10.00	5,000	50,000.00
Supl. Viamínicos	Lt	180.00	6	1800.00
Lubricantes	Galones	35.00	50	1,750.00
<b>MATERIALES:</b>				
Guantes	Pares	15.00	25	375.00
Sacos de Polipropileno	Unidades	0.75	500	375.00
Cuchillos Malayos	Unidades	20.00	50	1,000.00
Carretas bueyeras	Unidades	1,200.00	3	3,600.00
Bueyes	U.A	5,000	6	30,000.00
<b>MANO DE OBRA</b>				
Corte de Fruta	Jornales	33.41	40	1,336.40
Poda de Palma	Jornales	33.41	5	167.05
Bueyeros	Jornales	47.52	6	285.12
Regadores	Jornales	47.52	20	950.40
Desolve de Quinel	Jornales	33.41	5	167.05
Carga de Fruta	Jornales	47.52	2	95.04
Chapea	Jornales	33.41	5	167.05
Aplicando Herbicida	jornales	33.41	5	167.05
Aplicando Plaguicidas	Jornales	33.41	5	167.05
Fertilizando	Jornales	33.41	40	1,336.40
Tractorista	Jornales	58.33	1	58.33
Sub-Total				224,736.94
10% Imprevistos				22,473.70
Total				247,210.63
Venta de Fruta	Toneladas	415.00	1000	415,000.00
UTILIDAD				167,789.37

**FUENTE: Elaboración Personal**

## 6.6 EXTRACCIÓN DE ACEITE

### 6.6.1 LA PLANTA EXTRACTORA

El aceite que contiene los racimos en la pulpa o mesocarpio de los frutos y en las almendras es extraído en la plantas extractoras, las cuales se sitúan generalmente en el centro de la finca o en la salida de la plantación por donde circulan los vehículos más libremente.

Hay fábricas de extracción de aceite de muchos tipos; desde las “Casas de Dende” en Brasil, las cuales consisten en barriles de metal para hervir la fruta y pulpa en agua, y en canoas de madera para triturar la fruta, hasta la fábrica de extracción semi-automática de gran capacidad y costo (7).

Existen en la actualidad fábricas de todo tipo y de todas las dimensiones, que van desde aquellas que procesan entre 2 a 4 toneladas de racimos por hora, hasta las plantas extractoras grandes con una capacidad de 60 toneladas por hora, siendo la extracción promedio para una planta extractora normal de 20 Toneladas Métricas por hora, es decir tienen una capacidad instalada para 480 toneladas de fruta por día por cada planta, con lo cual se obtiene un rendimiento promedio de 1 tonelada de aceite por cada 4.5 toneladas de fruta (11).

Las instalaciones de una planta extractora de segunda categoría, construidas de una estructura metálica, techo de lamina galvanizado, piso de concreto, iluminación natural y artificial ocupando una área total de aproximadamente 35,000 metros cuadrados. Dentro de esa área se encuentran las oficinas administrativas, bodega de suministros, báscula para pesar la fruta que ingresa y el producto terminado, laboratorio de control de calidad y un área de parqueo.

Cuenta con tanques de almacenamiento del aceite rojo, con una capacidad de 2,000 toneladas métricas aproximadamente, y aceite de palmiste con un tanque de 400 toneladas métricas, se cuenta con un pozo para suministro de agua y tanques de sedimentación que utilizan los desechos líquidos como fuente de abono (alta concentración de potasio) y se aplican en el riego en forma foliar evitándose de esta manera la contaminación ambiental (Ver figura 7 del Anexo).

La planta extractora cuenta con su propio mecanismo de generación eléctrica por medio un generador que suministra la potencia inicial a la caldera que induce el movimiento de turbinas movidas por vapor que generan la energía para el funcionamiento de bandas transportadoras de fruta y demás equipo de transformación del fruto en aceite y palmiste.

### 6.6.2 NORMAS DE CALIDAD DE LA MATERIA PRIMA

La calidad de los racimos que ingresan a una Planta Extractora, es el primer factor determinante, en la calidad del aceite crudo y de las almendras, así como del rendimiento y de la extracción, pues la falta de madurez en los frutos, tiene una fuerte influencia en el contenido de aceite de los mismos, dificulta la operación de desfrutado, de clarificación y de quebrantamiento de la nuez. Los frutos demasiado maduros o podridos, producen un aceite con demasiada acidez. Desde el momento en que un racimo se corta, las

subsiguientes manipulaciones tienden a aumentar la acidez libre de aceite en forma rápida (6).

El primer paso es el de el registro del peso por medio de la báscula de la materia prima que ingresa, dicho registro de pesaje se opera de la siguiente manera:

Ingreso de Fruta (Carretón o Camión)	=	Peso Bruto
Salida (Carretón o Camión Vacío)	=	Tara
Fruta Recibida	=	Peso Neto

### 6.6.2.1 Estados de Madurez

Los racimos deberán estar bien conformados, libres de enfermedades, daños causados por golpes, mal manejo y limpios.

El color rojo de un fruto maduro de palma es pardo-rojizo en su cima y rojo anaranjado en la base, la pulpa del mismo, es de color naranja. Los racimos se observan y se separan en cinco grupos, atendiendo a la clasificación presentada en el cuadro 15.

Cuadro 15: Estados de madurez de la Fruta de Palma

Símbolo	Denominación	Características
V	Racimos Verdes	Ninguna fruta se desprende
IM	Racimos Insuficientemente Maduros	De 1 a 4 frutos desprendidos
NM	Racimos Normalmente Maduros	De 4 a 40 frutos desprendidos
DM	Racimos Demasiado Maduros	Más de 40 frutos desprendidos
P	Racimos Podridos	Racimos muy vacíos y con olor Olor amoniacal.

Fuente: Escobar, R.C. (3)

### 6.6.2.2 Longitud de Los Pedúnculos (Pinzotes)

La longitud de los pedúnculos o pinzotes como se le conoce comúnmente se clasifica de la siguiente manera en el cuadro 16.

Cuadro No.16 Longitud de Pedúnculos (Pinzotes)

Símbolo	Denominación	Observación
N	Normal	A ras del racimo
L	Largos	De 2 a 5 cm
ML	Muy Largos	Mayor de 5 cm

Fuente: Escobar, R.C. (3)

Un pedúnculo o pinzote muy largo dificulta el desfrutado y solo agrega peso, lo que viene a incidir en bajo porcentaje de extracción.

### 6.6.2.3 Tiempo Transcurrido Después del Corte

La obtención del aceite se ha de realizar lo más cerca que sea posible del lugar de recolección, pues la calidad del producto depende, no solamente del grado de madurez y de los cuidados que se pongan para su recogida y transporte, sino también de la rapidez con que sean tratados en las Plantas Extractoras.

Los frutos que permanezcan más de un día a la orilla del camino o en la zona de descarga de la fábrica, experimentan inevitablemente la acción de las enzimas hidrolizantes y producen un aceite ácido. Para apreciar la acidez de los frutos por medio de observaciones de apariencia se puede hacer uso de la siguiente clasificación en el cuadro 17.

Cuadro 17: Clasificación por Observación de la Calidad del Pedúnculo o Pinzote

Clasificación	Brillo	Corte Pedúnculo	Corte	Fibras Pedúnculo	Olor
Racimos de Frutos Frescos	Lustroso	Blanco a Amarillento	Normal	Normal	Sui-generis Agradable
Racimos de Frutos Pasados	Opaco	Gris	Cóncavo	Separadas unas de otras	Amoniacal

Fuente: Escobar R.C. (3)

### 6.6.3 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LOS PROCESOS DE EXTRACCIÓN DE ACEITE DE PALMA

La primera etapa es la del registro del peso de la fruta que ingresa a la Planta Extractora. Este registro sirve para el pago de la materia prima que la finca proveedora envía y el punto de referencia para obtener el 1 % de extracción de aceite (7).

Los carretones y camiones que ingresan son llevados hacia el área de descarga en donde por medio de un Tricket hidráulico son levantados y la fruta vertida hacia tolvas de la fruta es transportada por medio de bandas hacia donde se encuentran colocadas las Canastas o vagonetas receptoras, las cuales son recipientes construidos de hierro con una capacidad de 2.5 toneladas, movilizadas por rieles los cuales se ingresan cargadas de fruta hacia los autoclaves o cilindros esterilizadores los cuales tiene capacidad hasta para siete canastas en su interior.

Los tratamientos que se aplican al racimo tienen por objeto disociarlo progresivamente en fracciones distintas: raquis, frutos, fibra, aceite, lodos, semillas cáscara, endospermo, etc. Por una sucesión de transformaciones bioquímicas indispensables para obtener la separación de las fases, se emplean medios físicos (calentamiento, secado, acción del vapor, ebullición. etc) y químicos.

La extracción de aceite requiere de los siguientes procesos descritos a continuación:

### 6.6.3.1 Esterilización:

Es la primera etapa del proceso y tiene por finalidad los siguientes objetivos:

- A) La inactivación de la enzima Lipasa responsable de los procesos de acidificación indeseable del aceite.
- B) Coagular las sustancias nitrogenadas (proteínas), y mucilaginosas para prevenir la formación de emulsiones del aceite crudo en el proceso de purificación.
- C) Facilitar el desprendimiento de los frutos del raquis y la buena ruptura de las células del mesocarpio.

La esterilización se lleva a cabo sometiendo los racimos a vapor de agua en autoclaves cilíndricos horizontales de gran diámetro donde se introducen las canastas o vagonetas que se mueven sobre rieles, en donde se someten a una presión de vapor de entre 2.5 a 3.0 bares durante 30 minutos aproximadamente, a una temperatura de entre 85 a 100 °C.

Este tratamiento elimina el peligro de la posterior y súbita acidificación del aceite. Sin embargo, la acción directa del vapor, los repetidos calentamientos en presencia del aire o de materias extrañas, la permanencia en contacto con superficies metálicas, pueden provocar la hidrólisis parcial de los glicéridos, la alteración de una parte del caroteno y provocar inclusive, la formación de peróxidos, origen del enranciamiento (7).

Para conservar la buena calidad de los productos terminados conviene:

- a. Evitar que los racimos sufran lesiones durante el transporte y cuidar que los racimos sean perfectamente esterilizados al ser descargados en la Planta Extractora.
- b. No dejar que la materia a tratar permanezca demasiado tiempo dentro de los aparatos de la instalación.
- c. Limpiar y esterilizar frecuentemente todos los órganos de los aparatos, transportadores y conductos en contacto con el aceite.
- d. Evitar que el aceite se airee.

### 6.6.3.2 Desfrutado

Esta operación tiene por objeto separar los frutos y el raquis de los racimos esterilizados. Los frutos se desprenden del raquis al someter al racimo a golpes repetidos dentro de tambores rotatorios formados por barrotes longitudinales y cinturones perimetrales, a través de los cuales pasan los frutos que se sueltan debido a los golpes sucesivos que sufren los racimos por la rotación de dichos tambores cuya velocidad de giro se encuentra entre 21 a 23 r.p.m y hace que los frutos se desprendan y pasen a través de los espacios de los barrotes que no dejan espacio para que pase el raquis (7)

Los raquis que no sueltan toda la fruta son reingresados al proceso para evitar pérdidas de aceite en el proceso.

### 6.6.3.3 Digestión

La digestión es una de las etapas más importantes en el proceso ya que prepara los frutos para facilitar la buena separación del aceite; tiene una preponderante influencia en el rendimiento que se obtiene al hacer la extracción.

Durante la digestión, la pulpa o mesocarpio se desprende de las semillas (“nuez”) y las células oleícolas, debido al maceramiento y liberan el aceite que contienen. La temperatura debe ser de alrededor de entre 90 y 95 °C para facilitar la expulsión del aceite y bajar la viscosidad del mismo y facilitar su evacuación (7).

Una temperatura mayor de 95 grados centígrados no es conveniente, pues, el líquido se aproxima al punto de ebullición del agua, dando origen a burbujas de vapor que empujan hacia arriba el aceite bruto del digestor, impidiendo su libre caída, con lo cual se mantiene una permanente lubricación de las paletas maceradoras impidiendo el maceramiento efectivo de todas las celdas oleaginosas. La masa pastosa obtenida se somete al calor y se hace humedecer a un grado conveniente. El aceite que se separa espontáneamente se denomina aceite virgen (7).

Los digestores consisten en cubas cilíndricas verticales de altura superior a su diámetro, provistas de un falso fondo perforado que permite pasar al aceite virgen. La agitación se obtiene por palas horizontales que se disponen en pares sobre el eje central. En su interior, existen tuberías para la entrada de agua caliente y vapor, regulables por separado, comunican a la masa digestada las condiciones de humedad y plasticidad deseadas.

Para que la digestión sea eficaz, el aparato ha de estar siempre lleno; la presión que ejerce la columna de carga es lo que permite la acción de las palas, una duración constante de digestión, permite una buena separación de la pulpa y las semillas al terminar la operación. El tiempo requerido por un digestor provisto de palas en buen estado, debe ser de entre 45 a 60 minutos (7).

### 6.6.3.4 Prensado

Esta operación tiene influencia preponderante sobre el rendimiento, pero su eficacia depende de modo esencial de las condiciones en que se hayan realizado las anteriores operaciones de preparación.

Los frutos digestados forman una masa fibrosa en la que la mayor parte de las células oleíferas resultan rotas. Las semillas quedan dispersas en esta masa a una temperatura de 100 °C para extraer el aceite de esta masa se coloca en grandes prensas cilíndricas de acero perforadas lateralmente para que por estas salga el aceite y la torta de fibras y semillas permanezcan en el interior (7).

Lo adecuado son las prensas de tornillo sinfín continuo, las cuales son de uso generalizado actualmente, los frutos dirigidos son prensados dentro de la misma, mediante la acción de dos tornillos sinfín de paso regresivo girando paralelamente en sentido contrario. La contrapresión la ejercen unas piezas cónicas colocadas en los extremos de la jaula y operadas hidráulicamente. Con esta clase de prensas se obtienen

contenidos residuales de aceite en la torta que pueden bajar hasta entre 5.5. a 6.0 %, controlando adecuadamente la presión sobre los conos de desagüe de las prensas y tornillos, pues de lo contrario habrá un aumento en la cantidad residual de aceite de la torta.

#### 6.6.3.5 Clarificado

Al salir del digestor y prensas, el aceite bruto está constituido por una mezcla parcialmente emulsionada de aceite, agua (con azúcares y sales de pulpa en disolución), materias coloidales (mucílagos) e impurezas sólidas (fibra, arena, lodo etc.. Las proporciones de estos varios constituyentes varía mucho con la calidad de los racimos y el proceso empleado.

En forma general esta operación consiste en purificar y/o separar el aceite obtenido del agua y las impurezas del proceso industrial. Para lograrlo se utiliza un método basado en la clarificación estática (7).

El proceso incluye el desarenamiento estático y tamizado del aceite bruto, el calentamiento previo y separación por decantación estática de los dos componentes principales del bruto: aceite puro y aguas lodosas, sedimentación estática del aceite clarificado, purificación del aceite por medio del empleo de centrífugas, deshidratación y enfriamiento opcional del aceite y, luego, bombeo hacia los tanques de almacenamiento; y por último tenemos el tratamiento centrífugo de las aguas lodosas para la extracción final del aceite residual presente en el lodo, y evitar pérdidas de aceite y evitar la contaminación por desechos oleaginosos a fuentes de agua (7).

El aceite separado se trasega a un tanque central de centrifugado, para darle un tratamiento de secado antes de enviarlo a los depósitos, esta operación se hace agregando calor por medio de un serpentín de vapor, para mantener el aceite a una temperatura de 105 °C hasta eliminar totalmente el agua.

Cuando el aceite deja de formar espuma, los últimos mucílagos deshidratados sedimentan rápidamente en el fondo del recipiente, a estos se les denomina sólidos no aceitosos (SNA), De este modo se obtiene un aceite muy puro porque solamente contiene del 0.08 al 0.10 % de humedad y muy pocas impurezas sólidas. Si la duración de este calentamiento se prolonga, existe el inconveniente que puedan sufrir alteración los constituyentes minerales del aceite y de que se produzca un principio de decoloración (7).

A continuación se describen los procesos de recuperación de almendras luego del proceso de extracción del aceite.

#### 6.6.3.6 Desfibración

La torta residual que queda en las canastas después del prensado es una mezcla, en proporcionados variables, de semillas y fibras húmedas que contiene un cierto porcentaje de aceite residual. Debido a su consistencia, ha de pasar por un transportador disgregador el cual tritura los terrenos y homogeniza la masa (7).

Posteriormente se envían a un desfibrador tipo jaula, el que está constituido por una base octogonal dotado de movimiento de rotación cuyas caras laterales están formadas por paneles provistos de barrotes y ventiladores (7).

La mezcla se carga por un extremo; la influencia de un ventilador de succión de aire y de un ciclón separador recolector de las fibras, permite expulsarlas, las cuales escapan por la trama de la superficie lateral, y un tambor pulidor fabricado de lámina y provisto de paletas interiores que sirven para obtener el pulimento de las nueces separadas, y recogidas en la otra extremidad del prisma (7).

### 6.6.3.7 Quebrantamiento







Previo a quebrantar la nuez, es indispensable secarlos, en la nuez viva el endocarpio se adhiere fuertemente a la cara interior de la cáscara, lo que hace imprescindible el secado

Luego de ser separada la almendra, se debe someter a un proceso de secado en silos secadores a una temperatura de 65 °C lo que ayuda a procesarla y evita el ataque de plagas como el gorgojo. La humedad de las almendras antes de entrar al silo es del orden del 10 al 12% y la humedad final de las almendras debe ser de alrededor del 7.0% (7).

### 6.6.4 Diagrama de Flujo del Proceso de Extracción de Aceite de Palma

En la Figura 2 se muestra la secuencia lógica de todas las operaciones, márgenes de tiempo y materiales a utilizar en el proceso de extracción de aceite de palma africana, desde la entrada al área de báscula hasta el despacho del producto terminado, por medio de un diagrama de Flujo del Proceso.

El diagrama de flujo es tan importante en el registro de costos ocultos, tales como distancias recorridas innecesarias, demoras y almacenajes temporales, etc. La simbología aplicada es la siguiente (7).

- a)  Círculo Indica Operación.
- b)  Cuadro: indica inspección.
- c)  Círculo dentro de un cuadro: Indica operación e inspección.
- d)  Transporte: es el movimiento de un objeto de un lugar a otro.
- e)  Almacenamiento: ocurre cuando, a lo largo de la línea del proceso, un producto es guardado o almacenado temporalmente. También se da al inicio de cada proceso y al final si fuera necesario.
- f)  Demora o espera: esto se lleva a cabo en una parte del sistema de fabricación, el producto no puede pasar a la siguiente etapa del proceso.

Objeto del Diagrama: Extracción de Aceite de Palma Africana  
 El diagrama empieza en: Báscula  
 El diagrama termina en: Almacenaje  
 Elaborado por: R.E.R.R.  
 Fecha 20/08/02.

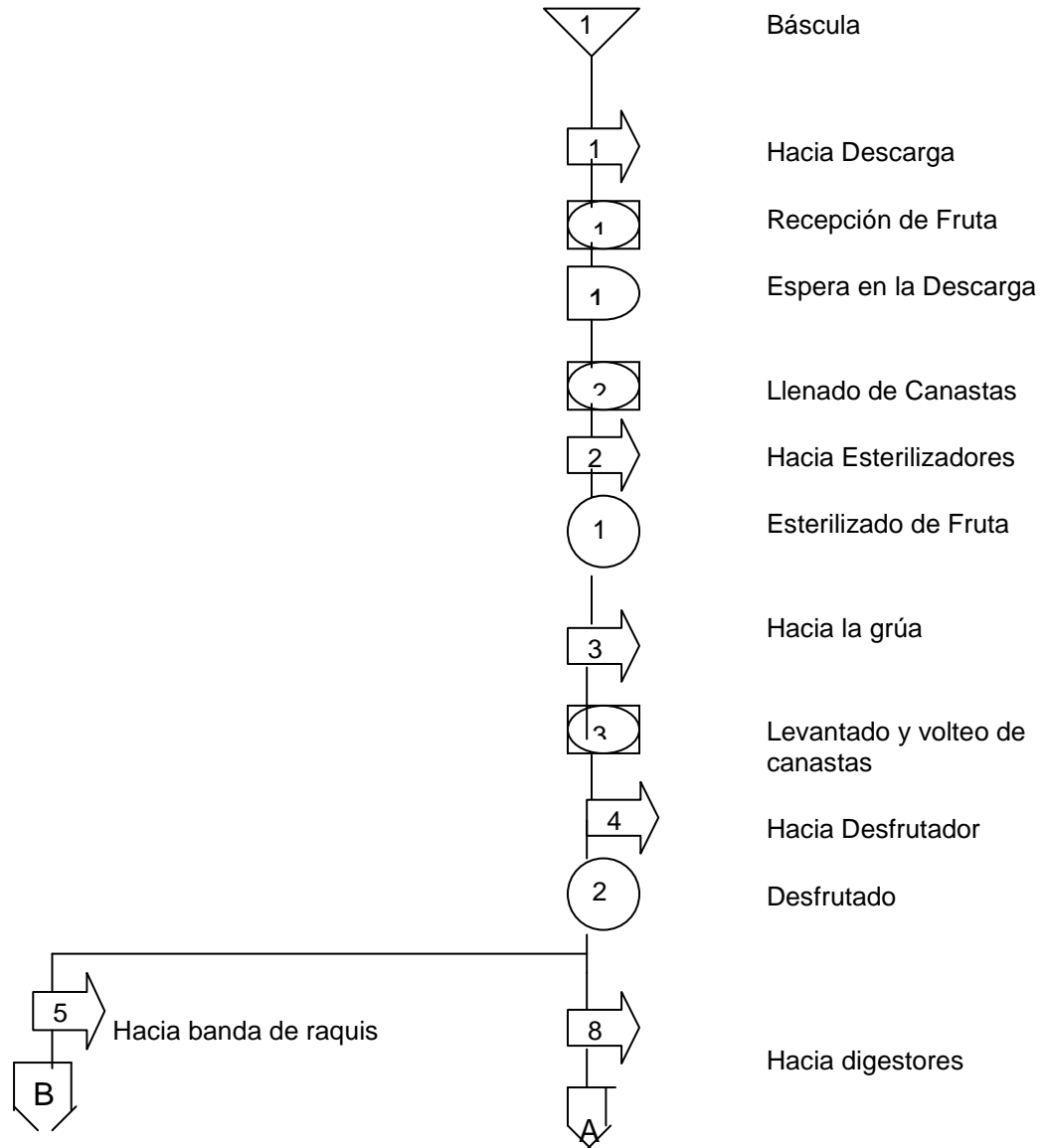
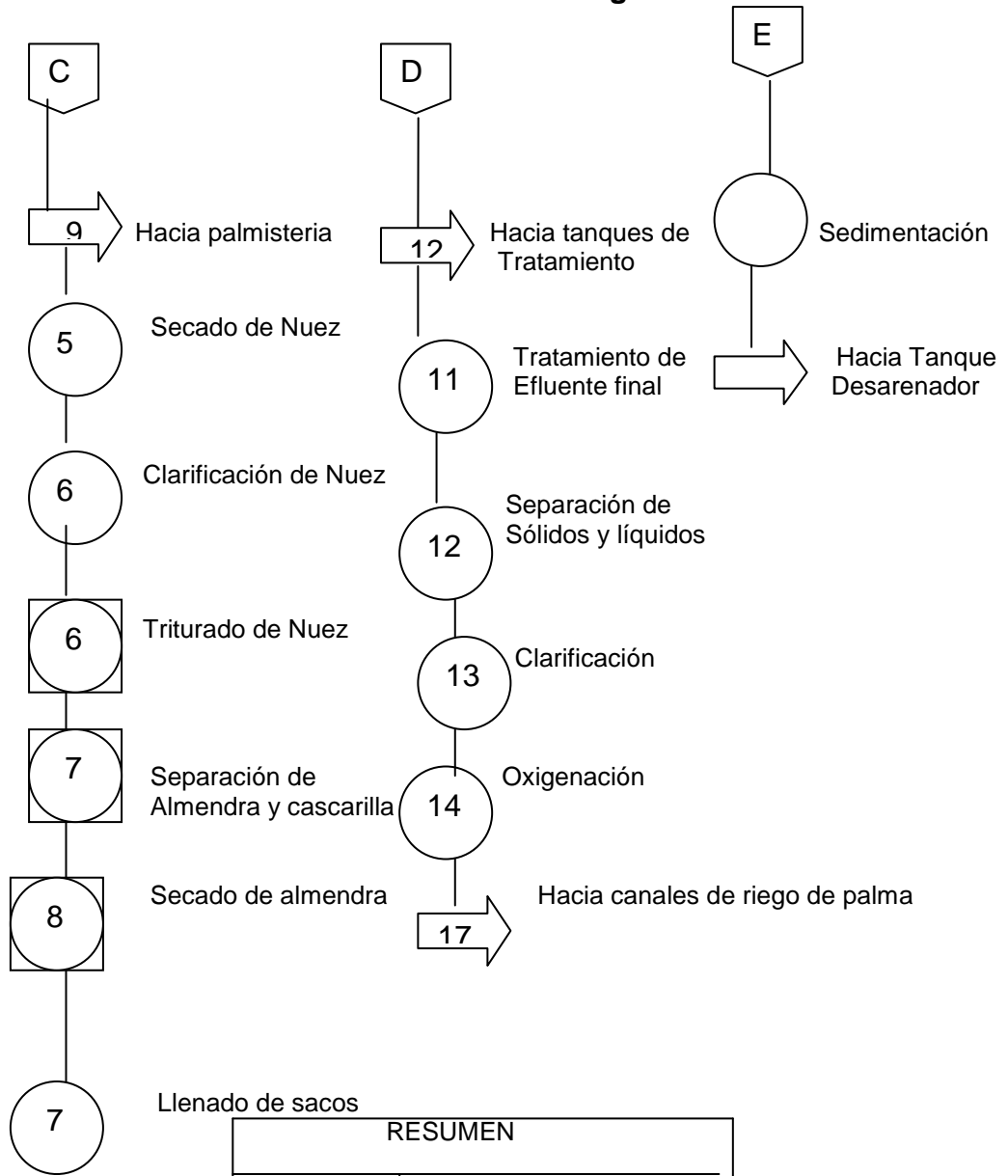


Figura 2: Digrama de Flujo del Proceso



**Continuación de la Figura 2**



Llenado de sacos

RESUMEN	
SÍMBOLO	CANTIDAD
○	10
➡	22
D	01
◻○	14

### 6.6.4.1 Estimación de los Costos de Extracción de Aceite de Palma

En el cuadro 18 se presentan los costos estimados incurridos en el proceso de extracción de una tonelada de aceite, los cuales tienen como finalidad explicar aquellos conceptos de costos utilizados en la determinación de las utilidades en la obtención del aceite en una planta extractora de la Costa Sur.

**CUADRO 18:** Costos Estimados de Extracción de un Tonelada de Aceite en Bruto, En una Planta Extractora de la Costa Sur de Guatemala, para el año 2002.

Concepto	Unidad	Precio por Unidad (Q.)	Cantidad	Total (Q)
<b>INSUMOS</b>				
Fruta Recibida	Toneladas	415.00	4.5	1,867.50
Combustibles (Diesel)	Galones	9.00	12	108.00
Lubricantes	Galones	38.00	1	38.00
Reactivos	Lt	500.00	1	500.00
<b>MANO DE OBRA</b>				
Encargado de Báscula	Jornal	51.00	1	51.00
Operador de Tricket	"	48.13	1	48.13
" " Montacarga "	"	58.49	1	58.49
Operarios de Procesos	Jornales	47.52	5	239.60
Operarios de Calderas	"	47.52	2	95.04
Albañil	"	47.52	1	47.52
Planillero (Contador)	"	51.00	1	51.00
Electricista	"	51.00	1	51.00
Supervisor	"	58.44	1	58.44
Soldador	"	51.00	1	51.00
Mecánico	"	51.00	1	51.00
Guardia	"	51.00	2	102.00
Mantenimiento	"	42.97	2	85.94
Sub-Total				3,503.66
10% de Imprevistos				350.36
Total				3,854.02
Venta	Tonelada	4,316 (\$520.00)	1	4,316.00
Utilidad				461.98

FUENTE: Elaboración Personal

## 6.6.5 CARACTERÍSTICAS DEL PRODUCTO TERMINADO

### 6.6.5.1 Aceite de Palma

El aceite crudo de palma posee un color característico que varía del amarillo anaranjado al rojo anaranjado oscuro; esto se debe a la presencia, más o menos elevada, de diversos carotenoides (caroteno y licopeno principalmente), factores climáticos como color e insolación influyen sobre el contenido en carotenoides. El punto de fusión de los aceites de palma es bastante variable y queda comprendido entre 25 y 40 °C y depende en cierta medida de la madurez de la producción. La presencia de ácidos grasos libres en gran proporción (aceites muy ácidos) da corrientemente unas características más concretas a los aceites (6).

El índice de yodo, que presenta el grado de instauración de los aceites, varía normalmente entre 51 y 61% respectivamente.

Los ácidos grasos que se hayan en la composición de los aceites de palma son los siguientes:

A. Ácidos no saturados:	
Oleico	39 a 52 %
Linoleico	6 a 10 %
B. Ácidos saturados:	
Palmítico	32 a 45 %
Esteárico	3.7 a 5.5 %
Mirístico	0.6 a 1.6 %
C. Triglicéridos:	
Palmito-diolina (punto de fusión 18 °C)	16.5 a 43 %
Oleo-dipalmitina	34.5 %
Trioleína (punto de fusión 15 °C)	
Oleo-palmito-estearina (punto de fusión 63 °C)	

#### a) Normas de Calidad

Los aceites de palma se clasifican y venden, de acuerdo con su calidad que, esencialmente, depende del color, acidez, agua y materias extrañas que posean.

Una Francesa define las cualidades que han de presentar los aceites de palma y los divide en 5 tipos comerciales así:

##### Tipo I Aceite Fino:

De acidez inferior a 3% (expresado en ácido palmítico) y con un contenido de agua y materias extrañas máximas de 0.3%.

##### Tipo II, III, IV y V:

Aceites cuya acidez palmítica es inferior o igual al 5 % comprendida entre 5 y 12 % Entre 12 y 20 % y superior al 20% respectivamente, con un contenido de agua y materias extrañas inferior a lo sumo, igual al 1.0 % en todos los casos.

Estos cinco tipos de aceite han de poseer una tonalidad natural y no despedir olor a podrido ni a mohosidad (6).

### 6.6.5.2 Almendras y Derivados

Las almendras están recubiertas de un tegumento amarillento que al secarse se vuelve negro. Su albúmen es muy duro, blanco nacarado, ligeramente translúcido y durante la producción de aceite de palma se vuelve opaco con un ligero reflejo amarillo.

Para que la almendra se conserve en buenas condiciones se reduce la humedad, entre 5 a 7 %, en este momento contiene del 48 al 52 % de aceite. Por lo general este producto se envía en forma de almendra a la Industria Aceitera Nacional, para que ella se ocupe de la extracción de aceite y de harina de palmiste para la alimentación animal (7).

El aceite de almendra se solidifica a la temperatura de 15 °C, su punto de fusión se halla generalmente entre los 23 – 30 °C, cuando procede de almendra de buena calidad, posee, en estado líquido, un color amarillo claro que se vuelve casi blanco cuando el producto se solidifica. Su sabor y olor son parecidos a los de la avellana, este aceite es particularmente rico como el de la copra, en ácido láurico (de 45 a 52 %) posee un índice de saponificación muy elevado (242 a 254) y un índice de yodo muy bajo (16 a 23) (7).

### 6.6.5.3 UTILIZACIONES

#### A) Aceite de Palma

Debido a su baja acidez (3 a 5 %) y concentración de colesterol, los aceites de palma obtenidos son ideales para la alimentación, además por su contenido de caroteno posee un alto poder provitamínico (vitamina A). Los aceites más ricos en caroteno pueden ser sometidos a un tratamiento especial para la producción de dicha provitamina, ya sea en forma concentrada o cristalizada (3).

El aceite de palma es susceptible de ser fraccionado en una parte líquida y en otra sólida, fracciones que luego de refinarse constituyen excelentes productos alimenticios. La primera puede utilizarse como aceite de mesa y la segunda para fabricación de manteca vegetal.

El aceite de palma también suele utilizarse en jabonería, generalmente aceite con elevada acidez (10 a 15 % o más) (7).

Otras aplicaciones del mismo son su uso en el laminado de chapas delgadas en frío en la siderurgia y como agentes en la introducción de químicos en la corteza de árboles de hule (8).

#### B) Almendras

El aceite obtenido de la almendra puede ser utilizado para fabricación de margarinas y grasas vegetales, estas últimas destinadas a ser mezcladas al chocolate. También se emplea en jabonería, pues su contenido en ácidos láuricos y mirísticos, comunica buenas propiedades espumantes a los productos fabricados.

La torta obtenida de la extracción del aceite, es utilizada para la fabricación de piensos para el ganado (grasas 6 a 8 % y proteína 18%).

## 6.6.6 CONTROL DE LA PRODUCCION

El conocimiento de la cantidad y calidad de los productos y de los porcentajes de extracción es primordial, pues estos factores condicionan la rentabilidad de la explotación.

### 6.6.6.1 Porcentaje de Extracción

#### A) Aceite de Palma

Las cantidades de aceite de palma pueden ser medidas en peso, directamente o por volumetría. En este último caso habrá que evaluar también la densidad y tener presente la temperatura.

Medir el volumen, la cantidad de aceite a la que deseamos determinar el peso, y la temperatura a la que realizamos la medida. De las tablas densidad-temperatura obtenemos la densidad, y del producto densidad x volumen obtenemos el peso de aceite.

#### B) Almendras

una vez han sido separadas y secadas se opera así:

Envase – almendra = peso bruto

Peso de Envase = Tara

Peso de almendra = peso neto.

### 6.6.6.2 Calculo de Porcentaje

Conocidas con exactitud las cantidades de racimos que se han recibido y del producto de ellos obtenido, bastará con establecer las relaciones:

$$\% \text{ de Extracción de Aceite} = \frac{\text{Peso de aceite producido}}{\text{Peso de racimos recibidos}} \times 100$$

$$\% \text{ de Extracción de Almendra} = \frac{\text{Peso de almendra producida}}{\text{Peso de racimos recibidos}} \times 100$$

En realidad no siempre se tratan todos los racimos recibidos, motivo por el cual resulta beneficioso conocer una relación de peso por racimo, que permita conocer con cierta aproximación la cantidad de fruta que se procesa (7).

### 6.6.6.3 Calculo para Determinar el Peso en kg de un Volumen de Aceite en Litros.

$$\text{Peso en Kg} = \text{Volumen en Litros} \times \text{Densidad}$$

### 6.6.6.4 Calculo para Determinar el Peso en Toneladas Métricas de un Volumen de Aceite en Litros.

$$\text{Peso en Toneladas Métricas} = \frac{\text{Volumen en Litros} \times \text{Densidad}}{1000}$$

### 6.6.6.5 Calculo para determinar el peso en kg de un Volumen de aceite en Galones.

Peso en Kg. = Volumen en Galones X 3.785 X Densidad.

### 6.6.6.6 Análisis de las Materias Primas

#### A) Determinación del Contenido de Grasa Total

Esta determinación se puede hacer secando 6 gramos de muestra de fruta fresca durante 3 horas a 105 °C del residuo seco obtenido, previamente molido, se pesan 5 gramos, se introducen en un dedal del extractor de soxhlet, tapándose con un algodón (7).

La extracción se hace con éter de petróleo (3 veces el volumen ocupado por la muestra en el dedal de extracción).

Cuando la extracción se termina, la solución etérea se evapora en baño de maría y el residuo se deseca a 100 °C, se enfría en el desecador y se pesa.

Cálculo:

$$\text{Contenido de Grasa Total} = \frac{\text{Peso de residuo solución etérea}}{\text{Peso muestra}} \times 100$$

#### B) Determinación del Contenido de Humedad

Se pesan de 3 a 5 gramos de material, se pasa a un vidrio de reloj o cápsula de porcelana previamente desecados, enfriados y pesados. Se coloca la muestra en un horno a 105 °C, por 3 horas; se retira la muestra y se deja enfriar en un desecador y se pesa.

Cálculo:

$$\% \text{ de Contenido de Humedad} = \frac{\text{Peso muestra inicial} - \text{Peso muestra final}}{\text{Peso muestra final}} \times 100$$

#### C) Análisis del Aceite

##### a) Determinación del Contenido de Humedad

En un vidrio de reloj previamente secado, se coloca de 3 a 5 gramos de la muestra de aceite, se coloca en un horno a 105 °C y se repiten los pasos anteriores.

##### b) Determinación de Impurezas

En un Beaker se pesan 5 gramos de la muestra, se disuelve con éter de petróleo hirviendo por debajo de 70 °C, calentando con cuidado a baño maría; se filtra luego con papel filtro, previamente desecado a 105 °C y tarado, colocado sobre un embudo de vidrio, se recoge en el filtro la porción insoluble, se lava con éter de petróleo hasta obtener un residuo libre de aceite, se vuelve a desecar el filtro con su contenido a 105 °C se enfría y se pesa (7).

Cálculo:

$$\% \text{ de Impurezas} = \frac{\text{Peso residuo}}{\text{Peso de muestra}} \times 100$$

### c) Determinación de Acidez

Se prepara una mezcla en volumen de:

1 volumen de alcohol etílico a 95 °C y 4 volúmenes de éter o 1 volumen de alcohol etílico a 95 °C y 3 volúmenes de alcohol amílico. Se disuelven 2 gramos de aceite en 50 mililitros de la mezcla anterior, previamente neutralizada, se titula la acidez libre con una solución 0.1 normal de hidróxido de sodio, en presencia de fenoltaleína (7 gotas al 1 % en alcohol a 95 °C), conviene agregar la solución de hidróxido de sodio, gota a gota con una bureta, agitando continuamente. El punto final se alcanza cuando aparezca un tenue color rojo y se mantenga así por 30 segundos. La neutralización de la mezcla de alcoholes se hace con una solución 0.1 normal de hidróxido de sodio en presencia de fenoftaleína (7).

Cálculo:

$$\% \text{ de Acidez expresada como ácido palmítico} = \frac{\text{ml de hidróxido de sodio} \times N \times 25.6}{\text{peso de la muestra}}$$

### D) Análisis de Almendras

#### a) Determinación del Contenido de Humedad

Pulverizar en un mortero la muestra proceder de acuerdo análisis de materia prima.

#### b) Determinación de Contenido de Grasa Total

Se Pulveriza y se procede de acuerdo al análisis de materia prima

### 6.6.6.7 Desechos de Fábrica

De la extracción del aceite de palma se obtienen como subproductos los raquis, fibras y el cuesco producto de la rotura de la nuez y de la subsiguiente separación de la almendra se produce un cierto tonelaje de cáscaras. Los raquis, fibras y el cuesco suelen ser quemados en las calderas sin embargo, en algunas plantaciones los raquis se dejan degradar a la intemperie y una vez fermentados constituyen un buen abono para la misma plantación o como mejoradores del suelo. El cuesco se utiliza para afirmar los caminos dentro de la plantación y para obtener carbón activado.

El desecho de los tanques de clarificación, es una mezcla de materia orgánica finamente dividida, sales y azúcares en disolución con algo de grasa y agua en abundancia. Esta materia es tratada para evitar contaminación en tanques de sedimentación, el cual constituye una fuente de abono, el cuál es enviado hacia la plantación por medio de los canales de riego (Ver Figura 8 del Anexo).

## 7. CONCLUSIONES

- 7.1 Las variedades principales de palma africana cultivadas en la Costa Sur de Guatemala son las siguientes: Dura, Pisífera, Tenera, Ghana, Lame, Damy, Irho, entre otras.
- 7.2 Las condiciones agroclimáticas favorecientes al cultivo son: precipitaciones entre 1, 800 a 2,200 mm bien distribuidos a lo largo del año, temperaturas entre 25 a 28 °C, con un 75 % de humedad relativa, cerca de 1500 horas de luz, adaptándose muy bien desde los 0 a 500 metros sobre el nivel del mar. Prefiriendo los terrenos planos ó ligeramente ondulados, le favorecen los suelos profundos, sueltos y con buen drenaje, en general las buenas características físicas son preferibles al nivel de fertilidad ya que este puede corregirse. La palma de aceite puede resistir niveles bajos de acidez, hasta pH 4, pero los demasiado alcalinos le son perjudiciales.
- 7.3 Las semillas de palma son importadas de productores especializados de Costa Rica y se distribuyen pre-germinadas, empacadas al vacío en bolsas transparentes y tratadas con un desinfectante. Las semillas se siembran en un previvero antes de establecer el vivero principal esto con la finalidad de proporcionarles una mejor adaptación a las condiciones climáticas locales. En el previvero permanecen de 4 a 5 meses, luego en el vivero se mantienen por 6 a 8 meses brindándoles los cuidados adecuados hasta su plantación en terreno definitivo.
- 7.4 La cosecha se inicia en conjunto con la labor de poda a los 3 años después de la siembra y se realiza con herramientas que se van utilizando de acuerdo con la edad y/o altura de la planta: al inicio las labores de cosecha y poda se efectúan con una herramienta denominada Chuza, la cual es una barra de aluminio u otro material y con una hoja de metal en forma trapezoidal bien afilada construida de discos de arado en desuso. Luego se realizan las labores anteriores por medio del machete conocido como "Cuta" al llegar a tener la planta una altura de 1 a 2.5 metros de altura y cuando las palmas comienzan a crecer a una altura mayor de 2.5 metros se hace uso del "Cuchillo Malayo", el cual consiste en una hoja curva de metal unida a un tubo de metal graduado con tornillos para ser ajustada a la altura deseada.
- 7.5 Los costos de inversión para una plantación de palma africana, son muy elevados en el establecimiento, posteriormente se van reduciendo y entre los 2.5 a 3 años de establecida la plantación se inicia la cosecha de la fruta, con lo que se comienza a recibir ingresos por venta de fruta, o por el aceite producido, esto depende de sí el productor tiene los recursos suficientes para establecer dentro de la plantación una planta extractora o si se decide por la venta de la fruta a productores fuertes ya establecidos, esta decisión se debe tomar antes de iniciar el establecimiento de una plantación.

- 7.6 El aceite obtenido debe tener una acidez inferior al 3 % de ácido palmítico y con un contenido de agua y materias extrañas no mayor al 0.1% , este aceite es utilizado para la alimentación, además puede ser utilizado en jabonería (con elevada acidez), otras aplicaciones del mismo son en el laminado de chapas delgadas en frío en la siderurgia y como agente en la introducción de químicos en la corteza de árboles de hule.
- 7.7 El proceso de extracción del aceite da como subproductos el raquis, las fibras de los frutos y el cuesco de las nueces o almendras. El raquis se quema en hornos. Sus cenizas contienen un 25 % de potasio y otros elementos utilizados como fertilizantes. Las fibras se utilizan como combustible en la caldera de la planta. El cuesco es útil para afirmar los caminos dentro de la plantación, y para obtener carbón activado. Los desechos líquidos son tratados y utilizados en la fertilización de la plantación, disminuyendo con esto la contaminación de afluentes.
- 7.8 Los Costos de producción de una tonelada de aceite como toda inversión, son elevados al inicio luego estos se van minimizando, de acuerdo a la cantidad de fruta procesada y con el incremento del precio del aceite en bruto el cual fluctúa estacionalmente, siendo regulado por países altamente productores como Liberia Gabón y Colombia .

## 8. RECOMENDACIONES

- 8.1 Se recomienda realizar un proyecto de inversión sobre el cultivo de palma africana que permita a futuros productores tomar las mejores decisiones en cuanto al establecimiento de una plantación, ya que este cultivo requiere de grandes inversiones, siendo necesario además determinar anticipadamente el destino de la producción a obtener.
- 8.2 El cultivo de Palma Africana debe de recibir un manejo enmarcado a podas de saneamiento y formación, fertilización técnica en base al resultado de análisis foliar y de suelo, y un control adecuado de las plagas y enfermedades encaminado a lograr una mejor productividad.
- 8.3 Se recomienda cultivar variedades que presenten las mejores características, que se adapten a las condiciones agroclimáticas del lugar. En altitudes sobre el nivel del mar de entre 0 a 500 metros, en suelos franco-arcillosos o franco arenosos.
- 8.4 Reducir la incidencia de Gusano Cartucho mediante trampeo, cebos, o la recolección manual, evitando su infestación prefiriendo el uso de insecticidas biológicos al de químicos.
- 8.5 Rotar el uso de productos químicos empleados en el control de plagas y enfermedades para evitar una posible resistencia.
- 8.6 Se recomienda la aplicación uniforme del riego a fin de que la producción en los lotes sea lo más uniforme posible, evitando en lo posible la aparición de 4 a 5 hojas flecha.
- 8.7 Realizar estudios económicos sobre la rentabilidad del cultivo, así como de el procesamiento de la fruta.
- 8.8 Realizar investigaciones sobre el rompimiento de la latencia del fruto de palma africana a fin de disminuir el proceso germinativo y de esta manera poder producir semilla para viveros dentro de la misma plantación.
- 8.9 Realizar investigaciones sobre fertilización tanto a nivel de viveros, como a nivel de plantación a fin de contar con información a nivel local sobre este aspecto.

## 9. BIBLIOGRAFÍA

1. CIFUENTES, L.E. 1998. Identificación de las principales plagas y enfermedades que afectan al cultivo de palma africana (Elaeis guineensis.) en la finca El Alamo, S.A. del municipio de Ayutla, del departamento de San Marcos. Informe Técnico. San Marcos, Guatemala, Escuela de Formación Agropecuaria. 53 p.
2. CRUZ, J. De La. 1982. Clasificación de las zonas de vida de Guatemala, a nivel de reconocimiento. Guatemala, Instituto Nacional Forestal. 42 p.
3. ESCOBAR, R.C. 1980. Aspectos generales de la palma Africana. Costa Rica, United Brands Company, Palm Research Program. 9 p.
4. PERALTA, L.F. 1981. Algunos aspectos de la ecología y del manejo del cultivo palma africana. Costa Rica, United Brands Company, Palm Research Program. 14 p.
5. RICHARDSON, D.L. 1981. Cultivo de palma africana. Costa Rica, IICA. 23 p.
6. ROJAS, H.F. 1982. El cultivo de la palma africana. San José, Costa Rica, EUNED. 50 p.
7. SAMAYOA, J.A. 1979. Aspectos fundamentales en el manejo de una planta extractora de aceite y recuperación de almendras. Guatemala, Asociación Nacional del Café. 19 p.
8. SANCHEZ, A.P. 1983. Cultivos de plantación. México, Trillas. 121 p.
9. SIMMONS, CH. ; TARANO, J.M.; PINTO, J.H. 1959. Clasificación de reconocimiento de los suelos de la república de Guatemala. Trad. por Pedro Tirado Sulsona. Guatemala, José de Pineda Ibarra. 1000 p.
10. SURRE, C.; ZILLER, R. 1969. La palmera de aceite; técnicas agrícolas y producciones tropicales. Barcelona, España, Blume. 230 p.
11. VALLEJO, G. 1978. La palma africana de aceite; manual de asistencia técnica. Bogotá, Colombia, Instituto Colombiano Agropecuario, Programa de Asistencia Técnica. 455 p.

## **10. APÉNDICE**

## I PLANTACIÓN



Figura No.2: Plantación de reciente establecimiento Variedad Irho  
Finca "El Alamo"



Figura No. 3: Fotografía que muestra las parcelitas de cobertura sembradas con Kudzú (*Pueraria phaseoloides*.)

Finca “El Alamo”



Cosecha



Figura 4. Fotografía del Corte de Fruta, con “Chuzo”  
Finca “Tilapa”



Figura 5. Fotografía del Corte de la fruta con Machete tipo “Cuta”  
Finca “La Plata”



Figura No. 6: Corte de Fruta Utilizando el Cuchillo “Malayo”  
Finca “El Alamo”

# IV

## LA PLANTA EXTRACTORA



Figura No. 7: Fotografía de los Tanques de Deposito de Aceite Extractora “El Horizonte”, Coatepeque.



Figura No. 9: Fotografía de Tanques de Clarificación de Desechos Líquidos

# V

## CUADRO No. 18 COSTOS DE PRODUCCIÓN PARA EL CUARTO AÑO Para 100 Hectáreas

En la Costa Sur de Guatemala, año 2002.

Concepto	Unidad	Precio por Unidad (Q.)	Cantidad	Total (Q)
<b>INSUMOS</b>				
Fertilizantes	Quintales	84.00	250	21,000.00
Herbicidas	Lt	110.00	200	22,000.00
Fungicidas	Lt	125.00	50	6,250.00
Insecticidas	Lt	98.00	50	4,900.00
Adherentes	Lt	28.00	10	280.00
Combustibles	Galones	9.00	1,000	9,000.00
Lubricantes	Galones	35.00	15	525.00
Suplementos Vitamínicos Lt (para Bueyes)		180.00	2	360.00
<b>MATERIALES</b>				
Sacos de Polipropileno	Unidades	0.75	1000	750.00
Guantes de Cuero	Pares	15.00	50	750.00
<b>MANO DE OBRA</b>				
Poda de Palma	Jornales	33.41	10	334.10
Corte de fruta	"	33.41	40	1,336.40
Regadores	"	47.52	15	712.80
Corte de Kudzú	"	33.41	10	334.10
Bueyeros	"	47.52	3	142.56
Carga de Fruta	"	47.52	2	95.04
Tractorista	"	58.33	1	58.33
Fertilización	"	33.41	20	668.20
Aplicando Plaguicidas	"	33.41	10	334.10
Guardianes	"	47.52	2	95.04
Operador de motor	"	47.52	1	47.52
Sub-total				68,723.19
10% de Imprevistos				6,872.32
Total de Costos				75,595.51
<b>VENTAS</b>				
Venta de Kudzú(Semilla)	Quintales	300.00	20	6,000.00
Venta de Fruta	Toneladas	415.00	100	41,500.00
TOTAL DE VENTAS				47,500.00
UTILIDAD				-28,095.51

## CUADRO 19 COSTOS DE PRODUCCIÓN PARA EL QUINTO AÑO Para 100 Hectáreas

En la Costa Sur de Guatemala, año 2002.

<b>Concepto</b>	<b>Unidad</b>	<b>Precio por Unidad (Q.)</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Total (Q)</b>
<b>INSUMOS</b>				
Fertilizantes	Quintales	88.00	300	26,400.00
Herbicidas	Lt	110.00	200	22,000.00
Insecticidas	Lt	98.00	50	4,900.00
Fungicidas	Lt	125.00	20	2,500.00
Adherentes	Lt	28.00	10	280.00
Combustibles	Galones	10.00	2,000	20,000.00
Lubricantes	Galones	35.00	15	525.00
Supl. Vitamínicos	Lt	180.00	2	360.00
<b>MATERIALES</b>				
Sacos de polipropileno	Unidades	0.75	1,000	750.00
<b>MANO DE OBRA</b>				
Poda de Palma	Jornales	33.41	10	334.10
Corte de Fruta	Jornales	33.41	50	1670.50
Carga de Fruta	Jornales	47.52	2	95.04
Bueyeros	Jornales	47.52	3	142.56
Fertilizando	Jornales	33.41	20	668.20
Aplicando Herbicida	Jornales	33.41	15	501.15
Regadores	Jornales	47.52	15	638.55
Aplicando Plaguicidas	Jornales	33.41	8	267.28
Tractorista	Jornal	58.33	1	58.33
Chapea	Jornales	33.41	10	334.10
Guardianes	Jornales	42.57	2	95.04
Operador de Motor	Jornal	42.57	1	42.57
Corte de Kudzú	Jornales	33.41	10	334.10
Sub-total				82,896.52
10% de Imprevistos				8,289.65
<b>TOTAL</b>				<b>91,186.17</b>
Venta de Kudzú	Quintales	300	20	6,000.00
Venta de Fruta	Toneladas	415	125	51,875.00
<b>TOTAL DE VENTAS</b>				<b>57,875.00</b>
<b>UTILIDADES</b>				<b>-33,311.17</b>

## CUADRO No. 20: Resumen de Costos de Establecimiento y Producción de Palma Africana.

Cuadro Resumen  
Costos de Establecimiento y Producción  
Para Palma Africana

En 100 Has.  
En la Costa Sur de Guatemala

CONCEPTO	AÑOS										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
<b>VIVERO</b>											
Insumos	Q.44,509.00										
Mano de Obra	Q.896.88										
Sub-Total	Q.45,405.88										
10% de Imprevistos	Q.4,540.59										
<b>Total</b>	<b>Q.49,946.47</b>										
<b>PLANTACION DEFINITIVA</b>											
Insumos	Q.162,530.00	Q.137,169.00	Q.88,910.00	Q.65,815.0	Q.77.715.0	76233.87	69271.87	Q.82,978.34	Q.98,457.00	Q.219,840.0	
Mano de Obra	Q.8,910.47	Q.2,288.26	Q.3,924.12	Q.4,158.19	Q.5,181.52	Q.4,578.9	Q.4,256.76	Q.5,745.78	Q.7,978.97	Q.4,729.89	
Sub-Total	Q.171,440.47	Q.139,457.26	Q.92,834.12	Q.69,973.51	Q.82,896.52	Q.80,812.77	Q.73,528.63	Q.88,724.12	Q.106,435.97	Q.224,569.89	
10 % de Imprevistos	Q.17,144.04	Q.13,945.73	Q.9,283.41	Q.6,997.32	Q.8,289.65	Q.8081.28	Q.7,352.86	Q.8,872.41	Q.10,643.6	Q.22,456.99	
<b>Total</b>	<b>Q.188,584.52</b>	<b>Q.154,402.99</b>	<b>Q.102,117.53</b>	<b>Q.76,970.51</b>	<b>Q.91,186.17</b>	<b>Q.88,894.05</b>	<b>Q.80,881.49</b>	<b>Q.97,596.53</b>	<b>Q.117,079.57</b>	<b>Q.247,026.88</b>	

