

# Aspectos Generales del Cultivo de la Palma Aceitera

(*Elaeis guineensis* Jacq.)





## Contenido

A los lectores	2
<b>1.</b> Introducción	2
<b>2.</b> Importancia económica del aceite de palma	3
<b>3.</b> Características de la palma	3
<b>4.</b> Aspectos agro-climáticos	8
<b>5.</b> Cultivo	9
<b>6.</b> Producción	17
<b>7.</b> Industrialización	17
<b>8.</b> Aspectos económicos	19

*El cultivo de la palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq.) es la base de una agroindustria rentable que atrae la atención de muchos inversionistas potenciales, particularmente ahora que el aceite vegetal comienza a ser usado como materia prima en la producción de biocombustible. La literatura sobre este cultivo es extensa, quizás la más completa entre los cultivos tropicales perennes; es por esto que una guía introductoria que presente en forma resumida todos los aspectos básicos de la industria, puede resultar útil para aquellas personas interesadas por primera vez en la palma aceitera.*

*Esta es la segunda edición actualizada del trabajo "Aspectos Generales de la Palma Africana", publicada por Escobar, R. en 1980 y se incluyen además algunos aspectos económicos y financieros del cultivo.*

Ricardo Escobar,<sup>1</sup> Carlos Chinchilla,<sup>1</sup> Francisco Peralta<sup>1</sup> y Amancio Alvarado.<sup>1</sup>

## 1. Introducción

La palma aceitera es la especie más productiva entre las plantas oleaginosas. Según Jalani et al. (1993), la palma aceitera en condiciones favorables produce un promedio de 4.5 t/ha/año de aceite rojo de palma, 0.5 t/ha/año de aceite de palmiste (coquito) y 0.45 t/ha/año de torta de palmiste. Esto es aproximadamente 3 veces más que el rendimiento del coco y más de 10 veces el de la soya. La información en el Cuadro 1 da una idea clara de la superioridad de la palma en cuanto a productividad por hectárea cuando se la compara con otras oleaginosas. Es por esta razón que la palma aceitera constituye, sino la mejor, una de las principales opciones económicas para las regiones tropicales húmedas.

**Cuadro 1.**  
**Productividad comercial de varias oleaginosas**

	Aceite (kg/ha/año)
Palma aceitera	2,500 - 4,500
Coco	600 - 2,500
Colza	600 - 1,000
Olivo	500 - 1,000
Girasol	280 - 700
Maní	340 - 440
Soya	300 - 450

Fuente: Jalani, et al. 1993

El mayor crecimiento del área comercial plantada con palma aceitera se ha presentado en Asia (Cuadro 2). En este continente se ha sembrado aproximadamente 10 veces más área que en América tropical y el continente africano.

La palma aceitera fue llevada desde África a Asia a principios del siglo XIX, en donde se estableció la primera plantación comercial en Tnah Itam Ulu, Indonesia en 1911. Ya en 1915 el área plantada era de 2,760 ha (Taniputra, et. al., 1988). Posteriormente otros países comenzaron a sembrar palma en grandes extensiones, principalmente Malasia, que es el líder mundial actual. Es difícil explicar con claridad todos los factores que contribuyeron a la bonanza de la palma aceitera en Asia, aunque tal vez los más importantes fueron sus condiciones agro-climáticas favorables y la abundancia de mano de obra barata.

**Cuadro 2.**  
**Área plantada con palma aceitera en el mundo**

Área geográfica	Total (000's de ha)
Asia	8,692
África	810
América	781
<b>Total</b>	<b>10,283</b>

La historia de la palma aceitera en América tropical se remonta a 1926, cuando la División de Panamá de la entonces United Fruit Company (UFCo), introdujo semillas de Malasia. Posteriormente, en 1927 la Estación Experimental de Lancetilla en Honduras importó semillas del Asia y África. En 1929 la división de Guatemala introdujo 1,000 semillas de esta planta de Sierra Leona (Richardson, 1990). Fue de Lancetilla que se distribuyó semilla de polinización abierta a otros países en Centro América (Guatemala y Costa Rica), el Caribe (Cuba) y Sur América (Colombia, Ecuador y Perú).

<sup>1</sup> ASD de Costa Rica, S. A.

A pesar de este temprano avance de las plantaciones de palma aceitera en América, el desarrollo de la industria fue significativamente menor que en Asia (Cuadro 2).

En África, ciertas condiciones existentes en las áreas palmeras tales como la baja precipitación pluvial y las enfermedades son limitantes para una alta productividad. Así mismo en varias regiones africanas se extrae aceite de palmas que crecen en bosques naturales, cuya productividad es muy baja. Es interesante señalar que en varios países africanos el aceite de los frutos de palma es consumido en forma directa, sin refinar.

El cultivo de la palma aceitera genera numerosos subproductos, que permiten agregar valor a toda una cadena de explotación agroindustrial. La gama de productos que pueden elaborarse a partir del cultivo de la palma aceitera es realmente sorprendente, e incluye aceites y grasas comestibles, suplementos vitamínicos, concentrados para animales, jabones, detergentes, cosméticos, lociones, y hasta poliuretano, sin olvidar las alternativas del biodiesel y el compost.

Aunque muchas plantaciones de palma aceitera fueron establecidas en tierras previamente ocupadas por selva, también existen muchas otras más, que se han desarrollado en extensas áreas de tierra previamente deforestada y sin ningún uso, creando múltiples oportunidades de trabajo para muchas comunidades. Las plantaciones de palma se pueden considerar como bastante amigables con el ambiente, pues ofrecen una cobertura completa del suelo (lo cual reduce la erosión), refugio a muchas especies de animales silvestres y en ellas se utilizan pocos agroquímicos. Se estima que una hectárea de palma absorbe de la atmósfera cerca de 450 t de CO<sub>2</sub>, lo cual la convierte en una especie particularmente eficiente en este aspecto. Por otro lado, el cultivo requiere 19.2 GJ de inversión de energía/ha y produce 182.1 GJ; lo que lo ubica en una posición muy favorable con relación a otros cultivos como la soya, que demandan grandes cantidades de energía para producir el aceite.

## 2. Importancia económica del Aceite de Palma

Para el periodo 2005-2006, se estima que la producción de aceites vegetales será de alrededor de los 111 millones de toneladas, siendo la palma aceitera y la soya las mayores fuentes de aceite vegetal a nivel mundial (Cuadro 3). Las grasas de origen animal como la mantequilla, manteca, cebo y aceite de pescado, son cada vez menos importantes como materia prima.

**Cuadro 3.**  
**Producción mundial de aceites vegetales**

Industria	2003-04	2004-05	2005-06
Soya	30.0	31.9	33.6
Palma	28.8	31.6	33.0
Canola/Colza	14.2	15.9	15.6
Girasol	9.2	9.0	9.8
Otros	18.5	19.5	19.5
<b>Total</b>	<b>100.6</b>	<b>107.9</b>	<b>111.4</b>

Fuente: VEGETABLE OILS: Competition in a Changing Market

## 3. Características de la Palma Aceitera

La palma aceitera es el único cultivo tropical perenne que puede ser cosechado comercialmente cada 7-10 días, lo que es quizás su característica más sobresaliente. En otras palabras, a partir del inicio de la producción, entre los 24 y 36 meses después de la siembra, la cosecha es un proceso continuo hasta la renovación comercial de la plantación, que ocurre usualmente entre los 25-30 años después de la siembra. Tanto para los grandes inversionistas como para los pequeños productores, el tener un flujo de caja constante es un aspecto económico importante.

### 3.1 Botánica

El género *Elaeis*, comprende dos especies de palma aceitera de interés económico; la más usada en plantaciones comerciales es *Elaeis guineensis* Jacq., o palma africana. La otra especie, conocida como palma americana, es *Elaeis oleifera*, que se la encuentra en poblaciones naturales a lo largo de Centroamérica, Panamá y Sur América, y es de interés en programas de mejoramiento genético, para la obtención de híbridos interespecíficos con la palma aceitera africana. Este cruzamiento es conocido también como híbridos O x G.

Los híbridos interespecíficos O x G son caracterizados por su tasa de crecimiento reducido, aceite con alto contenido de ácidos grasos insaturados y resistencia a ciertas enfermedades. A pesar de estas buenas características, los híbridos interespecíficos no son usados extensivamente en plantaciones comerciales, debido a que su productividad de aceite por hectárea es por ahora, inferior a la palma aceitera *E. guineensis*, y porque requiere costos adicionales de manejo como la necesidad de la polinización asistida. Las descripciones siguientes se refieren a la palma aceitera.

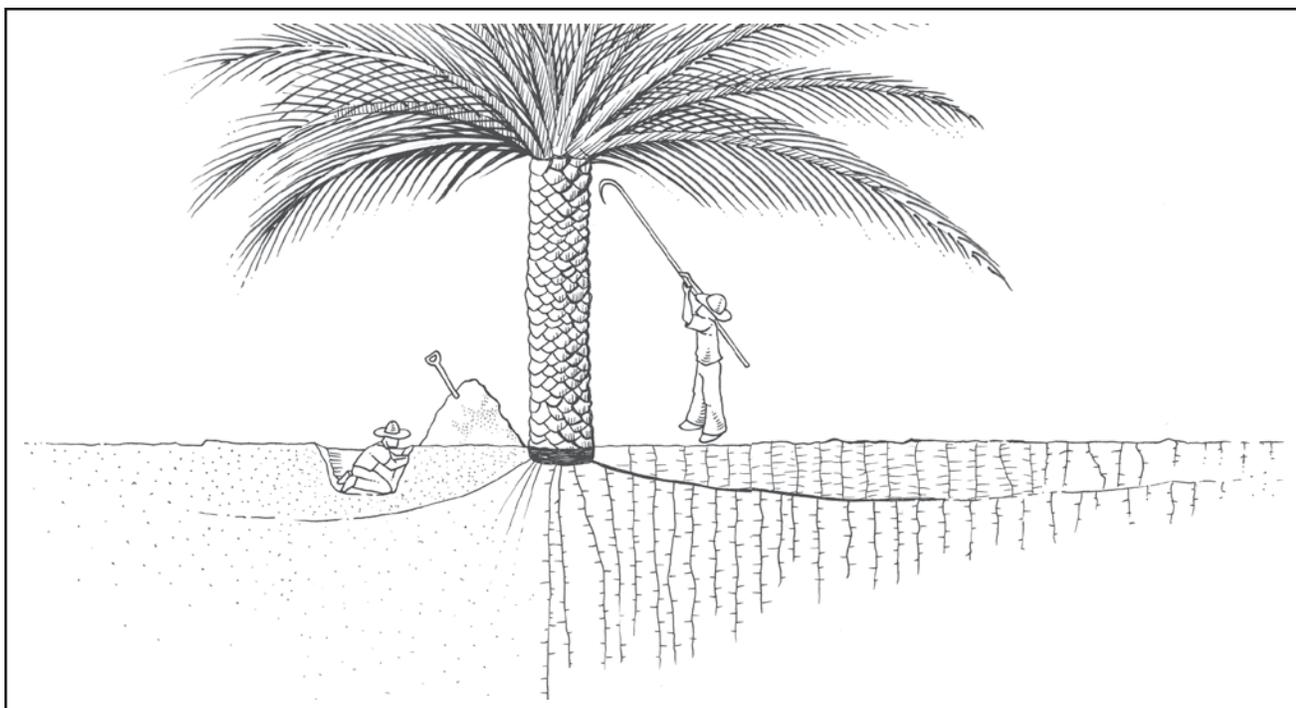


Figura 1. Sistema de raíces de la palma. Fuente: Jourdan y Rey, 1997 (Corley, R. H. V., 2003).

### 3.2 Sistema radical

La palma aceitera posee un sistema de raíces adventicias esencialmente superficial y la mayor parte del cual se concentran en los primeros 30-50 cm de profundidad del suelo, pero se puede extender lateralmente hasta 20 metros del tronco. La red de raíces adventicias, que consiste en miles de raicillas vivas y muertas, constituye un anclaje muy sólido para la palma (Figura 1).

El sistema radical está constituido por raíces primarias de 6 a 10 mm de diámetro con un promedio de 5 m de longitud que parten de un enorme bulbo (base de la palma). Las raíces primarias dan origen a las secundarias de 1 a 4 mm de diámetro y éstas a su vez dan origen a las raíces terciarias de 0.5 a 1.5 mm con una longitud de 10 cm aproximadamente. Por último, las raíces cuaternarias de 0.2 a 0.5 mm de diámetro y de 1 a 4 mm de longitud, se originan de las raíces terciarias (Figura 1).

Debido a las características del sistema radical de la palma aceitera, es esencial evitar el encharcamiento, y la compactación y labranza excesiva de la capa superficial del suelo en plantaciones establecidas, particularmente en plantaciones jóvenes.

### 3.3 Tronco

El tronco es erecto, constituido de tejido fibroso que circunda la médula y tiene un punto de crecimiento único: La yema o

meristemo apical.

El tronco comienza a desarrollarse a partir de los tres años de edad y tiene una tasa de crecimiento entre 35 y 70 cm por año, la cual varía de acuerdo con las condiciones ambientales y la variedad. El tronco de la palma aceitera puede alcanzar hasta 25 m de alto o más, aunque la altura para realizar una cosecha en forma económica es de 15 a 18 m.

### 3.4 Follaje

En el tronco o estipe se distingue la corona, que es un arreglo o disposición de hojas en espiral. La configuración de las hojas, que son pinnadas, se asemeja a la de un penacho simétrico. La hoja central que aún no está abierta se denomina "flecha". El "cogollo" está constituido por el conjunto arrepollado de las hojas en desarrollo y las más nuevas ya formadas.

La emisión de hojas, varía de acuerdo con la edad de la palma, las condiciones ambientales y factores genéticos. En palmas jóvenes se pueden producir tres o más hojas cada mes, mientras que en las adultas, la producción se estabiliza en aproximadamente dos hojas cada mes. Cada palma adulta puede tener entre 36 y 45 hojas, dependiendo de los ciclos de poda comercial y la densidad de siembra.

En la especie *E. guineensis*, los folíolos se insertan en un raquis en

dos filas, en diferentes ángulos y diferentes niveles, mientras que en la especie *E. oleifera* y los híbridos O x G, los foliolos se insertan en un solo plano (Figura 2). Una hoja tiene entre 100 y 160 pares de foliolos que pueden medir entre 100 y 120 cm de largo y 4 a 6 cm de ancho. La longitud de una hoja desde la base al ápice es variable y puede ser de 6 hasta más de 8 m. Cada hoja tiene aproximadamente 12 metros cuadrados de área foliar. En los híbridos O x G las hojas llegan a alcanzar 10 m o más.

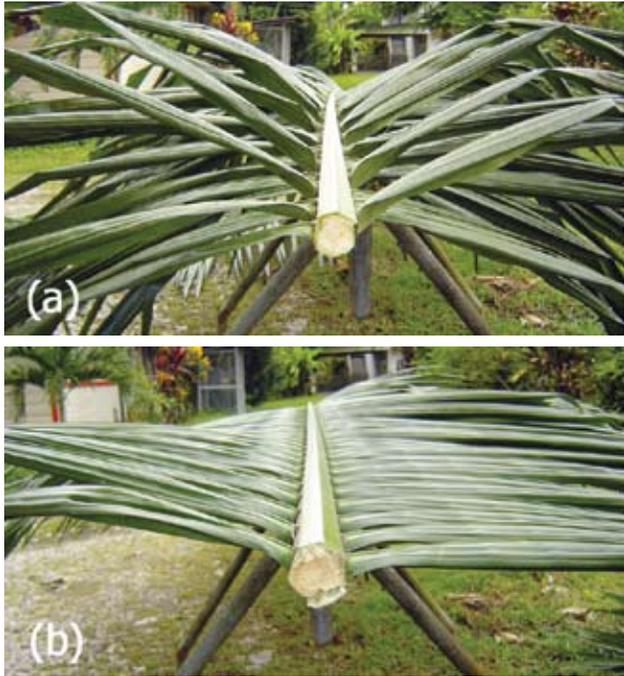


Figura 2. Disposición de los foliolos en *E. guineensis* (a) y disposición foliolos en *E. oleifera* e híbridos O x G (b)

### 3.5 Sistema reproductivo

La palma aceitera es una especie monoica, con inflorescencias unisexuales masculinas y femeninas separadas y producidas en ciclos alternados en un mismo individuo. La palma es una especie clásica de polinización cruzada por viento e insectos. Las inflorescencias femeninas y masculinas son similares en su conformación general: tienen un eje central o raquis fibroso a partir del cual emergen ramillas (espigas) con las flores. Cuando jóvenes estas estructuras están cubiertas por dos espatas que emergen de la base y cubren toda la inflorescencia hasta poco antes de la floración (antesis). El eje central lleva numerosas brácteas triangulares y la mayoría de éstas contienen espigas.

Cada inflorescencia femenina de una palma adulta (8 años) posee alrededor de 150 espigas y en cada espiga se pueden encontrar alrededor de 785 flores; consecuentemente, una inflorescencia femenina puede llegar a tener más de 100,000 flores; de las cuales

apenas entre 1,000 y 3,600 llegan a convertirse en frutos. La floración o antesis se completa en un periodo de 2-3 días desde la base de las espigas hacia arriba.

La inflorescencia masculina produce abundante polen, entre 25 y 100 g por inflorescencia y al igual que las inflorescencias femeninas, inician la liberación del polen desde la base de las espigas durante aproximadamente cinco días, aunque la mayoría del polen se descarga durante los primeros tres días (Figura 3).

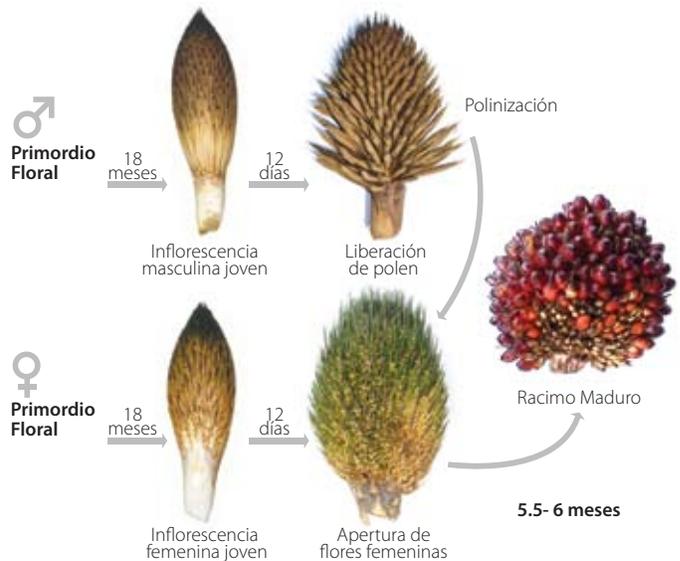


Figura 3. Sistema reproductivo de la palma aceitera

### 3.6 Racimos y frutos

Con la participación del polen, una inflorescencia femenina se convierte en un racimo con frutos maduros después de 5 a 6 meses desde su floración (antesis) y polinización con polen de las palmas vecinas (Figura 3). El racimo maduro tiene una forma ovoide, más o menos erizada por las espigas que son las partes terminales de las espigas. El tamaño y peso de los racimos aumenta con la edad de la palma; al mismo tiempo que se reduce el número de racimos por planta. El peso inicial de los racimos en palmas jóvenes es bajo (2.5-3 kg), pero en palmas adultas puede llegar hasta 50 kg (promedio entre 10 y 25 kg). El tamaño aproximado del racimo en palmas adultas es de 50 cm de largo y 35 cm de ancho.

El número de racimos producidos por palma por año es variable, de acuerdo con la edad y factores genéticos, pero una palma adulta puede producir normalmente entre 8 y 13 racimos en un año (Cuadro 4).

El racimo está compuesto principalmente de un pedúnculo o raquis, espigas y frutos. Los frutos individuales son ovoides, pesan entre 8 y 15 gramos y miden 3-5 cm de largo, y representan 45-65% del peso total del racimo. El contenido de aceite en el racimo puede variar entre 18% y 32%, dependiendo de la variedad y tipo de palma. La composición del racimo se ilustra en la Figura 4.

**Cuadro 4.**  
**Producción de racimos y su peso de acuerdo con la edad en una plantación comercial**

Edad (años)	Número racimos (palma/año)	Peso racimo (kg)
3	19	3
6	17	11
9	12	17

### 3.7 Tipos de fruto

Para poder distinguir los diferentes tipos de fruto, éste se parte para observar el grosor y la presencia o ausencia del cuesco o endospermo. La diferencia en el grosor del cuesco del fruto de la palma aceitera se debe a la acción de un solo gene sin dominancia completa, el cual determina la existencia de tres tipos de frutos, que distinguen a las palmas que los producen (Figura 5).

Quizás, a las palmas pisíferas se las pueda distinguir más claramente sin cortar los frutos, ya que frecuentemente abortan sus racimos y son anormalmente vigorosas. Por esta razón, es común escuchar en las plantaciones llamar "pisíferas" a cualquier palma improductiva, aunque esta no sea en realidad una pisífera, y podría tratarse de una tenera o dura abortiva.

Un fruto se compone, desde afuera hacia el interior, del pericarpio, con una epidermis (exocarpio) lisa cutinizada y brillante; el mesocarpio (pulpa) amarillo o anaranjado muy aceitoso y el endocarpio (cuesco o cáscara), que es duro y de color negro.

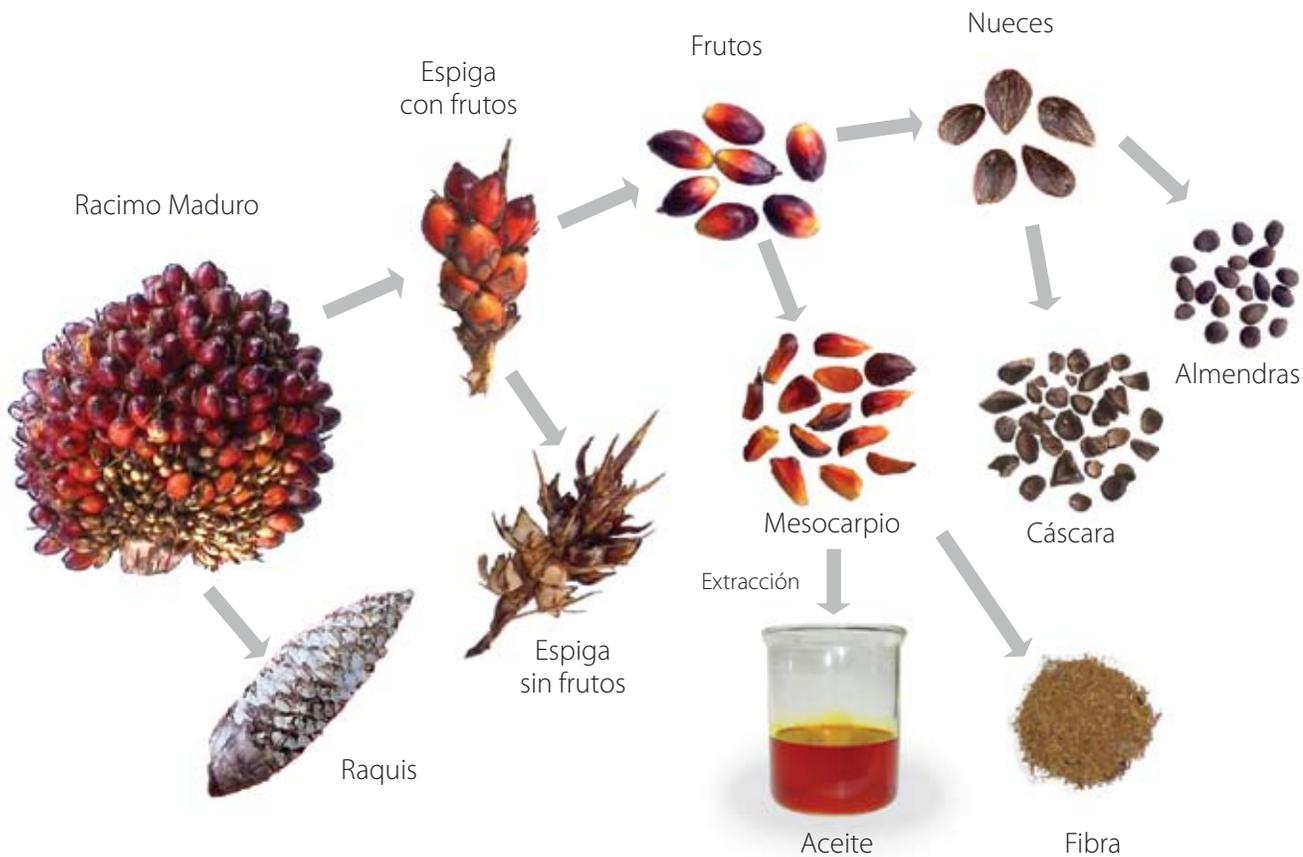


Figura 4. Composición del racimo de palma aceitera

Este último envuelve una, y a veces hasta cuatro almendras. La almendra posee la testa (piel), el endospermo y el embrión. En el Cuadro 5 se muestra la composición del racimo y calidad del fruto de palmas adultas duras y tenera, lo que explica el por qué se siembra comercialmente palmas teneras y no duras.

**Cuadro 5.**  
**Componentes de los frutos dura y tenera (%)**

Característica	Dura	Tenera
Frutos en el racimo <sup>1</sup>	45-65	45-65
Pulpa en el fruto	40-95	70-85
Almendra en el fruto	10-15	5-5
Cáscara (cuesco) en el fruto	25-55	1-30
Aceite en el mesocarpio	40-55	40-55
Extracción industrial	15-16	22-25

<sup>1</sup> Este componente es muy variable, aún dentro de una misma palma; varía principalmente de acuerdo con las condiciones de polinización

Se mencionó anteriormente que la herencia del grosor de la cáscara (cuesco) está gobernada por un solo gene sin dominancia completa. En otras palabras, se puede decir que el grosor de la cáscara es una herencia intermedia, ya que el tipo tenera (Dd) resultante de un cruce de una dura de cáscara gruesa (DD) con polen de pisífera sin cáscara (dd), no se parece a ninguno de los padres y es mas bien intermedio y muestra una cáscara delgada (Figura 6).

Para la producción de semillas se utilizan palmas duras (DD) como madre, las cuales son polinizadas con polen de palmas pisíferas (dd). Estas últimas son consideradas como fuentes de polen porque generalmente son estériles y no producen semillas, por lo tanto el cruce PxD, usando una pisífera (dd) como madre con polen de dura (DD), no es practicable.

Es importante hacer notar que las semillas resultantes de un cruzamiento dura x pisífera (DxP) tienen la apariencia de las madres dura (DD), pero sus embriones darán lugar a palmas tenera (Dd) en el campo, tal como se ilustra en la Figura 7.

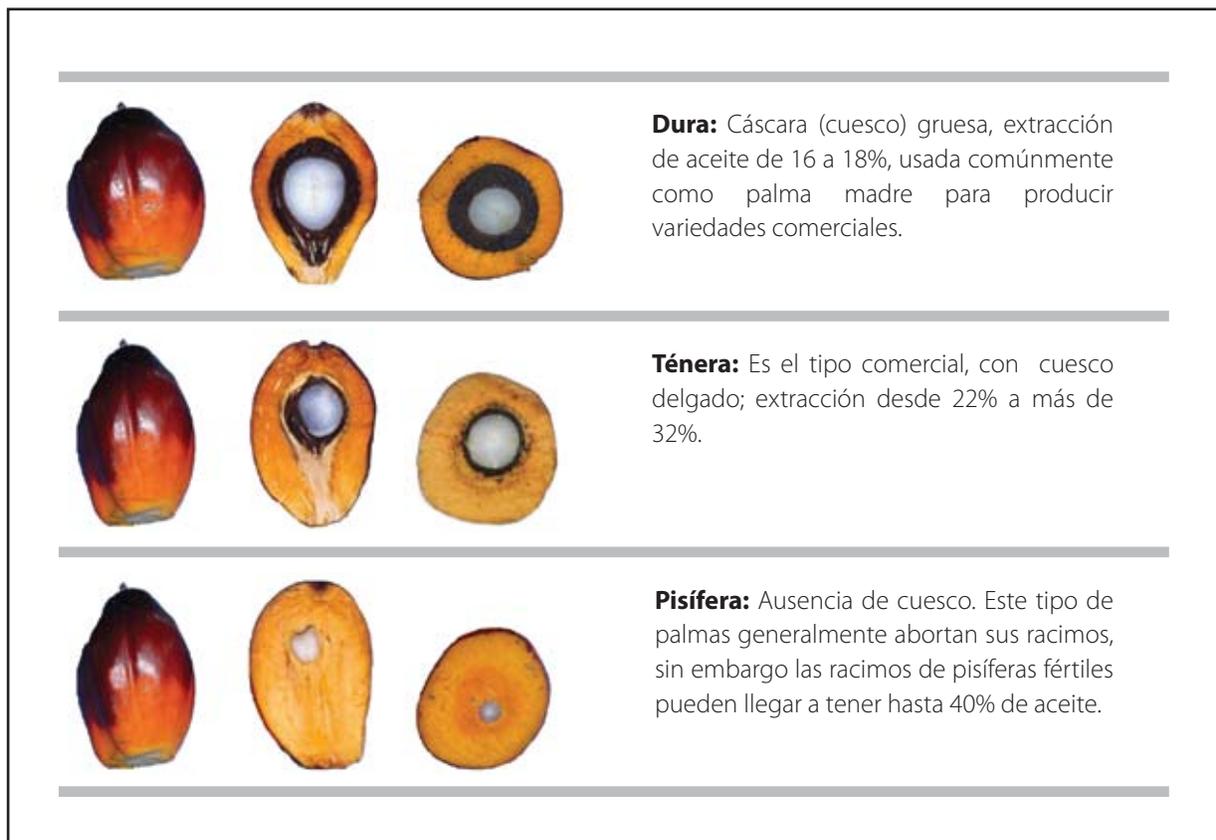


Figura 5. Tipos de frutos que caracterizan a las palmas que los producen

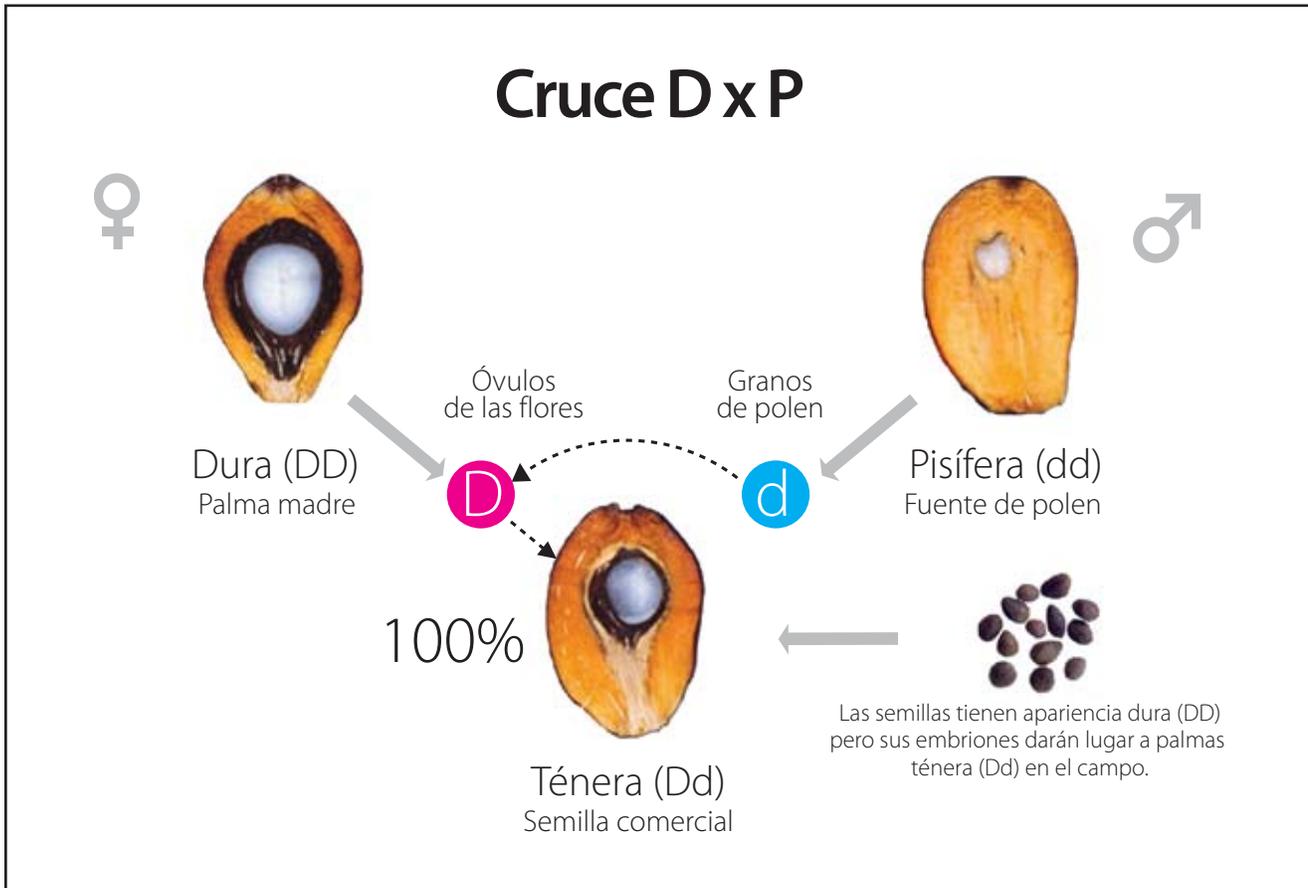


Figura 6. El uso del gene del grosor de la cáscara (cuesco) para la producción de semillas comerciales tenera D X P

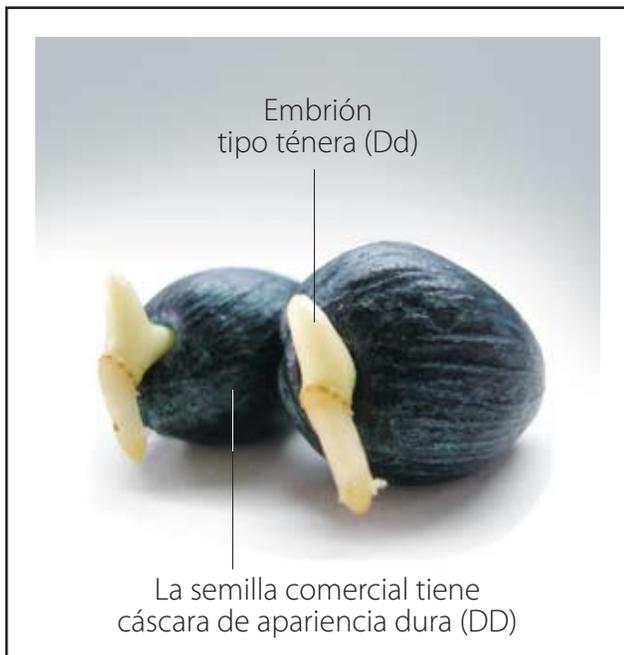


Figura 7. Semilla comercial

## 4. Aspectos agro-climáticos

La palma aceitera prospera bien en las tierras bajas de las regiones tropicales húmedas, donde se la cultiva con éxito entre los 18 grados de latitud norte y los 15 grados de latitud sur. No obstante, el clima ejerce un efecto muy importante sobre el crecimiento y producción de la palma aceitera. Las principales variables climáticas que afectan el desempeño de este cultivo son la precipitación pluvial, la temperatura y la luz solar.

### 4.1 Precipitación pluvial

Para producir adecuadamente, la palma aceitera requiere de una buena humedad en el suelo y en la atmósfera que rodea al follaje. Como regla general, esta condición es garantizada por una precipitación pluvial total anual superior a 1,800 mm, distribuida equitativamente durante el año (al menos 150 mm cada mes). En regiones donde hay una estación seca de tres meses o más, la producción de racimos de fruta fresca (RFF) se reduce significativamente, y la mayor parte de esta puede concentrarse en pocos meses. Un déficit hídrico anual superior a 300 mm puede disminuir el rendimiento

en 30% o más. En zonas secas en India, Colombia y Centroamérica, el riego por gravedad o aspersión ha mostrado ser económicamente factible.

Por otra parte, la lluvia excesiva (> 300 mm por mes), puede causar la saturación del suelo con agua y encharcamiento, lo cual también provoca una disminución de la producción. En zonas de alta pluviosidad, el exceso de agua en el suelo debe ser evacuado mediante canales de drenaje.

#### 4.2 Temperatura

La temperatura puede influir de manera importante sobre el desarrollo y la producción de la palma aceitera. La palma aceitera se desempeña mejor en regiones con un ámbito de temperatura entre los 21 y 32 °C y una variación pequeña de la temperatura media anual a lo largo del año, así como dentro de un mismo día.

Periodos frescos prolongados con temperaturas por debajo de 19 °C, reducen considerablemente el crecimiento, la tasa de emisión de hojas y afectan negativamente la polinización. Asimismo, una fluctuación grande de la temperatura causa el aborto de inflorescencias, lo cual provoca una reducción en la producción de racimos. No obstante, en la actualidad hay variedades como Bamenda x Ekona, Tanzania x Ekona y Deli x Ghana, que se desempeñan bien en las tierras altas de los trópicos (hasta 1,000 msnm) y en regiones localizadas en latitudes superiores a 10 grados, donde la temperatura puede bajar de 19°C durante varias horas al día en alguna época del año.

#### 4.3 Luz solar

La palma aceitera requiere de altos niveles de luz solar para una fotosíntesis adecuada, lo cual se traduce en una mayor producción de racimos y una mejor tasa de extracción de aceite.

De manera general, se estima que se necesitan al menos cinco horas luz por día para lograr rendimientos adecuados en palma aceitera; sin embargo, la radiación solar es considerada como un indicador adecuado de la intensidad lumínica.

El nivel de radiación solar bajo el cual ocurre una reducción significativa en el crecimiento y la producción de la palma aceitera, se estima en 350 calorías/cm<sup>2</sup>/día (Langleys). En zonas tropicales, los niveles de radiación solar comúnmente superan los 500 Langleys cuando el cielo está claro; sin embargo, estos pueden ser drásticamente disminuidos por la presencia de

nubes, niebla y polvo en la atmósfera. Además, la luz solar interactúa con otras variables como la temperatura y la concentración de dióxido de carbono, los cuales afectan la tasa fotosintética y por ende la producción.

#### 4.4 Suelos y topografía

La palma aceitera puede ser sembrada en una amplia gama de suelos en las regiones tropicales. No obstante, las características edáficas adquieren mucha importancia en áreas con una estación seca bien definida (>2 meses). Los mejores suelos son profundos (> 1m), bien drenados, de estructura fuerte, de textura media a fina, y de alta fertilidad natural.

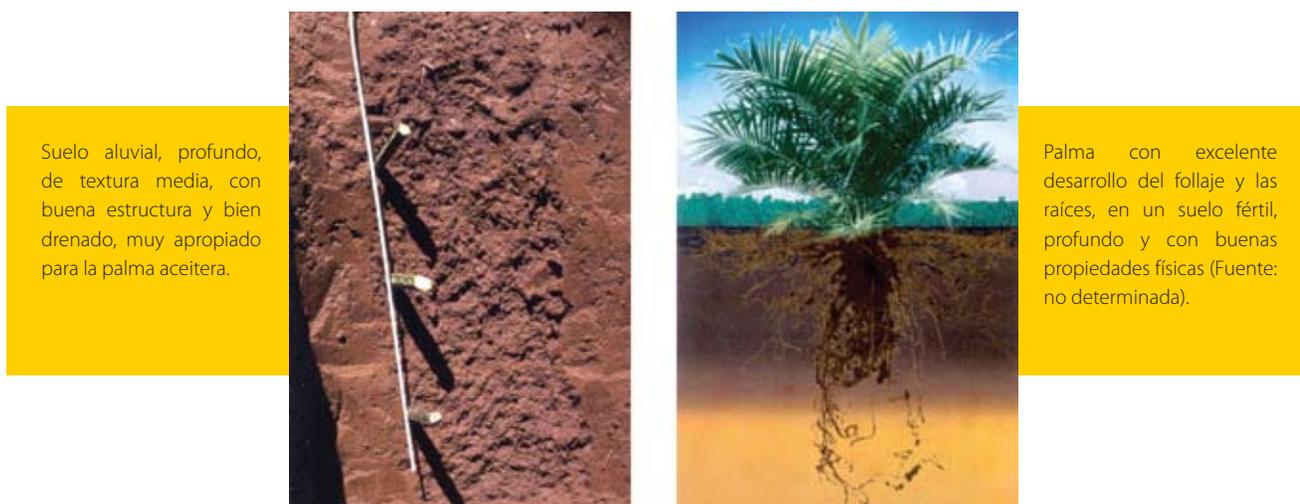
En general, las características físicas de los suelos son más importantes que las químicas, ya que las limitaciones de fertilidad son casi siempre factibles de corregir mediante un abonamiento apropiado. Características como la profundidad y la textura son muy importantes, ya que afectan la capacidad de retención de humedad del suelo. Asimismo, una alta porosidad, que a su vez depende de la textura y la estructura del suelo, permite una buena aeración, la cual es esencial para el crecimiento radical normal y una buena absorción de nutrientes (Figura 8).

En la medida de lo posible se deben seleccionar tierras planas, de pendiente suave o ligeramente onduladas para cultivar la palma aceitera. A pesar de que en tierras colinosas de ciertas regiones es posible lograr un buen rendimiento, los costos de infraestructura, establecimiento y producción aumentan significativamente. Por esta razón es preferible no sembrar sobre pendientes mayores de 12 grados (21%).

Un estudio general de los suelos del área donde se pretende sembrar, es fundamental para tener una idea general de la idoneidad de la tierra para palma aceitera, y para determinar las enmiendas necesarias para mejorar el drenaje, la compactación, la fertilidad o cualquier otra característica del suelo que sea adversa para un buen desempeño de la palma aceitera.

## 4. Cultivo

La palma aceitera es una máquina de producción de aceite vegetal (Cuadro 1), sin embargo, para lograr explotar comercialmente su potencial al máximo, se deben aplicar estrictamente las prácticas agronómicas recomendadas para su cultivo, las cuales han sido documentadas en muchos artículos técnico-científicos y libros, a continuación se resume brevemente las principales actividades para lograr esta meta.



**Figure 8.** Ideal soil characteristics to allow for a vigorous root system growth: deep, well aerated alluvial soils with medium textures

A breeding program only reproduces varieties resulting from the best combinations between selected mother palms and pollen sources. These palms are selected for their ability to produce oil. Crosses are made artificially (controlled pollination) in order to guarantee genetic purity, so the whole resulting population (variety) will be teneras with a high potential to produce oil (Table 5). The use of seeds from an unknown source may contain a high proportion of seeds that will originate palms of the dura and pisifera type, which will decrease the potential of the plantations to produce oil (Table 5).

Commercial varieties are normally identified with a two-word name: the first indicates the origin of the mother palm, and the second the pollen source. As an example, the variety Deli x Ghana is produced by crossing Deli dura mother palms with a pollen source originated in Ghana. In general, the names used derive from the country, area, locality or institution that collected and selected the material. Some of the most common varieties available in the international market are the following (most characteristics indicated were observed in the South Pacific of Costa Rica in palms 8 years-old).

**Deli x AVROS:** The mother palms (Deli) originated from seeds planted as ornamentals along an avenue in Sumatra, Indonesia. The source of pollen comes from the breeding program of a private Dutch company based in Indonesia (Algemene Vereniging van Rubberplanters ter Oostkust van Sumatra). This is an excellent variety, but very sensitive to marginal conditions and poor management. The plant is vigorous, with a fast stem growth rate (>70cm/year), large bunches (>15 kg) and fruits (>11g), and with 27 % oil to bunch ratio.

**Deli x Ekona:** The source of pollen originated in Lobe, Cameroon. Stem growth rate is moderate (60-70 cm/year). Other characteristics are large bunches (<15 kg), rather small fruits (<9 g), high oil to bunch ratio (28%), and it present moderate tolerance to drought, low temperatures and low solar radiation.

**Deli x Ghana:** The pollen source came from the former "Nigerian Institute for Oil Palm Research, NIFOR", and was later introduced to the experimental station in Kade, Ghana. Stem growth rate is slow (<60 cm/year), leaves are short, orange petioles, medium size bunches (<15 kg), and fruits (10 g), and an excellent oil to bunch ratio (>28%). Besides this, this variety has a good tolerance to low temperatures and solar radiation.

**Deli x La Me:** La fuente de polen proviene de Costa de Marfil, del antiguo "Institute de Recherches pour les Huiles et Oleagineux" (IRHO). Tiene tronco de crecimiento lento (<60 cm/año), racimos pequeños (<13 kg), con espinas largas en la punta del mismo. Los frutos son pequeños (<9 g), con algunos sobresaliendo del racimo, y el pedúnculo de las inflorescencias es largo. Contenido de aceite en el racimo: 25%. Tiene alta tolerancia a la sequía (tierras bajas).

**Deli x Nigeria:** La fuente de polen es originaria de Nigeria (NIFOR) y fue posteriormente mejorada en la estación experimental de Kade, Ghana. Tiene un crecimiento del tronco lento (<60 cm/año), racimos medianos (<15 kg), frutos medianos (10 g), y un alto contenido de aceite:> 28%. Tiene buena tolerancia a la sequía. En esta variedad puede obtenerse semilla que produzca solo racimos con frutos negros (*nigrescens*), o bien la mezcla de negros y verdes (*virescens*).

**Deli x Yangambi:** La fuente de polen es originaria de la República Democrática del Congo, de donde fueron llevadas a Costa de Marfil y otros países. Tiene tronco de crecimiento vigoroso (>70 cm/año), racimos medianos (<15 kg), frutos grandes (>11 g) y alto contenido de aceite (27%). Tiene buena tolerancia a la sequía (tierras bajas).

**Tanzania x Ekona:** Esta variedad tiene alta tolerancia a bajas temperaturas (tierras altas) y tolera bien la sequía. Tiene tronco de crecimiento moderado (60-70 cm/año), racimos medianos (<15 kg), frutos pequeños (<9 g) y buen contenido de aceite en el racimo (26-28 %).

**Bamenda x Ekona:** Tiene alta tolerancia a la sequía y a bajas temperaturas. Tienen un tronco de poco crecimiento (<60 cm/año), racimos medianos (<15 kg) y frutos pequeños (< 9 g). El rendimiento de estas variedades tolerantes al frío en áreas marginales y manejo muy básico ha sido de 60 kg/palma/año a los 4.5 años (12 litros de aceite) y de 150 kg/palma/año (20-30 litros de aceite) a los seis años.

**Varietades compactas:** Las nuevas variedades compactas, tienen un crecimiento más lento del tronco y además hojas cortas, lo que hace posible sembrarlas a mayor densidad (170 palmas/ha). Los clones compactos de estas variedades, llevan el concepto aún más lejos, ya que tienen el potencial de ser sembrados a 200 o más plantas/ha, lo cual aumenta el potencial de producción por hectárea entre un 20-40%.



Two-year old Deli x Nigeria palm

## 5.2 Viveros

Las palmas son particularmente susceptibles a condiciones adversas del ambiente durante las primeras etapas de su desarrollo, principalmente por la competencia de malezas y el ataque de plagas y enfermedades; y su lento crecimiento inicial agudiza esta condición. La práctica estándar es sembrar las semillas germinadas en un previvero, durante el cual se puede dar un cuidado especial a las plantas, y eventualmente escoger solo las mejores para llevar a un vivero principal, para finalmente escoger solo las mejores plantas para llevar al campo después de un periodo de entre 12 y 14 meses.

La siembra en previvero se realiza en bolsas pequeñas de 16 x 20 x 0.012 cm (largo, ancho y espesor), colocadas en bloques, donde se mantienen bajo sombra (40 a 50%) por 2.5-3 meses. Posteriormente, las mejores plantas son transplantadas a bolsas grandes (45 x 50 x 0.015 cm) en el vivero, las cuales son espaciadas a 0.9-1.2 m en disposición triangular. Entre las ventajas del previvero tenemos una mejor supervisión de las labores, ahorro de insumos, y la selección de solo las mejores plantas para llevar al vivero. Además, se ha observado una menor tasa de plantas anormales cuando se usa sombra colectiva durante la etapa de previvero.

El objetivo del vivero es producir palmas de la más alta calidad para la siembra, por lo cual el manejo debe ser el mejor. El uso de sombra durante los dos primeros meses es particularmente importante, así como un suministro confiable de agua durante períodos secos. Sin embargo, aún con los mejores cuidados, no todas las plantas pueden ser llevadas al campo, y el descarte normal de plantas de vivero en material comercial está entre 15 y 25%.

Como ejemplo, para un proyecto de 1,000 hectáreas, asumiendo un porcentaje de descarte del 15%, y un espaciamiento entre

bolsas (triangular) de 1.20 m, se requiere adquirir 170,600 semillas para sembrar en un vivero de 24.5 ha. La siembra en el vivero debe planearse de tal forma que las plantas salgan del mismo 12-14 meses después, y su siembra en el campo coincida con el inicio de las lluvias.



Nursery in Coto, Costa Rica (clone material).

### 5.3 Obras de drenaje

El rendimiento de la palma aceitera se reduce grandemente en áreas pobremente drenadas. Cuando la lluvia es abundante y de alta intensidad, se requiere canalizar el agua de escorrentía. Asimismo, el drenaje es necesario en depresiones y áreas bajas planas donde con frecuencia el nivel freático se encuentra a poca profundidad. Aunque la densidad, tamaño y tipo de canales de drenaje son específicos para cada área en particular, dependiendo de las características del suelo y el clima, el espaciamiento comúnmente usado en plantaciones de palma aceitera es de 400-500 m entre canales colectores y de 31.2-78.0 m entre canales interceptores. La profundidad de estos últimos es aquella que permita mantener la cúpula del nivel freático por lo menos a un metro de profundidad.



Construcción de canal de drenaje

Los caminos principales, y el sistema principal de drenaje deben ser construidos antes de iniciar la preparación del terreno. El suelo debe estar bien drenado antes de la siembra. Los canales primarios, secundarios y parte del sistema terciario se construyen antes de la siembra. La red de evacuación de aguas superficiales se completa luego de la siembra cuando se identifican sitios en donde se acumula el agua superficial.

### 5.4 Preparación de tierras para la siembra

Se debe respetar un plan adecuado sobre las fechas de preparación de las tierras y la siembra de las plantas de vivero en el campo. Los dos puntos más importantes a considerar son: i) causar un mínimo deterioro de las propiedades físicas del suelo; y ii) conservar la capa superficial de materia orgánica, lo cual generalmente se logra mejor cuando la preparación del terreno se hace durante la época menos lluviosa.

La forma de preparar el terreno para la siembra varía según las condiciones del área, la cual puede estar cubierta por bosque de tipo variable, cultivos estacionales, cultivos perennes, potreros, etc. Además puede haber diferencias en lo referente al relieve (topografía), tipo de suelo, clima, infraestructura de acceso y los recursos disponibles, los cuales determinan en gran medida los procedimientos a utilizar y su costo.

#### Áreas de bosque:

Las labores incluyen derribar la vegetación, y luego reducir y amontonar en forma ordenada los residuos. Para evitar en lo posible el deterioro del suelo, se utilizan motosierras y se queman los residuos (de ser esto permitido, y considerando que esto implica la pérdida de algunos nutrientes y de la materia orgánica, lo cual no es aconsejable) en forma controlada, para reducir su volumen, y finalmente se amontonan. Para esto último, es aconsejable usar tractores de oruga equipados con una pala especial (tipo rastrillo) para evitar el arrastre y sellado de la capa superficial del suelo. Si durante la deforestación el suelo no es compactado o disturbado en forma severa, no se requiere de mucha labranza adicional.

#### Áreas precultivadas o sometidas al pastoreo:

El procedimiento a usar depende más que todo del tipo de suelo y su grado de compactación, y de la incidencia y tipo de malezas presentes. En general se prefiere cualquier sistema de labranza mínima, pero en algunos casos se requiere del subsolado y aplicación de un herbicida sistémico de amplio espectro como el glifosato, para eliminar las malezas más agresivas.

### Resiembras:

La renovación de una plantación vieja se considera cuando 30% de las plantas tienen una altura mayor que 12-13 metros. En general, es aconsejable eliminar primero todas las palmas enfermas (*Ganoderma* sp., *Ustilina* sp., anillo rojo etc.; ver 6.10) antes de tumbar la plantación vieja. La forma de erradicar estas plantas puede variar según la enfermedad que las afecta. Por ejemplo, en el caso del anillo rojo, se prefiere utilizar un herbicida que mate la planta y no permita el establecimiento de los insectos vectores de la enfermedad.

### 5.5 Vías de acceso

Un buen sistema de caminos es necesario para permitir el transporte fácil y rápido de la cosecha de racimos y facilitar la supervisión durante el desarrollo y operación posterior de una plantación comercial. Además del acceso a una vía pública, en la mayoría de las plantaciones se requieren caminos principales y para la recolección de la cosecha, los cuales generalmente requieren de una cobertura de lastre o balasto (piedra y grava).

### 5.6 Siembra

El éxito futuro de la plantación depende en buena medida de la calidad de las plantas de vivero que sean llevadas al campo, las técnicas de siembra, y de un buen manejo agronómico durante la fase improductiva del cultivo. Para el primer punto, los dos criterios de selección más confiables son un buen grosor del bulbo (>13 cm), y una arquitectura abierta de la planta. Palmas etioladas (estiradas por competencia de luz en el vivero) comprometen seriamente el potencial de producción.

Por lo común, la palma aceitera es sembrada a 9 x 9 m en triángulo, con lo que se obtiene una población de 142 palmas por hectárea. Sin embargo, cuando el material de siembra es pequeño (variedades compactas) y tolerante a la competencia por luz, se le puede sembrar a densidades mayores de hasta 200 palmas por ha (caso de los clones compactos).



Siembra de palma en terrazas

El transporte de las plantas del vivero al campo debe ser supervisado de cerca para evitar el maltrato innecesario de las plantas en el momento de cargarlas, durante el tránsito y la descarga. La siembra debe realizarse al inicio de la época de lluvias, cuando la humedad del suelo es adecuada. Después de la siembra, el nivel del suelo de la bolsa (de la palma de vivero), debe quedar a la misma altura del terreno. La siembra profunda atrasa el desarrollo de las palmas y puede causar deficiencias nutricionales.

Las hileras de palma en una plantación comercial son normalmente orientadas de norte a sur con el objeto de aprovechar mejor la incidencia de la luz solar (energía). La cobertura de leguminosas debería quedar establecida durante el primer año, para lo cual se siembra inmediatamente antes o después de la palma, cuando el área está aún relativamente libre de malezas por la preparación del terreno.

### 5.7 Control de malezas

Para evitar la competencia de las malas hierbas, es necesario mantener completamente libre de las mismas un área circular de 1.5-2.5 m de radio alrededor de las palmas. Durante el primer año (o al menos los seis primeros meses) esto se logra con cortes manuales.

En los años siguientes se puede asperjar con una mezcla de herbicidas pre y post-emergentes 3 o 4 veces al año. Se debe tener especial cuidado de no asperjar las hojas bajas de las palmas jóvenes, pues es fundamental conservar todas las hojas verdes para obtener una mayor precocidad y un rendimiento inicial mayor.



Cobertura de leguminosa

El combate de malezas en el área restante (fuera de los círculos) puede ser hecho manualmente o con herbicidas; sin embargo, es preferible sembrar plantas leguminosas como el kudzu (*Pueraria phaseoloides*), que por crecer y cubrir rápidamente el terreno,

desplazan a la mayoría de las malezas y contribuyen además a mejorar el contenido de materia orgánica y nitrógeno del suelo, a reducir la erosión y a mejorar la aeración y la retención de humedad del suelo.

Es esencial respetar en lo posible las plantas que hayan sido identificadas como hospederas de depredadores y parasitoides de enemigos naturales de las plagas de la palma. También es importante establecer programas de siembra de estas plantas en franjas en la periferia de lotes de palma adulta, así como en cualquier espacio vacante que exista dentro de la plantación.

### 5.8 Nutrición

En forma aproximada, se estima que para producir una tonelada de racimos, cada palma utiliza: I) 4.6 kg de nitrógeno; II) 0.6 kg de fósforo; III) 6 kg de potasio y IV) 1.3 kg de magnesio. Consecuentemente, para producir 25 toneladas de fruta se requieren, sin considerar pérdidas, 115 kg de nitrógeno (N), 15 kg de fósforo (P), 150 kg de potasio (K), y 32 kg de magnesio (Mg). Todo esto para satisfacer el crecimiento vegetativo y lo que es removido en la cosecha de las 25 toneladas de fruta. La fertilización constituye el costo directo más alto, después de la cosecha, en plantaciones de palma aceitera.

La cantidad de fertilizantes a aplicar a la palma aceitera depende de las expectativas de rendimiento, y de la fertilidad y las características físicas del suelo. El programa de fertilización se fundamenta principalmente en los resultados de experimentos de campo; sin embargo, los resultados de los análisis de suelo y foliares y la experiencia de cultivo en un área en particular, son indicadores esenciales para su elaboración.

La demanda de todos los nutrientes se incrementa fuertemente entre el segundo y el quinto año después de la siembra en el campo, y se mantiene más o menos estable hasta el séptimo u octavo año. La demanda máxima de potasio ocurre entre el tercer y cuarto año.

La fertilización en palma joven debe fraccionarse tanto como sea posible. El número de ciclos por año no debe ser inferior a tres, y de ser posible es aconsejable realizar ciclos cada dos meses durante el primer año en el campo. La cantidad de fertilizante que debe aplicarse durante el segundo y tercer año excede en mucho lo que la planta dedica a la producción de racimos. Sin embargo, esta fertilización temprana permite que la planta acumule reservas en el tronco y el follaje, que son esenciales para garantizar una producción alta y sostenida en el futuro.

En palmas en el periodo productivo máximo (aprox. 6-15 años) se recomiendan tres o cuatro ciclos de fertilización al año. En palmas de mayor edad se sugieren entre dos y tres ciclos. Se prefiere fraccionar la fertilización tanto como sea técnica y económicamente factible, particularmente en suelos livianos (con mayor contenido de arena).

Además de N, P y K, se debe considerar que en situaciones particulares, otros elementos pueden limitar el rendimiento. En América tropical es común encontrar bajos contenidos en el suelo de magnesio, azufre, boro, zinc y cobre, y en algunos casos de cloro y calcio. Además de esto, es importante considerar la capacidad de algunos suelos de retener de forma no disponible para las plantas (fijar) cantidades importantes de ciertos elementos, en particular P y K.

En palma joven, el fertilizante se aplica sobre una banda o anillo alrededor de la base de las palmas. Esta banda aumenta en grosor y se aleja de la base conforme la planta crece. En palma adulta, es preferible distribuir el fertilizante sobre toda el área, aunque también se le puede colocar sobre una banda a lo largo de las hileras de palma sobre los montones de hojas (arrume) y la rodaja.

### 5.9 Cosecha y transporte de fruta

La cosecha representa aproximadamente el 45% de los costos totales en una plantación adulta, y esta actividad normalmente se inicia cuando las palmas cumplen entre 24 y 36 meses después de la siembra en el campo. La precocidad depende principalmente de la calidad de las palmas de vivero, los cuidados durante la siembra en el campo, el mantenimiento del cultivo durante fase improductiva, y la variedad utilizada.

Los primeros racimos producidos son pequeños y contienen menos aceite, por lo cual generalmente no se los cosecha. Cerca de una semana antes del primer ciclo de cosecha comercial, se realiza una poda sanitaria de las plantas, que consiste en cortar los racimos sobre-maduros o podridos y las hojas bajas más viejas que ya están secas. Luego de esta poda sanitaria inicial, se recomienda en lo posible "robar" la fruta, es decir cortar los racimos sin cortar hojas, hasta que los racimos estén a aproximadamente un metro de altura del suelo.

Para la corta de racimos en palma joven se puede usar un cincel de unos 5-8 cm de ancho, unido a un mango de aproximadamente 1.2 metros de largo o bien un cuchillo de cosecha pequeño unido a una vara de aluminio de unos 2 m de largo (Figura 9). Con estas prácticas las palmas conservan la mayoría de

sus hojas verdes, lo que les permite continuar con su desarrollo y acumular reservas en el tronco.

El peso promedio del racimo aumenta con la edad, desde unos 2.5 kg al inicio de la cosecha (2-3 años después de la siembra), hasta 25 o más kilos en palmas adultas. El número de racimos por planta se comporta en forma inversa: más racimos de menor peso en palmas jóvenes. Una palma adulta puede producir 8-13 racimos cada año, lo que representa un rendimiento de 140 a 175 kg de fruta por palma al año, que generan de 30 a 38 kg aceite rojo (mesocarpio) en la planta extractora.

El pico productivo de una plantación comercial de palma se alcanza entre los cuatro y ocho años en el campo, observándose productividades entre 15 y 40 toneladas de fruta fresca por ha, equivalente a 3.3-8.8 toneladas de aceite crudo por ha (a 22% de extracción industrial promedio), dependiendo de la variedad utilizada, las condiciones de cultivo (clima y suelo) y del manejo agronómico.

Durante la cosecha, los frutos en los racimos deben tener un grado óptimo de madurez para garantizar una alta extracción de aceite. Si el racimo es cosechado en forma temprana (verde) o sobre maduro se reduce la cantidad de aceite a obtener en la extractora o aumenta la acidez. El grado óptimo de madurez del racimo se identifica por el desprendimiento de algunos de los frutos, y los cambios en la coloración y la textura de los mismos. Los frutos maduros se vuelven suaves y por lo general cambian primero de color negro a café brillante y luego a café rojizo opaco en el ápice y anaranjado rojizo en la parte media. El tiempo para alcanzar la madurez del racimo (identificada por un número particular de frutos desprendidos), varía con la edad de las plantas, el material genético y las condiciones ambientales. De manera general, se recomienda cortar los racimos cuando se observan 10 o más frutos desprendidos en palmas jóvenes, y 5 o más frutos desprendidos en palmas adultas.

Con el objetivo de cortar los racimos dentro de un ámbito de madurez óptimo, la cosecha se realiza en ciclos periódicos cada 8 a 15 días, dependiendo de la edad de la palma y de la época del año (densidad de racimos). Durante los primeros cinco a seis años de cosecha, los racimos son normalmente cortados con cincelos (chuzas) de 14 cm de ancho (filo), unidas a varillas de tubo metálico hueco o de madera de 1-3 metros de largo (Figura 9). Posteriormente, se emplean cuchillos curvos (malayos) unidos a varillas de aluminio muy liviano y flexible. La longitud de las varillas es incrementada conforme aumenta la altura de las palmas. Un trabajador puede cortar entre 100 y 300 racimos grandes (10-25 kg), y entre 400 y 1,000 racimos pequeños (3-8 kg) por día, según el nivel y concentración de la producción.



**Figura 9.** Cosecha con cincel en palmas jóvenes (a) y con cuchillo malayo en palmas adultas (b)

Dos objetivos importantes durante la recolección y transporte de la fruta son causar un mínimo de daño al producto, y transportarlo en el menor tiempo posible hasta la extractora, en donde deben ser procesados ese mismo día para detener la formación de ácidos grasos libres.

Como referencia, se estima que 550-650 kg de racimos ocupan un metro cúbico. El acarreo de la fruta dentro de la plantación puede ser hecho por hombres (usando canastos, carretillas...) pero el rendimiento es usualmente bajo: Entre 1.5 y dos toneladas métricas por día. La utilización de mulas aumenta considerablemente la eficiencia, pero las distancias que debe recorrer el animal no deben ser muy largas (hasta 250 m). Las mulas pueden acarrear los racimos directamente en el lomo (en canastos livianos), o bien halando una carretilla con aproximadamente media tonelada de fruta. Con este último sistema la mula puede cubrir una distancia mayor (Figura 10). Una pareja de bueyes puede halar una carreta de dos ejes, con capacidad para llevar hasta una tonelada de fruta. Este sistema, al igual que el anterior, funciona bien con caminos dispuestos cada 250-500 metros. Los búfalos pueden ser aún más eficientes halando carretas con racimos.

Se puede usar también equipo motorizado (unos 45 HP) para acarrear la fruta dentro de la plantación, pero este debe estar provisto con llantas de flotación para reducir la compactación del suelo (lo cual también es válido para las carretas de bueyes, y de ser posible para las carretas de las mulas). Estos equipos pueden llevar entre media y tres toneladas de fruta. Una vez llevada hasta un sitio de recolección, la fruta es transportada a la planta extractora en camiones de capacidad variable o en carretas haladas por tractores de llantas, dependiendo de la distancia.

En términos generales, y para reducir los costos de transporte, se considera que la planta extractora debería estar localizada dentro de

un radio de 20 km del sitio en donde se cosechan los racimos.



Figura 10. Diferentes maneras de transportar racimos

### 5.10 Poda

Durante la cosecha de los racimos, también se cortan las hojas que los sostienen, pero no se cortan aquellas hojas que sostienen inflorescencias masculinas (machos) o en las que el racimo fue abortado. Por esta razón, se hace necesario un ciclo de poda, que generalmente se realiza al final de cada año (fuera del pico de cosecha). También, justo antes del inicio de la cosecha de las palmas jóvenes, se acostumbra realizar una poda sanitaria en la que además de las hojas secas, dañadas, se remueven los racimos podridos y sobre-maduros. La planta debe mantener tantas hojas verdes como sea posible durante sus primeras etapas en el campo.

El criterio de poda más aconsejable en palma adulta es cortar las hojas secas, y aquellas verdes que no tengan racimos y sean obstáculo para la cosecha, pero dejando como mínimo de 36-40 hojas por palma.

### 5.11 Aspectos fitosanitarios

Una plantación de palma aceitera puede enfrentar problemas sanitarios, que en algunos casos ponen en riesgo el cumplimiento de las proyecciones del retorno económico de la operación. En varios países del continente africano, la marchitez por *Fusarium* (*Fusarium oxysporum* f. sp. *elaeidis*) ha causado importantes pérdidas. Este patógeno aparentemente llegó a América en semilla o residuos orgánicos asociados a semillas de palma aceitera o leguminosas

traídas desde áreas infectadas en África. Por el momento, la enfermedad parece sólo estar presente en áreas particulares en Brasil y Ecuador, pero nos recuerda la importancia de examinar con cautela el origen de la semilla que se obtiene para iniciar una nueva plantación.

El hongo *Ganoderma* spp., representa la mayor amenaza fitosanitaria en el sur este asiático, pero normalmente se considera un patógeno de importancia secundaria en América. A estas enfermedades en ambos continentes, se unen numerosas plagas, particularmente desfoliadoras, que obligan a una vigilancia permanente de la plantación.

En América tropical, existen también importantes problemas sanitarios que deben atenderse y manejarse correctamente. La enfermedad del anillo rojo, causada por el nematodo *Bursaphelenchus* (*Rhadinaphelenchus cocophilus*) y transmitida por el picudo americano de las palmas, *Rhynchophorus palmarum*, ha sido considerada la enfermedad más importante del cocotero y la palma aceitera, y todavía hoy es común en algunas plantaciones. La incidencia de la enfermedad puede ser mantenida a un bajo nivel, si se sigue una estrategia de manejo integrado, la cual incluye la eliminación temprana de las fuentes de inóculo (palmas enfermas), la destrucción de los sitios de reproducción del vector y la reducción de la población adulta del vector.

Otras enfermedades son generalmente menos comunes (aunque de importancia primordial en plantaciones particulares): Las manchas foliares por *Pestalotiopsis* spp., la marchitez sorpresiva (*Phytophthora* sp.), la pudrición basal corchosa (*Ustilina deusta*), la pudrición basal húmeda (posiblemente *Erwinia* sp.), y la pudrición alta del tallo (posiblemente *Phellinus* sp., aunque puede ser también un trastorno asociado a estrés).



Larva de insecto plaga de palma aceitera

Las pudriciones y secamientos en la región del cogollo, generalmente acompañados de amarillamientos de las hojas más jóvenes, constituyen el problema fitosanitario de mayor importancia en

muchas plantaciones de palma aceitera en América tropical. Dado que no se conoce ningún patógeno primario como la causa única de estos problemas, se ha generado mucha confusión en la literatura, cuando se dan nombres locales en diferentes regiones y países, a lo que simplemente podrían ser variaciones del mismo problema. La mayoría de estas pudriciones y secamientos del cogollo y hojas jóvenes en palma aceitera, no son enfermedades en el sentido usual del término; este tipo de trastornos del crecimiento pueden ser mejor entendidos, explicados y manejados si los consideramos como tipos particulares de un deterioro progresivo (decline) de una población de plantas asociado a varios tipos de estrés. Esta visión del problema ha logrado avances significativos en la recuperación de muchos miles de hectáreas afectadas, particularmente por formas más benignas de pudriciones del cogollo. Los aspectos más relevantes han sido el mejoramiento de las prácticas agronómicas, en particular la nutrición y la aeración del suelo.

## 6. Potencial de producción

Según las condiciones ambientales y el manejo brindado, las palmas comienzan a producir entre los 2 y 3 años después de la siembra en el campo. El aumento del rendimiento es progresivo de acuerdo con la edad y se estabiliza 4 a 6 años después. Posteriormente, la producción muestra cierta fluctuación anual y luego de 12 a 15 años comienza a decrecer paulatinamente. En condiciones ambientales favorables y con buen manejo de la plantación, se puede esperar obtener una curva de producción similar a la descrita en el cuadro 6.

**Cuadro 6.**

**Producción comercial esperable de acuerdo con la edad de la palma**

Edad (años)	Racimos de fruta fresca (t/ha/año)	Aceite (t/ha/año)
3	7.9	1.6
4	16.5	3.6
5	23.6	5.4
6	25.8	6.0
7-18	28.0	6.7
19	28.0	6.6
20	28.0	6.6
21	27.0	6.6
22	26.2	6.1
23	25.9	5.9
24	24.7	5.5
25	23.5	5.2

Esta es una curva típica en muchas plantaciones comerciales. No obstante, algunos lotes pueden sobresalir, y mostrar que el verdadero potencial de la palma aceitera adulta está cercano a las 45 t de fruta fresca por hectárea por año. Las diferencias entre este rendimiento potencial y el real, no se deben a otra cosa que a la escogencia del material de siembra, el manejo dado a la plantación, y a las limitaciones del clima y los suelos.

En regiones con una estación seca marcada (>3 meses) o donde hay bajas temperaturas (< 19 °C) y baja luminosidad durante alguna época del año, el rendimiento indicado puede bajar considerablemente.

## 7. Industrialización

El aceite que contienen los racimos en la pulpa (mesocarpo) de sus frutos y en las almendras, es extraído industrialmente en plantas extractoras, las cuales se ubican cerca o dentro de la plantación comercial. La capacidad de una planta extractora está dada por el número de toneladas de fruta fresca procesada por hora. El ámbito de capacidad de proceso de las plantas extractoras puede variar entre 3 t/fruta fresca/hora hasta 120 t/fruta fresca/hora.

La calidad del aceite para su comercialización está determinada principalmente por el grado de acidez al salir de la fábrica. En Costa Rica por ejemplo, se admite un máximo de 3 % de acidez.

Los usos del aceite del mesocarpo son múltiples, tanto en la alimentación humana como en la industria de jabones, esmaltes de pintura y otros. Los principales pasos de este proceso industrial se describen a continuación:

### 7.7 Pesaje y recepción de fruta

Los racimos de fruta fresca (RFF) son pesados al ingresar a la planta extractora en básculas de tamaño variable, dependiendo del tamaño de las unidades de transporte. Una báscula típica es de bajo perfil sobre el piso. Después del pesaje, los RFF son descargados en tolvas metálicas que por lo general van montadas en su parte superior sobre el borde de una plataforma de concreto.

### 7.8 Esterilización

Es la primera etapa del proceso de extracción del aceite de los frutos y tiene dos objetivos: la inactivación de la enzima lipasa

responsable de la acidificación indeseable del aceite y acelerar el proceso natural de ablandamiento de la unión de los frutos en las espigas y de éstas sobre el raquis.

La esterilización se lleva a cabo sometiendo los racimos al efecto del vapor de agua en cilindros, normalmente horizontales, donde se controlan tres factores: la temperatura, el tiempo de tratamiento y la presión del vapor. Los RFF son esterilizados en canastas de 2-10 toneladas dependiendo de la capacidad de la planta. Las canastas son movidas desde las tolvas hasta los esterilizadores con la ayuda de cabrestantes sobre un sistema de rieles fijos. La esterilización es automatizada con un conjunto de detectores electrónicos de temperaturas y/o presiones.



Prensas para extraer aceite rojo.

### 7.9 Desfrutamiento

Esta operación es realizada en tambores rotatorios y es necesaria para el desgrane o separación de los frutos del raquis y espigas. Las canastas con la fruta esterilizada son recibidas en una tolva antes de ser vertida en la desfrutadora. La desfrutadora es del tipo tambor con un eje macizo y tiene una capacidad variable, generalmente de 15-30 toneladas de RFF/hora. Las frutas sueltas caen en un sinfín recolector.



Esterilizadores de fruta fresca.

### 7.10 Digestión y prensado

El prensado consiste en extraer el aceite de la pulpa de los frutos por medio de prensas de tornillo o hidráulicas. La fruta esterilizada y suelta es llevada por un elevador de cangilones hasta los digestores por medio de un sinfín transportador. El digestor tiene un juego de brazos agitadores montados sobre su eje central vertical y un motoreductor. La masa de frutos ya malaxados es luego pasada a la prensa a través de un ducto en lámina de acero. La prensa es por lo común de doble tornillo.

### 7.11 Clarificación

En forma general, esta operación consiste en purificar o separar el aceite obtenido, del agua y las impurezas del proceso industrial. La mezcla de agua, aceite e impurezas sólidas proveniente de la prensa va a un tanque desarenador. De aquí, la mezcla pasa por un tamiz vibrante accionado por motor eléctrico y cae en un tanque recuperador de aceite para luego ser bombeada al recalentador de aceite y después al tanque clarificador y después al reclarificador. Finalmente, el aceite es enviado a un tanque de secado y de éste al secador con bomba de vacío para sacar más humedad del aceite. Los lodos aceitosos pasan primero del clarificador a un tanque de lodo, luego a través de un filtro de cepillo y después a una centrífuga de lodos. Los efluentes provenientes de las centrífugas de lodo son vertidos en tanques Florentinos, los cuales están diseñados para capturar algo más del aceite aún contenido en los efluentes.

### 7.12 Palmistería

Es una sección de la fábrica destinada a recuperar las almendras del fruto. La fibra y las nueces (torta), separadas en la prensa durante la extracción del aceite, caen a un sinfín secador y rompedor de torta. El sinfín conduce la torta hasta a un sistema de desfibrado, compuesto de: I) una cámara separadora de fibras, (II) ductos y codos de transporte de fibra, (III) un ciclón de descarga de fibras, (IV) un ventilador de fibras, (V) una esclusa rotativa montada en la salida del ciclón y (VI) una estructura metálica para sostener el ciclón.

Posteriormente, las nueces son llevadas al separador neumático de piedras mediante un elevador de cangilones. De ahí pasan a un tambor clasificador de nueces, con mallas que tienen perforaciones para separar las nueces por tamaño para tres rompedoras, a las cuales entran a través de tolvas. La mezcla de almendras y cáscaras quebradas es conducida por un sinfín hasta un tambor depericarpador para remover aquellas cáscaras aún adheridas a las almendras. Luego, el material es llevado a un sistema neumático doble, separador de partículas finas y cáscaras, y después al separador de cáscaras y almendras tipo hidrociclón.

Después de ser separadas en el hidrociclón, las nueces son secadas superficialmente en un sinfín escurridor y luego conducidas a un elevador de cangilones para luego ser descargadas en un silo secador.

### 7.13 Producción de vapor

El vapor requerido para el proceso y generación de energía es producido en una caldera acuatubular, que puede ser de baja o alta presión (10-30 bares) y de capacidad variable de producción de vapor (kg/hora). Las fibras, provenientes de la palmistería y que son usadas como combustible, son llevadas a la caldera mediante transportadores sinfín. El vapor producido en la caldera es conducido hasta un distribuidor acumulador de vapor.

### 7.14 Extracción de aceite de almendra

La almendra seca es llevada mediante un elevador neumático hasta el ciclón de recibo. De aquí es pasada a la trituradora, que muele las almendras por fricción. La almendra triturada es recibida en una tolva y llevada a las prensas “expeller” mediante un sinfín distribuidor. El aceite de palmiste que sale de las prensas pasa a través de un tamiz vibrante, y es recibido en un tanque. De aquí pasa por un filtro prensa, con capacidad de filtrado variable (toneladas/hora), y luego es enviado al tanque recolector, desde donde se le bombea al tanque de secado. El aceite de palmiste pasa finalmente al tanque de almacenamiento. La torta de palmiste es llevada desde las prensas expeller hasta la tolva de empaque mediante un sinfín colector de torta y un elevador de cangilones.

## 8. Aspectos Económicos

Los proyectos de inversión (negocios) en palma aceitera se pueden separar en tres procesos o niveles: I) producción de racimos de fruta fresca; II) producción de aceite crudo de palma (ACP); y III) refinamiento y productos terminados. Las empresas grandes poseen dos o los tres procesos integrados verticalmente.

En el primer nivel (fase agrícola) se sitúan los productores de fruta fresca, los cuales venden su producción a plantas extractoras vecinas utilizando diferentes arreglos o contratos comerciales. En este nivel, la inversión, el riesgo y las utilidades por hectárea son los menores de la industria. De una manera general y sin considerar el precio de la tierra, llevar a producción una hectárea de palma (24 a 36 meses después de la siembra) puede tener un costo del orden de \$1,500 a \$ 2,500. Por otra parte, producir una tonelada de fruta fresca en la plantación puede costar entre \$25 y

\$35; y la utilidad por hectárea puede situarse entre \$500 y \$800 por año.

El segundo nivel se refiere al negocio de la producción y venta de aceite crudo, donde la inversión, riesgo y utilidades son mayores que el negocio de vender fruta fresca únicamente. El costo de una extractora de palma está en función de su capacidad de procesar racimos de fruta fresca expresada en toneladas por hora. Por ejemplo y en forma general, para atender una plantación de 1,000 hectáreas de palma, se requiere una planta extractora con una capacidad de 8-10 toneladas por hora. Una capacidad de proceso de una tonelada ya instalada se cotiza aproximadamente en \$250,000; por lo tanto, se necesitaría invertir entre 2 y 2.5 millones de dólares. El costo de extraer una tonelada de aceite crudo es de aproximadamente \$50 y la utilidad puede situarse aproximadamente en 125 \$ por cada tonelada de aceite producida.

Finalmente, en el tercer nivel se tienen los productos terminados con mayor valor agregado (marcas), donde los riesgos del mercado y la inversión son los mayores de la industria, pero sus utilidades son también más altas que los dos niveles anteriores.



## Referencias

1. ESCOBAR, R. (1980) Aspectos generales de la palma Africana. Palm Research Program, United Brands Company, Coto, Costa Rica, 9 p.
2. CORLEY, R. H. V. AND TINKER, P. B. (2003) The Oil Palm (Fourth Edition). Blackwell Science, 562 p.
3. JALANI, B.S.; RAJANAIDU, N. y ARIFFIN, D. (1993) Perspectives for the XXI Century: The ideal oil palm and palm oil quality for the future. Trabajo presentado en la X Conferencia Internacional de Palma Aceitera, Santa Marta Colombia, 24 - 29 de mayo de 1993, Fedepalma, Cenipalma y Burotrop. 15 p.
4. RICHARDSON, D. L. (1990) La historia de la palma aceitera en la compañía United Brands. In: VI Mesa Redonda Latinoamericana sobre Palma Aceitera, San José, Costa Rica, 12 - 16 de marzo 1990. FAO, IDA. 328p. 279 - 289 pp.
5. TANIPUTRA, B; LUBIS, A.U.; PAMIN, K. Y SYUKUR, S. (1988) Progress of oil palm industry in Indonesia in the last fifteen years (1971 - 1985). In: Proceedings. 1987 Porim International Palm Oil Conference. Progress & Prospects, Kuala Lumpur, 23 - 26 June 1987. Module I Agriculture, 737 p. 27 - 35 pp.



# Agradecimiento

*Los autores desean reconocer  
la cooperación desinteresada  
de los colegas Cosme Chávez  
y Alfredo Salas.*





Tel: (506) 284-1120  
Fax: (506) 257-2667  
Apdo. Postal: 30-1000  
San José, Costa Rica.  
E-mail: [sales@asd-cr.com](mailto:sales@asd-cr.com)  
[www.asd-cr.com](http://www.asd-cr.com)