

El presente trabajo es el resultado del esfuerzo y dedicación de investigadores agrícolas del Ministerio de Agricultura y Ganadería. El mismo fue sujeto de revisión, consulta, ampliación y observaciones, por parte de los comités técnicos de programas de Investigación y Transferencia de Tecnología Agropecuaria; (PITTA); agricultores, especialistas de otras instituciones del sector; además de una minuciosa revisión bibliográfica. El objetivo de este trabajo es dar a conocer los últimos avances de la investigación agrícola en el país; cuya finalidad esencial es el aumento del rendimiento por hectárea y la calidad del producto.

RECIBIDO 2 DIC. 1991

RECIBIDO 2 DIC. 1991

PALMA ACEITERA



Elaeis guineensis Jacq.
Palmaceae

COMISIÓN NACIONAL DE INVESTIGACIÓN
Y TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA AGROPECUARIA - CONITTA

Serie ITTA N° 10

MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERÍA
UNIVERSIDAD ESTATAL A DISTANCIA
San José, Costa Rica, 1991

FOI
0544
c.1

004551

Revisión técnica y edición a cargo de la Ing. ELEONOR VARGAS del Programa de Información Científica y Comunicación rural del MAG.

Primera Edición:
MAG - UNED
San José, Costa Rica 1991

Impreso en Costa Rica
en el Departamento de Publicaciones de la UNED.
Reservados todos los derechos.
Prohibida la reproducción total o parcial.
Hecho el depósito de ley.



El Ministerio de Agricultura y Ganadería, la Comisión Nacional de Investigación y Transferencia de Tecnología Agropecuaria-CONITTA, y la Universidad Estatal a Distancia (UNED); a través de los Comités Técnicos de Programas de Investigación y Transferencia de Tecnología Agropecuaria (COTE-PITTA), se complacen en presentar esta serie de publicaciones, cuyo objetivo básico es "Desarrollar tecnologías agrícolas de producción, sostenibles y flexibles, que permitan el incremento de los índices de producción, la disminución de los costos, el uso potencial de los recursos disponibles, el enriquecimiento y conservación del patrimonio nacional."

La información técnica, contenida en esta publicación es producto del trabajo interdisciplinario de profesionales en agronomía, pertenecientes a las instituciones que conforman la CONITTA, consultas a productores y especialistas, y una profunda revisión bibliográfica.

Atención especial merece la aclaración respecto a la mención de productos agroquímicos y sus dosis, por cuanto las expuestas en el presente trabajo, no significan un modelo exclusivo, y para este efecto debe consultarse obligatoriamente las recomendaciones de los fabricantes, o consultar a los técnicos en esta materia.

Este trabajo tiene como objetivo, llevar al productor y al técnico una base amplia y actual del manejo de cultivos, sus últimos avances e innovaciones tecnológicas, que sirvan de orientación en el uso de nuevas técnicas de producción agrícola.

Esta serie de publicaciones, titulada Serie-ITTA comprende inicialmente los siguientes cultivos: arroz, algodón, cacao, caña de azúcar, cítricos, frijol, maíz, macadamia, mango, palma aceitera, papa, pimienta, piña, raíces y tubérculos.

La presente publicación fue realizada gracias a la decidida colaboración de la Editorial de la Universidad Estatal a Distancia (EUNED).

Ing. JUAN RAFAEL LIZANO
Ministro de Agricultura y Ganadería

Dr. CELEDONIO RAMÍREZ
Rector UNED

Msc. FERNANDO MOJICA
Presidente CONITTA

COLABORADORES

El presente trabajo, es el resultado del esfuerzo de un grupo de profesionales, altamente calificados y especializados en diferentes cultivos y disciplinas.

El grupo de profesionales que participaron en la elaboración de esta serie de publicaciones, Serie ITTA son los siguientes:

Arroz:	Ing. Israel Murillo, Ing. Roberto Tinoco. M.Sc. Francisco Álvarez, Ing. Manuel Carrera
Algodón:	Ing. Álvaro Rodríguez, Ing. German Quesada.
Cacao:	Ing. Edgar Isaac Vargas, Ing. Geoffrey Linkemer.
Caña de Azúcar:	M.Sc. Marco A. Chaves, Ing. Franklin Aguilar.
Cítricos:	Ing. María de los Angeles Aguilar. Ing. Abrahan Solís, Ing. Manuel Mesén.
Frijol:	Ing. Adrián Morales.
Maíz:	Ing. José González.
Macadamia:	Ing. Alberto Montero.
Mango:	Ing. Alberto Sáenz, M.Sc. Juan Mora M.
Palma Aceitera:	Ing. German Quesada.
Papa:	Ing. Rodolfo Amador P. Ing. Carlos Rodríguez.
Pimienta:	Ing. Antonio Bogantes, Ing. Edgar Aguilar.
Piña:	Ing. Zulay Castro.
Raíces y tubérculos:	Ing. Edgar Aguilar, Ing. Pedro Guzmán, Ing. Marco Vinicio Porras, Ing. Jorge Mora, Ing. Xinia Solano.



GENERALIDADES

La palma aceitera es una planta perenne, cultivada por su alta productividad de aceite.

Inicialmente las siembras comerciales se realizaron con la **variedad DURA**. Pero, en años recientes las plantaciones de palma se realizaron con la **variedad TENERA**, lo que ha provocado un incremento en la producción de aceite refinado por hectárea.

La producción comercial de racimos da inicio a los 18 meses después del trasplante al campo definitivo y el período de vida económico es de 25 a 30 años dentro de los cuales alcanza una producción promedio de 22 toneladas métricas de racimos por hectárea. El porcentaje de aceite refinado es de 23 a 26% y un 10% de nueces.

En Costa Rica para el año 1991 estarán en plena producción 18 000 ha (estimación) de palma, las cuales producirán 87 000 T.M., de aceite refinado.

Aspectos generales del cultivo

TEMPERATURA

Para la palma, un promedio anual de temperatura entre 23°C y 27°C se considera óptimo. Las temperaturas mínimas promedio mensuales por debajo de 19°C, son perjudiciales para la productividad.

En el Pacífico Central la temperatura promedio es óptima para explotación de la palma aceitera (Ver cuadro 1).

Cuadro 1
TEMPERATURAS (C) PROMEDIO MENSUAL PACÍFICO CENTRAL.

Mes	°C	Mes	°C
Enero	26,5	Julio	26,1
Febrero	26,9	Agosto	26,1
Marzo	26,7	Setiembre	25,6
Abril	26,4	Octubre	25,6
Mayo	26,1	Noviembre	25,5
Junio	26,1	Diciembre	25,9

REQUERIMIENTOS HÍDRICOS

Para el buen crecimiento y abundante fructificación se considera necesario una precipitación entre 1750 y 2000 mm anuales, con una distribución de 150 mm por mes. En suelos adecuados, se estima una retención de agua de 130 mm en la zona de raíces, por lo que un mes con precipitación baja no ocasionaría una reducción de rendimiento; dos meses, muy secos reducirían el rendimiento en un 9%, pero un período seco de tres meses, una precipitación menor de 125 mm por mes, podría ser detrimental para la producción.

La región del Pacífico Central tiene cuatro meses con una precipitación inferior a 100 mm/mes y cuatro en los que la precipitación es excesiva de 400 mm/mes, durante los meses de julio u octubre. Por lo tanto, en esta región para la producción comercial de palma se requiere contar con un buen sistema de avenamiento, para mantener la tabla de agua, a 1,50 m bajo la superficie del suelo y hacer riegos suplementarios en los meses más secos.

DURACIÓN DEL PERÍODO LUMINOSO DEL DÍA

Aunque hay muchas indicaciones de que la palma africana es una planta que necesita mucha luz.

Se considera que la palma demanda entre 1500 y 2000 horas luz por año y cinco horas por día.

En la Zona de Coto, se ha observado que los picos de mayor producción de fruta fresca, corresponden con intensidades altas de luz, alrededor de 400 Langley por día, por lo tanto una intensidad de 300 Langleys por día estaría por debajo de lo óptimo. Para Quepos, los valores mensuales de radiación aparecen en el cuadro 2 y son apropiados para este cultivo. Esto siendo la densidad de siembra 143 palmas/ha (9 m x 7,8 m).

Cuadro 2.
RADIACIÓN SOLAR EN EL PACÍFICO CENTRAL (4 AÑOS)

Mes	Langley	Mes	Langley
Enero	370	Julio	335
Febrero	395	Agosto	360
Marzo	395	Setiembre	325
Abril	395	Octubre	335
Mayo	355	Noviembre	320
Junio	330	Diciembre	340

SUELOS

La palma prospera en suelos con elevada fertilidad, ricos en elementos nutritivos y en materia orgánica. La palma africana se adapta a pH del suelo entre 4,5 y 7,5. Niveles altos de calcio intercambiable pueden ocasionar problemas en la absorción de cationes. Los mejores suelos para la palma son los limosos profundos y deben ser bien drenados.

Se deben evitar los suelos con texturas extremas: los de textura arcillosa, por lo general, ocasionan problemas de drenaje; los de texturas muy gruesas o arenosas tienen problemas de retención de agua y pobre balance nutricional.

No se debe plantar este cultivo en terrenos a elevaciones menores de 3 msnm.

Características botánicas del cultivo

CLASIFICACIÓN BOTÁNICA

El científico Hutchinson ha clasificado la palma aceitera de la siguiente manera:

División: Fanerogamas
Tipo: Angiosperma
Clave: Monocotiledóneas
Orden: Palmales
Familia: Palmaceae
Tribu: Coccoinea
Género: *Elaeis* (*Guineensis* y *Oleifera*)

DESCRIPCIÓN DEL CULTIVO

Raíz

En la palma aceitera las raíces se originan a partir de un **bulbo** en la base del tallo. Existen raíces primarias, secundarias, terciarias y cuaternarias.

El sistema de raíces es esencialmente superficial, concentrándose la mayoría de éstas en los primeros 150 cm del suelo.

Tronco

El tronco o tallo se origina en un **punto de crecimiento único** ubicado en la parte central que tiene forma cónica y consistencia suave y comienza a desarrollarse hacia los 3 años.

Hojas

Las hojas (5 a 7 m) poseen un pecíolo angosto en su extremo y ancho en la base donde además presenta espinas gruesas en los bordes. Tiene también, dos filas de políolos que se insertan a diferentes ángulos y a diferentes niveles.

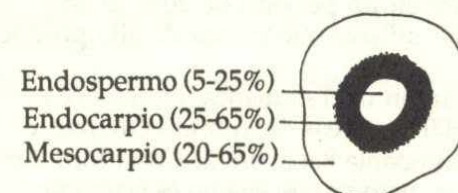
Inflorescencias

Las inflorescencias femeninas pueden estar conformadas por 200 a 2500 flores pistiladas y las masculinas formadas por muchas espigas largas donde producen abundante polen (25 a 30 g por inflorescencia).

Fruto

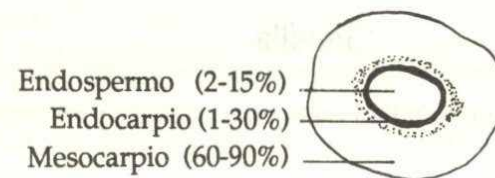
El fruto de la palma es una **drupa de forma ovoide**, con 3 a 5 cm de largo y consta de: epidermis (epicarpio), mesocarpio, endocarpio (cáscara dura) y endospermo o almendra (*Ver figura 1*).

Figura 1
FORMA DEL FRUTO DE LA PALMA ACEITERA



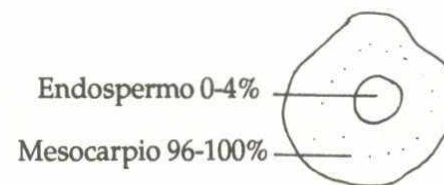
Endospermo (5-25%)
Endocarpio (25-65%)
Mesocarpio (20-65%)

1. Dura



Endospermo (2-15%)
Endocarpio (1-30%)
Mesocarpio (60-90%)

2. Tenera



Endospermo 0-4%
Mesocarpio 96-100%

3. Pisífera



Variedades

El material de ascendencia africana de origen **yangambi**, producido por NIFOR, es conocido por su rápido crecimiento y por la gran altura del estipe que dificulta la cosecha, sin embargo produce más temprano que otras Téneras.

Disponer de un material de alto rendimiento potencial es una cosa determinante, aunque insuficiente, como se ha podido comprobar en los últimos años a raíz de los problemas que se han presentado en la cosecha de las palmas cuando alcanza ciertas alturas. En varias situaciones, se han observado pérdidas muy importantes que pueden pasar del 50% de la producción efectiva; las pérdidas se relacionan directamente con el crecimiento rápido y excesivo de los árboles y la gran variación de alturas, ya que el cortador deja de cosechar, las palmas de mayor altura. Se ha visto así lotes de quince años de edad casi abandonados. Esto es de suma importancia cuando se planea una explotación ya que el reembolso del préstamo ocurre en un período de 20 a 25 años, por lo que resulta fundamental utilizar selecciones de alta productividad y lento crecimiento.

En Sixaola, cantón de Talamanca, en los años 1978 y 1979 fueron plantadas 600 hectáreas del híbrido *Oleífera x Guineensis* producido por la Compañía Bananera de Costa Rica. Actualmente están en producción, pero su cosecha no es económica, porque el porcentaje de extracción de aceite es muy bajo.

Semilla

Las fuentes de semilla Ténera en Costa Rica y en otros países se citan a continuación:

Agricultural Services and Development, División de la United Fruit Company (ASD de Costa Rica S.A. Apdo 30-1000 Edificio Numar).

Institut de Recherches pour les Huiles et Oléagineux (IR-HO) B P 5035, 34032 Cedex Mompillie, Francia.

Departement du Centre de Cooperation Internationale en Recherche Agronomique pour le Developpement (CIRAD), Unilever, Malasia (tiene información sobre material propagado vegetativamente).

PORIM - Research Station P.O Bos 106220. Kinala Lumpur, Malasia, Harrisons and Crossfiel, Malasia.

Socfin-Bélgica.

Nigerian Institute for Oil Palm Research (NIFOR), Ciudad de Benin, Nigeria. PMB 1030.

Plantations Pamol du Cameroun Limited. B.P. 5489, AKWA Douala United Republic of Cameroun, Africa.

Es muy importante pedir información a las compañías productoras de semillas y comprar a la que tenga más años de estar seleccionando materiales de acuerdo con características de producción como: cantidad de racimos y contenido de aceite, grado de crecimiento longitudinal, porcentaje alto de ácidos grasos no saturados y la resistencia a fusariosis.

El principal problema para poder hacer importaciones de semilla de palma de Africa, es que allí existe la enfermedad de la palma *Fusarium oxysporium* Schal F. sp. elaidis; si el tratamiento rutinario de preparación de la semilla no se realiza adecuadamente, dicha enfermedad podría transmitirse en ellas. Por lo tanto sólo puede importarse aquella semilla que tenga certificado fitosanitario por fusariosis.

No es aconsejable el uso de semillas de más de 10 meses de edad.

PROPAGACIÓN Y VIVERO

Para la germinación, las semillas de palma africana necesitan un período de sesenta a ochenta días, a una temperatura entre 38 y 40°C y una humedad de 22%. Por esta razón, las semillas de esta especie son sometidas a un proceso que consiste en calentar las semillas, que anticipadamente se colocaron en agua hasta el punto de imbibición en que alcanzan 22% de humedad, en un cuarto con condiciones controladas a temperatura de 40°C durante un mes, en bolsas plásticas selladas con quinientas unidades, para mantener la humedad de 22%.

En general, la germinación de un lote de semilla se completa después de un mes a partir de la finalización del período de calentamiento y están listas para ser sembradas en los viveros entre los quince a veintidós días después de que el embrión ha sido emitido.

CANTIDAD DE SEMILLA PARA PLANTAR UNA HECTÁREA

Bajo condiciones normales, se estiman necesarias doscientas semillas pregerminadas por hectárea, considerando las pérdidas del vivero y la selección de las mejores plántulas. En la práctica, del total de semillas germinadas, se obtiene un 80% de plantas aptas para el trasplante.

Antes de la fecha de siembra del vivero, en el lugar escogido debe instalarse un sistema de riego, cuyas líneas principales deben ser enterradas en zanjas de 30 cm de ancho y 60 de profundidad.

Generalmente se aconseja diseñar el **vivero de forma rectangular**, en donde la línea principal sea la mitad del total de las líneas de riego.

Las hileras de bolsas se disponen grupos de seis, bajo el sistema de pata de gallo. Suponiendo una distancia triangular de 90 cm, la distancia entre líneas sería de 77,94 cm y el área ocupada por planta es 0.77 m².

Generalmente, las semillas se siembran en bolsas plásticas (una por bolsa) de 45 x 55 cm y de 15 mm de espesor, con perforaciones. Uno de los aspectos más importantes en un vivero de palma, es la utilización de suelo fértil superficial, con una textura buena y con contenido alto de materia orgánica.

Una vez distribuidas las bolsas en el lugar del vivero, se debe proveer sombra a las palmitas, hasta los dos o tres meses de edad, pero en ningún caso la reducción de la luz debe ser superior al 60%.

La necesidad de riego, depende del ambiente, pero generalmente se debe aplicar un promedio de 8 mm por día, según la edad de la planta, de acuerdo al cuadro 3.

Cuadro 3
REQUERIMIENTOS DE AGUA EN EL VIVERO

Edad de la plántula (meses)	Agua sobre superficie (mm)	ml/bolsa/día
0-4	6	300
5-8	8	400
8-14	10	500

FERTILIZACIÓN DEL VIVERO

En cuanto a la fertilización de las plántulas en el vivero, se recomienda suplirlas con los nutrientes mayores mediante una fertilización básica y aplicar cantidades adicionales de nutrientes individuales, en función con las características de los suelos que se usan en las bolsas o de acuerdo a los síntomas de deficiencia observados.

Como recomendación general, se puede utilizar una fórmula fertilizante 15-15-5-4 para los primeros cuatro meses y desde el quinto mes aumentar el suministro de potasio con la fórmula 12-12-17-2. En forma alterna se puede aplicar solo nitrógeno hasta el estado de quinta hoja en aplicaciones foliares usando un urea (7-14 g en 5 litros de agua).

Los fertilizantes se aplican después de un mes de edad de la planta hasta los cinco meses cada semana; posteriormente, una aplicación por mes es suficiente en el cuadro 4. Se presenta una guía para fertilizar las plantas en el vivero.

Cuadro 4
**CANTIDAD DE FERTILIZANTES A UTILIZAR
EN VIVEROS DE PALMA AFRICANA**

Edad en meses	Frecuencia por mes	Sulfato de magnesio	Fertilizante Fórmula	Cantidad (g)
1	4		15-15-6-4	1*
2	4		15-15-6-4	1
3	4		15-15-6-4	1
4	4		15-15-6-4	1
5	1		12-12-17-2	10
6	1	10	12-12-17-2	15
7	1	15	12-12-17-2	15
8	1	15	12-12-17-2	30
9	1	30	12-12-17-2	30
10	1	30	12-12-17-2	35
11	1	30	12-12-17-2	35
12	1	30	12-12-17-2	35
13	1	30	12-12-17-2	40
14	1	30	12-12-17-2	40

* Se disuelve en 5 litros de agua para 100 plantas.

Es una práctica común en los viveros dejar crecer la plántula hasta los doce meses, cuando alcanza una altura de 1,30 m, edad con que se lleva al campo definitivo.

Antes de llevar las palmas del vivero al campo definitivo, se debe realizar una selección rigurosa de las plántulas, con base en su conformación, desarrollo y anormalidades genéticas.

Preparación del terreno

ARADO

Con esta labor se logra el volteo de los prismas de la tierra lo que ayuda al control de enfermedades, malezas, evita la compactación. La labor tiene que realizarse entre 30-40 cm de profundidad. Algunos agricultores usan rastras pesadas pero la profundidad alcanzada es menor. Lo que se requiere en suelos dedicados previamente a la ganadería o granos básicos, muy compactados es ser seguidos de un sub-solado de 35 a 40 cm en condiciones de suelo seco.

LABORES

Luego lo que sigue es dar posteriores laboreos para conservar el agua y eliminar las malezas del suelo mediante cultivadas de púas o escardillos.

ESTABLECIMIENTO DE COBERTURAS

Es muy ventajoso la implantación de coberturas de leguminosas como *Pueraria phaseoloides* ó de raquis desfrutados en las entrelíneas, la cobertura controla las malas hierbas y mejora la fertilidad y evita la erosión.

Para establecer las leguminosas se hace necesario la preparación mecanizada del suelo como se mostró anteriormente.

El Kudzú ó *P. phaseoloides* se siembra en dos surcos gemelos a 60 cm y una calle entre ellos de 2,60 m. Después de la germinación, se aplica una mezcla de paraquat más diurón (Gramoxone, 1 l/ha más Karmex, 2 kg/ha) en la entrecalle para mantenerla limpia. Para esta práctica se requiere de 8 kg de semilla de *Pueraria*.

La semilla de Kudzú debe sembrarse con inoculante. Para ello se mezclan 400 g de inoculante con 30 g de molibdato de amonio y 30 g de hierro, disuelto en 600 ml de agua y se adicionan lentamente sobre 80-120 kg de semilla escarificada.

Para escarificar la semilla de Kudzú se trata con ácido sulfúrico concentrado un día antes de la siembra o se trata con agua caliente 39°C durante 12-24 horas.

Un buen manejo de estas coberturas permite el establecimiento durante muchos años aún cuando las palmas están completamente desarrolladas.

CULTIVOS INTERCALADOS

Existe la posibilidad (no es una buena práctica) de intercalar entre la palma cultivos estacionales de porte bajo, tales como frijoles, soya o maíz o tubérculos. Estos cultivos deben plantarse en las interlíneas orientadas de este a oeste, para mejor aprovechamiento de la luz. En Nigeria cuando se sembró soya por un año entre las palmas, la cosecha de palma disminuyó en 3%. Bajo ninguna circunstancia es aconsejable transitar con maquinaria pesada ya que compacta la capa superficial del suelo y perjudica considerablemente el desarrollo de las palmas. La presencia de animales vacunos en las plantaciones de palma son muy perjudiciales ya que producen podas muy profundas de las hojas y compactan el suelo.

SIEMBRA

Necesidad de infraestructura para grandes plantaciones.

Red de caminos

Es sumamente importante, por el tonelaje a transportar (entre 20 y 30 t/ha/ año) y por la frecuencia de los ciclos (cada ocho a catorce días), cualquiera que sea la estación. En la estación lluviosa, el 40% del total de la fruta fresca producida durante junio, julio y agosto, meses de mucha lluvia, lo que hace necesario contar con muy buenos caminos.

El trazado estandar de la red de carreteras llamado **kilométrica**, es la que ofrece la mayor facilidad para la realización y los controles de los trabajos de explotación: comprende carreteras orientadas de norte a sur y de este a oeste, cada kilómetro que limitan bloques de 100 ha y tres caminos de cosecha intermediarios de este a oeste cada 250 m que delimitan parcelas de 25 hectáreas.

Drenaje

Las aguas freáticas superficiales son bien aprovechadas por las raíces de las palmas jóvenes; sin embargo en las palmas adultas serán un obstáculo que incide en el desarrollo en profundidad de las raíces, las cuales no desarrollarían más allá de 3,5 a 4 m.

Para fijar el curso de los drenajes principales, se debe hacer un estudio de nivelación; el sistema de subdrenajes podría seguir el curso del sistema de transporte, para minimizar los puentes. En regiones de alta precipitación y suelos aluviales costaneros es importante construir un drenaje de 2,5 m de boca, 0,5 m de plan a 1,5 m de profundidad a cada 75 ó 100 mts de distancia uno de otro.

DISPOSITIVO DE SIEMBRA

La palma africana es un árbol que exige una **insolación máxima**; ésto se logra disponiendo la plantación en el sistema de tres bolillos o pata de gallo, en este sistema de triángulo equilátero cada árbol estará a la misma distancia de los seis árboles que lo rodean. Con la disposición en triángulo equilátero de 9 m de lado, la distancia entre las líneas es de 7,80 m y la distancia entre palmas de una misma hilera es de 9 m.

En condiciones adecuadas promedio de lluvia, insolación y suelo, la densidad óptima, bajo la disposición de triángulo equilátero, es de ciento cuarenta palmas por hectárea.

Es muy importante que la siembra se inicie en el mes de abril o mayo, al inicio de las lluvias, para que las plantas desarrollen un sistema radical vigoroso y se adapten más fácilmente a la nueva condición.

Las resiembras se pueden hacer a los doce meses y no más allá.

La primera operación cuando se tiene el suelo preparado, es estaquillar el campo siguiendo el patrón de disposición y distancias requeridas; luego se procede a cavar los huecos que son unos 6 cm más anchos en radio que el adobe de la planta. La profundidad de la cavidad debe ser tal que el cuello de la palma coincida con la superficie del suelo. Se añade al fondo del hueco 250 g de triple superfosfato y se mezcla con tierra o se tapa. Se procede a echarle tierra tomada de la parte superficial del suelo y luego se compacta para que quede igual de compactada al suelo natural.

Manejo de la plantación

NUTRICIÓN Y USO DE FERTILIZANTES

Las investigaciones en nutrición de palma ha sido intensamente estudiada en muchos países por muchos años. Algunas generalizaciones en este respecto sumarizadas por Foster (Advances in Oil Palm Nutrition); quien dice que las respuestas a la aplicación de fertilizantes dependen de:

- Edad de la palma
- Densidad de la plantación
- Drenaje del suelo
- Textura o consistencia del suelo
- Pendiente del suelo
- Obstrucción de las raíces
- Materia orgánica en el suelo
- Lluvia anual y distribución
- Energía solar

Análisis foliares es una buena guía solamente para estimar requerimientos de fertilizantes cuando los factores ambientales arriba mencionados pueden ser cuantificados. Los resultados de los ensayos de fertilización tienen que ser adecuados para una región.

Una baja radiación solar puede reducir el número de inflorescencias femeninas y con esto podría reducir los nutrientes requeridos para la producción de racimos.

Excesos de drenaje forman escorrentía que puede lixiviar nutrientes especialmente nitrógeno y potasio.

Teniendo en consideración los aspectos antes mencionados se puede generalizar que en plantaciones entre cuatro a nueve años de edad, es deseable que la hoja N° 17 tenga los siguiente porcentajes del nutriente (en base seca) (Ver cuadro 5).

Cuadro 5
NIVELES CRÍTICOS DE LOS MACRONUTRIMENTOS PARA PALMA
Y LOS CARACTERÍSTICOS DE LOS SUELOS DE QUEPOS

Macronutriente	Nivel crítico (%)
nitrógeno	2,70
fósforo	0,16
potasio	1,20
magnesio	0,28
azufre	0,20

Según resultados obtenidos en ensayos realizados en suelos aluviales costaneros de Costa Rica se puede decir que en palmas jóvenes se debe aplicar las cantidades siguientes:

56 kg/ha de nitrógeno puro
11 kg/ha de fósforo puro
56 kg/ha de potasio puro

Y en plantaciones de más de cinco años con altos rendimientos de racimos/ha se recomienda duplicar las cantidades anteriormente recomendadas.

MALEZAS

El mantenimiento de la palma en estado juvenil es sumamente importante. Para evitar la competencia de las malas hierbas alrededor de la palma, se mantiene un círculo libre de malezas de 1,5 a 2,5 m de radio. Esta labor se realiza a mano o con herbicidas.

Los herbicidas utilizados en rodajas y en áreas sin cobertura son mezclas de Paraquat y Diuron en dosis de 2 lts y 2 kg/ha de producto comercial respectivamente.

Para el control de gramíneas en áreas cubiertas de leguminosas utilizar Fusilade en dosis de 1,3, 1 y 1,5 litros por/ha de producto comercial respectivamente.



Hábitos de producción

La palma aceitera comienza a producir frutos comerciales a los 18 meses de edad, su capacidad de rendimiento aumenta en los próximos cuatro años y se nivela a los cinco años (Ver cuadro 6).

A medida que los árboles crecen, la cosecha es cada vez más costosa.

El momento en que el racimo está maduro puede ser identificado por el desprendimiento de frutos (coyoles) y por el cambio de color rojo brillante o rojo oscuro.

La recolección de la fruta se realiza en ciclos periódicos cada ocho o catorce días, de acuerdo con la edad de la palma.

La corta de los racimos en plantaciones jóvenes se hace con chuzas. En las plantaciones de más de diez años de edad se necesita también escalera, o se pueden usar cuchillos curvos o cuchillos malayos, pero el costo de la cosecha siempre es similar ya sea que se use chuzas o cuchillo de Malasia.

Para cortar fruta se necesita un cortador por cada quince hectáreas y cada hombre cosecha un promedio de 2,3 toneladas de fruta fresca por día.

RENDIMIENTO DE ACEITE POR HECTÁREA

En Costa Rica a partir de 1978 ocurrió un cambio de plantaciones DURA por plantaciones TENERA lo que ha dado origen a un aumento drástico en el rendimiento de aceite por hectárea, en la precocidad e incremento de los rendimientos (Ver cuadro 6).

Cuadro 6
RENDIMIENTO (TM/HA) Y PORCENTAJE DE ACEITE REFINADO Y DE NUECES
EN LOS RACIMOS DE PALMA DE VARIEDADES MEJORADAS

EDAD PALMA (meses)	T.M. DE RACIMOS en:	% ACEITE EN LOS RASIMOS	% NUECES EN LOS RASIMOS
18-30	6	23-26	10
30-42	12	23-26	10
42-54	18	23-26	10
54-76	22	23-26	10
76-88	25	23-26	10

TRANSPORTE

Para el transporte de racimos es frecuente el uso de mulas, bueyes, carretillos y cables para halar la fruta de dentro de la plantación hacia los caminos principales y de ahí ser transportados en carretas de volteo, camiones y trailers, a la planta extractora de aceite crudo, y de aquí en trailers cisternas hasta la planta refinadora de aceite.

Dentro de la plantación cada mula lleva dos canastas con compuerta de descarga. Se estima que se necesita una mula por cada cuarenta hectáreas.

PODA

Al final de la estación lluviosa se deben **eliminar todas las hojas y racimos que funcionalmente no son útiles** a la palma y que por su número dificultan la labor de corta, ya que la eliminación de hojas que se hace en la cosecha, no contempla la corta de las hojas que dan origen a las inflorescencias maculinas o las que han sufrido aborto de la inflorescencia.

Enfermedades y Plagas

Las principales enfermedades y plagas de Centro América se detallan a continuación:

PRINCIPALES ENFERMEDADES Y PLAGAS DE LA PALMA ACEITERA EN CENTRO AMERICA

Enfermedades en:	Nombre común	Causa	Parte de la palma atacada	Control
<u>La semilla</u>	Embrión café	<u>Fusarium sp.</u>	Embrión	Método seco de germinación
		<u>Penicillium sp.</u>		Dithane + Benlate
		<u>Aspergillus sp.</u>		Semillas bien peladas
	Schizophyllum	<u>Schizophyllum commune</u>	Embrión	Método seco de germinación Dithane + Benlate. Semillas bien peladas
<u>Plántulas de vivero</u>	Mancha curvularia	<u>Curvularia sp.</u>	Hojas	Buenas prácticas agronómicas Dithane + Benlate
	Mancha Pestalotiopsis	<u>Pestalotiopsis sp.</u>	Hojas	
	Mancha Helminthosporium	<u>Helminthosporium sp.</u>	Hojas	
	Podredumbre del cogollo	Desconocida	Hojas jóvenes	
<u>La plantación</u>	Hoja arqueada	Genética	Hojas	No necesario
	Pestalotiopsis	<u>Pestalotiopsis sp.</u>	Hojas	Control insectos
	Fumagina	No determinado	Hojas	No necesario
<u>La plantación</u>	Podredumbre del cogollo	Desconocida	Hojas jóvenes	No hay
	Podredumbre letal del cogollo	Desconocida	Hojas jóvenes	Uso de Híbrido O x G
	Podredumbre basal seca	<u>Ceratocystis (Thielaviopsis) paradoxa</u>	Tallo	Eliminar palma enferma
	Podredumbre basal húmeda	Desconocida	Tallo	Eliminar palma enferma
	Podredumbre apical del racimo	<u>Sclerotium rolfsii</u>	Racimo	Ciclos adecuados, eliminación racimos enfermos
	Podredumbre del fruto	<u>Rhizophus sp.</u>	Fruta	Ciclos de cosecha adecuados
<u>Insectos</u>	Picudo	<u>Rhynchophorus palmarum</u>	Base tallo cogollo	Eliminación palmas infestadas
	Gusano de túnel	<u>Stenoma cecropia</u>	Hojas	Insecticida, si no hay control biológico
	Gusano opsiphanes	<u>Opsiphanes cassaina</u>	Hojas	Insecticida, si no hay control biológico
	Gusano montura	<u>Euclea diversas; Sibine apicalis</u>	Hojas	Insecticida, si no hay control biológico
	Oruga automerpiis	<u>Automerpiis sp.</u>	Hojas	No necesario
	Escarabajo	<u>Strategus aloeus</u>	Base palma joven	Endrin: 0.02%
	Zompopo	<u>Atta cephalotes</u> <u>Acromyrex octospinosus</u>	Hoja	Paramex
	Escama	<u>Aspidiotus destructor</u>	Frutos	No necesario

Descripción general de los procesos para la extracción de aceite de palma y de sus condiciones de operación

ESTERILIZACIÓN

La esterilización, la primera etapa del proceso de extracción, tiene dos objetivos primordiales:

1. La inactivación de la lipasa o enzima responsable de la acidificación del aceite y
2. La aceleración del proceso de ablandamiento del pedúnculo de unión de los frutos con su soporte natural (raquis).

Esta etapa del proceso se lleva a cabo generalmente mediante un sometimiento de los racimos al vapor de agua en recipientes cilíndricos horizontales o verticales, en donde dos variables tienen especial importancia; la temperatura y el tiempo del tratamiento. La magnitud de estas variables depende del tamaño de los racimos y del grado de madurez de los mismos.

Un ciclo típico de esterilización se puede componer en la siguiente forma:

- | | |
|-------|--|
| 5 | Minutos para purga de aire |
| 15/20 | Minutos para llegar a las máximas condiciones de temperatura y presión |
| 25/40 | Minutos de tiempo a las máximas condiciones |
| 10/15 | Minutos para descargue y recargue del esterilizador |

El desalojo o purga completo de aire de los esterilizadores es muy importante en la conducción de esta etapa del proceso, con la cual se asegura que la presión indicada por el manómetro corresponde íntegramente a la presión de vapor y, por tanto, a una temperatura determinada según la curva de saturación del mismo.

Infortunadamente, aún no se ha encontrado una solución conveniente para lograr una esterilización continua, como sí ha ocurrido con las otras etapas del proceso, de tal manera que su operación está sometida con frecuencia a la imprecisión y a las fallas que sobrevienen por la operación manual. Sin embargo, es posible programar la esterilización mediante el uso de válvulas

neumáticas o eléctricas comandadas a distancia por mecanismos temporizadores ajustables. Por su costo, este tipo de instalaciones solo puede justificarse en fábricas de gran tamaño.

Con el fin de minimizar las pérdidas de aceite y mantener una buena eficiencia en la esterilización, ésta debe realizarse en lo posible en seco, es decir evacuando los condensados de vapor en la medida en que éstos se produzcan.

No es conveniente sobrepasar una temperatura de proceso de 125°C (corresponde a una presión de vapor saturado de 2,5 kg/cm²), con el fin de evitar la oxidación del aceite y, por consiguiente, el deterioro de su calidad.

Con un ciclo adecuado de esterilización se logra normalmente un desfrutamiento aproximado del 99.5% de los frutos contenidos en los racimos.

En la etapa de esterilización se consume aproximadamente el 50% del total del vapor utilizado en la fábrica.

DESFRUTAMIENTO

En las plantas extractoras modernas de aceite de palma, se encuentra muy extendido el uso de desfrutadores de tambor rotatorio. Este tipo de equipos es muy versátil en cuanto a la capacidad se refiere y es suficiente cuando su diseño ha sido correctamente establecido y se le opera en forma continua y homogénea.

De lo contrario, las pérdidas ocasionadas por un desfrutamiento deficiente pueden ser muy importantes e incidir definitivamente sobre el rendimiento general de la institución.

Las faltas de uniformidad en la alimentación al desfrutador son causa de sobrecargas instantáneas dentro del tambor y de un mal funcionamiento del mismo; de ahí la necesidad de regularla de acuerdo con la capacidad de la sección de extracción.

Un control permanente de los frutos restantes sobre raquis permite la verificación del funcionamiento no solo del desfrutador sino también de la esterilización.

DIGESTIÓN Y PRENSADO

En esta etapa del proceso se realiza la extracción misma del aceite del pericarpio o pulpa del fruto.

Para obtener una buena extracción y un correcto funcionamiento de las secciones siguientes del proceso debe tenerse en cuenta lo siguiente:

- Es necesario mantener el digestor permanentemente lleno. Nunca a menos de 3/4 de su altura total, con el fin de lograr una buena maceración de los frutos. Una forma de controlar el llenado es colocando un amperímetro sobre una de las líneas de fuerza del motor del digestor y vigilando que se mantenga una carga mínima, fijada con antelación, de acuerdo con la experiencia. La disminución de dicha carga puede ocurrir por un descenso en el nivel del llenado o también por un desgaste en las paletas de maceración (que en este caso deben ser cambiadas), o por una ebullición eventual del líquido. El amperaje del motor será mayor en los digestores en los cuales se efectúa una evacuación de aceite antes del prensado, aunque ello no se efectúa generalmente cuando se usan prensas de tornillo continuo.
- Es indispensable un control efectivo y constante de la presión sobre los conos de descargue de las prensas de tornillo, pues de lo contrario habrá un aumento en la cantidad residual de aceite en la torta. Los fabricantes, para cumplir con este objetivo, equipan sus prensas con un dispositivo automático de control de presión.
- La cantidad de agua caliente agregada en la extracción debe controlarse estrictamente con lo cual se asegura una extracción eficiente por una parte y, además, se obtiene una dilución adecuada del aceite crudo, de manera que se facilite la clarificación. La experiencia indica que una buena dilución es aquella en la cual los "sólidos no aceitosos" (SNA) no representa más del 6% en peso sobre la fracción acuosa del aceite crudo; ni menos del 5% sobre la misma base.

Si las condiciones de operación de la sección de digestión y prensado son adecuadas, se puede conseguir un valor residual de aceite de fibras (sobre materia seca no aceitosa) inferior a 7.5%.

CLARIFICACIÓN

La sección de clarificación del aceite crudo y de recuperación del aceite residual en las aguas lodosas requiere de un diseño

básico y de una operación altamente eficientes y confiables para evitar, a toda costa, la pérdida de un producto que se ha procurado extraer con los mayores rendimientos en las etapas anteriores. La clarificación se compone básicamente de:

- Desarenamiento estático y tamizado de aceite crudo.
- Recalentamiento previo y separación por decantación estática de los dos constituyentes principales del crudo: aceite y aguas lodosas.
- Sedimentación estática del aceite clarificado.
- Purificación eventual del aceite por centrifugación.
- Deshidratación y enfriamiento del aceite y luego bombeo a los tanques de almacenamiento.
- Recalentamiento y desarenamiento de las aguas lodosas mediante centrifugación con hidrociclones.
- Tratamiento centífugo de las aguas lodosas para separación del aceite residual.

La operación de la clarificación debe ser completamente continua durante la jornada de funcionamiento de la fábrica. La discontinuidad implica un desajuste en las condiciones óptimas de trabajo, y por consiguiente, un aumento en las pérdidas.

La dilución del aceite crudo entrando a la clarificación debe ser tal que corresponda a la siguiente composición aproximada en volumen:

Aceite	35%
Lodos ligeros	5%
Agua	35%
Lodos pesados	25%

Una menor dilución es causa de un aumento en la viscosidad del medio y por tanto de mayor dificultad para la separación de las dos fases (agua y aceite).

Por el contrario, una dilución mayor de la indicada causaría la formación de una entrecapa importante de lodos ligeros entre las dos fases, como consecuencia del ascenso dentro del agua de cierta materia coloidal contenida en crudo, al mismo tiempo con el aceite. La temperatura del agua de dilución agregada no debe ser inferior a 95°C o de lo contrario se corre el riesgo de hacer una emulsión y de incrementar la viscosidad de líquido medio.

En vista del efecto tan importante que tiene la viscosidad sobre el proceso de clarificación, es necesario un riguroso control de las temperaturas en cada paso, así:

En el separador continuo	95 - 100°C
En las aguas lodosas de alimentación al separador centrífugo (aprox.)	100°C
En sedimentador estático de aceite	90-95°C
En el deshidratador de aceite de tipo atmosférico	105 °C

PALMISTERÍA

La palmistería es la sección de fábrica destinada a recuperar las almendras del fruto. Comprende básicamente los siguientes pasos:

- Secado de nueces
- Desfibración de nueces
- Clasificación y ruptura de las nueces
- Separación de almendras
- Secado y empaque de almendras (palmiste)

Un secado adecuado para las nueces antes de la ruptura es uno de los factores importantes para lograr una recuperación eficiente de palmiste. En general, es necesario, mantener un control permanente sobre los siguientes puntos durante la operación de palmistería.

- La velocidad del aire en la columna vertical del desfibrador neumático, cuyo exceso produce el arrastre de las nueces más pequeñas junto con las fibras y si es deficiente no conduce a una buena separación de estas últimas.
- El período de permanencia de las nueces dentro del silo, para un funcionamiento normal, debe encontrarse entre 16 y 20 horas.
- La velocidad de los trituradores centrífugos debe ajustarse periódicamente de acuerdo con el tamaño de las nueces.
- La velocidad del aire en el sistema neumático de separación de polvo de la mezcla triturada, también requiere un ajuste preciso, como en el caso del desfibrador.

- Para una buena separación de las almendras y de las cáscaras es necesario que se determine y se controle la presión del agua en los hidrociclones de separación o si se usa el sistema de baño de arcilla un chequeo permanente de la densidad del mismo.
- La temperatura del aire de secado en el silo de almendras, cuando se emplean silos cilíndricos verticales, se encuentra entre 65°C en la parte superior y unos 40°C en la parte inferior, con un promedio de 50 a 55°C. Una temperatura mayor de 70°C produce oscurecimiento de las almendras y desfavorece la calidad de las mismas.

La mejor forma de examinar en un momento dado las condiciones de trabajo de la palmistería es llevar a cabo un análisis rápido de la mezcla que sale de los trituradores. Los resultados obtenidos pueden interpretarse en la siguiente forma general de acuerdo con los promedios de norma establecidos:

- Un exceso de nueces enteras significa un mal funcionamiento de los trituradores, entre otras causas por un deficiente ajuste de la velocidad.
- Un exceso de trozos de almendras adheridas a los cuescos (endocarpo) hace presuponer un mal secado de las nueces.
- Un exceso de almendras rotas indica demasiada presión en las prensas o eventualmente excesiva velocidad de los trituradores.

Aunque otras causas pueden intervenir en el resultado de este análisis las que se han citado pueden considerarse como principales.

Este manual se imprimió en el mes de abril de 1991 en el Departamento de Publicaciones de la UNED. Su edición consta de 1000 ejemplares, impresos en papel bond 75 gramos con forro de cartulina barnizable.
Estuvo al cuidado de la Dirección Editorial de la UNED.

Confección de artes: *Freddy Chacón T.*

Corrección: *A cargo de los autores*

Digitación de textos: *A cargo del MAG. Colaboraron también
Margarita Jiménez R. y Libia Madriz O.*