



SECRETARÍA DE DESARROLLO RURAL

www.campeche.gob.mx @CAMPECHEPROGRESA

EN **CAMPECHE**
VAMOS POR NUESTRO
PROGRESO



ESTUDIO PARA DETERMINAR ZONAS DE ALTA POTENCIALIDAD DEL CULTIVO DE COCO (*Cocos nucifera* L.) PARA EL ESTADO DE CAMPECHE



Dr. José Francisco Juárez López
Dr. Lorenzo Armando Aceves Navarro
Dr. José Jesús Obrador Olán
M.C. Rigoberto González Mancilla
M.C. Nubia Nitzel Torres Rosas
Ing. Matías Hernández Gómez



Campus Tabasco

TOMO IV-2012



**ESTUDIO PARA DETERMINAR ZONAS DE ALTA
POTENCIALIDAD DEL CULTIVO DE COCO (*Cocos nucifera* L.)
PARA EL ESTADO DE CAMPECHE**



GOBIERNO DEL ESTADO DE CAMPECHE

DIRECTORIO

LIC. FERNANDO EUTIMIO ORTEGA BERNÉS
Gobernador Constitucional del Estado de Campeche

LIC. JORGE HUMBERTO SHIELDS RICHAUD
Secretario de Coordinación

LIC. MARÍA LUISA SAHAGÚN ARCILA
**Secretaria de Administración e Innovación
Gubernamental**

DR. EVERARDO ACEVES NAVARRO
Secretario de Desarrollo Rural

ARQ. MARIO HURTADO ESCALANTE
Responsable de la Unidad de Inversión

MC. CESAR BARRIOS PACHECO
**Coordinador Ejecutivo y Apoderado Legal
de FIDESUR**



COLEGIO DE POSTGRADUADOS

DIRECTORIO

DR. JESÚS MONCADA DE LA FUENTE

Director General

DR. RAÚL GERARDO OBANDO RODRÍGUEZ

Secretario Académico

LIC. ROLANDO RAMOS ESCOBAR

Secretario Administrativo

DR. PONCIANO PÉREZ HERNÁNDEZ

Director de Educación

DR. JUAN ANTONIO VILLANUEVA JIMÉNEZ

Director de Investigación

DR. MIGUEL CABALLERO DELOYA

Director de Vinculación

CAMPUS TABASCO

DIRECTORIO

DR. CARLOS FREDY ORTIZ GARCÍA

Director

DR. CÉSAR JESÚS VÁZQUEZ NAVARRETE

Subdirector de Educación

DR. ÁNGEL MARTÍNEZ BECERRA

Subdirector de Investigación

DR. JOSÉ FRANCISCO JUÁREZ LÓPEZ

Subdirector de Vinculación

CPA. MARÍA GABRIELA MARTÍNEZ QUINTANA

Subdirectora de Administración



CONTENIDO

I.	INTRODUCCIÓN	1
II.	OBJETIVOS	2
III.	ORIGEN DEL COCO	2
IV.	CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA DEL COCO.....	3
V.	DESCRIPCIÓN BOTÁNICA DEL COCO	4
5.1	Descripción de la palma de coco	6
5.1.1	Raíz.....	6
5.1.2	Tallo	6
5.1.3	Hoja.....	7
5.1.4	Fruto.....	7
VI.	PRODUCCIÓN MUNDIAL DE COCO (<i>Cocos nucifera</i> L.).....	8
VII.	PRODUCCIÓN Y RENDIMIENTO NACIONAL DEL COCOTERO EN MÉXICO.....	12
VIII.	REQUERIMIENTOS AGROCLIMÁTICOS	15
IX.	REQUERIMIENTOS EDAFOLÓGICOS	16
X.	TECNOLOGÍA DE PRODUCCIÓN DEL CULTIVO DE COCO	16
10.1	Propagación y establecimiento	16
10.1.1	Selección de la semilla.....	16
10.1.2	Vivero.....	17
10.1.3	Semillero (almácigo)	18
10.1.4	Germinación.....	18



10.1.5 Cuidados del almacigo.....	18
10.1.6 Embolsado de plántulas.....	19
10.1.7 Trasplante	19
10.1.8 Distanciamiento de la plantación.	20
10.1.9 Ahoyado.....	21
10.1.10 Época de trasplante	21
10.1.11 Siembra.....	21
10.1.12 Fertilización.....	22
10.1.13 Riego.....	24
10.1.14 Cultivos asociados	25
10.2 Plagas y enfermedades	26
10.2.1 Mayate prieto (<i>Rynchophorus palmarum</i> L.)	26
10.2.1.1 Biología y hábitos.....	27
10.2.1.2 Síntomas:.....	27
10.2.1.3 Control	28
10.2.2 Anillo Rojo (<i>Bursaphelenchus cocophilus</i>).....	29
10.2.3 Amarillamiento letal del cocotero (ALC)	30
10.2.3.1 Síntomas.....	31
10.2.3.2 Control	32
10.2.4 Chicharra pálida (<i>Mynduscrudus</i> , Van Duzee).....	32
10.2.4.1 Biología	32
10.2.5 Acaro del cocotero (<i>Eriophyes guerrerensis</i>).....	32
10.2.5.1 Biología	32
10.2.5.2 Síntomas.....	33



10.2.5.3 Control	33
10.3 Cosecha.....	35
10.4 Perspectiva industrial del coco.....	39
10.4.1 Mercado nacional del coco	41
XI. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA METODOLOGÍA.....	45
XII. REQUERIMIENTOS BIOCLIMÁTICOS DEL CULTIVO DE COCO (<i>Cocos nucifera</i> L.).....	47
12.1 Inventario climático	48
12.1.1 División climática	48
12.1.2 Período de crecimiento	48
12.2 Inventario edafológico	49
12.2.1 División edafológica	49
12.3 Fuentes de información.....	49
12.3.1 Información climática	49
12.3.2 Información edafológica.....	50
12.3.3 Información cartográfica.....	50
XIII. ESTIMACIÓN DEL RENDIMIENTO POTENCIAL PARA EL CULTIVO DE COCO (<i>Cocos nucifera</i> L.).....	50
XIV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	54
XV. CONCLUSIONES	57
XVI. BIBLIOGRAFÍA	59
XIX. ANEXOS.....	68



ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1.	Características fenológicas del coco alto y enano.....	5
Cuadro 2.	Superficie cosechada (ha) de los principales países productores de coco (<i>Cocos nucifera</i> L.).....	9
Cuadro 3.	Producción (toneladas) de los principales países productores de coco (<i>Cocos nucifera</i> L.).....	9
Cuadro 4.	Superficie cosechada (ha) de los principales países productores de coco (<i>Cocos nucifera</i> L.) en América.....	10
Cuadro 5.	Producción (toneladas) de los principales países productores de coco (<i>Cocos nucifera</i> L.) en América.....	11
Cuadro 6.	Rendimiento (t ha ⁻¹) de países productores de coco (<i>Cocos nucifera</i> L.).....	11
Cuadro 7.	Superficie sembrada (ha) en los Estados productores de coco en México.....	13
Cuadro 8.	Superficie cosechada (ha) en los Estados productores de coco en México.....	13
Cuadro 9.	Producción (t) en los estados productores de coco en México.....	14
Cuadro 10.	Rendimientos (t ha ⁻¹) en los estados productores de coco en México.....	14
Cuadro 11.	Requerimientos agroclimáticos óptimos y absolutos para el desarrollo de coco (<i>cocos nucifera</i> L.).....	15
Cuadro 12.	Requerimientos edafológicos óptimos y absolutos para el desarrollo de coco (<i>cocos nucifera</i> L.).....	16
Cuadro 13.	Espaciamiento en el cultivo de cocotero de acuerdo a tipo, arreglo y densidad.....	20
Cuadro 14.	Niveles críticos de nutrientes en hojas de Cocotero. (En porcentaje de Materia Seca).....	23



Cuadro 15. Cantidad de fertilizante a aplicar en cocotero de diferentes edades.....	23
Cuadro 16. Principales nutrientes del cocotero, funciones y síntomas en caso de deficiencia	24
Cuadro 17. Fases de desarrollo del cocotero y posibles asociaciones (ciclos de vida del cocotero).	26
Cuadro 18. Métodos culturales para el control de plagas en el cultivo de coco	34
Cuadro 19. Agroquímicos utilizados en el control de plagas.....	34
Cuadro 20. Composición promedio del albumen antes y después del secado.	38
Cuadro 21. Principales países productores, importadores y exportadores de aceite de coco.....	40
Cuadro 22. Valor de producción (Miles de pesos).....	42
Cuadro 23. Precio Medio Rural de coco en México (\$/t).....	42
Cuadro 24. Precios del coco en diversas centrales de abasto (precios del 10 de agosto de 2011).....	43
Cuadro 25. Empresas dedicadas a la comercialización de subproductos del cocotero.....	43
Cuadro 26. Variables seleccionadas para definir áreas de alta potencialidad para el cultivo coco en el estado de Campeche.	47
Cuadro 27. Diferentes potenciales expresados como superficie y de manera porcentual para el cultivo de coco (<i>Cocos nucifera</i> L.) en el estado de Campeche.....	54
Cuadro 28. Subunidades de suelos aptos para el cultivo de coco en el estado de Campeche.....	55
Cuadro 29. Municipios del estado de Campeche con zonas edafoclimáticas potenciales para el cultivo de coco.	56
Cuadro 30. Rendimiento potencial ($t \text{ ha}^{-1}$) para el cultivo (<i>Cocos nucifera</i> L.), en los municipios del estado de Campeche.	57



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Distribución natural y pre-colombina artificial del coco (<i>Cocos nucifera</i> L.). La región interna de menor tamaño representa el área de origen aparente; la región externa de mayor tamaño representa la distribución artificial antes de 1500 D.C.....	3
Figura 2. <i>Cocos nucifera</i> L.....	5
Figura 3. Producción mundial (expresada en porcentajes) de <i>Cocos nucifera</i> L.....	10
Figura 4. Trazado para siembra a 8 x 8 x 8 metros en arreglo al tresbolillo	21
Figura 5. Trampa “CSAT”	29
Figura 6. Cosecha del coco.	37
Figura 7. Extracción de copra.	37
Figura 8. Utensilios de cocina elaboradas en cáscara de coco.	41
Figura 9. Metodología simplificada de la zonificación agroecológica para el cultivo de coco (<i>Cocos nucifera</i> L.).....	46



ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Ubicación geográfica de las estaciones meteorológicas en el estado de Campeche.....	68
Anexo 2. Requerimientos Agroclimáticos del cultivo de coco (<i>Cocos nucifera</i> L.).....	70
Anexo 3. Requerimientos Edafológicos del cultivo de coco (<i>Cocos nucifera</i> L.).....	70
Anexo 4. Zonas con alto potencial agroclimático para el cultivo de coco (<i>Cocos nucifera</i> L.) en el estado de Campeche.....	71
Anexo 5. Zonas con alto potencial edafológico para cultivar coco (<i>Cocos nucifera</i> L.) en el estado de Campeche.....	72
Anexo 6. Zonas con alto potencial edafoclimático para cultivar coco (<i>Cocos nucifera</i> L.) en el estado de Campeche.....	73



I. INTRODUCCIÓN

El cocotero es una palmera típicamente tropical que prospera en tierras bajas como son las costas del Pacífico y del Golfo de México; abarcan una superficie de 313 mil kilómetros cuadrados, equivalente al 15% del territorio nacional. El cultivo del cocotero cubre una superficie de 158 mil hectáreas, de las cuales dependen más de 56 mil familias que viven directamente del cultivo; además de ser una fuente de ingreso para cerca de 20 mil trabajadores que viven de las labores del proceso de producción del cultivo y de las actividades relacionadas con la industria de la transformación (COLIMA-SEDER, 2005).

El coco es la palmera más cultivada en el mundo; existen 11, 864,344 hectáreas de cocotero, que tienen una producción de 61, 708,358 toneladas, rubros en los cuales México ocupa el décimo y octavo lugar a nivel mundial, respectivamente; mientras que en el continente americano ocupa el segundo lugar en ambas categorías. La palma de coco también es considerada una de las plantas alimenticias más importantes por los múltiples productos y subproductos que se obtienen de ella, haciéndola un cultivo de relevancia económica (FAO, 2009).

A nivel nacional las oportunidades de mercado en el corto y mediano plazo, están relacionadas con la pulpa (fresca o deshidratada), el agua, la fibra y el carbón. Sin embargo, estos productos no se producen a los niveles que se requieren (González, 2006). Además, existe una creciente demanda de aceite de coco a nivel mundial, la cual no puede ser satisfecha con los rendimientos actuales.

En este sentido, el gobierno del estado de Campeche, en conjunto con algunas instituciones de investigación tiene el objetivo de identificar las zonas de alto potencial para el cultivo del coco, como una opción de uso de la tierra.



Para tal propósito se realizó un estudio de Zonificación Agroecológica a fin de brindar información confiable al productor para invertir en el establecimiento del cultivo de coco (*Cocos nucifera* L.).

II. OBJETIVOS

- ❖ Realizar la zonificación del cultivo de coco (*Cocos nucifera* L.) en el estado de Campeche mediante la determinación de zonas con alta potencialidad productiva.
- ❖ Elaborar un mapa donde se indiquen las zonas con alta potencialidad productiva para el cultivo de coco (*Cocos nucifera* L.).

III. ORIGEN DEL COCO

El vocablo coco proviene del portugués “cocu”, que sugiere una *cara de mono*. El nombre específico "nucifera" deriva del latín y significa portador de nueces (McCurrach, 1970, citado por Granados y López, 2002). Su origen es incierto, aunque hay consenso en que su origen se ubica en Asia, específicamente en la región Indo-Malaya en el Pacífico Occidental (Parrota, 1993; Lizardo 2003; FHIA, 2008); partiendo del descubrimiento restos fósiles del Mioceno de *C. zeylandia* en Nueva Zelanda y restos fósiles de *C. nucifera* en Nueva Guinea (de más de 4,000 años de edad) y restos fósiles en Vanatu de más de 5,000 años de edad (Buckley and Harries, 1984).

El coco es una especie pantropical que crece en sitios apropiados entre los 26° N y S (Parrota, 1993). Los primeros registros de coco en Costas del Pacífico se remontan al año 1514. En costas mexicanas algunos autores reportan su introducción desde Panamá en 1539 y otros de Cabo Verde y Santo Domingo a



las Costas del Golfo de México, las Islas Salomón y las Islas Filipinas en la Costa del Pacífico (Buckley and Harries, 1984; Zizumbo y Peñero, 1998; Zizumbo *et al.*, 1993).

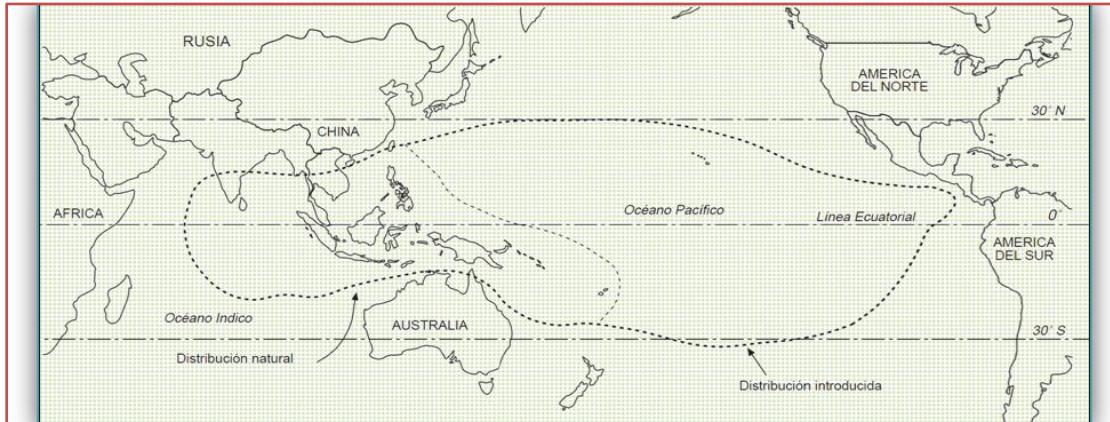


Figura 1. Distribución natural y pre-colombina artificial del coco (*Cocos nucifera* L.). La región interna de menor tamaño representa el área de origen aparente; la región externa de mayor tamaño representa la distribución artificial antes de 1500 D.C. Fuente: (Parrota, 1993)

IV. CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA DEL COCO

La palma de coco pertenece a la familia Aracaceae, a la subfamilia Cocoideae, la cual incluye 27 géneros y 600 especies; es la única especie del género *Cocos*, de la cual se han desarrollado diferentes variedades y ecotipos. Es una especie monocotiledónea, en términos rigurosamente botánicos, el cocotero no es un árbol, ya que su tallo no es una auténtica corteza, ramas, tejido vascular ni desarrollo secundario, características distintivas de las dicotiledóneas. Es una especie diploide con 32 cromosomas ($2n = 2x = 32$) (Perera *et al.*, 2010; Carías, 2006; IPGRI, 1994).

Según Lizano (2000), el cocotero (*Cocos nucifera* L.) se clasifica botánicamente como:



Clase: Monocotyledoneae

Orden: Palmales

Familia: Aracaceae

Subfamilia: Cocoideae

Género: Cocos

Especie: *Nucifera*

V. DESCRIPCIÓN BOTÁNICA DEL COCO

De acuerdo a la altura de la planta, podemos encontrar palmas altas y palmas enanas (Perera *et al.*, 2010; Prabhakaran, 2010; PGRI, 1994):

- ❖ **Palmas altas.** Son ampliamente cultivadas tanto para uso comercial como doméstico. Normalmente son alógamas y por lo tanto son consideradas heterocigotas.
- ❖ **Palmas enanas.** Se cree son mutantes de las palmas altas, comparadas con las de tipo alto tiene una corta vida productiva de 30 a 40 años. Se auto fecundan y por lo tanto se consideran homocigotas.

Las principales diferencias (Cuadro 1) entre estos dos tipos de palmas son: la tasa de alargamiento del tronco y el diámetro que es por lo menos dos veces más rápida y dos veces mayor, en alta que en la enana. Esto último le da un área de sección transversal de dos o más cuádruples (Prabhakaran, 2010).

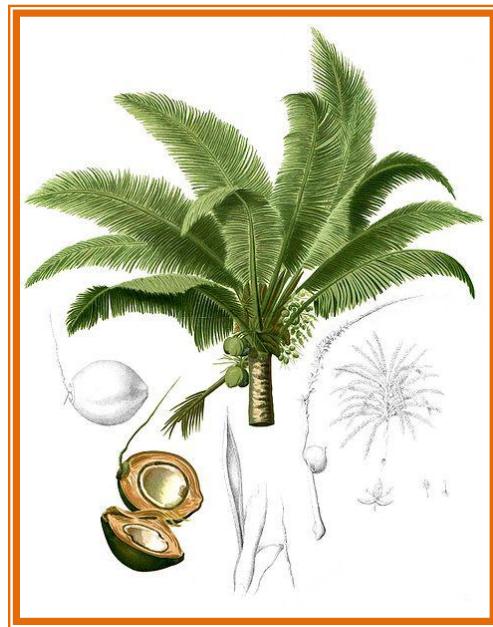


Figura 2. *Cocos nucifera* L. Fuente: Wikimedia, 2011

Cuadro 1. Características fenológicas del coco alto y enano.

CARÁCTER	TIPO ALTO	TIPO ENANO
Altura	Alta (20-30 m)	Baja (10-15 m)
Formación de tronco en base de tallo	Si	No
Inicio de floración	6-8 años	3-4 años
Vida productiva	Larga (aproximadamente 100 años)	Corta (aproximadamente 40 años)
Frutos secos/ palma/año	En promedio 40	En promedio 100
Copra cantidad y calidad	200 g/fruto, buena calidad	80– 100 g/fruto, baja calidad
Condiciones de crecimiento	Variable	Sensible a los cambios climáticos

Fuente: Perera *et al.*, 2010.



5.1 Descripción de la palma de coco

5.1.1 Raíz

El sistema radicular del cocotero es fasciculado, completamente fibroso lo que hace que la palma resista a los vientos. Presenta raíces adventicias que se producen continuamente en los 40 cm báslas del tronco conformando una parte abultada conocida como “bola” en los tipos de palmas altas. El cocotero presenta a nivel radical tres tipos de raíces; primarias, secundarias y terciarias; las raíces primarias miden aproximadamente de 4-5 mm de diámetro, las secundarias menos de 4 mm y hasta 2mm y las terciarias > 2 mm, estas últimas tienen como función principal, absorber nutrientes; las raíces primarias y secundarias la de sostén de la planta así como de la absorción del agua, crecen hacia abajo y pueden extenderse lateralmente hasta de 10 m. Las raíces activas se localizan en un radio de 2 m del tronco a una profundidad entre los 0.2 a 0.8 m, dependiendo de la profundidad efectiva del suelo y de la profundidad del nivel friático (Prabhakaran, 2010; FHAI, 2008; COLIMA-SEDER, 2005; Vidhana, 1998; Lizardo, 1993; Thampan, 1982).

5.1.2 Tallo

El tronco es columnar, recto o ligeramente curvado, un poco más grueso en la base, marcado en forma irregular por las cicatrices que dejan las hojas viejas al desprenderse, se desarrolla a partir de una yema terminal llamada “cogollo”, único punto de crecimiento vegetativo de la planta, en el extremo superior del tallo se encuentra un penacho de hojas agrupadas y racimos de cocos. En condiciones favorables la base ó crecimiento del tronco alcanza su desarrollo completo en un periodo de 3 a 4 años. Debido a que el tronco no posee tejido meristemático no engruesa, sin embargo, las variaciones en la disponibilidad de agua inducen cambios en el diámetro del tronco. En los tipos de palma alta, la base del tronco llega a medir hasta 80 centímetros de diámetro, disminuyendo rápidamente hasta 40 centímetros a la altura del pecho, una vez formado el tronco el diámetro no cambia mucho.



El crecimiento en altura, depende además de la edad de la planta de las condiciones ecológicas. El alargamiento promedio del tallo es de 50 centímetros a un metro por año hasta los 10 años; de allí de 30 a 50 centímetros y en edades de 25 años en adelante, el crecimiento puede ser menor de 25 centímetros por año (COLIMA-SEDER, 2005; IPGRI, 1994; Lizardo, 1993).

5.1.3 Hoja

La hoja del cocotero es de tipo pinnada y está formada por un peciolo que casi circunda el tronco, continua un raquis del cual se desprenden de 200 a 300 folíolos. En las variedades altas, la hoja puede pesar entre 10.0 y 12.0 kg. El largo de la hoja puede alcanzar los 6 metros y es menor al aumentar la edad de la planta. En condiciones ambientales favorables una planta adulta de cocotero de la variedad alto emite de 12 a 14 hojas por año, y la variedad enana puede emitir hasta 18 hojas en el mismo período, la copa presenta de 25 a 30 hojas (COLIMA-SEDER, 2005; IPGRI, 1994; Santos, 1998; Lizardo, 1993).

Posee inflorescencias paniculadas, axilares, protegidas por una bráctea llamada espada, la espada se desarrolla de 3 a 4 meses, después se abre y libera las espigas. Cada espiga posee flores masculinas en los dos tercios terminales y femeninas en el tercio basal. En los cocoteros altos las flores masculinas se abren antes que las femeninas estén receptivas, induciendo así la polinización cruzada. En el caso de los enanos la apertura es simultánea, por tanto hay un porcentaje alto de autofecundación (COLIMA-SEDER, 2005; IPGRI, 1994; Santos, 1998; Lizardo, 1993).

5.1.4 Fruto

El fruto es una drupa cubierta de fibras, de 20 a 30 centímetros con forma ovoidal, pudiendo llegar a pesar hasta 2.5 kilogramos, su color puede ser amarillento, marrón o verde se encuentra formado por una epidermis lisa y bajo este por un exocarpo espeso (también conocido como estopa) de la cual se extrae fibra. Al interior se encuentra el endocarpio que es una capa fina y dura de color marrón



llamada hueso o concha, envuelto por él se encuentra el albumen sólido o copra que forma una cavidad grande donde se aloja el albumen líquido también conocido como agua de coco. El embrión se encuentra próximo a dos orificios del endocarpio, envuelto por el albumen sólido.

Entre la polinización y maduración de la fruta pueden transcurrir 12 meses completos. En altitudes más altas en los trópicos, la tasa de retraso en la maduración será en proporción a la disminución de la temperatura media por debajo de la media costera de 28° C. Después de 6 meses, el fruto alcanza su tamaño máximo y su vacuola se llena de agua, que es el endospermo líquido. A partir de entonces, el volumen de la vacuola disminuye a medida que se forma la capa interna de la cáscara. Una forma de detectar la madurez de la fruta, es por la entrada del aire en la vacuola, el cual puede oírse como si “salpicara” cuando se mueve el fruto. Sin embargo, factores como un gran déficit de presión de vapor atmosférica, la pérdida temprana de agua, pueden provocar un chapoteo interior antes de su madurez. En ese caso, se debe evitar la interpretación de la salpicadura como un indicador de la madurez. Tanto la temperatura estacional y déficit de agua en el suelo parecen influir en la forma de la concha dentro de la fruta. (Prabhakaran, 2010; Fhai, 2008; COLIMA-SEDER, 2005; Lizano, 2000; Müller, 2000).

VI. PRODUCCIÓN MUNDIAL DE COCO (*Cocos nucifera* L.)

En el mundo existen 11, 864,344 hectáreas de cocotero con una producción de 61, 708,358 toneladas de coco. 11 de los 92 países productores de coco tienen el 91% de la superficie cultivada, entre ellos México (Cuadro 2). El 92% de la producción mundial, es generado por tan solo diez países, siendo los principales países productores Indonesia y Filipinas, en conjunto generan un 60% de la producción total (Cuadro 3 y Figura 3). (FAOSTAT, 2011). Las grandes superficies cultivadas en países asiáticos se debe a que el cocotero (en la mayoría de ellos) es el segundo en importancia (generación de ingresos) asociado generalmente



con otras fuentes de ingreso, motivo por el cual se ha generado una cooperación intergubernamental a nivel sectorial (SAGARPA, 2005).

Cuadro 2. Superficie cosechada (ha) de los principales países productores de coco (*Cocos nucifera* L.).

Países	2005	2006	2007	2008	2009
Filipinas	3, 243,280	3, 337,380	3, 359,780	3, 379,740	3, 401,500
Indonesia	2, 710,000	2, 650,000	2, 900,000	2, 950,000	3, 231,710
India	1, 935,000	1, 946,800	1, 940,000	1, 903,000	1, 903,000
Tanzania	656,350	622,273	679,886	663,933	676,821
Sri Lanka	394,840	394,840	394,840	394,840	394,840
Brasil	290,515	289,815	283,205	287,016	284,058
Tailandia	265,402	258,187	255,697	245,725	237,882
P. Nueva Guinea	195,000	198,000	199,000	210,000	216,000
Malasia	175,000	173,000	172,000	174,000	166,400
México	169,000	164,100	171,000	178,500	155,713
Vietnam	119,300	119,700	119,300	121,100	121,500
Resto del mundo	1, 037,479	1, 041,861	1, 054,200	1, 038,568	1, 074,920
TOTAL MUNDIAL	11, 191,166	11, 195,956	11, 528,908	11, 546,422	11,864344

Fuente: FAOSTAT, 2011

Cuadro 3. Producción (toneladas) de los principales países productores de coco (*Cocos nucifera* L.)

	2005	2006	2007	2008	2009
Indonesia	18, 250,000	17, 125,000	19, 625,000	195, 000,00	21, 565,700
Filipinas	14, 824,600	14, 957,900	14, 852,900	15, 319,500	15, 667,600
India	8, 829,000	10, 190,000	10, 894,000	10, 894,000	10, 148,000
Sri Lanka	1, 911,610	2, 116,240	2, 131,800	2, 210,800	2, 099,000
Brasil	3, 118,940	2, 978,220	2, 831,000	2, 759,040	1, 973,370
Tailandia	1, 870,980	1, 815,390	1,721640	1, 483,930	1, 380,980
Vietnam	977,200	1, 000,700	1, 034,900	1, 095,100	1, 128,500
México	1, 166,800	1, 132,300	1, 167,000	1, 246,400	1, 004,710
P. Nueva Guinea	651,000	651,000	783,000	910,000	930,000
Tanzania	459,339	456,625	506,918	568,499	577,099
Resto del mundo	5, 648,641	5, 474,015	5, 524,784	5, 495,792	5, 233,399
TOTAL MUNDIAL	57, 708,110	57, 897,390	61, 072,942	61, 483,061	61, 708,358

Fuente: FAOSTAT, 2011

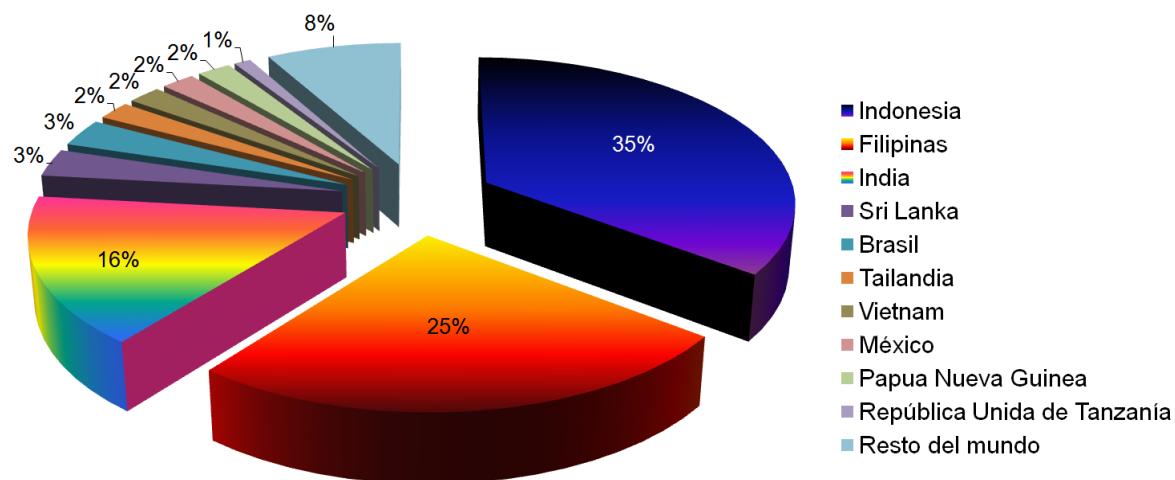


Figura 3. Producción mundial (expresada en porcentajes) de *Cocos nucifera* L., elaboración propia con datos obtenidos de FAOSTAT (2011).

En América, hay un total de 32 países productores de coco. Los tres países con mayor superficie cosechada son: Brasil, México y República Dominicana (Cuadro 4); los cuatro principales países productores son: Brasil, México, Jamaica y Venezuela (Cuadro 5), generan el 85% de la producción cocotera en el continente. Ubicándose Brasil y México en primero y segundo lugar respectivamente, sin embargo, si comparamos sus volúmenes de producción con los grandes productores asiáticos estos son bajos.

Cuadro 4. Superficie cosechada (ha) de los principales países productores de coco (*Cocos nucifera* L.) en América.

	2005	2006	2007	2008	2009
Brasil	290,515	289,815	283,205	287,016	284,058
México	169,000	164,100	171,000	178,500	155,713
República Dominicana	35,363	35,000	35,000	34,000	34,000
Jamaica	46,642	57,000	51,000	36,442	31,949
Cuba	27,808	24,218	34,163	30,844	22,850
Venezuela	17,144	18,177	17,498	14,442	15,000
Guyana	15,606	14,000	13,708	14,900	14,752
Haití	8691	8147	13800	12938	11343
Colombia	15343	16500	16000	11521	10818
Otros	47904	50413	47470	45839	44354
TOTAL	674,016	677,370	682,844	666,442	624,837

Fuente: FAOSTAT, 2011



Cuadro 5. Producción (toneladas) de los principales países productores de coco (*Cocos nucifera* L.) en América.

	2005	2006	2007	2008	2009
Brasil	3,118,940	2,978,220	2,831,000	2,759,040	1,973,370
México	1,166,800	1,132,300	1,167,000	1,246,400	1,004,710
Jamaica	265,600	310,500	265,600	201,266	163,002
Venezuela	146,926	173,397	190,668	154,109	160,000
Otros	719,302	741,420	721,502	679,012	603,305
TOTAL	5,417,568	5,335,837	5,175,770	5,039,827	3,904,387

Fuente: FAOSTAT, 2011

La FAO reporta para el año 2009 un rendimiento mundial para el cultivo coco de 5.20 t ha⁻¹ y para el continente Americano un rendimiento de 6.25 t ha⁻¹. Los mayores rendimientos no han sido obtenidos por los principales productores mundiales, los cuales apenas sobrepasan el rendimiento mundial (Cuadro 6).

Los rendimientos mínimos reportados no sobrepasan la tonelada por hectárea, tales es el caso de países como Islas Wallis y Futuna, Niue, Tuvalu y Sierra Leona . En el continente americano los rendimientos mínimos sobrepasaron la tonelada de coco por hectárea, siendo estos Martinica (1.36 t ha⁻¹) y Guadalupe (1.99 t ha⁻¹).

Cuadro 6. Rendimiento (t ha⁻¹) de países productores de coco (*Cocos nucifera*).

País	2005	2006	2007	2008	2009
El salvador	12.33	12.31	12.50	12.50	12.51
Perú	15.68	14.64	13.05	12.47	12.01
Puerto Rico	13.38	13.33	13.23	12.94	11.96
Singapur	10.47	10.20	10.87	10.93	11.13
China	9.34	9.03	9.13	10.46	10.94
Venezuela	8.57	9.54	10.90	10.67	10.67
Vietnam	8.19	8.36	8.67	9.04	9.29
Honduras	7.95	7.93	8.59	8.62	9.26
Surinam	7.46	6.36	9.16	11.04	8.12
Myanmar	9.11	9.39	9.68	9.98	8.08
Colombia	7.03	7.00	6.88	7.18	7.58
Islas Salomón	7.50	7.53	7.92	8.64	7.53
Costa Rica	6.50	6.37	6.44	6.75	7.32



Continuación del Cuadro 6. Rendimiento ($t\ ha^{-1}$) de países productores de coco (*Cocos nucifera* L.).

País	2005	2006	2007	2008	2009
Tonga	7.90	7.16	7.22	7.22	7.07
Nauru	6.70	6.66	7.33	7.72	6.98
Brasil	10.74	10.28	10.00	9.61	6.95
Pakistán	5.45	5.47	7.44	7.61	6.68
Indonesia	6.73	6.46	6.77	6.61	6.67
Côte d'Ivoire	7.29	4.28	4.57	7.33	6.61
México	6.90	6.90	6.82	6.98	6.45
Ecuador	6.54	6.54	6.56	6.40	6.35
Tokelau	5.90	5.86	6.46	6.81	6.17
India	4.56	5.23	5.62	5.72	5.33
Filipinas	4.57	4.48	4.42	4.53	4.61
MUNDIAL	5.16	5.17	5.30	5.32	5.20
AMÉRICA (GLOBAL)	8.04	7.88	7.58	7.56	6.25

Fuente: FAOSTAT, 2011

VII. PRODUCCIÓN Y RENDIMIENTO NACIONAL DEL COCOTERO EN MÉXICO

En México las regiones de mayor potencialidad para el cultivo de coco son aquellas de clima tropical húmedo y subhúmedo, específicamente las que se localizan en las costas del Pacífico y del Golfo de México; abarcan una superficie de 313 mil kilómetros cuadrados, equivalente al 15% del territorio nacional. Guerrero, Jalisco, Michoacán, Morelos, Nayarit, Oaxaca, Sinaloa, Quintana Roo, Veracruz y Yucatán son los principales productores de coco (SAGARPA, 2005).

Las mayores superficies sembradas y cosechadas se localizan en la Costa del Pacífico, desde Sinaloa hasta Chiapas, sobresaliendo por su importancia Sinaloa, Michoacán y Oaxaca; en lo referente a la Costa del Golfo de México y Costa del Caribe, las plantaciones comerciales van desde el centro del Estado de Veracruz hasta los límites de Quintana Roo con Belice, siendo los estados de mayor



superficie Yucatán, Quintana Roo y Veracruz (cuadros 7 y 8) (SIAP, 2011; SAGARPA, 2005).

Cuadro 7. Superficie sembrada (ha) en los Estados productores de coco en México.

Estado	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Baja California S.	17	17	27	29	34	35
Guerrero	247	282	301	281	301	301
Jalisco	1,403	1,414	1,409	1,443	1,443	1,443
Michoacán	3,244	3,307	3,320	3,319	3,322	3,338
Morelos	1	1	1	1	1	1
Nayarit	932	922	989	989	970	888
Oaxaca	1,695	1,724	1,544	1,544	1,561	1,561
Quintana Roo	253	253	1,058.00	899	667	738
Sinaloa	4,450	3,382	4,107	4,107	4,107	4,107
Veracruz	466	466	466	472	470	470
Yucatán	838	705	686	672	775	761
TOTAL	13,547	12,473	13,908	13,756	13,651	13,643

Fuente: SIAP, 2011

Cuadro 8. Superficie cosechada (ha) en los Estados productores de coco en México.

Estado	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Guerrero	247	282	301	281	301	301
Jalisco	1,403	1,407.00	1,403.00	1,430.00	1,430.00	1,430.00
Michoacán	3,241	3,242.00	3,318.00	3,308.00	3,306.00	3,338.50
Morelos	1	1	0.5	1	1	1
Nayarit	876	922	989	981	960	881
Oaxaca	1,690	1,724.00	1,536.00	1,536.00	1,552.00	1,553.00
Quintana Roo	235	253	621	628	507	728
Sinaloa	4,450	3,377	4,107	4,107	4,107	4,107
Veracruz	466	466	466	472.58	470	470
Yucatán	370.5	303.5	369.85	483	520	505
TOTAL	12,979.5	11,977.5	13,111.3	13,227.5	13,154.00	13,314.5

Fuente: SIAP, 2011

Los Estados con mayor producción son: Michoacán, Jalisco y Oaxaca (cuadro 9); Sinaloa a pesar de poseer la mayor superficie nacional, sembrada y cosechada,



tiene menor de producción que Yucatán, estado en el cual se obtienen los máximos rendimientos, seguido de Jalisco y Oaxaca (cuadro 10).

Cuadro 9. Producción (t) en los estados productores de coco en México.

Estado	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Guerrero	2,471	2,905	3,163	2,832.50	3,126.00	3,165.63
Jalisco	22,118	24,151	24,191	23,106	22,782	22,866
Michoacán	32,723	31,861	32,091	28,190	27,035	26,009
Morelos	12	10	8	7	6	7
Nayarit	7,886.2	8,344	11,838.6	7,969.90	8,931.66	6,964.99
Oaxaca	19,862	19,670	17,765	19,764	19,406	21,972.2
Quintana roo	1,175	1,265	3,105.99	2,319.30	1,946.60	3,881.00
Sinaloa	6,675	5,065.50	4,711.00	6,140.50	6,137.40	5,941.50
Veracruz	6,100.5	2,691	1,392	2,293	1,479.95	5,857.60
Yucatán	7,145.5	6,268.60	7,124.60	9,617.20	9,949.00	10,215.4
TOTAL	106,168	102,231	105,390	102,239	100,800	106,880

Fuente: SIAP, 2011

Cuadro 10. Rendimientos ($t ha^{-1}$) en los estados productores de coco en México.

Estado	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Guerrero	10	10.3	10.51	10.08	10.08	10.52
Jalisco	15.76	17.16	17.24	16.16	16.16	15.99
Michoacán	10.1	9.83	9.67	8.52	8.52	7.79
Morelos	12	10	16	7	7	7
Nayarit	9	9.05	11.97	8.12	8.12	7.91
Oaxaca	11.75	11.41	11.57	12.87	12.87	14.15
Quintana Roo	5	5	5	3.69	3.69	5.33
Sinaloa	1.5	1.5	1.15	1.5	1.5	1.45
Veracruz	13.09	5.78	2.99	4.85	4.85	12.46
Yucatán	19.29	20.65	19.26	19.91	19.91	20.23
PROMEDIO	8.18	8.54	8.04	7.73	7.73	8.03

Fuente: SIAP, 2011.



VIII. REQUERIMIENTOS AGROCLIMÁTICOS

El cocotero requiere climas cálidos y húmedos, sin grandes variaciones de temperatura, con un intervalo de temperatura anual promedio de 27°C a 35°C. Los promedios de temperaturas máximas deben de ser de 40 °C y los promedios de temperaturas mínimas de 23.5°C. Debajo de 20°C hay un efecto negativo en el funcionamiento fisiológico de la planta, el cual se manifiesta con el aborto de flores o inflorescencias; mencionado efecto también puede presentarse por un bajo porcentaje de humedad relativa (< 60%).

El cocotero requiere de una precipitación mínima de 1,500 milímetros anuales, así como de vientos constantes que no excedan de 15 kilómetros por hora (FHAI, 2008; Carías, 2006; COLIMA-SEDER, 2005; Parrota, 1993). Los requerimientos óptimos y absolutos para el buen crecimiento, desarrollo y producción del cocotero se muestran en la Cuadro 11.

Cuadro 11. Requerimientos agroclimáticos óptimos y absolutos para el desarrollo de coco (*cocos nucifera* L.).

REQUERIMIENTO	OPTIMO		ABSOLUTO	
	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo
Temperatura (°C)	22	34	14	38
Precipitación anual (mm)	1200	2400	650	4000
Zona climática (Köppen)	Tropical húmedo y seco (Aw), Tropical húmedo (Ar)			
Latitud	-	-	10	26
Altitud	-	-	-	1500
Fotoperiodo	Días cortos (menos de 12 horas), días neutrales (12-14 horas), días largos (más de 14 horas)			
Intensidad de la luz	Muy brillante	Muy brillante	Muy brillante	Cielos nublados

Fuente: FAO-ECOCROP, 2011



IX. REQUERIMIENTOS EDAFOLÓGICOS

Los suelos aptos para el coco son aquellos que presentan texturas livianas (de frances a arenosos), aluviales, profundos (más de 1 metro), con una capa freática superficial de 1 a 2 metros de profundidad. Aunque también se adapta bien a los suelos donde la capa freática es salina, debido a su gran demanda de cloro, por ello es uno de las pocas plantaciones que puede verse en las playas o en su cercanía (Cuadro 12) (Lizano, 2000; FHAI, 2008; Carías, 2006; COLIMA-SEDER, 2005; Parrota, 1993).

Cuadro 12. Requerimientos edafológicos óptimos y absolutos para el desarrollo de coco (*cocos nucifera* L.).

REQUERIMIENTO	Optimo	Absoluto
pH del suelo	5 a 8	4.3 a 8.7
Profundidad del suelo	Profundos (mayor a 150 cm)	Medianos (50 a 150 cm)
Textura del suelo	Mediana, ligera	Pesada, Mediana, ligera
Fertilidad del suelo	Moderada	Baja
Salinidad del suelo	Baja (<4 dS/m)	Media (4 a 10 dS/m)
Drenaje del suelo	Bueno (periodos secos)	Bueno (periodos secos)

Fuente: FAO-ECOCROP, 2011

X. TECNOLOGÍA DE PRODUCCIÓN DEL CULTIVO DE COCO

10.1 Propagación y establecimiento

10.1.1

10.1.2 Selección de la semilla

Para realizar una eficiente selección de semilla es necesario buscarlas de plantas, que produzcan el mayor número de nueces por año con rendimientos constantes en períodos iguales. Estas son las llamadas plantas madres, escogidas de



acuerdo a sus características típicas varietales, y con registros de producción (FHAI, 2008).

Aspectos a considerar la elección de semillas de buena calidad para la propagación del coco (*Cocos nucifera* L.), (FHAI, 2008):

- ❖ Escoger plantas con producción promedio de cien nueces al año
- ❖ Cosechar a mediados de la estación seca. Los cocos así recogidos tienen mayor porcentaje de germinación.
- ❖ Separar los cocos de semilla de aquellos que estén completamente maduros.
- ❖ Seleccionar frutos que han alcanzado la madurez completa. Esto se consigue de 9 a 12 meses después de la fecundación de las flores.
- ❖ Utilizar las nueces de tamaño normal. No sirven para semillas los frutos demasiado grandes, ni los muy pequeños.

10.1.3 Vivero

Para la selección del terreno donde estableceremos el vivero, es necesario tomar en consideración las siguientes características (IPGRI- COGENT, 2011):

- ❖ Abierto;
- ❖ Nivelado;
- ❖ Bien drenados;
- ❖ tener suelo ligero o textura media que facilite las operaciones agrícolas;
- ❖ Fuente de agua cercana, sin posibilidad de ser inundados;
- ❖ Lejos de fuentes potenciales de plagas de insectos y enfermedades de coco, por ejemplo, aserraderos, pila de troncos en descomposición, vertedero de estiércol animal, etc.
- ❖ Fácil acceso y cerca del terreno donde se va a plantar.



10.1.4 Semillero (almácigo)

Para el semillero es necesario elaborar camas, cuya estructura se recomienda sea construida con materiales de la zona, deben medir aproximadamente 1.20 m a 1.50 m de ancho. Es importante utilizar una capa de arena cuando los suelos son pesados. Las semillas se entierran dos terceras partes de su tamaño situándolas horizontalmente. La longitud y número de hileras varía de acuerdo a las necesidades de la plantación; no es necesario fertilizar el semillero, ya que la germinación se realiza con las reservas que contiene la propia semilla; el semillero se debe cubrir de tal forma que se permita el paso de un 50% de luz durante los primeros meses (IPGRI- COGENT, 2011; FAO, 2008).

Durante el tiempo que las plántulas permanecen en el semillero, se recomienda ir preparando el terreno (despejado, arado y rastrillado) donde se hará la plantación definitiva.

10.1.5 Germinación

El tiempo de germinación, varía de acuerdo a la variedad de coco y de la temperatura ambiente, inicia cuando el fruto del cocotero alcanza la madurez fisiológica, que es cuando el embrión empieza a desarrollarse. Cuando el cotiledón sufre un alargamiento penetra por el micrópilo, desarrollándose después la plúmula (tallo) y la radícula (raíz). Por lo general el período desde el inicio de la germinación hasta la emergencia de la plántula va de 60 a 120 días, por lo tanto aquellos frutos que no hayan germinado al término de un mes y medio después de que nacieron los primeros, deberán descartarse (COLIMA-SEDER, 2005).

10.1.6 Cuidados del almacigo

- ❖ Regar diariamente hasta quedar empapada la hendidura donde están los cocos.



- ❖ Cubrir con palapas secas los cocos para impedir que el sol reseque el suelo donde están cultivados
- ❖ Traspasar al vivero las palmitas cuando tengan 30 a 40 centímetros de altura, deberán elegirse las que nazcan primero, estén sanas y bien formadas; o bien si se prefiere las palmitas pueden ser embolsadas en bolsas de plástico que les permiten mayor espacio para crecer.

10.1.7 Embolsado de plántulas

Una de las opciones para el trasplante de plántulas es el embolsado, para ello se utilizan bolsas de polietileno negro (de tamaño 25 a 30 cm) calibre 400 que son resistentes a los rayos ultravioletas, perforadas en el lado inferior con 8 o 10 hoyos. El IPGRI-COGENT (2011) recomiendan utilizar bolsas con medidas de 40 x 40 x 0.015 cm (para frutos pequeños) o 45 x 45 x 0.015 cm (para frutos grandes). En este caso, las bolsas se llenan con suelo rico en materia orgánica, en una porción de 50:50. Con esta mezcla se rellena hasta la mitad la bolsa y se coloca la semilla germinada encima de la tierra, en posición horizontal, agregando posteriormente más tierra alrededor de la semilla. Antes de colocar el coco en las bolsas deberá cortársele las raicillas, para evitar que éstas se dañen durante el proceso e inducir la formación de nuevas raíces. Para lograr un buen desarrollo, las plántulas se colocarán de manera triangular con distanciamientos iguales de 60 cm (FHAI, 2008; COLIMA-SEDER, 2005).

Las ventajas que presenta este sistema son (IPGRI- COGENT, 2011):

- ❖ el impacto del trasplante es minimizado grandemente,
- ❖ las plántulas pueden ser retenidas por un período más largo en el vivero cuando las condiciones para la siembra en el campo no son favorables,
- ❖ y la fácil selección de plántulas con la edad conveniente.

10.1.8 Trasplante

Antes del trasplante definitivo de las palmas es necesario realizar una selección previa de las plantas, pues de esto dependerá del éxito de la plantación, se escogen plantas que no presenten síntomas de enfermedades o bien presencia de



alguna plaga. En general se considera que es apta para su trasplante cuando presenta una hoja pinnada (COLIMA-SEDER, 2005; Lizano, 2000). Antes de proceder al trasplante la planta debe ser sumergida en una solución fungicida, por ejemplo, Chorotalonil a razón de un litro del producto por 200 litros de agua, para evitar la aparición de hongos (FHAI, 2008).

Al terreno, ya debió haberse realizado labores de preparación un mes antes, estas labores dependerán del terreno y del tipo de plantación (asociado o monocultivo), las labores básicas comprenden desmonte, destronque, nivelación del terreno, barbecho a 30 centímetros de profundidad y por último dar dos pasos de rastra(FHAI, 2008).

10.1.9 Distanciamiento de la plantación.

Varía de acuerdo a la región, variedad, terreno, sistema de plantación y condiciones climatológicas. Si se consideran factores como la altura y el largo de las hojas se recomienda una distancia de siembra para las variedades altas de 9 x 9 metros, ó 10 x 10 metros en un arreglo en “marco real” cuando este asociado con otro cultivo; cuando se trate de un monocultivo se sugiere sembrarla en “tresbolillo” ó “triángulo” (figura 4), llamada también “cinco de oros”, que permite mejor aprovechamiento del terreno al aceptar mayor densidad de plantas por hectárea (FHAI, 2008; COLIMA-SEDER, 2005). En monocultivo para variedades enanas, se recomienda un distanciamiento de 8 x 8 metros (cuadro 13).

Cuadro 13. Espaciamiento en el cultivo de cocotero de acuerdo a tipo, arreglo y densidad.

Tipo de Cocotero	Arreglo	Condiciones favorables		Condiciones marginales	
		Densidad (plantas por ha)	Espacio entre plantas	Densidad (plantas por ha)	Espacio entre plantas
Gigante	Marco real	143	9 x 9	-	-
Enano	Tresbolillo	177	6.75 x 6.75 x 6.75	144	7.5 x 7.5x 7.5
	Marco real	109		86	9 x 9
Híbrido	Tresbolillo	126	8 x 8 x 8	119	8.5 x 8.5 x 8.5



(Alto x Enano)	Marco real	86	9 x 9	70	10 x 10
-------------------	------------	----	-------	----	---------

Fuente: (FHAI, 2008; COLIMA-SEDER, 2005)

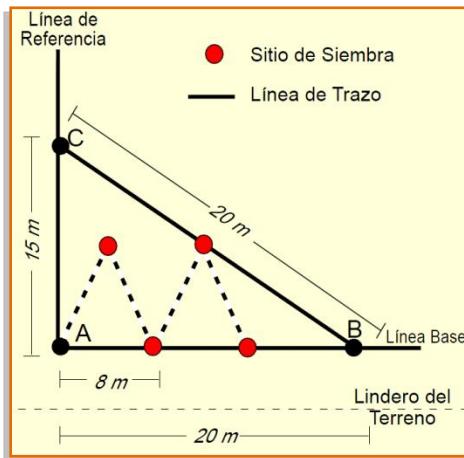


Figura 4. Trazado para siembra a 8 x 8 x 8 metros en arreglo al tresbolillo.

10.1.10 Ahoyado

El ahoyado al igual que el distanciamiento de siembra está determinado por el tipo de suelo en el cual se establece la plantación. Cuando el suelo es fértil como los suelos frances, el hoyo de siembra puede ser de 40 x 40 x 40 cm y en suelos pobres el hoyo de siembra puede alcanzar los 90 x 90 x 90 cm. Una práctica recomendable es la aplicación de materia orgánica descompuesta en el fondo del hoyo de siembra, la cantidad de materia orgánica usada generalmente es de 2 a 7 kilogramos por hoyo de siembra (Lizano, 2000). La FHIA (2008) recomienda aplicar de 70 a 350 g por planta de Superfósфato simple (P_2O_5). El fertilizante se debe mezclar con la tierra que servirá para llenar el hoyo de siembra. (Opeke, 1982).

10.1.11

10.1.12 Época de trasplante

La mejor época para el trasplante es la temporada de lluvias. Principalmente a inicios de temporada. Aunque si cuenta con sistema de riego la operación puede realizarse en cualquier época del año (FHIA, 2008; Lizano, 2000).

10.1.13 Siembra



Una vez realizado el ahoyado, se procede a la siembra definitiva de la palma. La profundidad a la que debe ser sembrada dependerá de la edad de la planta, a mayor edad mayor profundidad; como referencia se toma dos pulgadas del cuello de la planta (FHIA, 2008; Lizano, 2000).

Durante la siembra Lizano (2000), recomienda compactar bien la tierra de relleno para evitar bolsas de aire que favorezcan la pudrición de raíces; formar un pequeño montículo de tierra alrededor del tallo para evitar encharcamientos por deficiencia de drenaje en el suelo y controlar el crecimiento de malezas en un radio de un metro.

10.1.14 Fertilización

El cocotero necesita grandes cantidades de nutrientes para la formación de frutos, raíces y engrosamiento del tallo. El K y el N son los que mayormente necesita el cocotero; su carencia en los primeros años en la plantación ha demostrado que tiene un efecto negativo e irreversible en el crecimiento de la planta (Malavolta *et al.*, 1974; Ouriver, 1984; Irho, 1992).

Por ello, es necesario conocer las condiciones nutrimentales del terreno en el que implementaremos la plantación, por tal motivo se sugiere realizar análisis de suelos en una primera etapa y posteriormente análisis foliares para saber a detalle la deficiencia de algún nutriente en la planta. Es mediante el análisis foliar de la 14^a hoja que se puede conocer el nivel crítico de los macro y micro-nutrientes para el cocotero, sin embargo, el Centro Internacional de Investigación del Cocotero (CRI) reporta que la 6^a hoja es la mejor para determinar deficiencias de Magnesio y micro elementos. Un nivel crítico es el porcentaje de la materia seca por debajo del cual hay buena probabilidad de obtener respuesta positiva a la aplicación de fertilizantes (Lizano, 2000). Los niveles críticos establecidos por el CRI se muestran en el cuadro 14.



Cuadro 14. Niveles críticos de nutrientes en hojas de Cocotero. (En porcentaje de Materia Seca).

Macronutrientes	Rango (%)	Micronutrientes	Rango (mg Kg ⁻¹)
Nitrógeno	1.8-2.1	Cobre	5-7
Fósforo	0.11-0.12	Zinc	15-24
Potasio	1.2-1.4	Boro	8-10
Magnesio	0.25-0.35	Manganoso	60-120

Fuente: Lizano, 2000

En el cuadro 15, se muestran la aplicación de fertilizante por edad de la plantación, la aplicación debe realizarse cada seis meses.

Cuadro 15. Cantidad de fertilizante a aplicar en cocotero de diferentes edades.

MOMENTO DE APLICACIÓN	SULFATO DE AMONIO	SUPER FOSFATO DE CALCIO TRIPLE	CLORURO DE POTASIO
6 meses	100	50	100
12 meses	100	50	100
24 meses	150	100	150
36 meses	200	100	250
54 meses	300	250	500
5 años	800	500	800
6 años	1,200	750	1,100

Fuente: COLIMA-SEDER, 2005

En el cuadro 16, se enumeran las principales funciones de los principales elementos que intervienen en el desarrollo del cocotero, así como los síntomas cuando estos se encuentran en niveles deficientes.



Cuadro 16. Principales nutrientes del cocotero, funciones y síntomas en caso de deficiencia.

ELEMENTO	FUNCIÓN	SÍNTOMA DE DEFICIENCIA
Nitrógeno	Síntesis de aminoácidos; influye en la diferenciación y formación de flores femeninas	Amarillamiento del pecíolo; disminución de flores femeninas; y en plantas jóvenes produce un amarillamiento generalizado.
Potasio	esencial para la traslocación de azúcares, influye en la economía hídrica del cocotero, además fomenta la precocidad de producción	El síntoma más común es un amarillamiento difuso que se acentúa en los bordes de los folíolos. Cuando la deficiencia es severa, sólo permanece verde una franja delgada a ambos lados de la nervadura central y la base del folíolo.
Fósforo	Promueve la floración, la fructificación de raíces, acelera el proceso de maduración y mejora la resistencia a Enfermedades.	Reducción del crecimiento y el tronco cortó.
Cloro	Tiene funciones en la fotosíntesis y la regulación estomática y osmótica de la planta.	Los síntomas de la deficiencia de cloro se observan primero en las palmas viejas, que amarillean y presentan manchas color naranja. Los folíolos se secan en los márgenes y extremidades, también el tamaño de los frutos se reduce.
Calcio	La función del calcio está principalmente relacionada con el crecimiento apropiado y funcionamiento del tallo y las hojas	
Azufre	Influye en el crecimiento de la palma y en su capacidad de formar frutos sanos y de buena calidad	

Fuente: Lizano, 2000 y Ohler, 1999

10.1.15 Riego

Según Nogueira *et al.* (1998) el requerimiento de agua de coco depende de factores tales como edad, altura, área foliar, tipo de suelo y condiciones



ambientales, por ejemplo, las variedades enanas en comparación con las variedades altas resisten menos el déficit hídrico, debido que utilizan más por su elevada tasa de transpiración (IRHO-CIRAD, 1992).

Aun cuando el cocotero puede soportar períodos largos de estrés hídrico, de no realizarse el riego la productividad se vería seriamente afectada, efectos que se hacen visibles de 8 a 24 meses después de cesado el estrés (Santos *et al.*, 1998). El riego debe realizarse en época de secas, pudiendo realizarse de 3 a 8 al año, con intervalos de 20 a 30 días cada uno, se recomienda efectuarlo durante las primeras y últimas horas del día (COLIMA-SEDER, 2005).

10.1.16 Cultivos asociados

Las condiciones ecológicas a las que se adapta el cultivo de coco, también son favorables para otros cultivos y plantaciones, que pueden desarrollarse de manera conjunta al cocotero; como son el cacao, café, piña y plátanos (Ohler, 1999). En Malasia, por ejemplo el coco se encuentra asociado con cultivos de ciclo corto como el maíz, chile, coliflor, tomate y lechuga, y con perennes como bananos, piña, café y pastos (Paredes, 1991). Martínez y Enríquez (1981) mencionan que para establecer una plantación de coco asociada con cacao se necesita mínimo 2.5 ha. En un estudio realizado en Ghana (Osei-Bonsu *et al.*, 2002) se reportó que la asociación coco-cacao, aporta más beneficios económicos y ambientales, en comparación con otros cultivos asociados con cacao.

Ochse *et al.*, (1981), mencionan que durante los primeros 5 años de la plantación también se pueden sembrar entre las hileras de palmas, cultivos anuales como la soya o cacahuate; sin embargo, sugieren no cultivarlos después de los ocho años, ya que representarían una competencia para la palma que ya tiene una mayor demanda de nutrientes. Por lo que proponen, cultivar plantas de cobertura entre hileras, que favorezcan la conservación y restitución de nutrientes al suelo en forma de materia orgánica. Los mejores cultivos de cobertura recomendados se



encuentran las especies *Indigoferaendecaphylla*, *Crotolarias* pp. y otras leguminosas de crecimiento alto tolerantes a la sombra. Debiéndose tener cuidado de no establecer plantas rastreras de cobertura invasivas que puedan ser aprovechadas por hospederas por plagas y que además dificulten las labores de limpieza como. En el Cuadro 17, se menciona la clase de cultivos que es posible asociar de acuerdo a la fase de desarrollo del cocotero.

Cuadro 17. Fases de desarrollo del cocotero y posibles asociaciones (ciclos de vida del cocotero).

CICLO DE VIDA	SOMBRA	CULTIVO MIXTO
1^a fase: hasta el 8^o año	Formación completo del abanico de palmas	Cultivo de especies anuales
2^a fase: del 8^o - 25^o año	Sombra relativamente densa	Cultivos de especies que soportan sombra
3^a fase: mayor de 25 años	Sombra decreciente a medida que se incrementa la altura	Permite el cultivo de plantas que tienen más necesidad de luz

Fuente: Augstburger et al., 2000

10.2 Plagas y enfermedades

El cultivo de coco tiene muchos enemigos naturales que afectan su desarrollo y crecimiento, principalmente los insectos (737 especies), de las cuales solo un pequeño número de insectos (coleópteros y lepidópteros) son perjudiciales (FHAI, 2008). Dentro de las plagas de importancia económica que afectan a la palma de coco se encuentran:

10.2.1 Mayate prieto (*Rynchophorus palmarum* L.)

Se encuentra distribuida en todas las zonas productoras de coco del país, es una de las plagas más destructivas de la palma de coco debido a los daños que causa al alimentarse y reproducirse en los troncos de las palmas en edades de tres a diez años. Además de ser el vector del nematodo *Bursaphelenchus cocophilus*, agente causal de la enfermedad conocida como anillo rojo del cocotero; los daños más significativos se dan por las larvas del insecto que llegan a consumir hasta



500 gramos de tejido tierno, presentándose una mortandad de hasta un 80% en las palmeras jóvenes (COLIMA-SEDER, 2005; Ramírez, 1983).

10.2.1.1 Biología y hábitos

El picudo negro es un insecto coleóptero que en su estado adulto mide de 2 a 5 cm de largo, es de color negro y cabeza pequeña, en el macho se presenta un pico alargado y curvo cubierto de sedas cortas de color castaño, mientras que en la hembra (Que es más grande que el macho) es liso y ligeramente más largo.

El ciclo biológico del picudo es de 73 a 101 días, se inicia cuando por atracción del olor emitido por los tejidos fermentados, el adulto visita palmas que han sufrido heridas en el tallo o en las axilas de las hojas de la corona, localizadas a no más de 2 m de altura, con el objeto de poner sus huevecillos en estas heridas. Una hembra es capaz de ovipositar hasta 924 huevecillos, con un máximo de 83 oviposiciones por día. Los huevecillos miden 2.5 mm de largo por 1 mm de ancho, son de color blanquecino, cilíndricos y de superficie lisa. Alemerger la larva del huevecillo penetra al tronco, para completar su ciclo biológico y alimentarse de los tejidos tiernos de la planta, abriendo una galería hasta el centro del cogollo. Se ha observado que la mayor actividad de los adultos se presenta en las primeras horas del día y al anochecer, el resto del tiempo el insecto se mantiene oculto entre la maleza y las palmas de coco (Anónimo, 2011; COLIMA-SEDER, 2005; Ramírez, 1983).

10.2.1.2 Síntomas:

- ❖ Hojas amarillentas
- ❖ el cogollo se quiebra a esto se le denomina “cuello roto”
- ❖ las hojas se doblan en su base formando un codo de 45°
- ❖ los tejidos atacados se fermentan, emitiendo un olor amoniacial más o menos fuerte
- ❖ Las galerías que forman las larvas, facilitan la entrada de algunos hongos patógenos como *Phytophthora palmivora* y otros artrópodos que en conjunto causan la muerte de la planta.



10.2.1.3 Control

La gran capacidad de vuelo del adulto y la protección que consigue la larva en el interior del cogollo dificultan el combate químico de esta plaga, optándose por la implementación de trampas en las plantaciones, la que ha demostrado ser la más eficaz ha sido la trampa Colima, consiste en una caja de madera de 75 x 25 x 25 centímetros, con pequeñas perforaciones en sus paredes laterales y una tapa superior que deja una rendija, la cual permite la entrada del adulto, en su interior se coloca plátano en cantidades variables, el cual tiene una capacidad de atracción hasta por 14 días, en Tabasco se observó que si se incrementa la cantidad de plátano aumenta el número de insectos capturados (Ramírez, 1983).

En años más recientes, se han utilizado trampas envenenadas con insecticidas como el Metomilo, Ambush, Permevit, etc., preparadas con un kilogramo de trozos de palma (cogollo y tallo), frutos de mango, caña, piña y plátano, con resultados muy efectivos. Una de estas trampas es la denominada “CSAT”, diseñada en Tabasco. Se confeccionan de la siguiente manera (COLIMA-SEDER, 2005):

- ❖ Se perfora el fondo de la cubeta tratando de que coincida con la boca del bote “pozolero” para que éste entre a presión.
- ❖ Se perfora la palangana por el centro para introducir el alambre que se va a amarrar al asa de la cubeta.
- ❖ La palangana queda en forma de sombrero sobre el asa de la cubeta. Al extremo libre del alambre se sujet a él árbol donde quedara fija, se sugiere de 140-160 cm de altura del nivel del suelo y que quede sombreada.
- ❖ Antes de colgar la trampa, se coloca el atrayente en el bote “pozolero”, consistente en tejido fresco de palma, caña, plátano y/o piña (1 kilogramo por trampa): este cebo debe renovarse cada 7 días.
- ❖ Se recomienda distribuir dos trampas tipo “CSAT” por hectárea, a una distancia de 75 metros entre cada una.

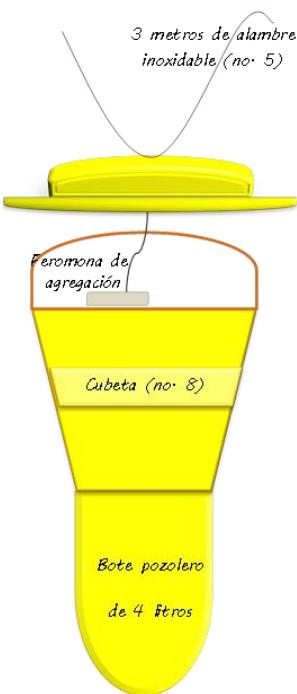


Figura 5. Trampa “CSAT”

En Colima se han logrado recuperar palmas parasitadas con larvas aplicando al suelo insecticidas granulados; los mejores resultados se consiguieron con Nemacur granulado al 10% (Ramírez, 1983).

A nivel experimental, se han usado organismos entomopatógenos como hongos y bacterias de las especies de *Metarrizum* sp, *Bacillus turingiensis*, entre otros, con buenos resultados (COLIMA-SEDER, 2005).

10.2.2 Anillo Rojo (*Bursaphelenchus cocophilus*)

El anillo rojo del cocotero, es una enfermedad causada por el nematodo *B. cocophilus*, el mecanismo de propagación ocurre cuando el insecto hembra del mayate prieto (*Rynchophorus palmarum* L.) pone sus huevecillos en una planta enferma, alemerger las larvas se alimentan de los tejidos enfermos, ingiriendo formas resistentes del nematodo que permanecen vivos varias semanas en el tracto digestivo de la larva, de tal manera que cuando esta es adulta y sale de la



palma, es portadora de nematodos de anillo rojo y las disemina en las palmas sanas (Ramírez, 1983).

Los síntomas externos de la enfermedad son (Salas, 1980):

- Caída prematura de los frutos y Amarillamiento de las hojas inferiores, las cuales toman un color café-marrón, iniciándose en las puntas de las hojas viejas, extendiéndose posteriormente a las hojas intermedias jóvenes, cuando esto ocurre por lo general las hojas inferiores ya han muerto y se han desprendido de la planta. En algunos casos las hojas de la corona se desprenden.
- Desde la aparición de los primeros síntomas externos y la muerte del cocotero, ocurre en un lapso de tres a cuatro meses. Siendo el síntoma característico de la enfermedad, un anillo anaranjado rojizo de aproximadamente de 3 a 5 cm de ancho, localizado a una distancia de 4 a 6 cm de la periferia del tronco (Salas, 1980).

El diagnóstico típico de la enfermedad es cuando al realizar un corte transversal del tallo se puede apreciar el anillo rojo. El control de la enfermedad se basa principalmente en la captura del insecto mayate prieto del cocotero por medio de trampas tal como se describió anteriormente, así como la eliminación de plantas infectadas e incinerando el cogollo (COLIMA-SEDER, 2005).

10.2.3 Amarillamiento letal del cocotero (ALC)

Es una enfermedad que ataca principalmente palmáceas en América Latina y el Caribe. Es diseminada por la Chicharrita pálida (*Myndus crudus* Van Duzee) cuando esta se alimenta de la savia del floema de la palmera. Los primeros síntomas empiezan a manifestarse de 7 a 15 meses después de adquirido el patógeno (Villanueva et al., 1987). Las principales especies hospederas primarias del ALC, son el *Cocos nucifera*, *Borassus flabellifer*, *Howea forsteriana*, *Phoenix canariensis* (Carías, 2006).



La enfermedad fue diagnosticada como tal en el año de 1950 en Florida (Key West) y posteriormente en la región de Miami en 1971, desde donde continúa extendiéndose hacia el norte. En la península de Yucatán apareció a finales de los años setenta, y ha tenido un impacto desastroso sobre la industria del cocotero en México que era el séptimo productor de copra en el mundo. Actualmente, la enfermedad se encuentra en gran parte del Caribe (Jamaica, Gran Caimán, Cuba, República Dominicana, Haití, Bahamas), México, Belice, Florida Texas, y más recientemente en Honduras y Guatemala (Colima-SEDER, 2005).

10.2.3.1 Síntomas

Los primeros síntomas aparecen cuando se presentan (Granados y López, 2002):

- ❖ estrías irregulares de color pardo en los primordios foliares, casi al mismo tiempo ocurre el amarillamiento del cogollo y de las hojas maduras que se encuentran en la base del follaje, atacando posteriormente la hojas más jóvenes.
- ❖ Los frutos se caen prematuramente.
- ❖ Las inflorescencias muestran necropsia parcial al principio, pero con el tiempo los daños se extienden.
- ❖ Las flores no maduran como fruto.
- ❖ El amarillamiento en las hojas se presenta cuando la necrosis aparece en las inflorescencias.
- ❖ Las hojas se oscurecen, se secan y mueren, aunque no caen y continúan colgando del ápice.
- ❖ Finalmente el cogollo, se pudre, se rompe y queda el tronco torcido.

La velocidad de diseminación de la enfermedad ha sido estimada hasta en 100 kilómetros cada año, la dispersión de la enfermedad se presenta por dos mecanismos: en el primero, se presentan nuevos casos aparentemente al azar en la cercanía de una o dos palmas inicialmente afectadas, en el segundo se presenta el fenómeno de “salto”, es decir, la enfermedad reaparece varios kilómetros de distancia de un punto de afectación (COLIMA-SEDER, 2005).



10.2.3.2 Control

Actualmente la siembra de variedades con resistencia a la enfermedad y las medidas cuarentenarias, son los métodos más utilizados para combatir la enfermedad (Carías, 2006; COLIMA-SEDER, 2005), ya que no puede ser controlado químicamente (Betanzos *et al.*, 1984).

10.2.4 Chicharra pálida (*Myndus crudus*, Van Duzee)

Myndus crudus fue descrito en Jamaica en 1907. Ha sido reportado y es nativo del sur de la Florida, Cuba, Islas caimán, Jamaica, Trinidad y en áreas meridionales de América Tropical (Méjico), América Central y hasta la parte norte de América del Sur (Howard y Gallo, 2006). Se le considera de importancia no solo por el daño físico que causa sino por ser el transmisor del agente causal de la enfermedad conocida como Amarillamiento Letal del Cocotero.

10.2.4.1 Biología

Las ninfas de *M. crudus* se desarrollan en las raíces de los pastos. Están presentes en la superficie del suelo debajo de acumulaciones de hojas o materia orgánica descompuesta a una profundidad de 3 cm. Los sitios húmedos son los más favorables para el desarrollo de las ninfas. Al alcanzar el estado adulto, los insectos vuelan al follaje de la palma, para aparearse y alimentarse, insertando sus estiletes en el tejido de la hoja chupando los jugos de la planta (floema) (Howard y Gallo, 2006).

10.2.5 Acaro del cocotero (*Eriophyes guerrerensis*)

Esta plaga se encuentra distribuida en todas las áreas productoras de coco del país, produciendo pérdidas del 10 al 60% de la producción anual de copra (COLIMA-SEDER, 2005).

10.2.5.1 Biología

Las hembras fecundadas ovopositan huevecillos de apenas 10 micras en las brácteas de las flores femeninas y en frutos muy pequeños de cocotero. La duración de su ciclo biológico varía de 10 a 14 días aproximadamente. Los ácaros



se dispersan por medio del viento, agua o por sí solos, formando colonias en las brácteas de donde se alimentan, reproducen y complementan su ciclo biológico. Las poblaciones de ácaro disminuyen conforme la nuez crece (FHIA, 2008).

10.2.5.2 Síntomas

Su presencia en las plantaciones puede identificarse por los manchones oscuros y fisuras en la epidermis del coco. Debido a las lesiones que provoca, se le conoce comúnmente como “roña del cocotero”, (FHIA, 2008).

El primer síntoma del ataque es una mancha triangular blanquecina en la base, al nivel de los pétalos. Con la consecuente disminución de la copra.

Después las manchas se necrosan y mueren pudiendo invadir una gran parte del pericarpo. Posteriormente al alimentarse forman una serie de grietas microscópicas en la epidermis con posible exudación de goma, causando la caída del fruto o impedir su desarrollo normal, quedando deformes o momificados reduciendo el tamaño del fruto y el contenido del albumen (copra y agua) (FHIA, 2008; COLIMA-SEDER, 2005).

10.2.5.3 Control

El manejo de esta plaga se puede hacer con las aplicaciones bimestrales de Monocrotophos de 80 a 160 gramos en 100 litros de agua; sin embargo, este tratamiento es de alto costo económico (COLIMA-SEDER, 2005).

Para cualquier plaga o enfermedad, se deben involucrar métodos culturales, biológicos y químicos, lo cual dependerá del tipo, incidencia y la capacidad económica del productor, en el cuadro 18, se muestran algunas prácticas de manejo cultural aplicadas al cultivo del cocotero, y en el cuadro 19 algunos agroquímicos usados en el control de algunas plagas y enfermedades del cocotero.



Cuadro 18. Métodos culturales para el control de plagas en el cultivo de coco.

MANEJO CULTURAL
Control de malezas, sobre todo si hay asociación con plantas leguminosas. Deben cortarse antes de su floración para prevenir su dispersión a otras áreas.
Drenaje de áreas encharcadas (evitar la incidencia de enfermedades fungosas)
Siembra a distanciamientos adecuados
Evitar lesiones por labores de cultivos
Uso de trampas
Limpieza de la copa
Eliminación de hojas secas
Poda e incineración de hojas dañadas por plaga o enfermedad y posteriormente

Fuente: CONACOCO, 2011; Augstburger et al., 2000; FHIA, 2008

Cuadro 19. Agroquímicos utilizados en el control de plagas.

NOMBRE DE LA PLAGA O MALEZA	NOMBRE DEL AGROQUÍMICO TÉCNICO	NOMBRE COMERCIAL	DOSIS RECOMENDADA
Mayate prieto	Carbofuran	Furadan 5% GR Carbofurán 5%GR	30 a 50 g por cajete
	Diazinon	Diazinon 25 CE Basudin 25 CE	200 cm ³ en 100 L de agua
	Paratión Metílico	Foley 2% Flash 34 P. Metílico 2%	100 gramos en palma en las axilas
	Dimetoato	Dimetoato 40	Inyectado, de 50 a 200 mm de una solución al 0.08%.
Ácaro (<i>Eriophyesguerreroni</i>)	Monocrotofos	Nuvacron	200 cm ³ en 100 L de agua
Barrenador de tallo (<i>Strategus oleus</i>)	-	-	La incidencia es reducida, no se recomienda medida de control
Amarillamiento Letal (ALC)	-	-	No tiene control químico
Escamas (<i>Aspidiotus destructor</i>)	Diazinon	Diazinon 25 CE Basudin 25 CE	200 cm ³ en 100 L de agua
Marchitez por Ceratoicytis (<i>Ceratocystis paradoxa</i>)	-	-	Control Cultural, mediante la desinfección de la herramienta de trabajo con cloro ó formol



Continuación del Cuadro 19. Agroquímicos utilizados en el control de plagas.

NOMBRE DE LA PLAGA O MALEZA	NOMBRE DEL AGROQUÍMICO TÉCNICO	NOMBRE COMERCIAL	DOSIS RECOMENDADA
Pudrición de la hoja <i>(Pestalotia sp)</i>	Benomilo	Benlate, Promyl	1.5 g ingrediente activo por L de agua.
	Mancozeb	Manzate 200, Mancozeb)	300 g en 100 L de agua
Botryodiplodia sp.	Clorotalonil	Daconil ,Talonil	250 g ha ⁻¹
Zacates: Guineo o Pará <i>(Panicum maximum),</i> Jhonson (Sorghum halepense), Grama <i>(Cynodon dactylon), etc.</i>	Glifosato	Faena, Glifos, Coloso, New-Cap	2-3 Lha ⁻¹ mezclados en Agua. Que cubra de manera suficiente a la maleza.

Fuente: COLIMA-SEDER, 2005

10.3 Cosecha

Este es la última etapa en el cultivo del cocotero, los racimos se cosechan cuando ya casi han alcanzado la madurez y antes de caer al suelo. El tiempo comprendido entre la fecundación de las flores y la maduración de las nueces, varía de 11 a 13 meses. (COLIMA-SEDER, 2005). Los intervalos de cosecha dependerán del destino de los cocos. Para consumo en fresco se cosecha a intervalos de 2 a 3 meses y para producción de copra la cosecha se realiza cada 4 meses, aunque si se colecta el fruto caído, se realiza mensualmente (FHIA, 2008).

Para consumo en fresco, el mejor momento para cosechar el fruto es después de la apertura de la inflorescencia, entre el séptimo y octavo que es la edad óptima para la cosecha, contiene el máximo de agua y el mejor sabor, para que el endospermo líquido sea considerado de calidad debe mantenerse a un mínimo de 5.5 °Brix y 4.9 de pH (Resende *et al.*, 2002).

Si el fruto va a ser destinado a la obtención de copra, entonces el mejor momento de la cosecha es cuando los frutos ya están secos, pueden cosecharse una vez que han caído al suelo o cortarlos directamente de los racimos cuando ya han



alcanzado su madurez fisiológica, lo más recomendable (FHIA, 2008). La cosecha de cocos para la producción de copra de buena calidad, consta de las siguientes actividades:

- ❖ Corte de cocos de la planta.
- ❖ colecta y acarreo de cocos al partidero (sitio donde se parten las nueces).
- ❖ partido de coco y extracción de albumen del fruto y
- ❖ secado de la copra verde.

El corte de las frutas se puede realizar de dos formas:

- **Subiéndose a la palma.**

Un operario sube a cada una de las palmas y corta los cocos que hayan alcanzado su madurez (ver figura 6). Hay que recordar que tanto los híbridos como los enanos malasinos inician producción cuando la planta tiene uno o dos metros de tronco lo cual facilita la recolección durante tres a cuatro años.

- **Utilizando garrocha.**

Se utiliza una garrocha de bambú, de longitud igual a la altura promedio de los tres últimos racimos de coco. Al extremo más delgado de la garrocha se le ata una cuchilla curva, la cual cortará las pencas y los racimos maduros; el número de jornales en esta forma de tumba de coco es igual a la utilizada subiéndose a la palma.



Figura 6. Cosecha del coco.



Figura 7. Extracción de copra.



- **Partido y extracción de albumen**

Las nueces se parten longitudinalmente, cada mitad se apoya en una base de madera en forma de cono que se clava en el suelo cerca del montón de cocos y con una cuchilla o espátula especial se extrae el albumen (ver figura 7), (copra verde o carne) y se depositan en costales de yute (henequén).

- **Secado**

El secado se puede realizar al sol, en patios con piso de concreto, o bien en secadoras de aire caliente tipo Samoa. Durante el secado, el albumen, pierde entre el 40 y 45% de humedad. El porcentaje de humedad final aceptable en la copra obtenida es de 7 a 10%. Aunque Ochse *et al.* (1980), mencionan que la copra comercial mantiene un 6% de humedad, y puede presentarse un gran deterioro si dicha cantidad se excede en más de 2 o 3%. El cuadro 20, presenta la composición promedio del albumen antes y posterior al secado.

Cuadro 20. Composición promedio del albumen antes y después del secado.

COMPONENTE	ALBUMEN FRESCO	COPRA
	(%)	(%)
Humedad	48.0	6.8 - 7.0
Grasa	35.5	63.7
Proteínas	4.3	7.6
Carbohidratos	9.0	16.1
Fibras	2.1	3.1
Cenizas	1.1	2.0

Fuente: FHIA, 2008

- **Secado al sol.** Es el más utilizado ya que los costos son mínimos. Se recomienda para plantaciones de cocotero que no exceden de 10 hectáreas. El procedimiento consiste en extender la copra verde en pisos de cemento y exponerla al sol durante tres días. La desventaja de este método de secado es que afectan los cambios climáticos, por ejemplo en la



temporada de lluvias el secado se prolonga hasta por ocho días (FHIA, 2008).

- **Secado con aire caliente.** El secado de la copra verde en secadoras de aire tipo Samoa, que también son utilizadas en cacao y otros cultivos agrícolas, se recomienda cuando las plantaciones exceden las 10 hectáreas, ya que los volúmenes de producción son grandes y es difícil su manejo en secadoras al sol.

Estas secadoras tienen una capacidad de secado de dos toneladas de copra en 36 horas; para instalarlas se requiere una infraestructura especial, que consiste en una nave con paredes completas y techo firme, dentro de ésta, se encuentra una construcción en forma de cajón de 2 a 3 m de ancho, 5 m de longitud y 2.5 m de profundidad. A los 2 m de profundidad, existe un falso fondo de malla metálica que soportará el albumen, y los 50 cm que quedan entre éste y el fondo verdadero, servirá para la circulación del aire caliente proveniente de una maquinaria metálica que contiene un quemador a base de diesel o gasolina, un ventilador eléctrico y conductos que llegan a la cámara formada entre el falso fondo y el fondo (FHIA, 2008).

10.4 Perspectiva industrial del coco

El coco tierno, es usado principalmente por el agua, como bebida refrescante y rehidratante, y para el consumo de la carne de en forma fresca. Mientras que el coco maduro es utilizado para consumir su carne, o bien, para aprovecharlo como ingrediente para comidas, jugos y elaboración de helados. La copra se usa extensamente en la manufactura local y mundial de confites.

El aceite de coco, extraído de la copra, se usa en aceite para cocinar, margarina, manteca de cacao, jabones, lociones, perfumes y otros productos cosméticos, candelas y como aceite para linternas (Parrota, 1993). Los principales países



productores de aceite de coco a nivel mundial son Filipinas, Indonesia, India, Vietnam y México (Cuadro 21).

Cuadro 21. Principales países productores, importadores y exportadores de aceite de coco.

Países productores (t)		Países importadores (t)		Países exportadores (t)	
Filipinas	1,322,940	EUA	499,148	Filipinas	840,449
Indonesia	908,400	Países Bajos	308,475	Indonesia	649,362
India	447,000	Alemania	215,421	Países Bajos	196,584
Vietnam	157,383	Malasia	147,451	Malasia	129,553
México	142,400	China	146,533	Papúa Guinea	58,483
		Rusia	116,164		

Fuente: FAOSTAT, 2011

Entre los subproductos del coco que merece la pena destacar están el agua de coco, leche de coco y crema de coco; la leche de coco se obtiene al presionar la carne de coco, sin adición de agua. Contiene más grasa que la leche de vaca y menor contenido de proteínas. Se utiliza para la cocina y como ingrediente en bebidas; la crema de coco se obtiene de la leche de coco concentrada, igualmente se utiliza para la cocina, para preparación de miel y sirope, entre otros (MAG, 2001).

La “costra” residual obtenida de la copra después de la extracción del aceite se usa como un componente en alimentos para el ganado.

La estopa del coco (las fibras del mesocarpo) se usa para hacer esteras, colchones, cuerdas, alfombras, brochas, escobas y bolsas (Parrota, 1993), en un estudio realizado en Colombia se reporta que la fibra de la estopa de coco mejora las propiedades del concreto (Quintero y González, 2006). El polvo de estopa, generado en el procesamiento de la estopa, se usa en muchas regiones como material de empaque y en la manufactura de tableros de partículas y material aislante (Parrota, 1993). Manas (1998) reporta que el polvo de estopa es una alternativa a las resinas sintéticas para el intercambio de iones para la remoción



de iones de metales pesados en el tratamiento de aguas; y Lokesh *et al.* (1988) observó que mezclando el polvo de estopa de coco con la tierra usada en viveros induce un desarrollo radical más acelerado en comparación al uso de otras formas de materia orgánica y ese efecto se puede atribuir a la liberación de compuestos fenólicos del polvo de estopa.

La cáscara del coco, o endocarpo, se puede usar para hacer varios utensilios tales como tazones, tazas, cucharas y cucharones, pipas para fumar, ceniceros, floreros, cajas y juguetes (Figura 8). Cuando se usa como combustible, la ceniza resultante es alta en potasa (de 30 al 52%). La cáscara también rinde un carbón de alta calidad usado en filtros químicos (Parrota, 1993).



Figura 8. Utensilios de cocina elaboradas en cáscara de coco.

La “harina” de cáscara molida se usa industrialmente en la manufactura de plásticos para proporcionar lustre a los artículos hechos en moldes y para mejorar la resistencia a la humedad (Opeke, 1982).

Las frondas del coco se usan para el techado, para mamparas, la construcción de paredes temporales y esteras (Parrota, 1993).

10.4.1 Mercado nacional del coco

En México el valor de la producción para el 2010 ascendió a \$243,279.74, como puede observarse en el cuadro 22 el valor de la producción se incrementó en un 63.25% desde el 2005. Dándose el mayor incremento (23%) durante el 2009 – 2010.



Cuadro 22. Valor de producción (Miles de pesos).

ESTADO	VALOR DE PRODUCCIÓN (Miles de pesos)					
	2005	2006	2007	2008	2009	2010
GUERRERO	2,070.50	2,431.00	3,619.05	3,092.65	3,714.83	4,121.62
JALISCO	26,876.10	28,801.44	35,375.76	49,170.11	49,997.31	40,664.63
MICHOACÁN	34,472.42	35,375.35	38,189.04	39,052.44	42,489.49	59,474.30
MORELOS	25.2	24	20.8	14	10.8	15.05
NAYARIT	16,929.88	21,776.70	22,401.94	25,678.68	24,613.59	20,394.41
OAXACA	30,574.20	28,054.50	25,137.00	31,108.96	31,805.80	45,018.01
QUINTANA ROO	2,937.50	3,162.50	7,733.70	2,705.38	4,087.86	15,742.05
SINALOA	14,035.50	9,906.60	9,422.00	9,778.25	9,224.55	8,912.25
VERACRUZ	6,896.32	5,581.90	2,981.24	5,946.81	4,310.56	22,057.16
YUCATÁN	14,204.20	12,231.40	16,304.60	21,956.50	27,754.80	26,880.26

Fuente: SIAP, 2011

Este incremento en el valor de la producción, se ve reflejado en el precio medio real del coco por tonelada, que también ha tenido un incremento de un 62% desde el 2005 hasta el 2010 (Cuadro 23).

Cuadro 23. Precio Medio Rural de coco en México (\$/t).

ESTADO	2005	2006	2007	2008	2009	2010
GUERRERO	837.92	836.83	1,144.18	1,091.84	1,188.37	1,301.99
JALISCO	1,215.12	1,192.55	1,462.34	2,127.99	2,194.53	1,778.35
MICHOACÁN	1,053.46	1,110.30	1,190.02	1,385.33	1,571.65	2,286.68
MORELOS	2,100.00	2,400.00	2,600.00	2,000.00	1,800.00	2,150.00
NAYARIT	2,146.77	2,609.86	1,892.28	3,221.96	2,755.77	2,928.13
OAXACA	1,539.33	1,426.26	1,414.97	1,574.02	1,638.97	2,048.86
QUINTANA ROO	2,500.00	2,500.00	2,489.93	1,166.47	2,100.00	4,056.18
SINALOA	2,102.70	1,955.70	2,000.00	1,592.42	1,503.01	1,500.00
VERACRUZ	1,130.45	2,074.28	2,141.62	2,593.31	2,912.64	3,765.56
YUCATÁN	1,987.85	1,951.22	2,288.49	2,283.04	2,789.71	2,631.33

Fuente: SIAP, 2011

El precio del coco en el 2011 va desde \$4.5 a \$10 la pieza, como puede verse en el Cuadro 24, el mayor precio por pieza se da principalmente en las centrales de abasto ubicado en los estados del norte del país, los cuales tienen como principal proveedor al estado de Colima.



Cuadro 24. Precios del coco en diversas centrales de abasto (precios del 10 de agosto de 2011).

Centrales	Estado	P (\$)	N
Guadalajara	COLIMA	5.6	Pieza
San Nicolás de los Garza (Nuevo León)	COLIMA	10	Pieza
Puebla	VERACRUZ	4.5	Pieza
Hermosillo	COLIMA	9	Pieza
Mérida	D.F.	5	Pieza
Torreón	COLIMA	8.4	Pieza

Nota: O: Origen | P: Precio | N: Notas

Fuente: INFOASERCA, 2011

Cuadro 25. Empresas dedicadas a la comercialización de subproductos del cocotero.

	NOMBRE DE EMPRESA	TELÉFONO	CONTACTO	GIRO	E-MAIL
1	Agroindustrias de Tecomán, S.A. de C.V.	(313) 324 35 16, (313) 324 35 17		Coco deshidratado, crema y leche de coco.	atesacv@prodigy.net.mx
2	Coco Colima, S.A. de C.V.	(313) 322 13 70	Raúl Merino	Coco Deshidratado.	cococol@cococol.com.mx http://www.cococol.com.mx
3	Grupo Espinosa Hernández	(313) 324 13 17	Antonio Espinosa Hernández	Aceite de Coco	gehsacv@ucol.mx
4	Cicatsa, S.A. de C.V	(313) 324 63 62	Alberto Martínez González.	Fibra y polvo de coco	Contacto vtas: Ing. Miguel Cabazos Ceballos miguel@agrocoir.com http://www.agrocoir.com
5	Fibras de Colima, S.A. de C.V	(313) 324 65 50	José González	Fibras y polvo de coco	.



Continuación del Cuadro 25. Empresas dedicadas a la comercialización de subproductos del cocotero.

NOMBRE DE EMPRESA	TELÉFONO	CONTACTO	GIRO	E-MAIL
6 Finca el Encato SPR de RL	(313) 324 20 06	Roberto Olachea	Carbón Activado de coco	.
7 Bebidas Tropicales, S.A de C.V.	(313) 325 24 28 (313) 324 09 50	José Luis Martínez	Aqua de Coco	.
8 Green Cuts S.A. de C.V.	(313) 324 59 49	Carlos Malcher	Coco Deshidratado y crema de coco	gcplanta@prodigy.net.mx
9 Agroindustriales de Colima , S.A. de C.V.	(313) 324 57 68	Manuel Cue	Coco Rayado y Agua de Coco	ventas@agroindustriales.com.mx www.agroindustriales.com.mx
10 Grupo Agroindustrial Montecristo S.P.R. de R.L.	(313) 324 11 10	Francisco Vaquero	Coco Rayado	.
11 COPEMASA, SA de C.V	(313) 324 24 54	Felipe Peña Ochoa	Coco destopado	.
12 Agro productos y Derivados de Armeria SPR de RL	(313) 322 11 77	Ing. Jorge Lara y Ma. Dolores Valdovinos	Coco fruta	.
13 Cocos y Derivados México	C. Héroes de Nacozari No 10 (313) 32 4 24 54,	Rep. Felipe Peña Ochoa		cocosmexico@yahoo.com.mx w.w.w.conacoco.com.mx

Fuente: CONACOCO, 2011.



XI. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA METODOLOGÍA

Para la identificación de las zonas potenciales para el cultivo de arroz (*cocos nucifera* L.) en el estado de Campeche se empleó la metodología propuesta por Tijerina *et al.* (1990) en la cual se expone que la producción sustentable de alimentos está determinada por los factores o indicadores ambientales (suelo y clima) y por un complejo número de factores socioeconómicos, culturales y tecnológicos. Así, en la determinación de zonas de alta potencialidad para el cultivo de cocotero (*cocos nucifera* L.) en Campeche únicamente se emplearon los indicadores ambientales.

Para la Zonificación Agroecológica se utilizó la metodología propuesta por International Institute for Applied Systems Analysis (IIASA) y FAO (1981), incorporando una herramienta de ayuda en la toma de decisiones con múltiples criterios para optimizar el uso del recurso suelo (Fischer *et al.*, 1998).

La zonificación agroecológica (ZAE) se refiere a la división de la superficie de la tierra en unidades más pequeñas que poseen características similares relacionadas con su aptitud, con la producción potencial y con el impacto ambiental. En este sentido la FAO desarrolló el programa de computo AEZWIN que integra todo lo anterior y que se puede adquirir en el portal de la FAO (1994, www.fao.org).

En la Figura 9 se esquematiza de manera sucinta la metodología de la zonificación agroecológica (FAO, 1981) para el cocotero (*cocos nucifera* L.) en el estado de Campeche.

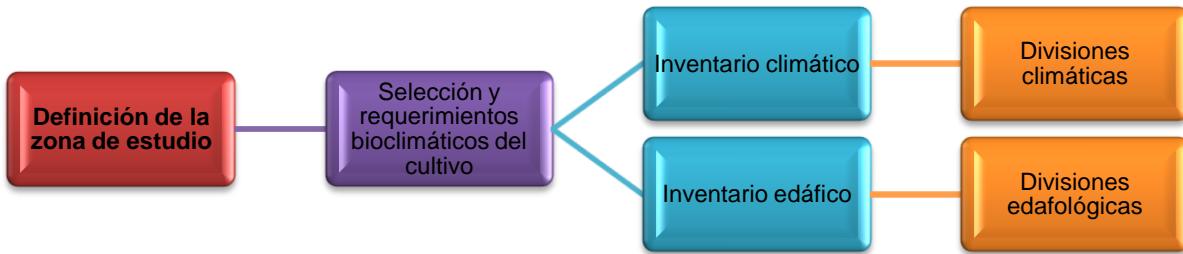


Figura 9. Metodología simplificada de la zonificación agroecológica para el cultivo de coco (*Cocos nucifera* L.).

El esquema de la Figura 9 se sustenta en el análisis del marco biofísico (ambiental), y trata de responder las siguientes preguntas: ¿Existe la posibilidad de expandir o introducir con éxito un cultivo?, ¿Dónde sembrarlo o establecerlo? En cultivos anuales de secano ¿Cuándo es la época propicia para sembrarlo o establecerlo? y ¿Qué rendimiento se puede esperar?

Una vez definida la zona de estudio, el procedimiento en general, comprende ocho etapas, las cuales son:

1. Definición de los requerimientos agroecológicos del cultivo.
2. Acopio de datos climatológicos y estimación de elementos faltantes.
3. Análisis agroclimático, para definir el inventario climático y las divisiones climáticas.
4. Análisis fisioedáfico para definir el inventario edáfico y las divisiones edafológicas.
5. Elaboración de los mapas componentes.
6. Síntesis cartográfica sucesiva.
7. Presentación de resultados.
8. Verificación de campo (cuando el cultivo existe en el campo).



XIII. REQUERIMIENTOS BIOCLIMÁTICOS DEL CULTIVO DE COCO (*Cocos nucifera L.*)

Las variables principales que se consideraron para determinar las zonas con alto potencial productivo en el cultivo de coco fueron el clima y el suelo por la relación directa guardan con el rendimiento del cultivo. Dentro de las variables bioclimáticas se analizaron cinco elementos climáticos y ocho propiedades edafológicas (físicas y químicas) (Cuadro 26). Estos requerimientos bioclimáticos se tomaron de los reportados por la FAO en su sitio de Internet:

<http://ecocrop.fao.org/ecocrop/srv/en/cropFindForm>.

Cuadro 26. Variables seleccionadas para definir áreas de alta potencialidad para el cultivo coco en el estado de Campeche.

CLIMA	SUELO
Precipitación total	Profundidad
Temperatura media anual	Fertilidad
Promedio de la temperatura mínima	Textura
Promedio de la temperatura máxima.	pH
Radiación	Pendiente (%)
	Drenaje
	Salinidad
	Toxicidad por aluminio.

Fuente: FAO, 1994. Disponible en <http://www.ecocrop.fao.org/ecocrop/srv/en/cropFindForm>.

Como parte del proceso de selección de la información, se utilizó la base de datos del programa ERIC III 2.0. (IMTA, 2009), que permitió analizar los registros diarios de temperatura y precipitación procedentes de las 55 estaciones meteorológicas localizadas en el estado de Campeche (Anexo 1).

Para complementar la información anterior se acudió a la base de datos reportada por García (2004) y SNM (2010), para las variables de precipitación y temperaturas. Se consultó información documental vía INTERNET, con la finalidad



de hacer una investigación más extensa en conocimientos edafoclimáticos del cultivo de coco (*Cocos nucifera* L.).

12.1 Inventario climático

La elaboración de un inventario climático de acuerdo a los lineamientos de la FAO (1978; 1981) constan de dos etapas: 1) definición de las divisiones climáticas mayores, y 2) obtención de los periodos de crecimientos.

12.1.1 División climática

Las divisiones climáticas fueron definidas con base en los requerimientos térmicos del cultivo, que limitan su distribución a escala global. El primer paso para establecer las divisiones climáticas mayores fue considerar el efecto de la altitud, en espacio y tiempo, sobre la temperatura media. Para lo cual, las temperaturas medias mensuales se convirtieron a temperaturas a nivel del mar, con un gradiente alto térmico de $0.5^{\circ}\text{C}/100\text{ m}$ de elevación, con el trazo de isolíneas. Es importante mencionar que para el estado de Campeche no hubo problemas en la clasificación del clima porque es similar en toda la región.

12.1.2 Período de crecimiento

El periodo de crecimiento considera el número de días, durante el año, en que existe disponibilidad de agua y temperaturas favorables para el desarrollo del cultivo de coco. Para calcular el inicio, final y duración en días, del periodo de crecimiento de los cultivos, de acuerdo con el método de la FAO (1978; 1981) se utilizó el programa AGROCLIM (Aceves *et al.*, 2008), que realiza dicho cálculo a partir de datos mensuales de precipitación y temperatura observados y datos de evapotranspiración potencial que se estiman para cada estación meteorológica.



12.2 Inventario edafológico

12.2.1 División edafológica

La segunda etapa del método consiste en la evaluación del recurso suelo con base en las unidades del sistema FAO/UNESCO, para lo cual se consideraron 7 variables: profundidad, fertilidad, textura, pH, pendiente, drenaje, salinidad y toxicidad por aluminio. Posteriormente, se realizó la sobre posición de los mapas de clima y suelo para delimitar las áreas aptas para el cultivo de coco. Se seleccionaron estas variables por considerar que son las que más están limitando el establecimiento y el comportamiento productivo del cultivo en la región y que permiten en primera aproximación delimitar algunas de las áreas productoras.

12.3 Fuentes de información

12.3.1 Información climática

La información climática requerida en el estudio se extrajo de la base de datos CLICOM y el banco de datos histórico nacional del Servicio Meteorológico Nacional (SMN) de la Comisión Nacional del Agua (CNA). Para ello se usó el Extractor Rápido de Información Climatológica, ERIC III 2.0, (IMTA, 2009). La información analizada consistía en reportes diarios de las 55 estaciones meteorológicas del estado de Campeche (Anexo 1). Asimismo, ésta información se complementó con las normales climatológicas mensuales reportadas por el Servicio Meteorológico Nacional en su página Web (SMN, 2010).

Estos reportes diarios contienen información de las variables: temperaturas mínimas, temperaturas máximas y precipitación.

En lo relativo a los datos de radiación solar; ésta información básica para la estimación de los rendimientos potenciales, se obtuvo de la base de datos generada para el estado de Campeche por Contreras, (2000).



12.3.2 Información edafológica

Se recabó información documental sobre el conocimiento de los suelos en el estado de Campeche, que abordan aspectos físicos y químicos, clasificándolos de acuerdo con FAO/UNESCO.

12.3.3 Información cartográfica

El Programa ArcView GIS (Demey y Pradere, 1996; ESRI, 2004) se utilizó como herramienta para la elaboración de cartografía. Consiste en un sistema de mapeo computarizado que relaciona lugares con información agroclimática, iguales a las del cultivo de coco, las cuales se denominan áreas con alto potencial productivo.

XIII. ESTIMACIÓN DEL RENDIMIENTO POTENCIAL PARA EL CULTIVO DE COCO (*Cocos nucifera* L.)

Actualmente existen diferentes procedimientos para establecer el potencial de producción de cultivos para una zona los cuales, en general, consisten en estimar el rendimiento máximo y demeritarlo de acuerdo a los problemas ambientales o de manejo que se presenten. El método de Zonas Agroecológicas que fue propuesto por FAO (1978) se utilizó (adaptándolo y modificándolo) para estimar el rendimiento potencial del cultivo de coco para el estado de Campeche.

La estimación de rendimiento máximos propuestos en el proyecto de Zonas de Agroecológicas de la FAO (1978 y 1981), se basa en la ecuación (1)

$$Y = Bn \cdot Hi$$

(1)



Donde:

Y = Rendimiento máximo sin restricciones ($t\ ha^{-1}$)

Bn = Producción de biomasa neta ($t\ ha^{-1}$)

Hi = Índice de cosecha (a dimensional)

La biomasa neta (Bn) se entiende como la materia seca total y el rendimiento (Y) como la materia seca económicamente aprovechable que pueden producir plantas sanas, con un suministro adecuado de agua y nutrientes. Siendo el índice de cosecha (Hi) por lo tanto, una parte proporcional de la biomasa neta. La biomasa neta (Bn) para un cultivo se calcula mediante la ecuación (2).

$$Bn = (0.36 \cdot bgm \cdot L) / ((1/N) + 0.25 \cdot C_t) \quad (2)$$

Expresada en ($kg\ ha^{-1}$).

Donde:

bgm = Tasa máxima de producción de biomasa bruta para un IAF ≥ 5 en ($kg\ ha^{-1}\ d^{-1}$) se calcula mediante la ecuación (3)

$$bgm = F \cdot b_0 + (1 - F) \cdot b_c$$

Expresada en ($kg\ ha^{-1}\ d^{-1}$)

(3)

Donde:

F = Fracción del día cubierta con nubes que se estima con la ecuación (4).

b_0 = Tasa de fotosíntesis bruta en días completamente nublados ($kg\ ha^{-1}\ d^{-1}$) ($P_m = 20\ kg\ ha^{-1}\ h^{-1}$). Se obtiene de Tablas, entrando con el valor de la latitud de la localidad en cuestión.



bc= Tasa fotosíntesis bruta en días completamente despejados ($\text{kg ha}^{-1} \text{d}^{-1}$) ($\text{Pm} = 20 \text{ kg ha}^{-1} \text{h}^{-1}$). Se obtiene de Tablas, entrando con el valor de la latitud de la localidad en cuestión.

bo y bc son valores diarios y en cultivos cerrados ($\text{IAF} \geq 5$)

$$F = (A_c - 0.5 * Rg) / (0.80 * Rg)$$

(4)

Donde:

A_c = Radiación fotosintéticamente activa en un día totalmente despejado ($\text{cal cm}^{-2} \text{d}^{-1}$) (Tablas para $\text{Pm} = 20 \text{ kg ha}^{-1} \text{h}^{-1}$)

Rg = Radiación global medida ($\text{cal cm}^{-2} \text{d}^{-1}$).

Los valores de (A_c), (b_0) y (b_c) para diferentes latitudes que reporta de manera tabulada FAO, (1978), para una fotosíntesis máxima (Pm) de $20 \text{ kg ha}^{-1} \text{h}^{-1}$, fueron ajustados a modelos de regresión por Campos (1996). Utilizando éhos modelos, se desarrolló un macro de Excel por los autores del presente trabajo, que calcula dichos valores a nivel diario, con base solo a la latitud de la localidad. En la ecuación (4) se asume que la radiación fotosintéticamente activa que se recibe en un día totalmente cubierto es de 20% de la (A_c) y que la radiación fotosintéticamente activa equivale aproximadamente al 50% de la radiación global total de onda corta (Rg).

Para calcular el coeficiente de tasa máxima de crecimiento (L) se requiere primero calcular la temperatura diurna (T_{foto}), la cual se obtiene con la ecuación (5)

$$T_{foto} = T_{max} - (1/4)(T_{max} - T_{min})$$

(5)

T_{foto} = Temperatura diurna ($^{\circ}\text{C}$).

T_{max} = Temperatura máxima ($^{\circ}\text{C}$)



T_{min} = Temperatura mínima (°C)

L = Coeficiente de tasa máxima de crecimiento, que se calcula mediante la ecuación (6)

$$L = 0.3424 + 0.9051 \cdot \log_{10} (\text{IAF})$$

(6)

Donde:

IAF = Índice de área foliar. Cuyo valor utilizado fue de 2.4 (Jakayumar *et al.* 1988)

N= Duración del ciclo del cultivo (365 días).

C_t =Coeficiente de respiración (R_m). Este coeficiente se calcula con la ecuación (7)

$$C_t = C_{30} * (0.044 + 0.00019 * T + 0.0010 * T^2)$$

(7)

C₃₀= 0.0108 para cultivos que no son leguminosa, como es el caso del coco, .

T = Temperatura media (Celsius).

Para un mayor detalle y exemplificación de la utilización de éste procedimiento de cálculo, se recomienda al lector consultar a Tijerina *et al.*, (1990). Así como el Boletín 73 de la FAO (FAO, 1977).

A partir de la biomasa neta obtenida se procede a calcular el rendimiento potencial; el cual se obtiene al multiplicar la biomasa neta total obtenida por el índice de cosecha (H_i) del cultivo de coco. El valor de H_i del cultivo de coco utilizado fue de 0.09, que fue reportado por (Mialet, 2008).



Finalmente se desarrollan los mapas para zonas con potencial climático, zonas con potencial edafológico y zonas con potencial edafoclimático para el cultivo de coco (*Cocos nucifera* L.). En el estado de Campeche.

XIV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Con base en el estudio realizado, se encontró que el estado de Campeche cuenta con una superficie total de 3,164,412 ha con potencial agroclimático para el cultivo de coco (*Cocos nucifera* L.). El cultivo se puede establecer completamente en los municipios de Palizada, Carmen y Candelaria, en la mayor parte de los municipios de Escárcega, Calakmul y Champotón; y en pequeñas superficies de los municipios Calkiní, Hecelchakán y Tenabo (Anexo 4). Es decir, casi el 57% de la superficie total del estado es climáticamente apta (Cuadro 27).

Cuadro 27. Diferentes potenciales expresados como superficie y de manera porcentual para el cultivo de coco (*Cocos nucifera* L.) en el estado de Campeche.

CULTIVO	SUPERFICIE CON POTENCIAL AGROCLIMÁTICO		SUPERFICIE CON POTENCIAL EDAFOLÓGICO		SUPERFICIE CON POTENCIAL EDAFOCLIMÁTICO	
	ha	(%)	ha	(%)	ha	(%)
Coco	3,164,412	*57	1,972,793.32	*35	974,912	*18

*Porcentaje de superficie con respecto a la superficie total.

En cuanto a los requerimientos de suelo para este cultivo, Campeche cuenta con una superficie de alto potencial de 1,972,793 hectáreas (Anexo 5). En el Cuadro 28 se observa que ocupan la mayor superficie los suelos de tipo Gleysol Mólico (Calcárico, Arcílico) (31.7%) y Vertisol Gléyico (Calcárico) (11%); en tanto que las subunidades Gleysol Hístico (Calcárico, Sódico), Luvisol Gléyico (Hiperéutrico, Arcílico) y Luvisol Cutánico Gléyico (Éutrico, Arénico) apenas representan 0.5% de la superficie.



Cuadro 28. Subunidades de suelos aptos para el cultivo de coco en el estado de Campeche.

Subunidad	Superficie (ha)
Arenosol Endogléyico (Éutrico)	29,064.18
Cambisol Gléyico (Húmico, Arcílico)	39,201.72
Fluvisol Gléyico (Éutrico)	19,298.21
Gleysol Háplico (Húmico, Arcílico, Nóvico)	19,059.29
Gleysol Háplico (Calcárico, Húmico, Arcílico)	13,004.00
Gleysol Hístico (Calcárico, Sódico)	3,389.15
Gleysol Mólico (Calcárico, Arcílico)	624,854.48
Gleysol Mólico (Calcárico, Arcílico, Nóvico)	40,982.10
Gleysol Mólico (Calcárico, Húmico, Arcílico)	107,223.02
Gleysol Mólico (Calcárico, Sódico)	43,064.10
Gleysol Mólico (Calcárico, Sódico, Arcílico)	20,846.64
Gleysol Mólico (Éutrico, Arcílico)	51,351.10
Luvisol Cutánico Gléyico (Éutrico, Arénico)	1,867.09
Luvisol Cutánico Gléyico (Hiperéutrico, Arcílico)	22,113.24
Luvisol Gléyico (Hiperéutrico, Arcílico)	1,888.49
Luvisol Háplico (Férreo, Crómico)	37,453.87
Luvisol Háplico (Férreo, Hiperéutrico)	9,726.10
Luvisol Háplico (Hiperéutrico, Esquelético, Arcílico)	57,666.55
Luvisol Háplico (Húmico, Hiperéutrico)	35,448.80
Luvisol Léptico (Hiperéutrico, Arcílico)	127,754.04
Luvisol Nítico (Férreo, Hiperéutrico)	53,783.93
Regosol Endogléyico (Calcárico, Sódico)	12,752.17
Vertisol Gléyico (Calcárico)	216,001.44
Vertisol Gléyico (Calcárico, Húmico)	81,860.56
Vertisol Gléyico (Calcárico, Pélico)	91,579.14
Vertisol Gléyico (Éutrico)	107,809.87
Vertisol Gléyico (Húmico)	103,750.05

De acuerdo al análisis edafoclimático el estado de Campeche cuenta con 974,912 hectáreas (18% de la superficie estatal) con alto potencial productivo para establecer el cultivo del cocotero en la entidad, se distribuyen en 10 municipios del estado. El 65% de la superficie se localiza en tres municipios: Champotón (23%), Carmen (22%) y Candelaria (20%) (Cuadro 29).



Las áreas de color violeta en el mapa edafoclimático del Anexo 6, representa las zonas con alto potencial productivo, donde es factible cultivar coco en el estado de Campeche.

Cuadro 29. Municipios del estado de Campeche con zonas edafoclimáticas potenciales para el cultivo de coco.

Municipio	Superficie (ha)
Calakmul	47,565.73
Calkiní	17,558.11
Campeche	63,649.08
Candelaria	195,420.31
Carmen	210,836.42
Champotón	222,105.39
Escárcega	136,575.12
Hecelchakán	10,693.51
Palizada	69,603.01
Tenabo	905.05

El cálculo del rendimiento potencial para el cultivo de coco en los distintos municipios del estado de Campeche se muestra en el Cuadro 31; en general en los 11 municipios pertenecientes al estado es posible alcanzar un buen rendimiento potencial. De estas cifras destaca el rendimiento del Municipio de Escárcega con 17.71 t ha^{-1} , valor que supera ligeramente el rendimiento promedio potencial del estado de 17.24 t ha^{-1} . También las cifras de los otros municipios como Campeche (17.40 t ha^{-1}), Candelaria (17.49 t ha^{-1}), Carmen (17.41 t ha^{-1}), Hecelchakán (17.39 t ha^{-1}) y Tenabo (17.56 t ha^{-1}) superan al rendimiento promedio. El menor rendimiento potencial del coco corresponde al municipio de Calkiní con 16.71 t ha^{-1} (Cuadro 30).



Cuadro 30. Rendimiento potencial ($t \text{ ha}^{-1}$) para el cultivo (*Cocos nucifera* L.), en los municipios del estado de Campeche.

MUNICIPIO	RENDIMIENTO POTENCIAL ($t \text{ ha}^{-1}$)
Calakmul	17.15
Calkiní	16.71
Campeche	17.40
Candelaria	17.49
Carmen	17.41
Champotón	16.74
Escárcega	17.71
Hecelchakán	17.39
Hopelchén	17.19
Palizada	16.94
Tenabo	17.56
Promedio	17.24

Elaboración propia con resultados del estudio realizado en esta obra

XV. CONCLUSIONES

Del presente estudio se desprenden las siguientes conclusiones.

- ❖ El estado de Campeche cuenta con una superficie con alto potencial agroclimático de 3, 164,412 hectáreas para cultivar el cocotero (*Cocos nucifera* L.).
- ❖ El estado de Campeche cuenta con una superficie con alto potencial edafológico de 1, 972,793 hectáreas para cultivar el cocotero (*Cocos nucifera* L.).
- ❖ El estado de Campeche cuenta con una superficie de 974,912 hectáreas para el cultivo del cocotero (*Cocos nucifera* L.), cuya superficie satisface tanto los requerimientos de clima y edafológicos para el desarrollo del cultivo.



- ❖ El cultivo de coco (*Cocos nucifera* L.) se puede establecer bajo temporal en al menos 18% de la superficie del estado de Campeche, con la implementación de un manejo agrícola integrado. Si se introduce riego de auxilio, las condiciones edafológicas favorables serían el 35% de la superficie del estado. Este porcentaje sería la superficie potencial que Campeche tiene para cultivar coco con un alto potencial productivo.
- ❖ Los cinco principales municipios con áreas potenciales para el cultivo de coco (*Cocos nucifera* L.) en orden decreciente son: Champotón, Carmen, Candelaria, Escárcega y Palizada.
- ❖ En el estado de Campeche para el cultivo de coco se espera un rendimiento potencial promedio de 17.24 t ha^{-1} .
- ❖ Los valores de los rendimientos potenciales del cultivo de coco en siete municipios del Estado de Campeche se encuentran por arriba del rendimiento promedio potencial (17.24 t ha^{-1}).
- ❖ De los rendimientos potenciales calculados destaca el obtenido para el municipio de Escárcega (17.71 t ha^{-1}).



XVI. BIBLIOGRAFÍA

Aceves-Navarro, L.A.; A. Arrieta-Rivera y J.L. Barbosa-Olán. 2008. Manual de AGROCLIM 1.0. Colegio de Postgraduados. H. Cárdenas, Tabasco. 28 p.

APCC (Asian and Pacific Coconut Community).2011. En línea:
<http://www.apccsec.org/> .[Consultado el 23 de julio de 2011].

Anónimo. 2011. Manual operativo de la campaña manejo fitosanitario del cocotero. Comité Estatal de Sanidad Vegetal del estado de Guerrero. 11 p. En línea:
http://gro.cesavegro.org.mx/campanas/cocotero/Manual_coco.pdf
[Consultado el 29 de julio de 2011]

Augstburger, F.; Berger, J.; Censkowsky,, U.; Heid, P.; Milz, J. y Streit, C. 2000. Agricultura Orgánica en el Trópico y Subtrópico. Asociación Naturland – Cooperación Técnica Alemana (GTZ, Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit).19p.

Betanzos, M. E.; Hernández R. F.; R. Piña J. y J. Villanueva B. 1984. Amarillamiento letal del cocotero (*Cocos nucifera* L.) en la Península de Yucatán. Proyecto de investigación SARH, INIA, CIAPY. 66p.

Buckley, R. and H. Harries. 1984. Self-sown wildtype coconuts from Australia. Biotropica. 16(2):148-151.

Campos, A. D.F. 1996. Programa en BASIC para la estimación del rendimiento climático máximo. Agrociencia, 30: 21 – 30.

Cardeña, R. 1993. Diagnóstico del Amarillamiento Letal del Cocotero pormétodos de microscopía. Memoria de la Capacitación “Amarillamiento Letal del



- Cocotero” Centro de Capacitación Laguna del Pino, Barberena, Santa Rosa: MAGA-OIRSA. 75p.
- Carías, S. N. 2006. Enfermedad del Amarillamiento letal del cocotero (*Cocos nucifera* L.) Agente etiológico y principales variables epidemiológicas en la Costa Atlántica de Guatemala. Tesis de Licenciatura. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía Instituto de Investigaciones Agronómicas. Guatemala. 65p.
- Carrillo, H. 1993. El Amarillamiento Letal del Cocotero y su situación actual en México. Memoria de la Capacitación “Amarillamiento Letal del Cocotero”. Centro de Capacitación Laguna del Pino, Barberena, Santa Rosa. MAGA-OIRSA.
- Carrillo, R.H.; M. Cortazar R. y U. G. Serrano B. 2007. El marcaje de racimos de cocotero (*Cocos nucifera* L.) como técnica para determinar edad óptima de corte. *XII Congreso Nacional de la Sociedad Mexicana de Ciencias Hortícolas*. Zacatecas, Zacatecas, México. p.
- CESPCOCO. 2011. Comité Estatal del Sistema Producto coco de Michoacán, A. C. En línea: <http://www.cocomichoacan.com>
- COLIMA-SEDER (Gobierno del Estado de Colima y Secretaría de Desarrollo Rural). 2005. Paquetes tecnológicos para cultivos agrícolas, en el Estado de Colima. No. 2. 56p.
- CONACOCO. 2011. En línea:
<http://www.conacoco.com.mx/coco/nueva/plagas.htm>
- CONACOCO. 2011a. Guía para plagas y enfermedades del cocotero. Coconut Extension Training Center, Crop Protection División, Davao Research



Center Philipine Coconut Authority Bago-Ashiro, Davao City, Philippines. Versión electrónica disponible en: [http://www.fs.fed.us/global/iitf/pubs/sm_iitf057%20%20\(7\).pdf](http://www.fs.fed.us/global/iitf/pubs/sm_iitf057%20%20(7).pdf) [Consultado en línea el 1 de agosto de 2011]

Contreras, B. J.A., 2000. Estimación del Índice Hidrotérmico Local (IHT) en la República Mexicana. Tesis de Maestría en Ciencias. Programa de Agrometeorología. Colegio de Postgraduados. México. 116p.

Domínguez, E.; López, J. y Ruiz, P. 1999. El Cocotero *Cocos nucifera* L. Manual para la Producción en México INFAP, CIRGOC. Campo Experimental Huimanguillo Libro Técnico No. 6, Tabasco, México D. F. 132 p.

Escamilla, J. 1993. Diagnóstico del Amarillamiento Letal por síntomas visuales. Memoria de la Capacitación “Amarillamiento Letal del Cocotero”. Centro de Capacitación Laguna del Pino, Barberena, Santa Rosa: MAGA-OIRSA. Guatemala. 75p.

FAOSTAT. 2011. Food and Agriculture Organization of the United Nations. En línea: <http://faostat.fao.org> [Consultado el 21 de julio de 2011].

FHIA, 2008. Manual Técnico del cocotero (*Cocos nucifera* L.). Compiladores: José Ángel Alfonso y Teófilo Ramírez. Fundación Hondureña de Investigación Agrícola (FHIA). La Lima, Cortés, Honduras. 42 p. Versión electrónica disponible en: http://www.mcahonduras.hn/documentos/PublicacionesEDA/Manuales%20de%20produccion/EDA_Manual_Produccion_Coco_FHIA_09_08.pdf [Consultado en línea el 14 de julio de 2011]

González, S. R. F. 2006. Estudio de la Demanda Nacional de Pulpa, Fibra y Agua para la Compactación de la Oferta Regional del Cocotero. Consejo



Nacional del Cocotero, A. C. 116 p. Versión electrónica disponible en:
http://www.conacoco.com.mx/comite/estudio_demandas/Estudio_de_demandas_del_cocotero.pdf

Granados S. D. y G.F. López R. 2002. Manejo de la Palma de coco (*Cocos nucifera* L.) en México. Revista Chapingo. Series ciencias forestales y del ambiente, enero-junio, 8 (1): 39-48.

Howard, F. W. y S. Gallo. 2006. El Cixíido Americano de las palmas, *Myndus crudus* Van Duzee (Insecta: Hemiptera: Auchenorrhyncha: Fulgoroidea: Cixiidae). Series of Featured Creatures from the Entomology and Nematology Department, Florida Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida. Versión electrónica disponible en: <http://edis.ifas.ufl.edu/pdffiles/IN/IN70700.pdf>

IMTA, (Instituto Mexicano de Tecnología del Agua). 2009. ERIC III 2.0. Extractor Rápido de Información Climatológica v.2.0.

INFOASERCA, 2011. Reporte de Precios Diarios de Frutas observados en diversas Centrales de Abasto. En línea: <http://www.infoaserca.gob.mx>, [Consultado el 11 de agosto de 2011]

INFOVISUAL, 2011. En línea: http://www.infovisual.info/01/039_es.html

IPGRI- COGENT. 2011. En línea:

<http://www.bioversityinternational.org/fileadmin/bioversity/publications/pdfs/832.pdf> [Consultado el 25 de julio de 2011]

IRHO. 1992. Coconut: water supply and drought tolerance. Oléagineux 47(6): 334-337



- IRHO-CIRAD (1992) Coconut-Study of yield factors. Oleagineux 47:324-337.
- Jakayumar. 1988. Crop coefficient for coconut (*cocos nucifera* L.): a lysimetric study, agricultural and forest meteorology 43,235-240
- Lizano M. 2000. Guía Técnica del Cultivo de Coco, Programa Nacional de Frutas de El Salvador, Ministerio de Agricultura y Ganadería -MAG-El Salvador. 52p.
- Lizardo M. 1993. Guía Técnica del cultivo de coco. Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) – ANTEL. Programa Nacional de Frutas de El Salvador. República de El Salvador. 54 pág. Versión electrónica disponible en: <http://webiica.iica.ac.cr/BIBLIOTECAS/REPIICA/B0221E/B0221E.PDF>
[Consultado en línea el 14 de julio de 2011]
- Lokesha, R.; D.M. Hahishi; G. Shivashankar. 1988. Studies on use of coconut coir dust as a rooting media. Current Research. University of Agricultural Sciences. Bangalore, India. 17(12): 157-158.
- MAG, 2001. Boletín de mercado de coco. Ministerio de Agricultura y Ganadería de El Salvador, Programa Nacional de Frutas de El Salvador. Año 1, 16 p. Versión electrónica disponible en: <http://www.cadenahortofruticola.org>
- Malavolta, E., H.P. Hagg, F.A.F. Meloo, y M.O. Brasil Sobrinho. 1974. Nutrición Mineral y fertilización de plantas cultivadas. Pioneira. Sao Paulo. Pp. 668–685.
- Martínez, A. y Enriquez, G. 1981. La sombra para el cacao. Boletín técnico No. 5. 93p.



- Mialet, S. I. 2008, WHOLE-PLANT ADJUSTMENTS IN COCONUT (COCOS NUCIFERA) IN RESPONSE TO SINK-SOURCE IMBALANCE, TREE PHYSIOLOGY 28,1199-1209
- Müller, L. E. 2000. Manual de laboratorio de morfología vegetal. Centro Agronómico Trópico de Investigación y Enseñanza (CATIE). Turrialba, Costa Rica. 259p.
- Nogueira, L.C.; L. Nogueira R.Q. y F. Miranda R. 1998. Irrigação do coqueiro. In: J. Ferreira M.S., D. Warwick R.N., Siqueira LA (eds.). A cultura do Coqueiro no Brasil. EMBRAPA, Brasília. Nunes pp. 159-187
- Ochse, J.J.; M.J. Soule, Jr.; Dijkman, M.J. y Wehlburg, C. 1980. Capítulo 12: Cultivo de oleaginosas, Coco. Cultivo y mejoramiento de plantas tropicales y subtropicales, Volumen II. Editorial Limusa. México. Pp. 1125-1141.
- Ohler, J. G. 1999. Modern Coconut Management. Palm Cultivation and Products. FAO and Intermediate Technology Publications Ltd. London. 458 p. Versión electrónica disponible en: <http://ecoport.org/>
- OIRSA (Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria). 2002. Amarillamiento Letal del Cocotero (ALC), Plaga de las palmáceas. Folleto Técnico No. 4, 2da. Edición, San Salvador, El Salvador. 23p.
- Opeke, L. K. 1982. Tropical treecrops. Chichester, UK: John Wiley and Sons. 312p.
- Osei-Bonsu, K.; Opoku-Ameyaw, K.; Amoah, F.M. y Oppong, F.K. 2002. Cacao-coconut intercropping in Ghana: agronomic and economic perspectives. Agroforestry Systems 55: 1–8.
- Ouriver, M. 1984. Exportation par la récolte du cocotier PB-121 en fonction de la fumure potassique et magnésienne. Oleagineux 39(5): 263-271



Paredes, P. A. 1991. Capítulo: Asociación de cacao con Palmaceas. Memoria del Seminario regional “Sombras y cultivos asociados con cacao”. Ed. Phillips-Mora, W. Turrialba, Costa Rica. Pp . 81-90

Parrotta, J. A. 1993. *Cocos nucifera* L. coco nutpalm, palma de coco. SO-ITF-SM-57. New Orleans, LA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station. 7 p Version electronic disponible en:
[http://www.fs.fed.us/global/iitf/pubs/sm_iitf057%20%20\(7\).pdf](http://www.fs.fed.us/global/iitf/pubs/sm_iitf057%20%20(7).pdf)

Prabhakaran, N. K.P. 2010. Chapter 3 The Coconut Palm. The Agronomy and Economy of Important Tree Crops of the Developing World. (*Cocos nucifera* L.). DOI: 10.1016/B978-0-12-384677-8.00003-5

Perera, L.; A. C. N. Perera S.; K. Bandaranayake C. y C. Harries H. 2010. Oil Crops. Handbook of Plant Breeding. Vol. 4, p. 369-396. Doi: 10.1007/978-0-387-77594-4_12

Quintero, G. S. I. y L. O. González S. 2006. Uso de fibra de estopa de coco para mejorar las propiedades mecánicas del concreto. Ingeniería & Desarrollo 20:134-150

Ramírez, Z. R. 1983. Logros y aportaciones de la investigación agrícola en los cultivos de coco y palma africana. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. Secretaría de Agricultura y Recursos Hídricos. México, D.F. No. 110. 15p.

Resende, J.M.; J.S. de Assis; C.S. ReisD.; W.M. Aragao. 2002. Colheita e manuseio pós-colheita. InCoco. Pós-colheita. Editor técnico Wilson Menezes Aragao. EmbrapaTabuleirosCosteiros. Aracaju, Sergipe. Frutas do Brasil 29: 35-41.



SAGARPA, 2005. Plan Rector Sistema Producto Nacional palma de coco. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. México, D. F. 47p.

Salas, J.A. 1980. El anillo rojo del cocotero en varias áreas de Costa Rica. Agronom. Costarr. 4(2): 199-202.

Santos, F.; W. Nuñes y L. Siquiera. 1998. A Cultura do Coqueiro no Brasil, 2da. Ed. Empresa Brasileña de Pesquisa Agropecuaria –EMBRAPA- y Centro de Pesquisa Agropecuaria dos Tabuleiros Costeiros, Brasilia, Brasil. 292p.

Schuster, J. 2002. Desarrollo de un modelo para el control del Amarillamiento Letal del Cocotero en la Región Nororiente de Guatemala, Universidad del Valle de Guatemala,-UVG, Guatemala. 28p.

SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera). 2011. En línea: http://www_siap.gob.mx/ [Consultado el 9 de agosto de 2011].

SMN, (Servicio Meteorológico Nacional). 2010. Climatología. Normales climatológicas 1971 – 2000. Disponible en: <http://smn.cna.gob.mx>.

Tijerina-Chávez L.; Ortiz-Solorio C.; Pájaro-Huertas D.; Ojeda-Trejo E.; Aceves-Navarro L. A. y Villalpando-Barriga O. 1990. Manual de la Metodología para Evaluar la Aptitud de las Tierras para la Producción de los Cultivos Básicos, en Condiciones de Temporal. Colegio de Postgraduados. Programas de Agrometeorología. SARH. Montecillo, México. 113p.

Vidhana, A. L. P. 1998. Preliminary requirements to design a suitable drip irrigation system for coconut (*Cocos nucifera* L.) in gravelly soils. Agricultural Water Management 38: 169 – 180.



Villanueva, B. J.; J. Piñar; L. L. Carrillo. 1987. Avances sobre el control y la investigación del amarillamiento letal del cocotero en México. Folleto Técnico. INIFAP-CIFAP Veracruz. CAE Coaxtla, Veracruz, Ver. 19p.

Wikimedia, 2011. En línea:

http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Cocos_nucifera_Blanco2.364-cropped.jpg

Zizumbo, V. D. y Piñero D. 1998. Pattern of morphological variation and diversity of *cocos nucifera* (arecaceae) in Mexico. American Journal of botany 85 (6): 855 – 865

Zizumbo, V. D.; F. Hernandez R. y H.C. Harries. 1993. Coconut varieties in Mexico. Economic Botany (january-March) 47 (1):65 - 78

Figura de portada:

http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Cocos_nucifera_Blanco2.364.png [10 de agosto de 2011]



XIX. ANEXOS

Anexo 1. Ubicación geográfica de las estaciones meteorológicas en el estado de Campeche.

NÚMERO ID DE ESTACIÓN	NOMBRE	LONGITUD	LATITUD	ALTITUD
1 40001	BOLONCHEN, HOPELCHÉN	-89.74	20.004	60
2 40004	Candelaria, Carmen	-91.046	18.183	50
3 40007	Ciudad del Carmen	-91.761	18.654	5
4 40008	Champotón, Champotón	-90.717	19.35	2
5 40009	Dzibalchen, Hopelchén	-89.73	19.45	80
6 40010	Escárcega, Escárcega	-90.741	18.6	80
7 40011	Hecelchakán (DGE)	-90.133	20.183	50
8 40012	Hool, Champotón	-90.411	19.513	25
9 40013	Hopelchén, Hopelchén	-89.843	19.758	60
10 40014	Islas Arenas, Calkiní	-90.452	20.69	1
11 40015	Isla de Aguada, Carmen	-91.494	18.78	1
12 40017	Iturbide, Hopelchén	-89.601	19.578	80
13 40018	La esperanza, Champotón	-90.083	18.167	2
14 40019	Nanzal, CD. Del Carmen	-91.333	18.3	--
15 40020	Miguel Hidalgo, Carmen	-90.867	17.867	100
16 40021	Monclova, Carmen	-90.82	18.057	100
17 40023	Nilchi, Campeche	-90.27	19.845	10
18 40024	Palizada, Palizada	-92.087	18.253	4
19 40027	Placeres, Champotón	-89.717	18.2	2
20 40028	Pustunich, Champotón	-90.479	19.145	30
21 40029	Sabancuy, Carmen	-91.176	18.973	5
22 40031	Silvituc, Champotón	-90.298	18.639	75
23 4034	Xcupil (A. Holcatzin)	-89.85	19.717	65
24 4037	Zoh Laguna, Hopelchén	-89,417	18,592	190
25 4038	Campeche, Campeche	-90,544	19,838	5
26 4041	Champotón, Champotón DGE	-90,720	19,362	2
27 4042	Escárcega, Escárcega (DGE)	-90,733	18,600	85
28 4043	Hecelchakán (SMN)	-90,122	20,197	50
29 4053	Santa Cristina, Campeche	-90,381	19,815	10
30 4054	Chicbul, Cd. Del Carmen	-90,923	18,778	25
31 4056	Chumpan, Cd. Del Carmen	-91,508	18,213	20
32 4057	Mamantel, Cd. Del Carmen	-91,089	18,525	12



Continuación del Anexo 1. Ubicación geográfica de las estaciones meteorológicas en el estado de Campeche

ID	NÚMERO DE ESTACIÓN	NOMBRE	LONGITUD	LATITUD	ALTITUD
33	4058	Noh-Yaxche, Campeche	-89,742	20,004	30
34	4059	Tinun, Tenabo	-90,228	19,961	50
35	4060	Xbonil, Champotón	-90,166	18,635	60
36	4064	Becal, Calkiní	-90,031	20,426	55
37	4067	Calkiní, Calkiní (DGE)	-90,033	20,367	--
38	4068	China I.N.I.P., Campeche	-90,474	19,673	10
39	4069	Campeche Sur, Campeche	-90,550	19,817	--
40	4070	Dzitbalche, Calkiní	-90,059	20,321	30
41	4071	Pocyaxum, Campeche	-90,351	19,730	20
42	4072	Sihó-Chac, Champotón	-90,584	19,506	15
43	4073	Tenabo, Tenabo (DGE)	-90,200	20,017	7
44	4074	Xbonil, Champotón (DGE)	-90,217	19,633	--
45	4075	Canki	-90,118	19,988	15
46	4076	Chinchintok	-89,581	19,359	150
47	4077	San Juan Bautista	-89,927	19,874	50
48	4078	Chaccheito	-90,407	19,051	40
49	4079	Vista Alegre	-91,658	18,043	10
50	4080	Alvarado	-89,270	18,017	170
51	4081	Cristóbal Colón	-90,776	17,888	110
52	4082	Pablo T. Burgos	-90,697	18,297	50
53	4084	Tixmucuy, Campeche	-90,650	19,550	--
54	4085	Pomuch, Hecelchakán	-90,133	20,117	--
55	4086	El Zapote	-91,802	18,217	10



Anexo 2. Requerimientos Agroclimáticos del cultivo de coco (*Cocos nucifera* L.)

REQUERIMIENTO	OPTIMO		ABSOLUTO	
	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo
Temperatura (°C)	22	34	14	38
Precipitación anual (mm)	1200	2400	650	4000
Temperatura critica (durante el reposo)			-1	
Temperatura critica (durante el crecimiento temprano)			0	
Zona climática (clasificación de Köppen)	Tropical húmedo y seco (Aw), Tropical húmedo (Ar)			
Latitud	---	---	10	26
Fotoperiodo	Días cortos (menos de 12 horas), Días neutrales (12 a 14 horas), días largos (más de 14 horas)			
Intensidad de la luz	Muy brillante	Muy brillante	Muy brillante	Cielos nublados
Altitud (m)	---	---	---	1500

Fuente: FAO-ECOCROP, 2010

Anexo 3. Requerimientos Edafológicos del cultivo de coco (*Cocos nucifera* L.)

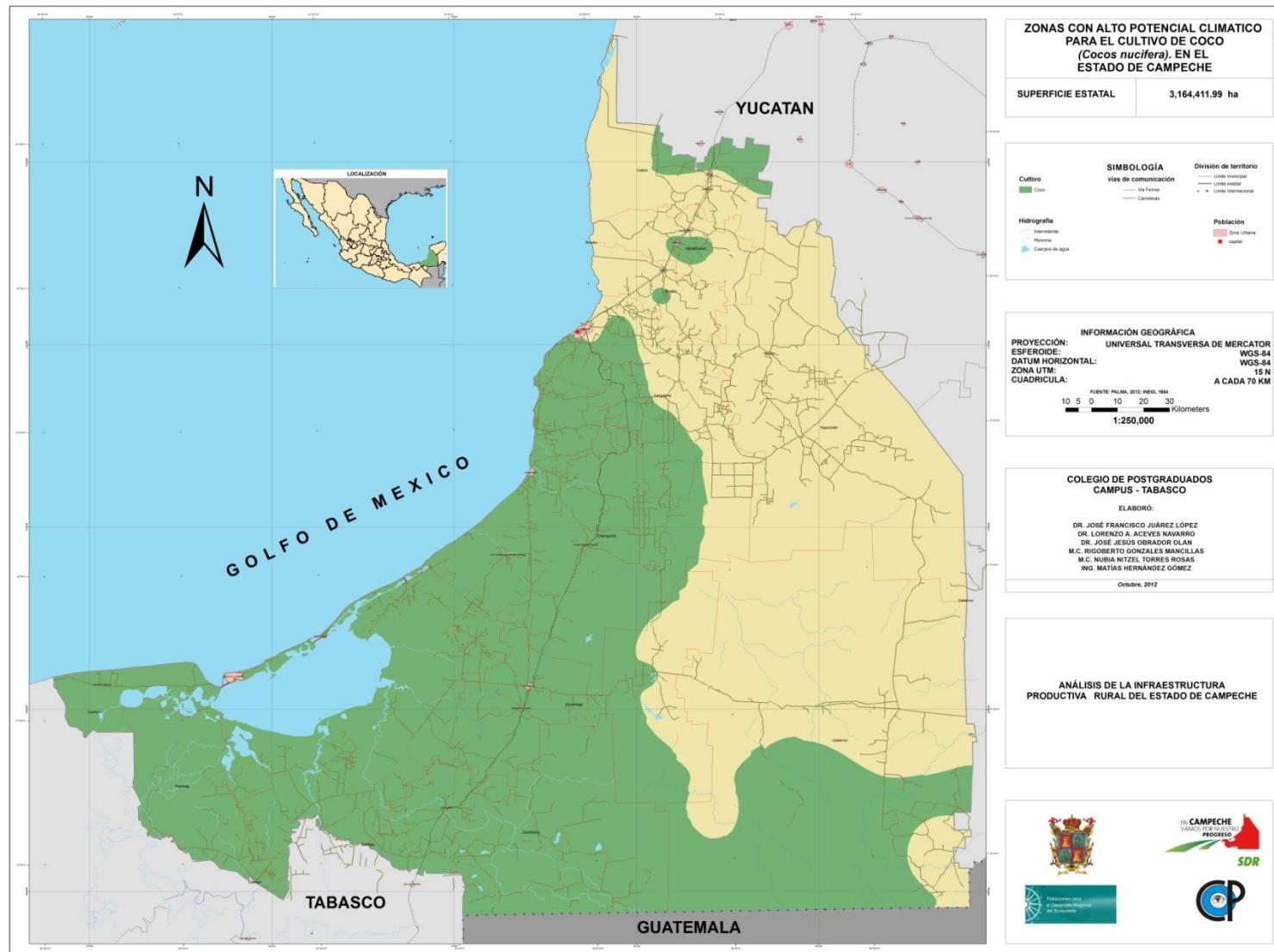
REQUERIMIENTO	OPTIMO	ABSOLUTO
pH del suelo	5 a 8	4.3 a 8.7
Profundidad del suelo	Profundos (mayor a 150 cm)	Medianos (50 a 150 cm)
Textura del suelo	Mediana, ligera	Pesada, Mediana, ligera
Fertilidad del suelo	Moderada	Baja
Salinidad del suelo	Baja (<4 dS/m)	Media (4 a 10 dS/m)
Drenaje del suelo	Bueno (periodos secos)	Bueno (periodos secos)

Fuente: FAO-ECOCROP, 2010

Cocos nucifera L.



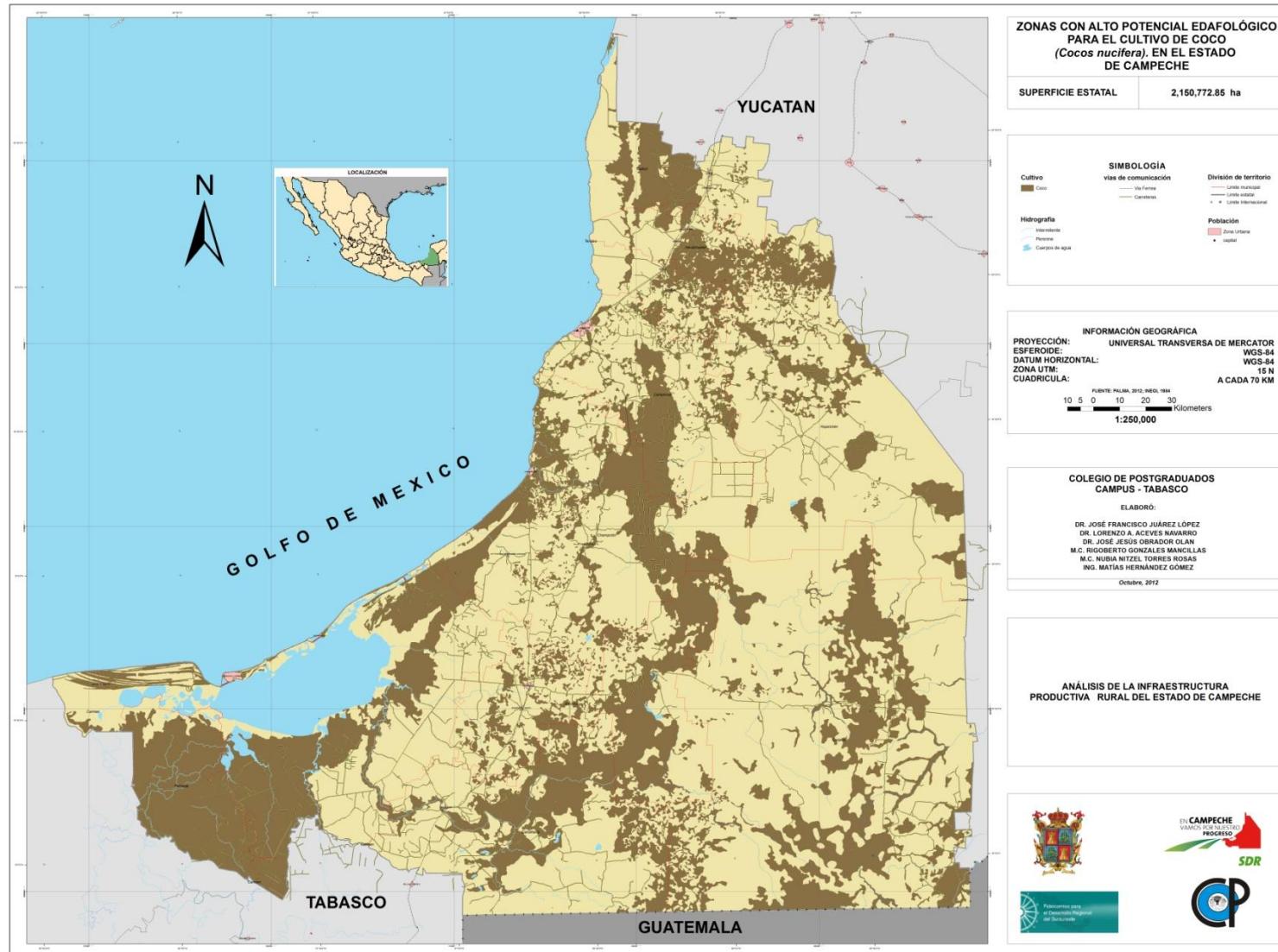
Anexo 4. Zonas con alto potencial agroclimático para el cultivo de coco (*Cocos nucifera L.*) en el estado de Campeche.



Cocos nucifera L.



Anexo 5. Zonas con alto potencial edafológico para cultivar coco (*Cocos nucifera* L.) en el estado de Campeche.





Anexo 6. Zonas con alto potencial edafoclimático para cultivar coco (*Cocos nucifera* L.) en el estado de Campeche.

