

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO FORESTAL



Situación Actual de la Palma de Coco *Cocos nucifera* L. como Recurso
Forestal en México

Por:

JULIO RAMÍREZ VARGAS

MONOGRAFÍA

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO FORESTAL

Saltillo, Coahuila, México

Junio de 2018

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO FORESTAL

Situación Actual de la Palma de Coco *Cocos nucifera* L. como Recurso
Forestal en México

Por:

JULIO RAMIREZ VARGAS

MONOGRAFÍA

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO FORESTAL

Aprobada por el Comité de Asesoría


M.C. Jorge David Flores Flores
Asesor Principal





Ing. Sergio Braham Sabag

Coasesor



Ing. José Antonio Ramírez Díaz

Coasesor


Dr. Gabriel Gallegos Morales
Coordinador de la División de Agronomía

Coordinación

Saltillo, Coahuila, México

Junio de 2018

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Jehová por haberme acompañado y guiado al largo de mi carrera, tanto en los buenos como malos momentos, por acercarme a gente de buen corazón, por ser mi amigo y más que eso por ser mi fortaleza en momentos de angustia, enfermedad y debilidad; agradezco con el corazón en la mano que mi dios Jehová decidiera darme una segunda oportunidad de vida y brindarme momentos llenos de experiencia, aprendizaje y felicidad.

Agradezco al tiempo por estar aquí y demostrar que aún tengo mucho que dar a la vida.

Agradezco a mi familia, principalmente a mis mamás Margarita Robles Zúñiga e Irene Vargas Zúñiga y papá Daniel Ramírez Pérez (+), por su amor y apoyo incondicional. A mis hermanas Flavia Ramírez Vargas, Edith Ramírez Vargas y Gabriela Ramírez Vargas, por motivarme a seguir adelante y no rendirme, porque siempre creyeron en mí. A mis tíos Susana Sánchez Damián, Daniel Ramírez Vargas, Ana Ma. Terrones Torre y Matías Ramírez Añorve, por acompañarme hasta la culminación de mi Ingeniería.

Agradezco a mis amigos Abraham Reguera Añorve, Deisy Mariel Gutiérrez Noyola y Alejandro Sánchez García, por ser parte de mi vida y estar conmigo en los buenos y malos momentos.

Agradezco a los maestros que fueron parte de este proceso, guiándome en todo momento, especialmente al M.C. Jorge David Flores Flores, M.C. Salvador Valencia Manzo, Ing. Sergio Braham Sabah, Ing. José Antonio Ramírez Días y Dr. Jorge Méndez González.

También agradezco con todo el corazón al Dr. Jesús Rodolfo Valenzuela por su apoyo durante su estancia como rector de la UAAAN, AL Ing. Gilberto Rodríguez Vázquez por ser parte en el desarrollo de mis conocimientos y habilidades durante mi estancia en la Unidad Receptora SAFOREPA S.C. y a la Lic. Beatriz Sánchez García, por ser como una segunda madre para mí.

Por último, pero igual de importante para mí, agradezco a mi Alma Terra Mater por abrir sus puertas para ser cómplice en mi formación académica, forjarme un profesionalista de bien y darme la oportunidad de representarla no solo a nivel nacional sino internacional.

¡Gracias!

ÍNDICE

1.- INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Importancia del tema.....	1
1.2 Planteamiento del problema.....	2
2.- OBJETIVOS	7
3.- METODOLOGÍA.....	8
4.- REVISIÓN DE LITERATURA	9
4.1.- Origen del cocotero <i>Cocos nucifera</i> L.	9
4.2.- Descripción general.....	10
4.3.- Distribución en México	17
4.4.- Aspectos ecológicos.....	19
4.5.- Contenido nutricional.....	24
4.6.- Propiedades físicas y mecánicas de la madera de la palma cocotera <i>Cocos nucifera</i> L.	28
4.7.- Plagas y enfermedades más importantes que atacan al cocotero <i>Cocos nucifera</i> L.	30
4.8.- Uso actual de la palma cocotera en México	72
4.9.- Producción de la planta.....	76
4.10.- Establecimiento de una plantación	79
4.11.- Manejo de una plantación	84
4.12.- Producción	89
4.13.- Marco Legal y Regulación del Cocotero	92
4.14.-Costos de producción en vivero.	98
4.15.-Costos de producción para un cultivo de coco, (US \$) Dólares	99
5.- CONCLUSIONES.....	108
6.- LITERATURA CITADA	109

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Contenido Nutricional del Agua de coco. (Para 100 ml).	24
Cuadro 2. Contenido Nutricional de la Copra o Carne de Coco Tierna y Madura (para 100 gr).....	25
Cuadro 3. Contenido Nutricional del Cocos nucifera L. por cada 100 gr de producto.	26
Cuadro 4. Contenido de sustancias químicas del producto de Cocos nucifera L..	27
Cuadro 5. Propiedades físicas y mecánicas de la madera.....	29
Cuadro 6. Ciclo de vida de <i>Rhynchophorus palmarum</i> L. bajo condiciones de laboratorio.	36
Cuadro 7. Duración en días de los estados de desarrollo de <i>Rhynchophorus palmarum</i> L. dependiendo del sustrato colonizado.	36
Cuadro 8. Ciclo de vida en laboratorio (en días) del <i>Strategus aloeus</i> L.....	58
Cuadro 9. Distancias para el cultivo del cocotero.....	82
Cuadro 10. Distanciamientos recomendados para la plantación de Cocotero como monocultivo.	82
Cuadro 11. Cantidad de fertilizante en gramo por palma por aplicación.	84
Cuadro 12. Rangos de Niveles Criticos de Nutrientes en las hojas para el Cocotero (Mediante Analisis Folial). "Porcentaje en materia seca".	85
Cuadro 13. Requerimiento de nutrientes según el nivel de producción. en kg/año. (Calculo con base en 200 gr/gruto de copra).	85
Cuadro 14. Encuesta de unidades de producción de coco en el estado de Guerrero.....	90
Cuadro 15. Contenido de una MIA Modalidad Particular.	94
Cuadro 16. Labores, actividades e insumos para la producción anual de planta híbrida de cocotero en una hectárea de huerta madre intercalada.	98
Cuadro 17. Primer año. Costo total/Ha → \$1,404.82	99
Cuadro 18. Segundo año. Costo total/Ha → \$290.82	100
Cuadro 19. Tercer año. Costo total/Ha → \$379.50	101
Cuadro 20. Cuarto año. Costo total/Ha → \$618.8	102
Cuadro 21. Quinto año. Costo total/Ha → \$1,065.8	103

Cuadro 22. Sexto año. Costo total/Ha → \$1,464.2	104
Cuadro 23. Séptimo año. Costo total/Ha → \$1,597.3	105
Cuadro 24. Octavo año. Costo total/Ha → \$1,654.9	106
Cuadro 25. Noveno año. Costo total/Ha → \$1,654.9	107

ÍNDICE DE FIGURAS

Ilustración 1. Altos del pacífico.	12
Ilustración 2. Enano Malasino Dorado, Enano Malasino Amarillo y Enano Malasino Verde.....	13
Ilustración 3. Hibrido MAYPAN.....	13
Ilustración 4. Hoja del cocotero Cocos nucifera L.	16
Ilustración 5. Espiguillas, flores femeninas (estructuras globosas) y flores masculinas.	16
Ilustración 6. A) Cara transversal (zona intermedia) B) Cara longitudinal (zona intermedia).	28
Ilustración 7. Rynchophorus palmarum L., adulto.	31
Ilustración 8. Clorosis en hojas jóvenes.	32
Ilustración 9. Primeros síntomas internos (puntos color salmón y manchas necróticas).....	33
Ilustración 10. Plaga presente de R. palmarum L.....	33
Ilustración 11. Ataque del insecto R. palmarum L.	34
Ilustración 12. Adultos y Larvas de R. palmarum L.	35
Ilustración 13. Copulación del R. palmarum L.	37
Ilustración 14. Ejemplar adulto del R. palmarum L.	38
Ilustración 15. Capullo de R. palmarum L.....	39
Ilustración 16. Huevesillos de R. palmarum L.	39
Ilustración 17. Larvas de R. palmarum L.	40
Ilustración 18. Proceso de metamorfosis del R. palmarum L.	40

Ilustración 19. Sitios de reproducción del <i>R. palmarum</i> L., en estípites en descomposición o en bases peciolares (Fotos: R. Aldama).....	42
Ilustración 20. Picado de estípites de palma con excavadora en trozos delgados. (Palmeras Salamanca Araki; foto de O. Moya y R. Aldana).....	43
Ilustración 21. Modificaciones de la pala de la excavadora para la destrucción de estípites de palmas. (Palmeras Salamanca y Araki; foto de R. Aldana).....	43
Ilustración 22. A) Erradicación mecánica de palmas. B) Estípites amontonados. .	43
Ilustración 23. Reproducción de <i>Rhynchophorus palmarum</i> y <i>Strategus aloeus</i> en trozos de palmas. Foto de O. Moya.	44
Ilustración 24. Ataque de la especie <i>Hololepta</i> spp a pupas de <i>R. palmarum</i>	44
Ilustración 25. Ataque de la familia Tachinidae a pupas de <i>R. palmarum</i>	45
Ilustración 26. Morfología del <i>E. guerreronis</i> K. adulto.	46
Ilustración 27. Daño en el fruto de <i>Cocos nucifera</i> L. provocado por <i>E. guerreronis</i> K.....	47
Ilustración 28. Chicharrita de la especie <i>Myndus crudus</i> , vector del Amarillamiento Letal del cocotero.	49
Ilustración 29. Antenas de la especie <i>Myndrus crudus</i>	49
Ilustración 30. Espinas de la tibia en grupos de la especie <i>Myndrus crudus</i>	49
Ilustración 31. Protórax de la especie <i>Myndrus crudus</i>	49
Ilustración 32. Parte distal de la especie <i>Myndrus crudus</i>	49
Ilustración 33. Troncos muertos de palmas de coco, <i>Cocos nucifera</i> L. después de la destrucción de las plantaciones por el AL durante la década previa. (Yucatán, México. 1993).....	50
Ilustración 34. Ejemplar adulto de la especie <i>Sciurus colliaei</i>	53
Ilustración 35. Ceballos, G., S. Blanco, C. González y E. Martínez. 2006. <i>Sciurus colliaei</i> (Ardilla Arborícola). Distribución potencial escala 1:1,000,000.00. Instituto de Biología. UNAM, México.....	54
Ilustración 36. Daño en el fruto de <i>Cocos nucifera</i> L. provocado por la especie <i>Sciurus colliaei</i>	55
Ilustración 37. Especímenes de <i>S. aloeus</i> L., vista dorsal, macho (A) y hembra (B).	56

Ilustración 38. Ciclo de vida de <i>S. aloeus</i> L., Huevo (1), Larva primer instar (2), Larva segundo instar (3), Larva tercer instar (4), Pupa (5) y Adulto (6).	57
Ilustración 39. Galería construida por el adulto de <i>S. aloeus</i> L.	59
Ilustración 40. Lugar ocupado por larvas de <i>S. aloeus</i> L. Estipe con cobertura de kudzú.....	59
Ilustración 41. Perforación del <i>Strategus aloeus</i> L. en la base del tallo de plantas jóvenes de <i>Cocos nucifera</i> L., San Antonio Texas (agosto, 2008).	60
Ilustración 42. Daños provocados al <i>Cocos nucifera</i> L. por la especie <i>Strategus aloeus</i> L.....	60
Ilustración 43. Síntomas de la Enfermedad Amarillamiento Letal del Cocotero. ...	62
Ilustración 44. Ciclo de Transmisión de la Enfermedad del Anillo Rojo. (Howard et al., 2001).	63
Ilustración 45. Síntomas de Anillo Rojo en follaje y en tallo (corte transversal) del <i>Cocos nucifera</i> L.	64
Ilustración 46. Estructuras de <i>Phytophthora palmivora</i> . (A) Esporangio ovoide, papilado con pedicelo corto. (B) Zoosporas. (C) Clamidosporas en tejido inoculado. Credito: Martinez et al., 2010.	66
Ilustración 47. Secamiento de la flecha provocado por <i>Phytophthora palmivora</i> . Fuente: http://itp.lucidcentral.org/id/palms/symptoms/Bud_Rot.htm	67
Ilustración 48. Amarillamiento y necrosis de las hojas jóvenes en palmas adultas de <i>Cocos nucifera</i> L. provocados por <i>Phytophthora palmivora</i> . Fuente: http://itp.lucidcentral.org/id/palms/symptoms/Bud_Rot.htm	67
Ilustración 49. Síntomas de pudrición del cogollo en <i>Cocos nucifera</i> L. Créditos: (Ramesh et al., 2013).	67
Ilustración 50. Escala de severidad de la pudrición del cogollo en palmas. Créditos: (Martínez y Torres, 2007).	68
Ilustración 51. Síntomas en frutos provocados por <i>Phytophthora palmivora</i> . Fuente: http://www.kissankerala.net:8080/KISSAN-CHIDSS/English/Coconut/Disease/4.htm	68
Ilustración 52. Eliminación de tejido afectado. Créditos: (Torres et al., 2018).	69
Ilustración 53. Semillero de cocotero.	77

Ilustración 54. Grupo de plántulas listas para el trasplante.	78
Ilustración 55. Forma para trazar arreglo al tres bolillos en el campo.	81
Ilustración 56. Hoyo para la siembra de cocotero.	83
Ilustración 57. A) Bolsa rasgada del fondo antes de siembra definitiva de la plántula. B) Forma de siembra definitiva.	83
Ilustración 58. Forma adecuada de realizar la fertilización del Cocotero.	86
Ilustración 59. Principales zonas costeras productoras de coco en México.	91
Ilustración 60. El cocotero en el Mundo.	91

1.- INTRODUCCIÓN

1.1 Importancia del tema

El cocotero puede prosperar favorablemente en terrenos donde otros cultivos oleaginosos no pueden hacerlo, como son los suelos arenosos-salinos de las costas de México, produciendo tres veces más aceite por hectárea por año que el más productivo cultivo oleaginoso, es menos independiente del uso de insumos como maquinaria, insecticidas y herbicidas y se pueden tener utilidades por más de 25 años pudiéndose aprovechar de forma integral la raíz, tronco, hojas, flores, fruto y tallo (Sánchez *et al.*, 2001).

El cocotero es una planta capaz de adaptarse a condiciones ecológicas restrictivas para otros cultivos, como lo son los sistemas costeros, con suelos arenosos y salinos humedecidos por el agua de mar y expuestos periódicamente a fuertes vientos, así como también intercalarse con otros cultivos sin perjudicar la producción de estos (Zizumbo, 2003).

El cocotero constituye una planta de enorme importancia para el mantenimiento del equilibrio ecológico debido a que su sistema radicular contribuye a retener y estabilizar los suelos y es un importante resumidero de carbono, contribuyendo de este modo a la disminución de los gases de efecto invernadero (Zizumbo, 2003).

Gracias a su gran adaptación en lugares costeros, existe una importante oportunidad de complementación y sinergia entre la actividad turística, la provisión diversificada de alimentos y otros productos y el desarrollo de actividades agroecoturísticas (Zizumbo, 2003).

México es un país de gente joven, según Novoa (2005) la mitad de la población nació después de 1975, dándonos a entender que gran parte del territorio mexicano en especial el sur carece de recursos básicos para subsistir, tales como

vivienda, alimento y trabajo; todo esto resulto como efecto del gran crecimiento demográfico del país.

Si nos dirigimos a las regiones costeras del país nos damos cuenta que estas son ricas en cuanto a la diversidad de recursos, resultado de la variabilidad topográfica, edafología y el clima que en ellas se encuentra, por ende, la oferta de recursos debería ser apta para satisfacer las necesidades que la sociedad demanda, pero todo esto da un giro de 360 grados como efecto de la falta y poca sistematización de información, necesaria para el buen uso y manejo sustentable de los recursos.

Las regiones tropicales cuentan con un número alto de personas jóvenes sin un empleo que sustente su ritmo diario de vida, a pesar de tener los recursos naturales a la mano, el problema es que no pueden hacer un uso de estos ya que no cuentan con la información básica y si la hay esta información se encuentra muy dispersa e inaccesible. La principal aportación de esta monografía es reunir información útil y/o necesaria para el buen uso y manejo de uno de los recursos que se encuentra en mayor abundancia, el cual es el cocotero.

1.2 Planteamiento del problema

Desafortunadamente, a pesar de todo el potencial del cocotero, hay problemas que lo afectan seriamente, dando como resultado una disminución de la productividad, la superficie de cultivo y la producción nacional; en donde las problemáticas más apremiantes son las de tipo fitosanitario y las de manejo ineficiente del cultivo.

Problemática del sector primario del cocotero

Las áreas de plantación se han reducido en un 50% desde 1990, debido a enfermedades y sustitución de la palma de coco por otros cultivos (Rogelio, 2006).

Por otra parte, el mismo autor señala que la propiedad de las plantaciones en más de un 90% es de menos de 5 Ha. en promedio por productor, aunque se registran propietarios con más de 300 Ha.

CICY (2003) registra un limitado número de variedades de palma de coco en México, que ha demostrado su resistencia a ciertas plagas y enfermedades.

Por otro lado, COECOCO (2003) menciona que el monocultivo en la mayoría de las plantaciones; menos del 10% de las plantaciones, cuentan con cultivos asociados como limón, mango y plátano.

Las plantaciones del cocotero generalmente son viejas, contando con más de 40 años de edad promedio en todo el país (SAGARPA, 2003).

Problemática del sector agroindustrial del cocotero

Los principales productos que se producen en México, bajo un proceso agroindustrial son solamente: coco deshidratado, carbón activado, fibra, copra y aceite, debido a un desconocimiento de la diversificación y consumo limitado del mercado interno, así como también existe un desbalance en el aprovechamiento de todas las partes económicas del cocotero, principalmente el mesocarpo y la madera.

Existen muy pocas empresas de madera, fibras, dulces y artesanías que pudieran generar algunos ingresos adicionales en las costas turísticas de México, principalmente en Colima, Guerrero, Oaxaca, Tabasco y Veracruz (Red para el Desarrollo Sustentable, 2003).

A pesar de que México cuenta con dos litorales, en el Golfo de México y el Océano Pacífico, con potencial probado para la siembra y explotación del cocotero, existen solo dos principales entidades productoras de coco, fruta, aceite de coco y coco deshidratado, las cuales se localizan en los estados de Guerrero y Colima; estas empresas operan a baja capacidad en la elaboración de productos que servirán de complemento o apoyo de la materia prima.

Según la Red para el Desarrollo Sustentable (2003) los principales problemas estructurales ocasionados por una transformación limitada de subproductos, de acuerdo con estudios recientes concluyen en:

- Deficiente organización de la agroindustria del cocotero.
- Insuficiente capacitación y asistencia técnica.
- Tecnología atrasada para procesamiento
- Falta de tecnología de procesamiento de nuevos productos.
- Deficiente comercialización.

Las problemáticas mencionadas anteriormente son efecto de la integración de tres grandes grupos de problemas: la falta de un modelo integral del sistema cocotero, las limitadas y obsoletas empresas relacionadas en cada sector que aún existen y la falta de tecnología necesaria para mejorar la competitividad del cocotero mexicano en su conjunto (Rogelio, 2006).

Falta de un modelo integral y competitivo que identifique los elementos estratégicos del sistema cocotero

No se cuenta con un modelo sistémico que muestre claramente la interacción de los sistemas de apoyo (gobierno, tecnología, educación, recursos humanos) y los procesos básicos debidamente eslabonados: abastecimiento, producción primaria, industrialización-transformación, logística de salidas y mercado y consumo (Porter, 1998).

No se cuenta con cifras reales de productividad del cocotero en cada uno de los sectores de producción, transformación y comercialización (INIFAP, 2002; COECOCO, 2003).

Considerando también como elementos estratégicos, las necesidades específicas de cada uno de estos sectores, se observan problemas comunes y deficiencias en seis áreas específicas; organización, tecnología, capacitación,

diversificación, comercialización y falta de financiamiento (Red para el Desarrollo Sustentable, 2003).

Empresas limitadas y obsoletas para fortalecer el sistema

Según Zizumbo (1998) el sector cocotero en México, estuvo fuertemente enraizado en las regiones del Pacífico y del Atlántico, entre los 40's y 70's al grado de ser uno de los sistemas con grandes oportunidades de desarrollo en el México posrevolucionario; sin embargo, Fuji (2002) nos informa que en los últimos 20 años ha enfrentado problemas de baja demanda a nivel mundial y por factores similares (sustitución de usos de producción de la tierra y baja demanda de producto nivel nacional).

Se observa que las pocas empresas que subsisten no cuentan con una estrategia nacional para facilitar su reposicionamiento, desde el proceso de producción básico, de transformación, diversificación en subproductos, así como formas para potencializar el comportamiento del mercado local y global (Red para el Desarrollo Sustentable, 2003).

Limitación en la identificación de proyectos de producción, transformación, comercialización, factibles de implementar en acciones relacionadas con un modelo integral del cocotero, sean estos de micro, pequeña, mediana o gran escala.

Falta de transferencia tecnológica

No existen propuestas específicas para la transferencia de tecnologías en nuestro país (Red para el Desarrollo Sustentable, 2003).

Considerando opciones de diversificación de producto y/o servicio para promoción de nuevos productos y/o servicios derivados, no se tienen identificadas que tecnologías pueden ser establecidas en nuestro país para reforzar desde las comunidades productoras, en su gran mayoría pobre, una opción de desarrollo económico que agregue el valor a la producción básica del cocotero, cumpliendo

con condiciones primordiales como: sustentabilidad, no costosas, que no afecten sus patrones culturales, que apliquen opciones de generación de valor al insumo básico con el uso de maquinarias de baja escala y/o con aplicaciones de mano de obra barata y extensiva (Rogelio, 2006).

No se han identificado los mecanismos necesarios para facilitar y acceder a tecnologías específicas acordes con las necesidades de los sectores de producción mexicanos y la demanda de los productos que se generarían por parte del mercado mexicano (Rogelio, 2006).

2.- OBJETIVOS

Objetivo General

Indagar acerca del estado actual de la palma cocotera *Cocos nucifera* L. en México.

Objetivos Específicos

1. Conocer las variedades existentes de la especie *Cocos nucifera* L. así como su distribución en México.
2. Conocer la problemática actual referente a la producción del *Cocos nucifera* L. en México.
3. Conocer la producción y comercialización de los derivados de la especie *Cocos nucifera* L. como recurso forestal en México.
4. Conocer el manejo integral del *Cocos nucifera* L. para su mayor producción.

3.- METODOLOGÍA

El presente trabajo es un estudio de investigación bibliográfica, recopilación de datos y búsqueda de información referente al cocotero. Para esto fue necesario consultar, leer y analizar artículos de información técnica y científica, se realizó una revisión minuciosa de la literatura existente en la biblioteca central de la universidad, así como también se consultó a expertos en el tema de cultivo de cocotero de la región de Guerrero.

Para lograr una buena sistematización en cuanto a la literatura consultada se estableció inicialmente un guion temático tentativo el cual permitió generar la información punto por punto obteniendo así cuatro capítulos en su mayoría complejos, los cuales son: introducción, objetivos, revisión de literatura, conclusión y literatura citada.

4.- REVISIÓN DE LITERATURA

4.1.- Origen del cocotero *Cocos nucifera* L.

León (1987) especifica que existe una polémica en cuanto al origen del cocotero *Cocos nucifera* L., ya que se han sostenido datos referentes a distribución geográfica, dispersión natural, factores biológicos, pruebas fósiles y domesticación; que aseguran que es originario de América, de donde se expandió al Oriente y Asia.

Por otro lado, Buckley (1984) afirmó que existe evidencia la cual asegura que el coco se originó en la región de Malasia; esta evidencia proviene del descubrimiento de restos fósiles de *Cocos nucifera* L. en Nueva Guinea y en Vanuatu, los cuales tienen una edad aproximada de 4,000 a más de 5,000 años de edad.

Boudouin y Lebrun (2009) realizaron estudios de marcadores moleculares microsatelitales, con los cuales comprobaron que el coco llegó a América desde el Sudeste Asiático, conocido hoy en día como Las Filipinas.

Por su parte, Andrés (2012) explica otra hipótesis que de igual manera hace referencia al origen del cocotero, la cual postula que este es de origen insular asiático-pacífico y no de origen tropical americano; esta hipótesis está basada en la diversidad genética del *Cocos nucifera* L. en la región asiática-pacífica en comparación a la de América.

4.2.- Descripción general

Clasificación taxonómica

Desde el punto de vista botánico (Sánchez, 1983); el cocotero se clasifica:

Clase:	Angiospermeae
Subclase:	Monocotilenoneae
Orden:	Palmales
Familia:	Palmaceae
Género:	Cocos
Especie:	<i>C. nucifera</i> L.

De acuerdo a The International Plant Names Index en el portal de datos del GBIF, el cocotero presenta la siguiente clasificación taxonómica:

Reino:	Plantae
División:	Magnoliophyta
Clase:	Liliopsida
Orden:	Arecales
Familia:	Arecaceae
Género:	Cocos
Especie:	<i>C. nucifera</i> L.

Según el Comité Estatal de Sanidad Vegetal (Cesavecol, 2012), en su Guía Paquete Tecnológico del Cultivo del cocotero, para el estado de Colima, la palma de coco pertenece a la familia Areca, a la subfamilia Cocoideae y es la única especie del género Cocos, de la cual se han desarrollado diferentes variedades y ecotipos.

Clase:	Angiospermeae
Subclase:	Monocotiledoneae
Orden:	Areca
Familia:	Arecaceae
Subfamilia:	Cocoideae
Género:	Cocos
Especie:	<i>C. Nucifera</i> L.

Sánchez (2001) nos dice que existen numerosas formas dentro de la especie *Cocos nucifera* L. las cuales agrupa de forma muy definida como variedades. Estas variedades están definidas por dos tipos de fecundación, la fecundación alógama o cruzada, y la fecundación autógena o autofecundas; las cuales generan las características mencionadas a continuación.

- a) Variedad alógama, de porte alto, con un tronco o estipe de 20 a 25 m.
- b) Variedad autógena o enana de porte pequeño, con un tronco de altura máxima de 12 m y con numerosas hojas relativamente cortas.

Por otro lado, Coste (1969) especifica que la variedad alógama, está constituida generalmente por arboles de estípite esbelto cuya precocidad es relativamente pequeña y en cuanto a la variedad autógena, esta está constituida por arboles de estípite, delgado, alcanza un máximo de 12 m al término de la vida económica del árbol, estimada en 30 o 40 años, con hojas cortas pero numerosas.

Ramos *et al* (2005) reconocen internacionalmente dos variedades de cocotero dentro de la especie *Cocos nucifera* L.; estas son los cocoteritos Alógamos o Gigantes y los cocoteritos Autógamos o Enanos, existiendo una variedad adicional producto de la cruce de estas dos variedades con determinadas características hereditarias comunes, diferenciándolas estructural y funcionalmente de otros grupos de individuos de la misma especie. Cabe mencionar que dentro de cada variedad se definen poblaciones y dentro de estas poblaciones a los tipos de plantas con características genotípicas locales.

- a) Variedad de cocotero Alto (variedad típica), tiene una polinización forzosamente cruzada (no concordancia de la fase masculina y femenina en la misma flor), palmas de tronco esbelto, ensanchamiento en la base del tallo, altura máxima de 30 metros, tardías para producir, inicios de floración de los 6-7 años después de plantarse y vida superior a los 60 años. Cabe recalcar que, por medio de la selección natural, así como de forma antropogénica (selección hecha por el hombre), se originaron dos tipos de cocoteros altos (Niu Vai y Niu Kafa).
- a. Tipo Niu Vai (cocotero Alto del pacifico). Surgió de la selección de frutos con alto contenido de agua, realizada por el hombre durante el proceso de domesticación. Para que este cocotero alcance por lo menos el 25 por ciento de germinación requiere menos de 75 días, y por lo menos entre 90 y 100 días para que alcance el 75 por ciento de esta; iniciando su producción entre los 5 y 6 años, mostrando una sobrevivencia de entre 40 y 60 por ciento a la enfermedad del Amarillamiento Letal del Cocotero.
 - b. Tipo Niu Kafa (cocotero Alto del oeste africano o Alto del atlántico). Plantas de tronco delgado con abultamiento en la base; fruto alargado con tres costillas pronunciadas, nuez ovalada, endospermosólido que fluctúa entre 300 y 400 gramos por nuez, equivalentes a 150 y 200 gramos de copra.



Ilustración 1. Altos del pacifico.

- b) Variedad de cocotero Enano. Esta variedad surgió de una mutación recesiva del cocotero alto (plantas con características diferentes). Su diseminación y selección fue realizada por el hombre; se distingue por tener una autopolinización del cien por ciento, ocasionando un alto grado de endogamia derivada de una homocigosis recesiva (degeneración) para la mayoría de los pares de genes. Variedad muy susceptible a sequias, inundaciones, ataque de plagas y enfermedades y aumento en la resistencia al Amarillamiento Letal del cocotero.



Ilustración 2. Enano Malasino Dorado, Enano Malasino Amarillo y Enano Malasino Verde.

- c) Cocotero Híbrido. Resulta de la cruce entre diferentes tipos de cocoteros; las cruces más comúnmente explotadas son las del Cocotero Acapulco con Gigante.



Ilustración 3. Híbrido MAYPAN.

Descripción morfológica

Sistema Radical

El coco posee la organización típica de las monocotiledóneas. No tiene una base de donde salen unas pocas raíces gruesas, sino que posee miles, delgadas y largas. La mayoría de las raíces se dirigen hacia abajo y van a buscar a 4 e incluso 5 m de profundidad el agua de la capa freática (Coste, 1969).

Durante el periodo juvenil el cocotero forma raíces adventicias primarias las cuales continúan apareciendo hasta que la planta está en el estado de madurez; su número total varía de 4000 a 8000 por planta, son cilíndricas de 1 a 8 metros de largo y de cerca de 1 centímetro de diámetro. Las raíces primarias están provistas de órganos que permiten el intercambio de aire entre el medio y la planta llamados neumatóforos; a su vez las raíces jóvenes constituidas por tejidos blancos y suaves, contienen el área absorbente que va de 5 a 120 centímetros de largo, la cual está protegida por un capuchón fuerte en el extremo (León, 1987).

Ramos *et al* (2005) especificaron que el cocotero es un árbol grande con una base donde salen miles de raíces delgadas y largas, este posee la organización típica de las plantas monocotiledóneas, explicando que solo las palmas altas y algunos híbridos presentan raíces adventicias que se producen a los cuarenta centímetros basales del tronco, lo que como efecto conforma una parte abultada mejor conocida como “bola”; su organización carece de raíz principal o central y raíces peludas, no obstante tiene muchas raíces primarias las cuales crecen alrededor del cono basal profundizando más de 5 centímetros dependiendo de la ubicación del manto freático y extenderse horizontalmente hasta 22 metros.

Tronco o Estípite

El estípite se desarrolla a partir de una yema terminal individual llamada “cogollo”, el cual es el único punto de crecimiento vegetativo de la palma; este se ramifica y todas las hojas parten del ápice, el crecimiento de los estadios tempranos de este es rápido pudiendo llegar a superar 1.5 metros por año, disminuyendo conforme las palmas envejecen, hasta unos 10 ó 15 centímetros por año, el tallo del cocotero no tiene cambium, por lo tanto, no puede regenerar tejidos dañados, teniendo hasta más de 18,000 haces vasculares, los cuales ayudan a resistir daños físicos significativos en el tronco y prevenir la entrada de insectos (CESAVECOL, 2012).

Hojas

La hoja del cocotero es de tipo pinnada y está formada por un pecíolo que casi circunda el tronco, continúa un raquis del cual se desprenden de 200 a 300 folíolos. 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 gigante emite de 12 a 14 hojas por año, en cambio el enano puede emitir hasta 18 hojas en el mismo período. La copa presenta de 25 a 30 hojas (Ferreira, 1998).

Las hojas del cocotero están compuestas por pecíolo, raquis y folíolos, se agrupan en un penacho en la punta terminal del tronco y su número puede ser de 25 a 30. La parte más gruesa de la hoja es el pecíolo, el cual va desde la inserción con el tallo hasta el inicio de la inserción de los folíolos, el color de este es variado, amarillo, amarillo rojizo, verde, verde-amarillo, amarillo verdoso, café o tener combinaciones de verde, rojo, café y amarillo, la longitud depende de la variedad y el tipo de cocotero llegando a tener longitudes de hasta 1.60 metros, pero disminuye con la edad de la palma y con las condiciones desfavorables de nutrición (Ramos *et al.*, 2005).



Ilustración 4. Hoja del cocotero *Cocos nucifera* L.

Inflorescencia

Posee inflorescencias paniculadas, axilares, protegidas por una bráctea llamada espada, esta espada se desarrolla en 3 o 4 meses, después se abre y libera las espigas, en donde cada espiga posee flores masculinas en los dos tercios terminales y femeninas en el tercio basal. En los cocoteros gigantes las flores masculinas se abren antes que las femeninas estén receptivas, induciendo así la polinización cruzada y en el caso de los enanos la apertura es simultánea, por tanto, hay un porcentaje alto de autofecundación (Bourgoing, 1991).



Ilustración 5. Espiguillas, flores femeninas (estructuras globosas) y flores masculinas.

Fruto

El fruto es una drupa, formado por una epidermis lisa, un mesocarpo espeso (también conocido como estopa) del cual se extrae fibra. Más al interior se encuentra el endocarpo que es una capa fina y dura de color marrón llamada hueso o concha, envuelto por él se encuentra el albúmen 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 endocarpo, envuelto por el albúmen sólido (Arancón, 1998).

Es una drupa cubierta de fibras, de 20 a 30 centímetros con forma ovoidal, la cual puede llegar a pesar hasta 2.5 kilogramos, está formado por una cáscara externa amarillenta, correosa y fibrosa (exocarpo) y otra más dura (endocarpo) que dispone de tres orificios próximos en disposición triangular, situados en el ápice, dos cerrados y otro frente a la raicilla del embrión. La pulpa es blanca, contiene en su cavidad central un líquido azucarado conocido como agua de coco y que en cantidad aproximada es de 300 ml. (Ramos *et al.*, 2005)

4.3.- Distribución en México

En México el área principal de distribución de la especie *Cocos nucifera* L, se encuentra en la Isla del Carmen, en el Estado de Campeche; en Yucatán, Jalisco, Colima, Guerrero y en una escala muy pequeña en otros muchos de los Estados costeros; ocupando una superficie de 292, 849.00 ha aproximadamente (Landaverde, 1941). El mismo autor describe a esta especie como una planta propia de las costas, por lo tanto, se puede encontrar en el mismo nivel del mar a una temperatura media de 26-27 °C.

Granados y López (2002), de la Universidad Autónoma Chapingo, en su investigación acerca de manejo de la palma de coco (*Cocos nucifera* L.) en México, nos dicen que en la República Mexicana existen tres tipos de cocoteros los cuales se encuentran en explotación, distribuidos en trece Estados de esta; al sur del Trópico de Cáncer, pertenecientes a los tipos “Caribe” (los cuales crecen en la zona del Golfo de México y el Caribe), “Pacífico” (variedad típica de la costa del pacífico) y “Enano” (Malasia). Hasta el día de hoy se tiene reportada una superficie cercana a las 200,000.00 hectáreas aproximadamente, en las entidades de Guerrero, Colima, Tabasco y Oaxaca.

En el año 2012, el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias (INIFAP). Campo Experimental Tecomán, informa que, en México, la mayor superficie cultivada con cocotero se encuentra en áreas marginales de los suelos costeros, no obstante, es uno de los cultivos tropicales de mayor importancia económica, cubre una superficie de 158 mil hectáreas, los Estados productores de cocotero son Chiapas, Colima, Guerrero, Jalisco, Michoacán, Nayarit, Oaxaca, Quintana Roo, Sinaloa y Tabasco.

Hablando de plantación en el ámbito nacional las plantaciones de cocotero se localizan en dos áreas bien definidas:

- a) A lo largo de la costa del Pacífico.
- b) En el litoral de Golfo de México y Mar Caribe.

La región de Pacífico está integrada por los Estados de Sinaloa, Nayarit, Jalisco, Colima, Michoacán, Guerrero, Oaxaca y Chiapas; ellos aportaron en 1994, el 85% de la producción nacional de copra, con una superficie de 135 mil hectáreas que representa el 78% de la superficie total. Destacan el Estado de Guerrero y Colima con el 45% y 25% de la producción y el 47% y el 18% de la superficie cosechada respectivamente (Tizapa, 1999).

La región del Golfo-Caribe integrado por los Estados de Veracruz, Tabasco, Campeche, Yucatán y Quintana Roo, en conjunto estos estados participan con el 22% de la superficie cosechada en el país y el 15% en la producción nacional de copra. En esta zona destaca Tabasco con el 14% de la producción del país (Tizapa, 1999).

4.4.- Aspectos ecológicos

Clima

El cocotero crece de preferencia en los litorales, aunque se han encontrado casos en donde se desarrolla y fructifica normalmente muy lejos del mar; lo que indica que su distribución geográfica abarca todas las áreas húmedas de los trópicos (León, 1987).

Coste (1969) nos dice de acuerdo a sus observaciones realizadas en diferentes partes del mundo como Asia, América, Pacífico y África, que, las condiciones climáticas favorables para la sobrevivencia del *Cocos nucifera* L. solo se encuentran entre los dos paralelos de latitud 200, en donde cabe destacar que los factores climáticos que más afectan esta especie son: pluviosidad, temperatura, insolación, humedad atmosférica y viento.

Los requerimientos óptimos son de una temperatura media anual de 26.8°C, con una variación diaria no mayor de 7°C. Los promedios de temperaturas máximas deben de ser de 30.1°C y los promedios de temperatura mínimas de 23.5°C, la temperatura media del mes más frío que soporta el cocotero es de 20.8°C, abajo de este valor se afecta el funcionamiento fisiológico de la planta, manifestándose en aborto de flores ó inflorescencias (Ramos *et al.*, 2005)

Por otra parte, el Ing. Alberto Sánchez, en el Manual para Educación Agropecuaria Cultivos de Plantación, con año de edición 1983; nos menciona que las condiciones climáticas favorables para un buen desarrollo y producción de la especie *Cocos nucifera* se encuentran entre los dos paralelos a 100 de latitud norte y sur, lo que indica que corresponden a la zona tropical.

Precipitación

La planta de cocotero comúnmente llamada en México, puede desarrollarse sin problemas en regiones con precipitación anual de 1500 a 2000 mm y lluvias uniformemente distribuidas en todos los meses del año, una temperatura media anual entre 27 y 28 C y una máxima de 30°C se considera optima; una luminosidad de 2000 horas del sol al año, o por lo menos, 120 horas por mes y vientos moderados con presencia de aire húmedo para evitar la caída prematura de los frutos (Sánchez, 1983).

La distribución de la precipitación durante el año debe ser lo más homogénea posible y no ser menor de 1,600 mm, con un período seco no mayor de tres meses (Ruíz, 1999).

Por otro lado, Cortázar (2011) afirmó que la precipitación debe de ser lo más homogénea posible durante todo el año, no siendo menor de 1,600 mm, con un periodo seco no mayor a tres meses.

Para que el cocotero pueda llegar a la etapa de producción sin decaer necesita una precipitación mínima de 1,500 milímetros anuales, bien distribuidos (tolerando 5,000 mm de lluvia), de tal forma que no exista algún mes donde sea menor de 100 milímetros; cabe mencionar que, si esta condición no se cumple y se desea mantener la producción, es necesario regar en los meses de mínima o nula precipitación (Ramos *et al.*, 2005).

El régimen de precipitación pluvial ideal se caracteriza por una lluvia anual promedio de 1500 mm, con precipitación mensual mayor a 130 mm. Reportes sobre el déficit hídrico, señalan que períodos de tres meses con menos de 50 mm son perjudiciales al cultivo (DE TAFFIN, 1998).

Según Fremond (1981) la precipitación óptima es de 1500 mm anuales repartida con regularidad a lo largo del año, pero cuando la precipitación es por debajo de 130 mm al mes, y la falta de agua no está compensada por la capa freática o por otras fuentes, esto se traduce en una baja del rendimiento.

Suelo

Para establecer los cocoteros deben preferirse suelos con una profundidad de 80 a 100 cm, y libres de un lecho rocoso o arcilloso, además deben ser permeables y con una buena capacidad de aireación. El manto freático debe estar entre los 100 y 200 cm. Para evitar inundaciones prolongadas, las palmas deben establecerse en suelos con adecuado drenaje horizontal; la textura debe ser arenosa, franco arenosa o de migajón arenoso. No deben establecerse cuando la conductividad sea mayor a 6 mil mhos/cm; un pH de 7 ó cercano a éste es el óptimo para el desarrollo de las plantas (Ruíz, 1999).

Para que el cocotero muestre su mejor desarrollo debe distribuirse en suelos aluviales, aunque puede desarrollarse adecuadamente en los lateríticos, coralinos y volcánicos. Los suelos que contienen hasta un 97% de arena o 70% de arcilla, así como los suelos turbosos pueden ser aptos para el crecimiento de este árbol, pero este no manifiesta su potencial. Tiene un alto rango de adaptación a la salinidad y pH. En cuanto a la salinidad, tolera conductividades eléctricas hasta de 6 mil mhos/cm, después de la cual sufre desordenes fisiológicos. El pH cercano a 7 es el más recomendable para el cultivo; sin embargo, su rango de adaptación, sin sufrir desordenes fisiológicos de 5.5 a 7.5 (Ramos *et al.*, 2005).

Cortázar (2011) recalca que los cocoteros requieren suelos con características específicas, entre las cuales están: suelos libres de lecho rocoso o arcilloso, permeables y con una buena capacidad de aireación, con profundidad de 80 a 100 cm y con un manto freático de entre los 100 y 200 cm de profundidad; todo ello para que expresen su máximo potencial, además, las palmas de cocotero deben

establecerse en suelos con textura arenosa, franco-arenosa o de migajón arenoso, sin descartar un drenaje horizontal adecuado.

Temperatura

El cocotero requiere clima cálido, sin grandes variaciones de temperatura. Una temperatura media diaria en torno a los 27 °C con variaciones de 5 a 7 °C. (Castillo, 1999).

Los cocoteros requieren una temperatura media anual optima de 26.8 0C, con una media máxima de 30.1 0C y media mínima de 23.5 0C, mantenerse estables y con una buena productividad (Cortázar, 2011).

La temperatura media anual debe ser de 26.8°C, con temperaturas medias máximas de 30.1°C, y medias mínimas de 23.5°C (Ruíz, 1999).

Intensidad Lumínica

El cocotero requiere días soleados la mayor parte del año ya que es una planta heliofílica, por tanto, una insolación de 2000 horas anuales con un mínimo de 120 horas mensuales, es considerada ideal para el cultivo (Ruiz *et al.*, 1997).

Vientos

Los vientos suaves o moderados favorecen el cultivo, sin embargo, los vientos fuertes en períodos de sequía aumentan las condiciones de sequedad del suelo y la transpiración de la planta, generando un déficit hídrico perjudicial para la planta. Las condiciones de vientos huracanados son limitantes, principalmente para los cocoteros del tipo enano, pues poseen menor resistencia en su tronco y raíces (DE TAFFIN, 1998).

Los vientos constantes son indispensable para el buen desarrollo del cocotero, por ende estos no deben exceder de 15 kilómetros por hora así como

también deben de ser vientos no secos y calientes ya que estos reducen la humedad relativa y causan descompensación entre los niveles de transpiración y la cantidad de agua absorbida, teniendo como efecto una deficiencia de agua en la planta, la cual repercute en la producción, por ello el viento se considera como agente polinizador en las variedades altas, ó como un factor muy importante para elevar la transpiración, lo cual a su vez estimula la absorción y circulación de nutrimentos. (Ramos *et al.*, 2005).

Humedad Relativa

Por la distribución geográfica del cocotero, se puede concluir que los climas cálidos y húmedos son los más favorables para su cultivo. Una humedad atmosférica baja o excesiva es perjudicial al cocotero. Ochs (1977) reporta que menos del 60 por ciento de humedad relativa es nociva para la planta.

El cocotero requiere de humedad relativa de entre 80 y 90 por ciento, aunque puede desarrollarse cuando el promedio mensual no esté por abajo del 60 por ciento. La humedad relativa baja produce caída de frutos, aborto ó muerte de la inflorescencia (Cortázar, 2011).

La humedad atmosférica debe ser de 80 a 90 por ciento con un promedio mensual no menor de 60 por ciento (Ruíz, 1999).

4.5.- Contenido nutricional

Estudios sobre la dulzura del agua de coco realizados en Malasia, entre seis variedades, revelaron el siguiente ranking (de mayor a menor dulzura): Enano Malasino verde > Aromático (Pandan) > Enano Malasino rojo > Enano Malasino amarillo > Alto Malasino > Híbrido MAWA. (Arancon, 1998 En: Cocoinfo International).

Cuadro 1. Contenido Nutricional del Agua de coco. (Para 100 ml).

Componente	Contenido
Energía	20 kcal
Proteínas	0.1 gr
Carbohidratos	5.5 gr
Lípidos	0.05 gr
Sodio	25 mg
Potasio	160 mg
Cloro	20 mg
Calcio	5 gr
Fosforo	0.5 mg
Magnesio	00.45 mg

Fuente: Madi, En: Coconut wáter, (EMBRAPA, 1999).

Cuadro 2. Contenido Nutricional de la Copra o Carne de Coco Tierna y Madura (para 100 gr).

Composición	Contenido	
	Tierna	Madura
Agua	80.6 gr	51.9 gr
Lípidos	5.5 gr	26.1 gr
Carbohidratos	11 gr	15.1 gr
Cenizas	0.6 gr	0.9 gr
Fibra	0.9 gr	2.1 gr
Calcio	10 mg	32 mg
Fósforo	54 mg	96 mg
Hierro	0.7 mg	1.5 mg
Tiamina	0.07 mg	0.04 mg
Riboflavina	0.04 mg	0.03 mg
Niacina	0.9 mg	0.4 mg
Vitamina C	4 mg	3 mg
Energía	96 Kcal	293 Kcal

Fuente: (FNRI, 1990).

El cocotero proporciona diversos productos, resultado del fruto; los cuales son muy nutritivos para el hombre. Dichos productos son el coco, agua de coco y la copra (Ramos *et al*, 2005).

A continuación, se mostrará el contenido nutricional del coco por cada 100 gr de producto, del agua de coco para cada 100 ml y de la copra estado tierno y maduro para 100 gr de producto.

Cuadro 3. Contenido Nutricional del *Cocos nucifera* L. por cada 100 gr de producto.

Nutrientes Coco	
Energía	351kcal
Proteína	3.20 g
Grasa	360 g
Carbohidratos	3.70 g
Ácidos grasos saturados	27.84 g
Ácidos grasos monoinsaturados	2.14 g
Ácidos grasos poliinsaturados	0.55 g
Fibra	13.60 g
Calcio	13 g
Hierro (2.10 mg
Potasio (440 mg
Fosforo	94 mg
Magnesio	52 mg
Sodio	17 mg
Vitamina B6	0.04 mg
Vitamina E	0.70 mg
Vitamina C	2.00 mg
Vitamina B1 (Tiamina)	0.003 mg
Vitamina B2 (Riboflavina)	0.02 mg
Niacina	0.30 mg
Ácido fólico	26.00 mg

Fuente: (Ramos *et al.*, 2005).

Cuadro 4. Contenido de sustancias químicas del producto de *Cocos nucifera* L.

Componente	Contenido
Energía	20 kcal
Proteínas	0.1 gr
Carbohidratos	5.5 gr
Lípidos	0.05 gr
Sodio	25 gr
Potasio	160 gr
Cloro	20 gr
Calcio	5 gr
Fosforo	0.4 gr
Magnesio	0.45 gr

Fuente: (Ramos *et al.*, 2005).

4.6.- Propiedades físicas y mecánicas de la madera de la palma cocotera *Cocos nucifera* L.

La madera está formada por tres zonas, la cercana a la periferia de color base café oscuro debido a abundantes haces vasculares (paquetes formados por fibras y vasos) distribuidos al azar formando líneas café rojizo oscuro a naranja en las superficies, incluidas en escaso tejido parenquimático de color claro; la zona intermedia de color café claro con menor número de paquetes o líneas y la zona interna de color café pálido debido a un abundante tejido parenquimático y muy pocos paquetes o líneas; no forma anillos de crecimiento, es de textura gruesa con una textura suave en el centro (Silva *et al.*, 2016).

Durabilidad natural: carece de duramen y por lo tanto de sustancias extraíbles que la protejan del ataque de hongos xilófagos, se clasifica como no resistente (clase 5 (EN 350-Z); sin embargo, debido a la gran diferencia en su densidad, productos elaborados de la zona intermedia y externa se maneja empíricamente de moderadamente resistente y resistente, respectivamente, ya que tardan más tiempo en degradarse, en comparación con la zona intermedia (CONAFOR, 2017).



Ilustración 6. A) Cara transversal (zona intermedia) B) Cara longitudinal (zona intermedia).

Cuadro 5. Propiedades físicas y mecánicas de la madera.

Propiedades físicas	Zona		
	I (interna)	II (intermedia)	III (externa)
Clase conforme ubicación en la troza	I (interna)	II (intermedia)	III (externa)
Densidad (CH ₁₂₋₁₅ %) [kg/m ³], definición sugerida por Sulc (1980)	< 400	400-600	> 600
Densidad (CH ₁₂₋₁₅ %) [g/cm ³] - valores actuales	0.18—0.42	0.32—0.60	0.65—0.88
Contracción tangencial / radial [%]	Zona externa: 5.0 / 8.0		
	Zona intermedia: 3.0 / 5.0		
	Zona interna: 2.5 / 4.0		
Estabilidad dimensional	buena a regular		
Propiedades mecánicas			
Resistencia a compresión paralela CH ₁₂₋₁₅ [N/mm ²]	11—18	24—46	35—64
Resistencia a flexión CH ₁₂₋₁₅ [N/mm ²]	22—30—42	51—60—84	59—82—136
Módulo de elasticidad (flexión) CH ₁₂₋₁₅ [N/mm ²]	3000—5100	8200—9700	8500—15000
Resistencia al impacto CH ₁₂₋₁₅ [kJ/m ²]	~ 19	~ 49	~ 69
Cizallamiento CH ₁₂₋₁₅ [N/mm ²]	2.7—3.2	4.3—7.5	5.4—13.3
Dureza JANKA (lateral) CH ₁₂₋₁₅ [kN]	0.5—1.2	1.5—3.0	4.6—8.6
Dureza BRINELL (lateral) CH ₁₂₋₁₅ [N/mm ²]	3.8—11	12—17	22—34

*verde a seco (0% de humedad); **verde a 12% de humedad

4.7.- Plagas y enfermedades más importantes que atacan al cocotero *Cocos nucifera* L.

Descripción del ataque y control de las plagas

***Rynchophorus palmarum* L. (Picudo negro, Mayate prieto)**

Según el Ing. Juan Ramos Serrano en la información recopilada contenida en el Paquete Tecnológico del Cultivo del Cocotero por el estado de Colima, la plaga mejor conocida como Mayate prieto y/o Picudo negro se encuentra distribuido en todas las zonas productoras de coco de coco del país.

El picudo *Rhynchophorus palmarum* L. (Coleoptera: Curculionidae) es un insecto de importancia económica en el cultivo de la palma de aceite y el cocotero en América Latina y el Caribe (Hagley, 1963).

Desde 1726 se reportó la infestación de larvas del picudo de las palmas *R. palmarum* en palmas de coco (Blandford, 1893 citado por Hagley, 1965a) y desde 1921 se postuló como posible vector de la enfermedad Anillo rojo- Hoja corta (AR) (Ashby, 1921 citado por Hagley *et al.*, 1963), y desde entonces se ha constituido en una de las principales plagas en las plantaciones comerciales de coco, *Cocos nucifera* L. y palma de aceite *Elaeis guineensis* Jacq. en América Latina y el Caribe (Posada, 1988; Esser y Meredith, 1987; Griffith, 1987; Morin *et al.*, 1986; Hagley, 1965b; Hagley, 1963).

Descripción

Es un curculiónido de 2 a 5 centímetros de largo, de color negro; la parte terminal de la cabeza es alargada y curvada, en el macho está cubierta de setas cortas de color castaño y en la hembra es lisa y ligeramente más larga.

El huevo mide 2.5 milímetros de largo por 1 milímetro de ancho, es de color blanquecino, cilíndrico y de superficie lisa. La larva es recta, hinchada en el centro, ápoda y provista de mandíbulas altamente quitinizadas; su coloración es de amarillo

a pardo pálido; alcanza una longitud máxima de 5 centímetros. La pupa se forma en un capullo de fibras vegetales (Griffith, 1976: en Domínguez *et al.*, 1999).

(*Rhynchophorus palmarum* L.)



Ilustración 7. *Rhynchophorus palmarum* L., adulto.

Distribución

El picudo negro (*R. palmarum* L.), constituye la principal plaga del cocotero en América y Las Antillas, se distribuye geográficamente en toda la región intertropical y Sudamericana; en Argentina se han localizado regiones donde el anillo rojo no está presente. *R. palmarum* es una especie de distribución neotropical, con un amplio rango geográfico que se extiende desde el sureste de California y Texas hasta Argentina, Paraguay, Uruguay y Bolivia (Wattanapongsiri, 1966).

Daños

R. palmarum L. es extremadamente dañino al cocotero, se considera una plaga seria, por ser el principal vector del nematodo *Bursaphelenchus cocophilus* (Cob.) agente causal de la enfermedad anillo rojo (Griffith, 1987; Rochat, 1987; Chinchilla, 1988; Genty, 1988).

Las larvas de *R. palmarum* L. ocasionan daño principalmente a palmeras jóvenes de tres a seis años; en su desarrollo minan el tronco o los pecíolos y a veces alcanzan la corona, provocando el marchitamiento y la caída rápida de las hojas, cuando estas emergen, y durante su desarrollo, se alimentan del tejido blando del cogollo y las bases peciolares, lo que impide que la palma pueda producir nuevos

tejidos sanos, nuevas emisiones de hojas y por consiguiente, su recuperación (Griffith, 1987; Chichilla, 1988; Acosta, 1991; Sánchez, 1987).

Se considera que una larva es capaz de digerir hasta 500 gramos de tejido antes de transformarse en pupa en donde los tejidos atacados se fermentan, licúan y forman un lodo que emite un olor amoniacal más o menos pronunciado; aclarando que solo las hembras de *R. palmarum* L. menores de 30 milímetros son las portadoras de grandes cantidades de nematodos en la región del ovopositor, las cuales son depositados junto con los huevecillos en la palma (Ramos *et al.*, 2005)

En los primeros estados de la enfermedad, la palma afectada presenta una ligera clorosis de las hojas jóvenes y posteriormente se presenta un ligero acortamiento de estas, el cual se hace evidente en la medida en que avanza la enfermedad y como efecto las hojas se observan agrupadas y más erguidas de lo normal, casi paralelas a las flechas, razón por la cual se le da el nombre de cogollo cerrado o apiñado. Los folíolos se tornan delgados y la distancia entre ellos es ligeramente más corta de lo normal (Motta *et al.*, 2008).



Ilustración 8. Clorosis en hojas jóvenes.

El desarrollo de síntomas internos se manifiesta inicialmente en pequeños puntos de color salmón claro y de apariencia aceitosa en la base del pecíolo de las hojas más próximas a los racimos, después y una vez que la enfermedad avanza dichos puntos forman manchas claramente definidas, estas evolucionan hasta

formar áreas de tejido necrótico que eventualmente pueden extenderse a lo largo del raquis de dichas hojas (Motta *et al.*, 2008).

El porcentaje de insectos *R. palmarum* L. portadores varía de una subregión a otra e incluso entre lotes de una misma plantación (Aldana, 2004).



Ilustración 9. Primeros síntomas internos (puntos color salmón y manchas necróticas).

El insecto puede adquirirlo en estado adulto cuando llega a palmas contaminadas o durante su estado de larva, mientras se desarrolla en tejidos contaminados (Calvache *et al.*, 1995a, b); al alcanzar el estado adulto, estos insectos son atraídos a tejidos expuestos en las heridas o cortes de hojas, y si el adulto está contaminado puede inocular la palma al alimentarse u ovipositar en estos tejidos (Griffith, 1968a).



Ilustración 10. Plaga presente de *R. palmarum* L.

En estados donde se han descuidado las palmas enfermas se convierten en sustrato para el desarrollo de numerosos problemas que facilitan el desarrollo según Fenwick (1967) y Hagley (1965a), en cocotero, una población de 30 larvas es suficiente para causar la muerte de una planta adulta. En plantas jóvenes, es posible

que un número menor tenga el mismo efecto. En palma de aceite, tres larvas son suficientes para matar una palma de seis meses de sembrada en sitio definitivo (Calvache, comunicación personal, 2005).

En cultivos de renovación y en zonas con más de cinco individuos de *R. palmarum* L. capturados por mes, se debe tener especial cuidado porque, aunque las palmas estén sanas, cualquier corte (poda o cosecha) aumenta su vulnerabilidad al ataque del insecto.



Ilustración 11. Ataque del insecto *R. palmarum* L.

Bajo las condiciones ambientales de Tumaco, *R. Palmarum* L. se constituye en un limitante para las siembras nuevas o de renovación, dado que este insecto no sólo está aprovechando las palmas erradicadas en proceso de descomposición para su reproducción, sino palmas con PC o el daño ocasionado por *Strategus aloeus*. Además, se ha detectado que está ocasionando daño en inflorescencias andrógenas de palmas jóvenes de híbridos interespecíficos (Cenipalma, 2008).

Biología y hábitos específicos

El adulto es un coleóptero que mide entre 3 y 4 centímetros de largo, es negro, de pico grande y grueso; el macho difiere de la hembra por la presencia de una cresta de pelos en el pico, su promedio de vida es de 3 a 6 meses aproximadamente. Los adultos son atraídos por el olor emitido por tejidos fermentados de plantas afectadas en un periodo aproximado de 72 horas a 27 °C (Ramos *et al.*, 2005).

La hembra, puede ovopositar hasta 924 huevecillos, teniendo un total de 63 ovipositoras por día; siendo sus lugares favoritos para este proceso biológico las heridas de la corona, principalmente la parte interna de las axilas de las hojas (Lizano, 2001).

En las primeras horas del día, así como el anochecer son los tiempos en donde se observa la mayor actividad de los adultos, presentando una gran movilidad viviendo escondidos entre la maleza y las palmeras de coco (González, 1972).

Sólo las hembras de *R. palmarum* L. menores de 3 centímetros son portadoras de grandes cantidades de nemátodos (más de 6,000) en la región del ovipositor, que depositan junto con los huevecillos en la axila de la palma. En estudios realizados en Trinidad, se encontró que solamente el 16 por ciento de la población de *R. palmarum* L. medía 3 centímetros o menos, con una proporción sexual de 1:1, sólo el 8 por ciento de los insectos fueron considerados hembras vectoras, y como viven entre 8 y 26 días como adulto, la mayor parte de estos días son infértiles, se considera que la diseminación de la enfermedad anillo rojo es muy lenta (Fenwitch, 1968. En: Domínguez *et al.*, 1999).



Ilustración 12. Adultos y Larvas de *R. palmarum* L.

El ciclo de vida de este insecto puede variar dependiendo de la fuente de alimento, según estudios realizados por Hagley 1965a y Sánchez *et al.*, 1993, la duración del ciclo de vida en laboratorio fue de 119 a 231 días.

Cuadro 6. Ciclo de vida de *Rhynchophorus palmarum* L. bajo condiciones de laboratorio.

Estado	Duración (días)
Huevo	2-3
Larva	42-62
Pupa	30-45
Adulto	90

Fuente: (Genty *et al.*, 1978).

R. palmarum cumple todo su ciclo biológico dentro de la planta colonizada. Su duración va a depender del tipo de sustrato colonizado (Hagley 1965a; Genty *et al.*, 1978; Restrepo *et al.*, 1982; Zagatti *et al.*, 1993).

Cuadro 7. Duración en días de los estados de desarrollo de *Rhynchophorus palmarum* L. dependiendo del sustrato colonizado.

Sustrato de alimentación	Estado larva	Estado pupa	Referencia
Estípite de cocotero	52	27	Hagley, 1965 a
Estado natural en palma de aceite	60	24	Genty <i>et al.</i> , 1978
Caña de azúcar	120	29	Restrepo <i>et al.</i> , 1982
Medio semisintético	87	27	Zagatti <i>et al.</i> , 1993
Caña de azúcar	83	30	Zagatti <i>et al.</i> , 1993
Palmito de palma de aceite	60.5	16	Mexzon <i>et al.</i> , 1994

Fuente: (Mexzon *et al.*, 1994).

Se han registrado 31 especies de plantas hospederas de *R. palmarum* L., pertenecientes a 12 familias, donde predomina la familia Palmaceae con 19 especies, *Acromia aculeata*, *A. Intiomescens*, *Cocos nucifera*, *Elaeis guineensis*, *Bactris gasipae*, *Mauritia flexuosa*, *M. mexicana*, *Phoenix dactilifera*, *P. canariensis*, *Jessenia bataua*, *Euterpe* sp., *Roystonea oleracea*, *R. regia*, *Astrocarium* sp., *Attalea* sp., *Oenocarpus* sp., *Orbignya* sp., *Maximiliana maripa* y *Livistona* sp.

Otras plantas hospederas son *Carica papaya* (papaya) y *Jaracatia dodecaphylla* de la familia Caricaceae; *Sacharum officinarum* (caña de azúcar), *Gynerium sacharoides* y *Guadua latifolia* de la familia Gramineae; *Musa paradisiaca* (plátano) y *Phenakospermum guyannense* de la familia Musaceae; *Ananas comosus* (piña) Bromeliaceae; *Theobroma cacao* (cacao) Sterculiaceae; *Mangifera indica* (mango) Anacardiaceae; *Annona reticulata* (anón) Annonaceae; *Persea americana* (aguacate) Lauraceae; *Citrus* sp. (naranja) Rutaceae; *Psidium* sp. y *Artocarpus artilis* (árbol del pan) Moraceae (Esser y Meredith, 1987; Griffith, 1987; Jaffé y Sánchez, 1992).

De la lista mencionada anteriormente el *R. palmarum* L. podría considerarse como un insecto polífago. Sin embargo, con excepción de las palmas, el único cultivo donde se presenta como insecto plaga, es en caña de azúcar (Arango y Rizo, 1977; Restrepo et al., 1982).

En otras especies vegetales como (mango, guayaba, naranja, cacao, etc.), ocasionalmente se alimentan de frutos maduros, pero estas no son consideradas hospederas reales (Sánchez y Cerda, 1993).

Estos insectos tienen el potencial de copular durante toda su vida, que puede ser de dos a tres meses (Hagley, 1965a; Sánchez et al., 1993).



Ilustración 13. Copulación del *R. palmarum* L.

Descripción morfológica

Este insecto pertenece al orden Coleoptera, familia Curculionidae, tribu Rhynchophorini. El género está constituido por diez especies, de las cuales sólo tres están presentes en el neotrópico: *R. cruentatus*, *R. richeri*, y *R. palmarum* (Wattanapongsiri, 1966).

Adulto

El color característico del *R. palmarum* L. es el negro, con el cuerpo en forma de bote, tiene una longitud aproximada entre 4 y 5 cm y 1.4 cm de ancho y posee una cabeza pequeña y redondeada con un característico y largo *rostrum* curvado ventralmente (pico) (Mexzon *et al.*, 1994; Sánchez *et al.*, 1993).



Ilustración 14. Ejemplar adulto del *R. palmarum* L.

Esta especie presenta dimorfismo sexual; los machos tienen un notable penacho de pelos en la parte dorsal hacia el centro del *rostrum* o pico y las hembras tienen el *rostrum* curvo y liso.



Ilustración 11. *R. palmarum* L. Macho.



Ilustración 11. *R. palmarum* L. Hembra.

Los adultos poseen dos características distintivas, tardan de 30 a 45 días para emerger de la pupa y permanecen dentro del capullo entre 7 y 11 días antes de salir (Hagley, 1965 y Sánchez *et al.*, 1993).



Ilustración 15. Capullo de *R. palmarum* L.

Huevos

Son de color blanco crema, ovoides y de un tamaño promedio de 2,5 x 1 mm; estos son colocados en posición vertical, a una profundidad de 1 a 2 mm y protegidos con un tapón de una sustancia cerosa de color amarillo cremoso. Tienen un periodo de incubación de 2 a 4 días (Sánchez *et al.*, 1993).

Las hembras apareadas en el laboratorio y mantenidas en pareja presentan un periodo de oviposición hasta de 43 días (Sánchez *et al.*, 1993). Una hembra puede ovipositar 12 huevos inmediatamente después de la primera cópula y hasta 63 huevos en un día (González y Camino, 1974).

Pueden colocar entre 697 (Sánchez *et al.*, 1993) y 924 huevos por hembra en todo su ciclo (González y Camino, 1974).



Ilustración 16. Huevesillos de *R. palmarum* L.

Larvas

Miden aproximadamente de 3.4 a 6 mm de longitud, son apodas (no poseen patas), son de color cremoso y tienen un cuerpo ligeramente curvado ventralmente (Mexzon *et al.*, 1994; Sánchez *et al.*, 1993; González y Camino, 1974).



Ilustración 17. Larvas de *R. palmarum* L.

Estas larvas pasan por diez instares, teniendo una duración aproximada de 42 a 62 días; en el último decimo ínstar larval, que puede durar entre 4 y 17 días, toman una coloración amarillo más oscuro, y antes de empupar migran a la periferia del estípite o bases peciolares para tejer un capullo con fibras vegetales, el cual tapa los extremos con los tejidos fibrosos (Sánchez *et al.*, 1993).

Pupa

Existe un cambio de estado llamado metamorfosis en donde la larva pasa a ser una pupa, este proceso ocurre cuando se forma el capullo que cubrirá a esta última. El capullo mide aproximadamente 7 a 9 cm de longitud y 3 a 4 cm de diámetro y la pupa se tornará de color café. (Sánchez *et al.*, 1993).



Ilustración 18. Proceso de metamorfosis del *R. palmarum* L.

Síntomas de las palmas dañadas.

1. Las hojas de las palmas se tornan amarillas, después se secan y caen; es típico que por el ataque del picudo las hojas se doblan en su base formando en codo de 45°.
2. Las galerías que forman las larvas, facilitan la entrada de algunos hongos patógenos como el *Phytophthora palmivora* y artrópodos que en conjunto causan la muerte de la planta.
3. Muerte de la planta.

Control.

Una de las principales formas de combate que se ha intentado, es la aspersión de diferentes tipos de insecticidas a las axilas de las palmas y a toda la planta; no obstante, en la mayoría de los casos estas prácticas han resultado antieconómicas y ambientalmente indeseables, especialmente en plantaciones pequeñas. Además, sólo el control químico de las larvas ha resultado relativamente eficaz y fácil de llevar a cabo, mientras que el control de los adultos por este medio ha sido difícil (Ramos *et al.*, 2005).

La única práctica generalizada para controlar *R. palmarum*, ha sido la atracción de adultos hacia trampas envenenadas con metomilo, preparadas con pedazos de palmeras (cogollo y tallo), caña de azúcar, frutos de mangos, plátano y piña, con esta práctica se obtiene un buen grado de efectividad sin necesitar de grandes inversiones. Una alternativa de control que se ha desarrollado es el uso de trampas con la finalidad de atraer y capturar adultos y de este modo disminuir sus poblaciones, pero nunca para eliminarlas (Griffith, 1970; 1987; Barreto, 1986; Posada, 1988; Arango y Rizo, 1977; Genty, 1988; Vera y Orellana, 1986, 1988; Villanueva y González, 1988; Moura *et al.*, 1990).

Existen trabajos realizados por Cenipalma que han mostrado que el diseño de la trampa para la captura de *R. palmarum* tiene un efecto significativo en la captura de adultos de este insecto, ya que desde los años 90 se han venido

realizando evaluaciones tendientes a mejorar su eficiencia (Cenipalma, 2000; Cenipalma 2004, Moya y Aldana, 2009a).

Existen pocos trabajos relacionados con la acción de los enemigos naturales en el control biológico de *R. palmarum*; dentro de éstos se relaciona la capacidad que presenta *Micrococcus agilis* de infectar a *R. palmarum*; así como el parasitismo de *Parathesia menezesi* (Diptera: Tachinidae); el cual, en la palma de aceite, en Bahía, Brasil, llega a ser de 51 por ciento en el año, con un promedio de 18.3 pupas de *P. menezesi* encontradas en los picudos parasitados. Las infecciones fungosas con *Beauveria bassiana* han resultado exitosas en el control de *R. palmarum* en pruebas de laboratorio (Santos Ferreira *et. al.* ,1998).

Un método eficaz para disminuir la reproducción y expansión del picudo es la eliminación de las palmeras enfermas (Barreto, 1986).

Eliminación de sitios de reproducción

El manejo se debe hacer en estados tempranos de desarrollo de la enfermedad (Martínez *et al.*, 2008; Torres *et al.*, 2008).

En el caso de AR el corte rutinario de hojas y las palmas enfermas con PC son un factor que facilita la dispersión rápida de la enfermedad en una plantación, por tanto, deben tomarse medidas drásticas como la erradicación de las palmas enfermas y con síntomas iniciales de esta enfermedad. No se puede olvidar que *R. palmarum* es vector de AR y plaga directa, lo que empeora la problemática de PC.

El insecto tiene la capacidad de reproducirse en los estípites por más de un año después de la tumba o la aplicación de glifosato.



Ilustración 19. Sitios de reproducción del *R. palmarum* L., en estípites en descomposición o en bases peciolares (Fotos: R. Aldama).

Erradicación mecánica

Para evitar la reproducción de *R. palmarum* L. es necesario destruir (picar) las palmas afectadas por alguna de las enfermedades letales conocidas, las palmas muertas por el insecto y lotes o plantaciones abandonadas o en proceso de renovación con la ayuda de una excavadora. La parte terminal del cucharón de la excavadora se modifica, de tal forma que quede como una cuchilla, con la cual se pica la palma en trozos delgados de menos de 15 cm de espesor que se esparcen de forma homogénea dentro del lote.

De esta forma se evita la reproducción de *R. palmarum* y de *Strategus aloeus*.



Ilustración 21. Modificaciones de la pala de la excavadora para la destrucción de estípites de palmas. (Palmeras Salamanca y Araki; foto de R. Aldana).



Ilustración 20. Picado de estípites de palma con excavadora en trozos delgados. (Palmeras Salamanca Araki; foto de O. Moya y R. Aldana).



Ilustración 22. A) Erradicación mecánica de palmas. B) Estípites amontonados.



Ilustración 23. Reproducción de *Rhynchophorus palmarum* y *Strategus aloeus* en trozos de palmas. Foto de O. Moya.

Si por alguna razón no se es posible el picado de este material se sugiere aplicar una solución de insecticida de 500 cc que contenga como ingrediente activo Fipronil (1,0 cc producto / litro de agua) o Imidacloprid (2,0 cc producto / litro de agua) y adicionar un coadyuvante directamente en la zona de la corona de las palmas abandonadas o inyectadas con glifosato (Cenipalma, 2008).

Factores de mortalidad natural

En Colombia se han registrado dos enemigos naturales de *R. palmarum*, depredadores de la familia Histeridae y un parasitoide no identificado del orden Díptera, perteneciente a la familia Tachinidae.



Ilustración 24. Ataque de la especie *Hololepta* spp a pupas de *R. palmarum*.

Se han observado con frecuencia ataques de la especie *Hololepta* spp a las pupas de *R. palmarum*, atravesando los capullos de dichas pupas (Ramírez 1998).



Ilustración 25. Ataque de la familia Tachinidae a pupas de *R. palmarum*.

Ramírez (1998) registró en dos ocasiones la presencia de un parasitoide de pupas en los llanos orientales y en Tumaco.

La acción de este parasitoide consiste en larvipositar en, sobre o cerca de las cámaras pupales del hospedero, en este caso *R. palmarum*, para luego penetrarlo y alimentarse de sus órganos internos; generalmente empupan dentro del hospedero (Moura *et al.*, 1993).

Aunque no se ha detectado la acción de entomapatógeno de manera importante, no se debe descartar su existencia. En una plantación del sur del Meta se registró infección natural de *Metarrhizium anisopliae* sobre algunos adultos de *R. palmarum* (Ramírez, 1988).

***Eriophyes guerreronis* K. (Ácaro del cocotero)**

Descripción

El ácaro del cocotero *Eriophyes guerreronis* Kefer en estado adulto mide cerca de 220 micras de largo por 45 de ancho, su forma es alargada, es de color cremoso translúcido y posee dos pares de patas, junto a la región de la cabeza, el aparato bucal, presenta pequeños estiletos con los que succiona los líquidos para alimentarse (Diversidad de Ácaros Eriófidos (Prostigmata: Eriophyoidea), en Palmeras (Arecaceae) de México, 2015. 6 pgs).

Rojas *et al.* (1992) consideró al *E. guerreronis* K. como una plaga físicamente desconocida debido a su tamaño tan pequeño que no es posible distinguirlo a simple vista; especificando que en estado adulto mide alrededor de 220 micras de largo por 45 de ancho, posee una forma alargada como gusano, adelgazándose gradualmente hacia la parte anal, de color cremoso y posee dos pares de patas junto a la región de la cabeza donde se ubica el aparato bucal.

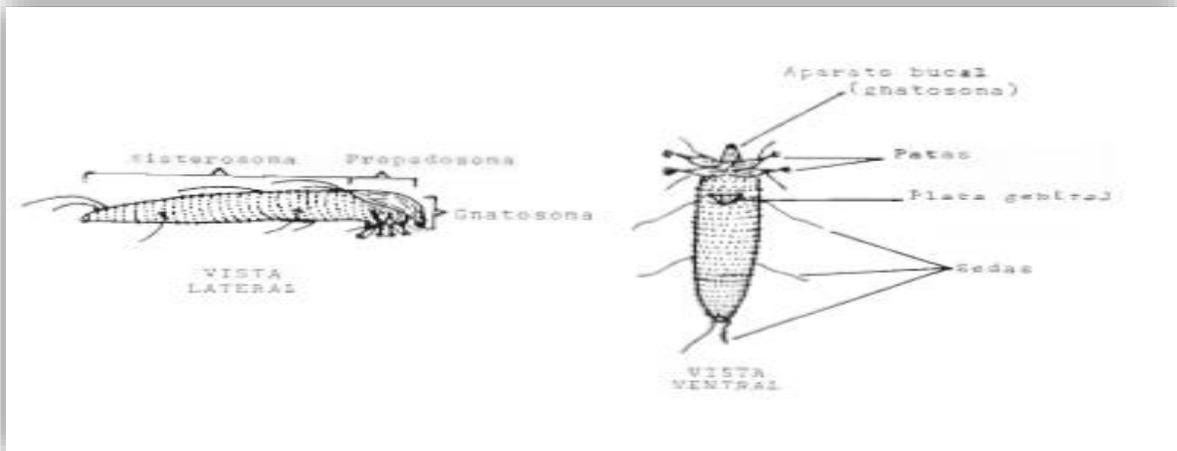


Ilustración 26. Morfología del *E. guerreronis* K. adulto.

Biología y hábitos

La duración de su ciclo biológico desde huevecillo hasta la muerte del adulto varía de 10 a 14 días aproximadamente, este empieza con las hembras fecundadas las cuales ovipositan huevecillos de apenas 10 micras (Ramos *et al.*, 2005), en las brácteas de flores femeninas y frutos muy pequeños (6 cm longitud) de cocotero (Rojas *et al.*, 1992).

Las larvas tienen patas, las cuales facilitan la capacidad de moverse y alimentarse, una vez maduras (adulto) se dispersan por medio del viento, por el agua o por sí solos, formando colonias en las brácteas de donde se alimentan, reproducen y complementan su ciclo biológico. Conforme la nuez crece hasta alcanzar un diámetro de 20 cm, las poblaciones de ácaro declinan y pocos se encuentran bajo las brácteas (Ramos *et al.*, 2005).

Daños

El ácaro del cocotero por su pequeño tamaño, vive en espacios reducidos y coloniza los cocos tiernos, penetrando entre sépalos. Durante el primer mes de crecimiento del fruto, las brácteas se encuentran fuertemente comprimidas impidiendo la entrada del ácaro, pero cuando el fruto crece se produce suficiente espacio entre las brácteas para que penetre el ácaro y se alimente de la superficie meristemática del fruto (Howard y Abreu, 1991).

Este ácaro causa pérdidas del 10-30 % de la producción, 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” (Hall y Espinosa, 1981). El ácaro también puede atacar plantas jóvenes y en vivero.

Rojas *et al.* (1992) resaltó de acuerdo a estudios realizados por Hernández y Barajas en 1975 y 1987-88 que, la producción de copra descendió considerablemente hasta 50 % aproximadamente como efecto del daño provocado por el *E. guerreronis* K.



Ilustración 27. Daño en el fruto de *Cocos nucifera* L. provocado por *E. guerreronis* K.

Control

Elizondo (1981) especificó que se ha mantenido el control del acaro del cocotero a través de aspersiones de productos químicos (acaricidas y quinometionato) con dosis de 1.5 gramos por litro de agua y 2 ml por litro de agua

consecutivamente; aclarando que no es recomendable en palmeras adultas que alcanzan hasta 30 m de altura ya que se dificulta y se encarece la aplicación de estos; además, el control no es muy eficiente debido a que los ácaros se encuentran albergados en las brácteas y el producto no hace contacto con el insecto.

Por otra parte, se puede frenar la plaga del *E. guerreronis* K. empleando un control biológico con el uso del hongo *Hirsutella thompsonii*, ya que este es uno de los enemigos naturales de este acaro (Rojas *et al.*, 1992).

De acuerdo a estudios realizados por el INIFAP en Guerrero y Oaxaca el año 2005, es preferible intercalar cultivos de riego o de temporal, así como también mantener las huertas con alta humedad y limpias para disminuir los daños causados por el ácaro *E. guerreronis* K.

***Myndus crudus* Van Duzee (Chicharrita pálida)**

Descripción

La chicharrita pálida, *Myndus crudus*, (Homóptera: Cixiidae) presenta una coloración variable de café a verde en su estado adulto. Las alas son prácticamente hialinas. Las hembras son siempre más grandes que los machos usualmente de color oscuro midiendo de 3.6 a 4.1 mm de longitud; en cuanto a los machos son ligeramente verdes, especialmente en el abdomen y miden 3 mm de la cabeza al abdomen (Ramos *et al.*, 2005).

Howard y Gallo (2015) describen a *M. crudus* como una de las especies pertenecientes a la familia Cixiidae, con estructuras características, las cuales incluyen el segmento basal en forma de barril, el flagelo como una seta, con espinas en la tibia agrupadas al final de los segmentos de la pata, poseyendo tres carinas paralelas dividiendo el protórax longitudinalmente en cuatro zonas.



Ilustración 28. Chicharrita de la especie *Myndus crudus*, vector del Amarillamiento Letal del cocotero.



Ilustración 29. Antenas de la especie *Myndus crudus*.

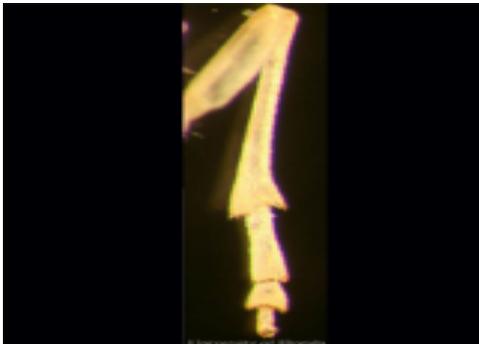


Ilustración 30. Espinas de la tibia en grupos de la especie *Myndrus crudus*.



Ilustración 31. Protórax de la especie *Myndrus crudus*.

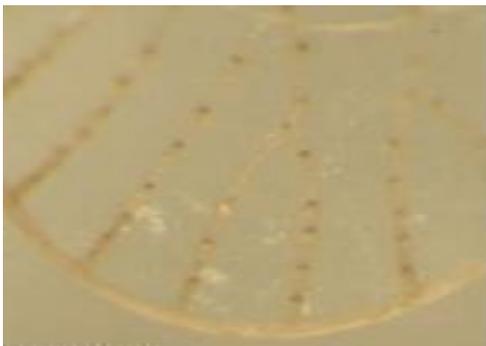


Ilustración 32. Parte distal de la especie *Myndrus crudus*.

Biología y hábitos

Villanueva (1986) afirmó que *M. Crudus* es un insecto que vive una etapa de su vida en la palmera de coco y en otras especies de pastos. Este se alimenta del

floema de un gran número de palmeras, como la palma canaria *Phoenix canariensis* Hort, palma pritchardi *Pritchardia* sp, palma manila *Veetchia marrillii* Becc, palma de coco *Cocos nucifera* L., palma datilera *Phoenix dactylera* L., palma *Saribus levistona saribus* R.BR, además de maíz *Zea mays* L.

Distribución

La distribución de *M. crudus* es Neotropical; está presente en áreas subtropicales de Estados Unidos (Florida y Texas), México, las Antillas, América Central y Norte de América del Sur (Kramer, 1979).

Según Howard y Gallo (2015) la chicharra *M. crudus* es nativa del sur de Florida, Cuba, Islas Caimán, Jamaica, Trinidad, y en áreas meridionales de América Tropical desde México, América Central hasta la parte norte de América del sur.

Daños

No causa daño directo a las palmeras, pero se considera como vector del amarillamiento letal del cocotero (Howard *et. al.* 2001).

El Amarillamiento Letal afecta y es mortal por lo menos para 36 especies de palmas, esto incluye palmas de importancia económica como el coco (*Cocos Nucifera* L.) y la palma datilera (*Phoenix dactylifera* L.); así como también afecta palmas de interés ornamental y otras que son fuente local de alimento y fibra para algunas zonas tropicales (Howard y Gallo, 2015).



Ilustración 33. Troncos muertos de palmas de coco, *Cocos nucifera* L. después de la destrucción de las plantaciones por el AL durante la década previa. (Yucatán, México. 1993).

Es posible bajar las poblaciones de *M. crudus*, a través de aspersiones de productos químicos, como monocrotofos, en las áreas donde se encuentra el insecto, pero es impráctico debido a que se hospeda en una diversidad de plantas.

El *M. crudus* se reproduce y pasa gran parte de su ciclo biológico en gramíneas, por tanto, la sustitución de pastos por leguminosas, reduce las poblaciones del insecto. (López y Domínguez, 1994).

Escamas

Biología y hábitos

Las escamas están adaptadas para dispersarse en un rango grande de plantas huéspedes. A diferencia de los insectos voladores, no necesitan dejar su huésped cuando es afectado, permanecen adheridos a él, aún durante largos viajes a través del océano. Su establecimiento en una nueva localidad es facilitado debido a que el mayor componente de su hábitat es la planta huésped en donde acaban de arribar. (Howard *et al.* 1975).

Distribución

Las escamas son las plagas que se encuentran con más frecuencia en los trópicos húmedos, ya que se han registrado en 25 especies de palmeras y en otras 135 especies diferentes de plantas (Lizano, 2001).

Daños

Los daños que provocan las escamas son variados, los cuales van desde el secado de foliolos (perdida de savia y obstrucción de estomas) hasta tornar las palmeras de un color amarillento, volviéndolas cloróticas hasta que estas presentan una disminución en su vitalidad y como efecto la caída precoz de los frutos y en algunos casos la muerte (Balderas, 2010).

Control

Ferreira (1999), reporta que algunas especies de la familia Coccinellidae son depredadores de escamas.

Por otro lado, Balderas (2010), nos dice que se pueden aplicar fungicidas mezclados con insecticidas.

El control de escamas se debe realizar en forma localizada, cuando se presente la primera palma infestada en la plantación, mediante la poda y quema de las hojas dañadas así como también es recomendable aplicar insecticidas sistémicos (monocrotofos), en dosis de 1 a 2 mililitros de producto comercial por litro de agua, sólo a las palmeras dañadas (Ramos *et al.*, 2005).

***Sciurus colliae* (Ardilla arborícola)**

De acuerdo a la información proporcionada por Pronatura Península de Yucatán A.C., tomada del libro "Fauna Silvestre de México" de Leopold Starker, las ardillas arbóreas del género *Sciurus* se encuentran en todas las áreas boscosas de México, excepto en Baja California y algunas áreas desérticas montañosas.

Descripción

Según investigaciones recientes se han definido cinco variedades: grises, rojizas, de Albert, de Deppe y de Douglas, destacando las últimas tres por su facilidad para distinguirse debido a sus peculiaridades físicas. Son de tamaño mediano, con el dorso predominante gris y el vientre rojizo. Pasan la mayor parte del tiempo en los árboles, más aún cuando estos poseen frutos, por ende, su definición como ardillas arbóreas (Ramos *et al.*, 2005).



Ilustración 34. Ejemplar adulto de la especie *Sciurus colliaei*.

Biología y hábitos

Esta variedad de ardilla arbórea gris siempre habita en nidos, solo baja en busca de algún alimento apetecible, de agua o simplemente para cambiar de árbol, en caso de no poder hacerlo por las ramas. La nidación siempre está construida en las copas de los árboles, es por ello que el nacimiento siempre ocurre en las partes más altas de los árboles. Su reproducción puede efectuarse en cualquier época del año, aunque a veces sufre modificaciones por las sequías.

Después de un periodo de gestación de 44 días, nacen de dos a seis crías, las cuales se desarrollan lentamente en el nido y abren los ojos hasta después de un mes de nacidas. Las crías permanecen casi un año con la madre, lo que explica el motivo de que una hembra, sólo tenga un parto por año. Las ardillas se alimentan de plantas, insectos, huevos de aves y pequeños reptiles. Casi siempre acompañan sus actividades de cortos y repetidos chillidos, excepto cuando persiguen a algún insecto (Ramos *et al.*, 2005).

Información reciente recabada en plantaciones de cocotero por el INIFAP 2010, especifica que la población de este vertebrado se ha incrementado notablemente en los cultivos de este, el cual trae como efecto considerables daños económicos de importancia para el productor; lo cual ocasiona afectaciones de hasta un 11% de la producción y en algunas áreas más del 50%, lo cual se debe a la afectación que esta especie provoca en todas las etapas del fructificación.

Distribución

Según la CONABIO (2011) la especie *Sciurus colliaei* tiene una distribución muy amplia. Se encuentra en la Sierra Madre Occidental, particularmente en la Sierra de Chihuahua-Durango y el Eje Neovolcánico. Aunque una de las áreas que presenta mayor número de estas es en el noroeste de México es el estado de Sonora, lugar donde se presentan tres influencias faunísticas: especies de bosques templados de la Sierra Madre Occidental, especies desérticas con un amplio rango que se extiende hasta Arizona y especies de pastizales que se extienden hasta Nuevo México y Chihuahua.

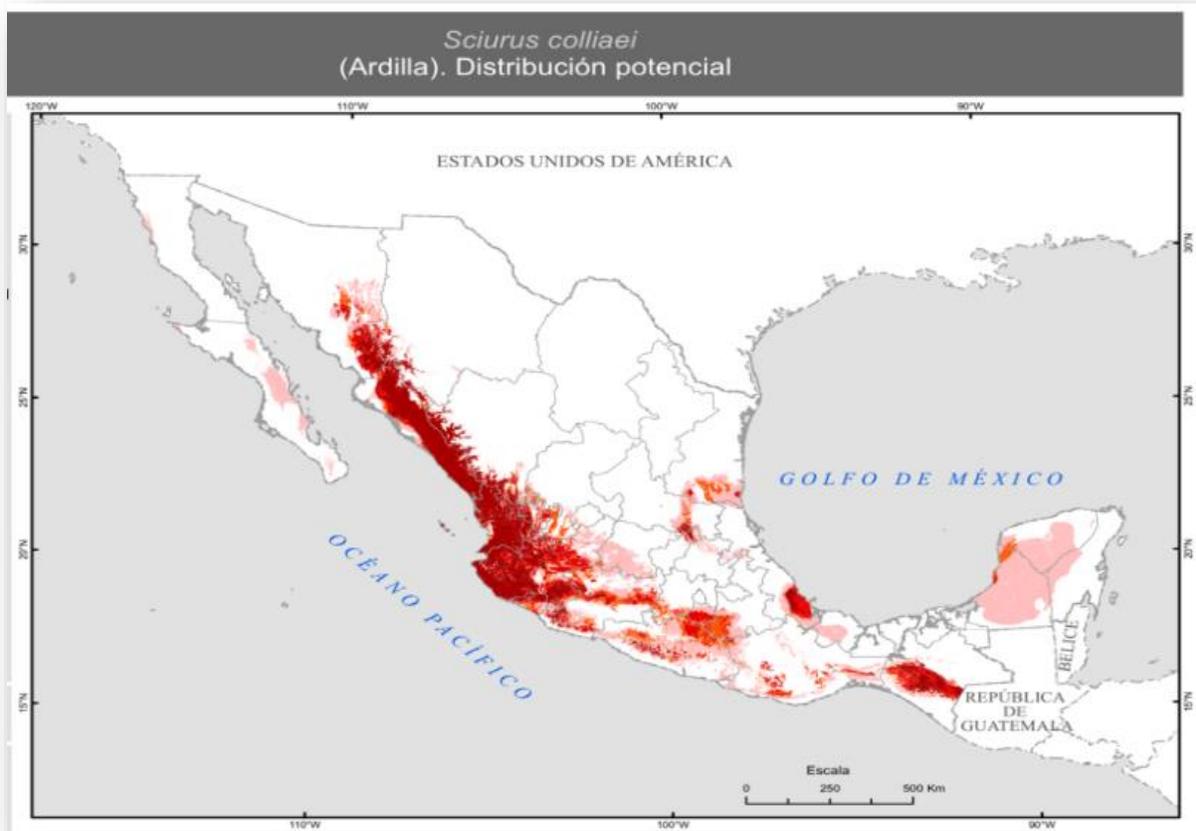


Ilustración 35. Ceballos, G., S. Blanco, C. González y E. Martínez. 2006. *Sciurus colliaei* (Ardilla Arborícola). Distribución potencial escala 1:1,000,000.00. Instituto de Biología. UNAM, México

Daños

Ramos *et al.* (2005) especificaron que la especie de ardilla *Sciurus colliaei* causa considerables daños económicos, ya que este roedor incrementa notablemente su población en los cultivos del cocotero, afectando el 11 % de la producción y en algunas áreas más del 50 %, todo ello como efecto al perjudicar todas las etapas de fructificación.



Ilustración 36. Daño en el fruto de *Cocos nucifera* L. provocado por la especie *Sciurus colliaei*.

Control

Los principales enemigos de la *Sciurus colliaei* son el gato montés (*Felis silvestris*), el armiño (*Mustela erminea*), la garduña (*Martes foina*) y la marta (*Martes marta*), quien la persigue y alcanza saltando de árbol en árbol, pudiendo luego instalarse en su nido.

También es presa común de muchas aves rapaces como el azor, el ratonero, los búhos y las águilas. Para minimizar la población de este roedor se está comprobando un método de control a base de trampeos y cuando el ataque es extremo e incontrolable se utilizan cebos envenenados, claro con autorización de la SEMARNAT (Ramos *et al.*, 2005).

***Strategus aloeus* L. (Cornezuelo)**

Descripción

Este coleóptero pertenece a la familia Scarabeidae. El adulto es de color café oscuro, mide de 4 a 6 centímetros, de largo por 2 centímetros de ancho, los machos se diferencian de las hembras por la presencia de 2 protuberancias en la parte superior del tórax en forma de cuernos (Ramos *et al.*, 2005).

El adulto es un cucarrón de color negro, de 40-58 mm de largo; el macho posee tres cuernos cefalotorácicos. Dentro de la especie *Strategus aloeus* L. Se presenta dimorfismo sexual, los machos tienen tres proyecciones en el pronoto alrededor de una cavidad central: una proyección en forma de cuerno en posición central y dos tubérculos laterales redondeados. Las hembras presentan protuberancias en lugar de los cuernos. Además, los machos se presentan una variación en la forma y longitud de los cuernos entre individuos de una misma población y entre poblaciones (Carrillo *et al.*, 2015).

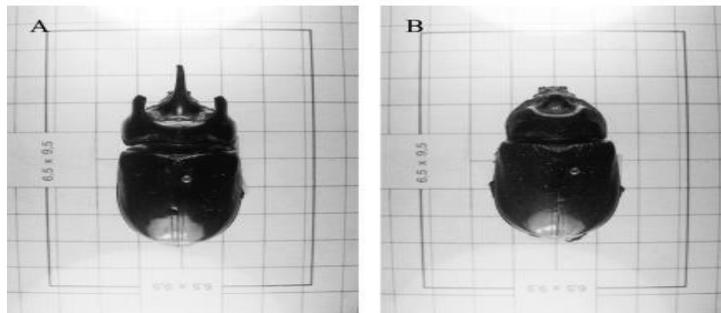


Ilustración 37. Especímenes de *S. aloeus* L., vista dorsal, macho (A) y hembra (B).

La larva es del tipo clásico escarabaeiforme, está provista de tres pares de patas y puede alcanzar una longitud de 90-100 mm (Genty *et al.*, 1978). Se comporta como saproxilófaga, ya que consume troncos en descomposición o habita en suelos ricos en materia orgánica; unos pocos registros la señalan como plaga (Locarno, 1994).

El ciclo de vida tiene una duración de 11 meses, distribuidos así: Huevo 15 días; Larva, tres instares y prepupa, 8 meses; Pupa, 2 meses (Genty *et al.*, 1978).



Ilustración 38. Ciclo de vida de *S. aloeus* L., Huevo (1), Larva primer instar (2), Larva segundo instar (3), Larva tercer instar (4), Pupa (5) y Adulto (6).

Según el Ramos *et al.* (2005), el ciclo de vida del *Strategus aloeus* L. involucra las etapas (huevecillo, larva, preninja y ninfa y adulto), donde la etapa de huevecillo dura desde la ovipostura hasta la eclosión 3 semanas, la etapa de larva dura 8 meses, pasando por 3 estadios larvales; es de color amarillento y de cabeza grande café oscuro, mide de 9 a 10 cm de largo, cuenta con 3 pares de patas y se alimenta de madera en descomposición y la etapa adulta donde su promedio de vida es de 3 a 6 meses.

Biología y hábitos

Durante el día el adulto no permanece en la galería de alimentación si no al fondo de otra galería vertical dentro del suelo, de 30 a 40 centímetros por debajo de la palma; la hembra deposita los huevos en la madera en descomposición, donde las larvas completan todo su ciclo, por consiguiente, el adulto durante la noche perfora el suelo en la base de la palma joven y construye una galería vertical de 30-40 cm, donde permanece durante el día (Genty et al. 1978).

Ahumada *et al.*, (1995) especificaron que bajo condiciones de laboratorio ($T=29-32^{\circ}\text{C}$), la duración en días del *Strategus aloeus* L. fue: Huevo $14,5\pm 0,7$; Larva $266,5\pm 26,4$ (I instar $24,4\pm 6,7$, II instar $41,6\pm 8,6$; aclarando que la precipitación es un factor que está asociado con la aparición de la población de adultos, ya que se obtuvieron dos picos máximos en la población, los cuales correspondieron a los periodos de precipitación en abril y octubre; así como también al efectuar un censo

en la población larva determinaron que las hembras depositan los huevos en grupos que oscilan entre 6 y 12, aunque ésta no es la ovoposición total, ya que al hacer la disección de hembras encontradas en el campo se encontraron de 20 a 30 huevos.

Cuadro 8. Ciclo de vida en laboratorio (en días) del *Strategus aloeus* L.

Estado	Duración días		
	X	±	D.E.
Huevo	14.5	±	0.7
Larva	266.5	±	26.4
I Instar	24.4	±	6.7
II Instar	41.6	±	8.6
III Instar	200.5	±	30.0
Pupa	26.8	±	1.4
Total huevo-adulto	307.8	±	25.8

Fuente: (Ahumada *et al.*, 1995)

De lo anterior se deduce que la hembra realiza varias posturas, distribuyendo los huevos en varios estipes para evitar la competencia de las larvas por alimento. Además, la forma de agrupación de los estipes determina la velocidad de la descomposición; cuando están en contacto directo con el suelo se descomponen más rápidamente, que cuando quedan espacios libres entre ellos y el suelo.

La rapidez en la descomposición y las características que ésta presenta son factores que determinan el momento de colonización por parte del insecto. Dependiendo de estos factores, la hembra coloca los huevos en diferentes lugares del estipe. Los lugares en los cuales se localizan las larvas son los siguientes: Estipe, en contacto con el suelo 85.6; Estipe, no contacto con el suelo 9.2; Interfase estipe-suelo 0.8; Suelo (Profundidad $\frac{3}{4}$ 10cm) 3.0 y Superficie (sobre la corteza) 1.4. No se encontraron enemigos naturales de la plaga.



Ilustración 39. Galería construida por el adulto de *S. aloeus* L.



Ilustración 40. Lugar ocupado por larvas de *S. aloeus* L. Estipe con cobertura de kudzú.

Distribución

Las especies del genero *Strategus*, comúnmente conocidas como «toritos», se distribuyen desde el nivel del mar hasta los 1.500 msnm (Locarno, 1994).

El *S. aloeus* L. se ha registrado en Venezuela, Guyana, Surinam, norte de Brasil, Colombia, Ecuador y Perú (Genty et al. 1978).

Daños

El mayor daño lo ocasiona el adulto, al alimentarse de las palmas jóvenes desde vivero hasta 2 años aproximadamente, se puede encontrar de 4 ó 5 adultos y más por planta; naturalmente este insecto es de hábito nocturno y se introduce a la palma mediante una perforación que realiza cerca del tallo en el suelo,

alimentándose primeramente de las raíces, posteriormente sube por el interior del tallo (meristemo) destruyéndolas (Ramos *et al.*, 2005).



Ilustración 41. Perforación del *Strategus aloeus* L. en la base del tallo de plantas jóvenes de *Cocos nucifera* L., San Antonio Texas (agosto, 2008).

Según las observaciones realizadas en una plantación en el estado de Colima (febrero del 2005), este insecto se encuentra en la mayoría de estados productores del cocotero, encontrándose daños hasta en un 4%, principalmente en época de lluvias y en plantaciones menores de 2 años.



Ilustración 42. Daños provocados al *Cocos nucifera* L. por la especie *Strategus aloeus* L.

Control.

No existe un tratamiento realmente efectivo para evitar su ataque. Sin embargo, se recomiendan las siguientes medidas de control:

1. Recoger restos de árboles muertos y de palmas viejas en descomposición.
2. Recolectar y destruir los insectos que se encuentren en la plantación.
3. Aplicar insecticidas granulados (Furadán) al suelo donde se detecte la presencia del insecto.

Descripción del ataque y control de las enfermedades

Amarillamiento letal del cocotero.

Agente causal

Esta enfermedad es causada por el organismo (*Phytoplasma* sp), perteneciente a la clase Mollicutes (Oropeza et al., 2011).

Este organismo de tipo fitoplasma se localiza en el floema, y las concentraciones más altas ocurren en las áreas meristemáticas, como las puntas de las raíces, la región de rápido crecimiento de las hojas (raquis) y las inflorescencias en desarrollo. Todos estos son tejidos portadores de azúcares (Ramos et al., 2005).

Forma de transmisión y propagación

El micoplasma causante de la enfermedad es transmitido por chicharritas de la especie *Myndus crudus*, cuyo patrón de dispersión coincide con la dirección de los vientos dominantes y de los flujos vehiculares provenientes de las áreas afectadas (Ramos et al., 2005).

Secuencia de Síntomas de la Enfermedad Amarillamiento Letal del Cocotero:

1. Caída prematura de frutos.
2. Flores masculinas necróticas.
3. Muerte Total de la Inflorescencia.
4. Palmeras viejas cloróticas.
5. Muerte y caída de las palmas maduras.
6. Palmera muerta.
7. Fase terminal de la enfermedad.



Ilustración 43. Síntomas de la Enfermedad Amarillamiento Letal del Cocotero.

Distribución

Según Harrison (1999) fue en Jamaica en el año 1981 donde esta enfermedad fue introducida por primera vez, extendiéndose hacia otros países en el Caribe y América Central, sin embargo, la descripción más antigua por sintomatología proviene de las Islas Gran Caimán en 1834. Se reporta más tarde en Cuba, Haití, Bahamas y República Dominicana.

Posteriormente fue diagnosticada como tal en el año 1950 en el estado de Florida, Key West y en el año 1971 en el estado de Miami, apareciendo en México a finales de los años setenta, en una plantación realizada en la península de Yucatán, provocando daños desastrosos sobre la industria del cocotero. En la actualidad, 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 (Ramos *et al.*, 2005).

Control

Balderas (2010), aporta cuatro métodos para minimizar o en dicho caso erradicar el efecto del Amarillamiento Letal en el cocotero, estos métodos son:

método mecánico (Chapeo y Rastreo), método cultural (cultivos de cobertura), método químico (herbicidas) y métodos biológicos (pastoreo).

Anillo rojo del cocotero

Agente causal

De acuerdo a Agrios (2005), el anillo rojo del cocotero es causado por *Rhadinaphelenchus cocophilus* Cob., nemátodo que invade el centro del tallo de la palma, las raíces, el peciolo y en algunos casos los frutos.

Balderas (2010) afirma que el agente causal del Anillo Rojo es el nematodo *Phytophthora palmivora*, aclarando que los mayores porcentajes de daño se observan cuando el cultivo del cocotero se encuentra asociado con plátano.

Forma de transmisión

La transmisión del Anillo Rojo se asocia a diferentes factores, los cuales son: insectos que conviven en la palmera infestada, el viento y la lluvia (Balderas, 2010).

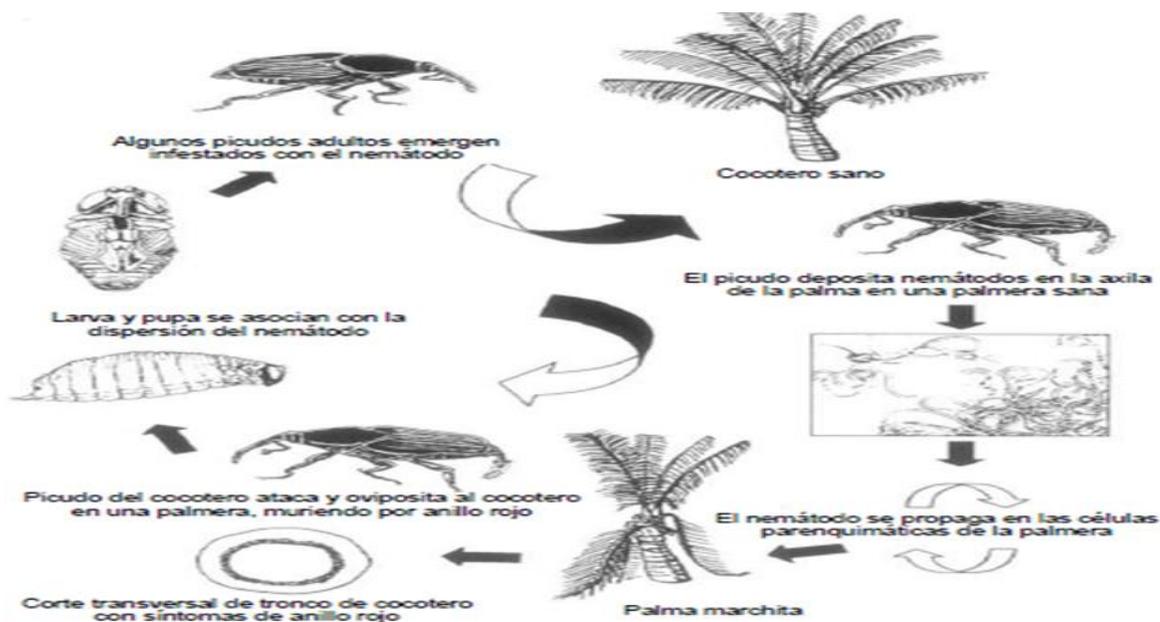


Ilustración 44. Ciclo de Transmisión de la Enfermedad del Anillo Rojo. (Howard *et al.*, 2001).

Sintomatología

Las palmas que presentan esta enfermedad se tornan de un color verde pálido en la base del cogollo, el cual se pudre desprendiéndose de la base, así como también le aparecen manchas amarillas rodeadas por bandas grises que miden de 5 cm o más de diámetro (Balderas, 2010).

Los síntomas externos de la enfermedad comienzan en las hojas más viejas, observándose un amarillamiento en la punta de los folíolos que avanza hacia la base de los mismos hasta llegar al raquis, más tarde la coloración se torna café bronceado y las hojas colapsan y cuelgan del tallo, para caer posteriormente. Estos síntomas se presentan progresivamente de las hojas más viejas hacia las hojas más jóvenes, la planta muere en un período de tres a cuatro meses después de los primeros síntomas (Ramos *et al.*, 2005).



Ilustración 45. Síntomas de Anillo Rojo en follaje y en tallo (corte transversal) de *Cocos nucifera* L.

Distribución

El anillo rojo del cocotero se distribuye en todas las áreas donde existe cocotero en América Latina e Islas del Caribe (Ramos *et al.*, 2005).

Según Agrios (2005), la distribución de la enfermedad del anillo rojo se encuentra distribuida en países de América tropical, distribuyéndose principalmente desde México hasta Brasil, y en varias de las islas del sur del Caribe.

Daños

La enfermedad del Anillo Rojo es la más importante, el control ineficiente del vector, puede matar hasta un 80 por ciento de las palmeras de una plantación con edades de 3 a 10 años. Reportes en Trinidad –Tobago indican que cuando no se controla el vector, el 35 por ciento de palmeras jóvenes mueren por esta enfermedad y en Colombia y México las pérdidas son del 67 por ciento (González, 1972).

Control

Las medidas de control y manejo están basadas en una serie de medidas muy integradas, las cuales son a nivel de toda la plantación, dichas medidas son dirigidas a reducir toda fuente de infección del nematodo *R. palmarum*, enfocadas a reducir sus poblaciones (Chinchilla, 1996).

Pudrición del cogollo

Agente causal

Esta enfermedad conocida también como cáncer del tallo, cáncer del tronco y/o mazorca negra es causada por el patógeno *Phytophthora palmivora* (E. J. Butler).

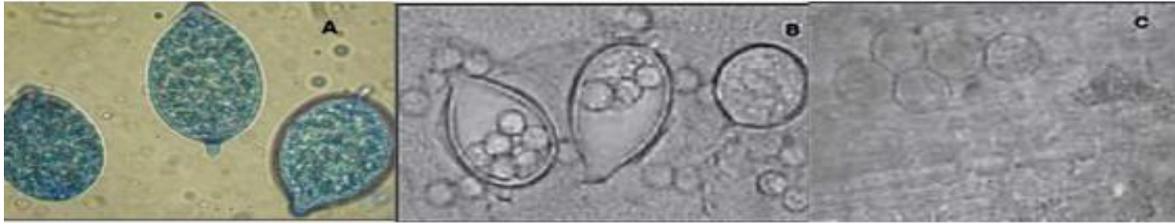


Ilustración 46. Estructuras de *Phytophthora palmivora*. (A) Esporangio ovoide, papilado con pedicelo corto. (B) Zoosporas. (C) Clamidosporas en tejido inoculado. Credito: Martinez *et al.*, 2010.

Forma de transmisión

Pérez *et al* (2010) aseguró que el *P. palmivora* se dispersa gracias al uso de suelos contaminados, herramientas de trabajo, equipos agrícolas, plantas y con poca probabilidad con el agua de lluvia, en donde este patógeno se introduce a la palma a través de heridas teniendo como resultado la desintegración de la yema apical.

Distribución

Se reporta en Centroamérica, El Caribe, México, Brasil y Colombia (Griffith, 1979).

Por su parte Espínola (2016) informó que los estados que presentan las zonas con mayor superficie de hospedantes son Baja California, Chihuahua, Veracruz, Tabasco, Chiapas y Guerrero con una superficie de 19, 841 a 47, 300 has aproximadamente, seguidos los estados de Nayarit, Tamaulipas, Nuevo León y Oaxaca con una superficie de 5, 501 a 19, 840 has.

Daños

El patógeno *Phytophthora palmivora* llega a producir esporangios los cuales son salpicados a nuevos hospedantes o tejidos sanos, lo que como efecto provoca la pudrición del brote que inicia en la parte superior de la copa (Espínola, 2016).

Esta enfermedad involucra a palmeras de todas las edades, pero es más frecuente en palmeras de 15 a 45 años (Menon y Pandalai, 1 958).



Ilustración 47. Secamiento de la flecha provocado por *Phytophthora palmivora*.
Fuente: http://itp.lucidcentral.org/id/palms/symptoms/Bud_Rot.htm.

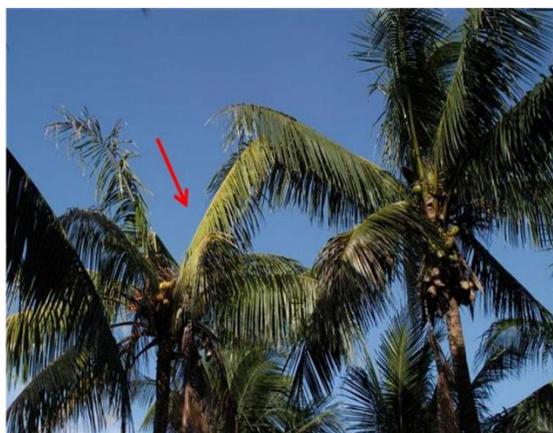


Ilustración 48. Amarillamiento y necrosis de las hojas jóvenes en palmas adultas de *Cocos nucifera* L. provocados por *Phytophthora palmivora*. Fuente: http://itp.lucidcentral.org/id/palms/symptoms/Bud_Rot.htm.



Ilustración 49. Síntomas de pudrición del cogollo en *Cocos nucifera* L. Créditos: (Ramesh *et al.*, 2013).



Ilustración 50. Escala de severidad de la pudrición del cogollo en palmas. Créditos: (Martínez y Torres, 2007).



Ilustración 51. Síntomas en frutos provocados por *Phytophthora palmivora*. Fuente: <http://www.kissankerala.net:8080/KISSAN-CHIDSS/English/Coconut/Disease/4.htm>.

Control

El reconocimiento temprano de los síntomas tanto en palmas de vivero como en las recién plantadas a sitio definitivo, es una buena alternativa para controlar esta enfermedad; este reconocimiento se logra a través de la evaluación de la flecha más joven con más de 30 cm de largo, ello para asegurarnos que esta tenga una buena sanidad; cabe mencionar que esta práctica se puede aplicar en palmas de todas las edades, pero especialmente en las mencionadas anteriormente (Martínez *et al.*, 2009).

Por otro lado, Espínola (2016) nos dice que si ya existe tejido afectado lo ideal es iniciar la eliminación de este antes de que la enfermedad se propague. Los resultados son mejores cuando las incidencias son menores del 10%, para esto se retira el paquete de flechas y la parte superior del cogollo, tratando de conservar la mayor cantidad posible de tejido maduro, para facilitar la recuperación. (Martínez *et al.*, 2009).



Ilustración 52. Eliminación de tejido afectado. Créditos: (Torres *et al.*, 2018).

Existen otras alternativas de solución para minimizar el problema de la enfermedad de Pudrición del cogollo (Espínola, 2016). Una de las alternativas es la captura de *Phytophthora palmivora* para poder monitorear el estado de sus poblaciones en diferentes áreas de una plantación, esto con el fin de poder establecer planes de manejo evitando la atracción de estos hacia tejido en proceso de pudrición (Torres *et al.*, 2008).

Si el objetivo es evitar que en plantaciones adultas exista un foco de infección, es conveniente proceder a la erradicación de estas (Martínez *et al.*, 2009); ya sea por medio de productos químicos, motosierras, retroexcavadoras y/o como último recurso la quema (Martínez *et al.*, 2008).

Coffee (2010) mencionó que un buen control es el uso de fosfito en el tronco, ello para evitar la caída prematura de frutos, aunque cabe mencionar que este no es tan efectivo para el control del cogollo.

Garofalo y McMillan (1999) sugirieron un programa de aplicaciones de Fosetil-aluminio cada tres meses (foliar).

Mancha café o tizón de la hoja

Agente causal

El organismo causal de esta enfermedad es el hongo *Pestalotia palmarum* Cooke (Lizano, 2001).

Tizapa (1999) informó que esta enfermedad está asociada con el insecto de follaje *Homaledra sp.*

Forma de transmisión

Este se establece como un parásito en las hojas cuando sus folíolos están tiernos, penetrándose generalmente por las lesiones ocasionadas por insectos (Lizano, 2001).

Distribución

Es la enfermedad más común que se presenta en la palma de coco causando manchas en las hojas, es más importante al nivel de vivero, donde puede provocar el quemado total del follaje. Se reporta en la India, Filipinas, Ceylan, Trinidad y Tobago. En México se presenta en todas las zonas copreras, pero no es una

enfermedad importante al nivel de finca, ya que solo se presenta en plantaciones mal atendidas, en las que no se fertiliza generalmente o donde las plantas no tienen las condiciones apropiadas para crecer (Tizapa, 1999).

Daños

Cuando esta enfermedad ataca a un gran número de hojas, las que se encuentran en la yema terminal son las únicas que permanecen paradas y después de algún tiempo caen dando como resultado la muerte de la planta. Se cree que esta enfermedad es de origen fisiológico, por tal motivo se sugiere la falta de drenaje y la deficiencia de potasio como los factores que predisponen a la hoja para ser afectada (Domínguez, 1999).

Control

Se recomienda como método de control para esta enfermedad, mejorar el drenaje del suelo, aplicar fertilizantes a base de potasio, como el cloruro de potasio (KCL), cada 6 meses hasta que los síntomas desaparezcan. En caso de infestaciones severas realizar aspersiones de Mancozeb, Captan o Benomilo al follaje, en dosis de 2 gramos por litro de agua. También se pueden utilizar fungicidas a base de Cobre al 1% o Caldo Bordelés (Liyanage *et al.*, 1999).

4.8.- Uso actual de la palma cocotera en México

La palma de coco *Cocos nucifera* L., se considera de gran importancia para el hombre ya que tienen un gran valor como planta de uso múltiple; reconociéndola gracias a que se encuentra en el doceavo lugar de la lista de especies de plantas alimenticias más importantes y por ende sobrellamándola como “árbol de la vida” (Granados y Lopez, 2002).

A partir de la palma de coco, se elaboran aproximadamente 100 productos; de los cuales los de mayor importancia son, la fibra del fruto, el carbón de la concha, la copra, el aceite de coco, el coco deshidratado y la leche de coco (D. Granados y G.F. López, 2002).

Postes de tendido eléctrico. Ya que los postes o pilares fabricados de madera de coco poseen propiedades de solides y flexibilidad, los hacen ideales para el tendido eléctrico, aunque cabe mencionar que para la utilización de este tipo de madera es necesaria una aplicación más intensa de agentes de conservación ya que es más susceptible a la podredumbre blanda bacteriana que la de pino (FAO, 1996).

Pasta y papel. En filipinas y Nueva Zelanda se ha demostrado que la madera de coco sirve para la fabricación de pasta y papel, cuyos productos poseen cualidades similares a los fabricados con la mayoría de las maderas duras, aunque con menos rendimiento (FAO, 1996).

Leña. Debido a que el grado calorífico que posee la madera de coco es similar al de otras maderas, esta es apta para su explotación y utilización maderera como leña, aunque es necesario efectuar un previo secado, tomando en cuenta que el 20 por ciento en volumen de un tronco no puede transformarse en madera y el resto, junto con los residuos del aserrío, es de fácil utilización en la carbonificación y producción de energía (FAO, 1996).

Construcción. De acuerdo a las experiencias se ha demostrado que la madera de coco puede dedicarse a funciones adecuadas y una amplia variedad de diseños, como la construcción de edificios, viviendas, tejados, puentes, pisos, ventanas y escalones; utilizando madera con calidades diferentes dependiendo el objeto de construcción, por ejemplo, madera más densa para elementos estructurales de mayor peso y madera de densidad media para los entramados y elementos internos (FAO, 1996).

Según Kandeel (1983) tanto las viguetas de los suelos, los revestimientos del suelo, las viguetas de los techos, los entramados, así como los ensamblajes pueden ser de madera de coco densa y los salientes del suelo y del techo, los elementos superiores y la entibación pueden hacerse con madera de coco de densidad media.

Ebanistería. La madera de coco más dura, que es muy atractiva, se utiliza para la fabricación de muebles, aunque se combina con otro tipo de madera que sea ligera ya que el peso de la madera de coco dura tiene un peso que impone algunas limitaciones al tamaño de las piezas fabricadas (FAO, 1996).

Objetos utilitarios y decorativos. La estructura de la madera de coco hace que las calidades más duras sean extremadamente aptas para la fabricación de una amplia variedad de objetos utilitarios, por ejemplo, mangos de herramientas de forma complicada, como hachas, sierras y pinceles “cuando existe problema del corte en la dirección de la fibra”; debido a la calidad estética y a su resistencia la madera de coco posiciona un lugar en el mercado de objetos decorativos y utilitarios, como las bandejas, candeleros, sujetalibros, vasos, cubiletes, tableros de ajedrez, saleros, etc. (FAO, 1996).

Obtención de etanol. Desde hace miles de años se practica la extracción de etanol de cultivos de cereales y azucareros, un ejemplo muy conocido es la producción de líquidos (toddy y arrack), los cuales son el resultado de la sabia del cocotero, los cuales son utilizados principalmente para beber con fines medicinales y la producción química (FAO, 1996).

En México existen antecedentes de experimentación con tableros bajo proporciones de fibra de coco y aserrín de madera, utilizando como aglutinante Urea Formaldehído, con tamaños de fibra de coco diferentes, mezclados con resina bajo ciertas condiciones (Novoa, 2005).

El aprovechamiento de todas las partes de la palma de coco aún no se ha logrado en un 100%, la copra es aprovechada para la elaboración de aceites y jabones, la cascara (endocarpio) es utilizada para hacer utensilios tales como tazones, tazas, cucharas, cucharones, pipas para fumar, floreros, ceniceros, cajas, juguetes, carbón, carbón activado y botones, así como la madera para la construcción (usos ilimitados) (Novoa, 2005).

La estopa del coco (fibras del mesocarpio) se utiliza para hacer colchones, cuerdas, alfombras, brochas, bolsas, productos artesanales, confección de asientos, cepillos y escobas (Novoa, 2005).

El polvo de la estopa se utiliza como fertilizante en viveros induciendo un desarrollo radical más acelerado en comparación al uso de otras formas de materia orgánica (Novoa, 2005).

Por otro lado, Parrota (1999) especifica que el polvo de la estopa es utilizado como material de empaque y en la manufactura de tableros de partículas y material aislante, así como también como una alternativa a las resinas sintéticas para el intercambio de iones para la remoción de estos de metales pesados en el tratamiento de aguas.

Cuando se usa como combustible, la ceniza resultante es alta en potasa, así como también la harina resultante al moler muy fina la cascara, su utiliza se utiliza industrialmente en la manufactura de platicos para proporcionare lustre a los artículos hechos en moldes y para mejorar la resistencia a la humedad (Parrota, 1999).

La costra residual obtenida después de la extracción del aceite se usa como componente en alimento para el ganado (Parrota, 1999).

El agua de la fruta del coco, la cual se obtiene del fruto maduro se utiliza como una bebida nutritiva y refrescante, así como en investigaciones de cultivo histológico (ya que contiene hormonas inductoras de crecimiento), al igual que el endospermo de la fruta madura y fresca se usa en alimentos ya sea sin procesar o después de la extracción del agua de coco (Parrota, 1999).

De la copra o endospermo seco, se obtiene el aceite de coco el cual es utilizado para cocinar, así como también otros productos como margarina, manteca de cacao, jabones, lociones, perfume y otros productos cosméticos y aceites para linternas (Parrota, 1999).

Hablando de la madera como tal, la zona externa se utiliza para la construcción de media y alta carga, pisos, pasos de escalera, elementos torneados, ebanistería, artesanía, barandales, pasamanos, en forma de láminas como enchapes, la zona intermedia para construcción ligera interior, carpintería general, molduras de barandas y pasamanos, tapa marcos, rodones, zócalos y contra zócalos y la zona interna se utiliza para la fabricación de revestimientos, plafones, divisiones falsas, etc. (Silva, 2016).

4.9.- Producción de la planta

Establecimiento de semilleros

El establecimiento de semilleros consiste más que nada en preparar camas para la germinación, estas deben estar ubicadas en áreas libres de plagas (García *et al.*, 2003).

Según Ramos (2005) las semillas deben enterrarse dos terceras partes de su tamaño de forma horizontal, especificando que no es necesario fertilizar el semillero ya que la germinación se realiza a expensas de la reserva que contiene la propia semilla, aclarando que el semillero debe cubrirse de tal forma que se permita un 50% de luz durante los primeros meses. Para un buen resultado es necesario seguir los siguientes puntos clave:

- a) Cosechar la nuez madura (frutos secos), antes que se desprendan de las plantas.
- b) Las dimensiones correctas para una cama de 500 semillas son: 1.85 m de ancho por 11.25 m de largo con una altura de 20 a 25 cm, utilizando como sustrato para esta germinación, aserrín o arena colada.
- c) El fruto se siembra de forma horizontal en un terreno plano, libre de piedras y cerca de un abastecimiento de agua y en sombra para mantenerse con humedad constante.
- d) No dejar la semilla en el germinador más de 5 meses, ya que el 75% de las nueces que germinan lo hacen entre las 4 y 12 semanas de sembrado.
- e) Para realizar el trasplante en bolsas se recomienda que las plantas tengan una altura de 20 a 30 centímetros aproximadamente, con dos hojas y una flecha.

- f) Es de suma importancia saber que es necesario sacar las plántulas de las camas de germinación el mismo día que se van a trasplantar (seleccionar las más vigorosas).



Ilustración 53. Semillero de cocotero.

Establecimiento en vivero

Para realizar el establecimiento de un vivero ya sea en bolsas o directamente en el suelo, se deben utilizar plántulas robustas y libres de plagas con 30 cm de altura aproximadamente (García *et al.*, 2003).

Vivero en suelo

Se recomienda preparar la tierra procurando que esta quede bien suelta, libre de piedras y terrones, para posteriormente adicionar materia orgánica o aserrín en un 50%, esto con el fin de favorecer el drenaje interno, el buen desarrollo radicular y la fácil extracción de la planta al momento de su trasplante al campo (García *et al.*, 2003).

Vivero en bolsas

El trasplante en bolsas resulta muy costoso para el productor, sin embargo, este se ve recompensado por las ventajas que se obtienen al finalizar dicho método, claro llevando a cabo las técnicas y recomendaciones adecuadas mencionadas a continuación (García *et al.*, 2003).

Utilizar bolsas de polietileno negro resistentes a los rayos ultravioleta de 20/100 mm de espesor y tamaño 40 x 40 cm (16 x 16 pulgadas).

1. Perforar la bolsa a la mitad inferior con agujeros de 5 mm de diámetro aproximadamente, esto para facilitar el drenaje, con 50 agujeros en fila dejando la más baja a 5 cm del fondo.
2. Depositar en la bolsa una mezcla a base de tierra negra (75%) con aserrín (25%), ocupando un 60% de la capacidad de la bolsa para dejar espacio disponible para colocar la planta.
3. Una vez que se obtiene la cantidad suficiente de bolsas preparadas, arrancar las plántulas seleccionadas; removiéndolas con cuidado para no destruir las raíces, para ello se debe utilizar una asada o palín.
4. Después de colocar las plantas en las bolsas, procurar que las raíces queden en una buena posición sin aplastarlas, para posteriormente terminar de llenar con la mezcla.
5. Realizar bloques de plantas, distanciadas entre ellas a 40 cm, cuando son enanas y a 60 cm cuando son altas, esto para, evitar el riesgo de etiolación, disminuir el riesgo de plagas, facilitar el traslado y la aplicación de fertilizantes.



Ilustración 54. Grupo de plántulas listas para el trasplante.

Fertilización de plántulas en vivero

Las plántulas requieren fertilización un mes después de haberse trasplantado; esta debe aplicarse en forma de semicírculo a unos 30 cm para que las plantas aprovechen mejor los nutrientes por medio de las raíces y evitar que estos se laven al momento de saturar las bolsas con agua, ya sea por lluvia o riego (García *et al.*, 2003).

Manejo del vivero

Para llevar un buen control de un vivero se deben de controlar factores como la invasión de animales, plagas y enfermedades, el establecimiento de malezas, y el riego; para la eliminación de malezas entre bolsas debe realizarse una aplicación de herbicidas Glifosato y Diuron y las que están en las bolsas, manualmente, en el caso del riego ya sea en condiciones de sequía o verano prolongado se recomienda un sistema de riego por aspersion y para detectar y combatir las plagas y enfermedades, una medida preventiva consiste en mantener una franja de 20 metros libre de malezas en los alrededores (García *et al.*, 2003).

4.10.- Establecimiento de una plantación

Preparación del terreno

Para preparar el terreno donde posteriormente se llevará a cabo una plantación es necesario desmontar y destroncar, nivelando enseguida con el objetivo de evitar ensanchamientos y barbechar a 30 cm para que al final se den pasos de rastra (en terrenos ya cultivados solamente se barbecha y rastrea). Cabe mencionar que la preparación del terreno dependerá mucho del tipo de explotación que se pretenda establecer (Ramos *et al.*, 2005).

El terreno donde se planea establecer el cultivo de cocotero debe de estar libre de árboles ya que este requiere de plena luz para su óptimo desarrollo, para

lograr esto es necesario realizar el destroncado ya sea de forma manual o mecanizada; anudando a esto se debe cubrir el suelo lo antes posible con cultivo de cobertura de rápido crecimiento para posteriormente finalizar con algunas labores mecanizadas como el paso de rastra con la intención de controlar malezas y limpiar el suelo (Lizano, 2001).

Según Tizapa (1999) la técnica de preparación del terreno depende a la situación en la que este se encuentre: llano, pendiente, depresión, y de su estado de cultivo: suelo desnudo, sabana o bosque.

En suelos con pendiente donde se teme el arrastre de la capa arable por lluvias fuertes, se recomienda una planta de cobertura, en el momento de la plantación o antes si es posible (Fremond, 1981).

En un suelo desnudo, el régimen de cultivo, no es necesario ninguna preparación especial antes de los trabajos de plantación propiamente dicho. No existe lo mismo si se desea establecer en terrenos ganados a la sabana o selva (Tizapa, 1999).

Cuando se hacen manualmente se trozan los árboles y arbustos con un hacha y las gramíneas con un azadón. Si se hace mecánicamente, comprende una pasada de arado, seguida de dos pasadas cruzados de rastra. La mecanización se hace obligada cuando las gramíneas con rizoma cubren completamente el terreno (Fremond, 1981).

Para realizar la preparación en terrenos a partir de bosque, esta dependerá de la presencia o ausencia del insecto *Oryctes*, ya que las hembras depositan los huevos en materia orgánica en descomposición, esto obliga a destruir todo rastro de vegetación por incineración (Tizapa, 1999).

Época de plantación

Según Fermond (1981) la plantación de *Cocos nucifera* L. debe iniciarse después de los chubascos de la estación lluviosa, evitando la desecación de las raíces y si el día es soleado aconseja no plantar después de las once de la mañana, protegiendo las plantas que aún no se plantan con sacos de ixtle mojado y dejándolas en la sombra.

García *et al.* (2003) aprueba realizar una plantación en cualquier época del año, siempre y cuando las plantas a utilizar para dicha plantación hayan tenido disponibilidad de riego constante durante su estancia en vivero, antes de establecerse en campo abierto.

Densidad de plantación

Para poder realizar el trazado de la plantación antes se debe de considerar si existe alguna intención de asociarlo con otros cultivos, si es así, la recomendación es sembrar en “marco real” o “cuadrado”, teniendo un espaciamiento entre plantas de 9 x 9 metros o 10 x 10 metros; en caso de que no exista la posibilidad de asociar a la planta con algún otro cultivo, se sugiere sembrar en “tres bolillo” o “triángulo” llamada también “cinco de oros” (Ramos *et al.*, 2005).

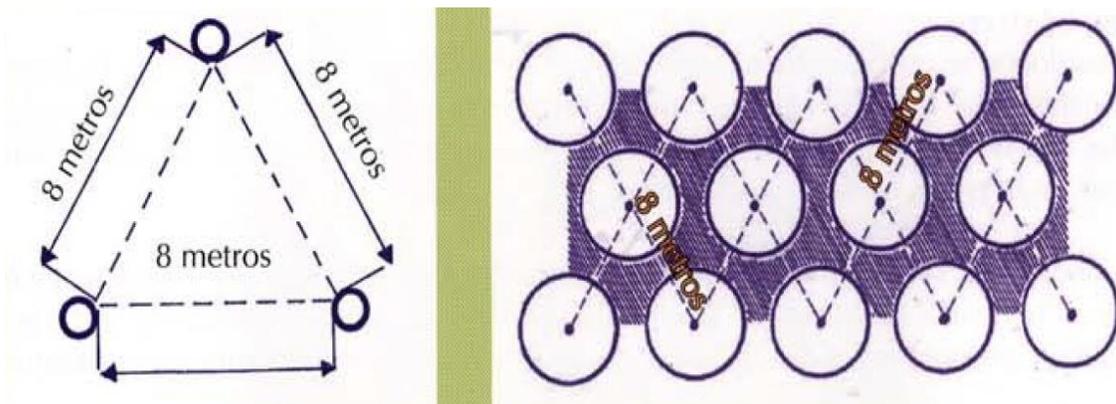


Ilustración 55. Forma para trazar arreglo al tres bolillos en el campo.

A continuación, se muestran las distancias a las que se deben sembrar diferentes tipos de cocotero para explotación como monocultivo.

Cuadro 9. Distancias para el cultivo del cocotero.

Cultivar	Distancia entre plantas (metros)	Distancia entre filas (metros)	N. de pantas por hectárea
Gigante	9	7.8	143
Gigante X Acapulco	8.5	7.35	161
Acapulco	8	6.9	180

Fuente: (Ramos, 2005).

Lizano (2001) recalcó que se tiene que tomar en cuenta la alineación en dirección Este-Oeste, para hacer el trazado de la plantación y en especial si esta estará asociada con otros cultivos ejemplificando que en el caso de tres bolillos la distancia entre surcos se calcula multiplicando la distancia entre plantas por 0.866, por ejemplo 8 metros X 0.866 =6.92 metros entre surcos; como se muestra a continuación.

Cuadro 10. Distanciamientos recomendados para la plantación de Cocotero como monocultivo.

Tipo de Cocotero	Arreglo	Condiciones Favorables		Condiciones Marginales	
		Densidad (plantas por hectárea)	Distancia entre Plantas	Densidad	Distancia entre Plantas
Hibrido (Alto x Enano)	En triángulo	126	8x8x8 m	119	8.5x8.5x8.5 m
	Al cuadrado	86	9x9 m	70	10x10 m
Enano Malasiano	En triángulo	177	6.75x6.75x6.75 m	144	7.5x7.5x7.5 m
	Al cuadrado	109	8x8 m	86	9x9 m

Fuente: (Lizano, 2001).

Hoyos para la siembra

Para el establecimiento del cultivo, se debe realizar con anterioridad de un mes la práctica de hoyos, los cuales deben de ser de 50 cm de profundidad por 40 cm de diámetro (García *et al.*, 2003).

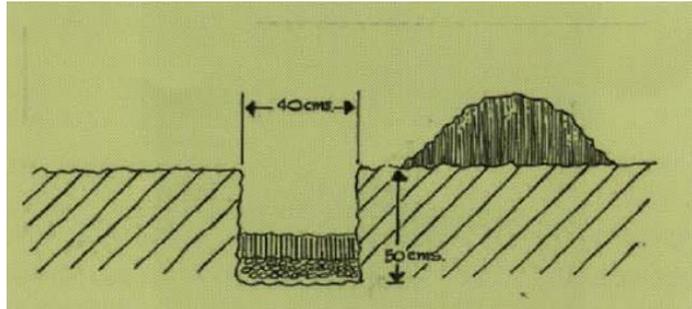


Ilustración 56. Hoyo para la siembra de cocotero.

Por su parte Lizano (2001) especifica que el ahoyado al igual que el distanciamiento está determinado por el tipo de suelo en el cual se establece la plantación, especificando que el hoyo de siembra es de 40 x 40 x 40 cm para suelos francos y de hasta 90 x 90 x 90 cm en suelos marginales.

Una vez preparados los hoyos y las plantas para la siembra, García *et al.*, (2003) recomienda depositar 30 gr de fosforo en el fondo de cada uno, para posteriormente llenarlos con el mejor suelo hasta un cuarto de capacidad e introducir la planta ya sea a raíz desnuda o plántula.



Ilustración 57. A) Bolsa rasgada del fondo antes de siembra definitiva de la plántula. B) Forma de siembra definitiva.

4.11.- Manejo de una plantación

Control de malezas

El manejo de malezas se considera una práctica cultural difícil y costosa, por ende, la completa erradicación de malezas no es práctica, ni ambientalmente apropiada. Existen métodos químicos, físicos y biológicos, que utilizados de forma individual o combinada pueden ayudar para mantener controlado o erradicado el crecimiento excesivo de malas hierbas (Liyana, 1999).

Por su parte Lizano (2001) nos dice que, para tener un buen control de malezas, este debe estar dirigido al manejo del crecimiento y la distribución de estas en una extensión donde la competencia con el cocotero sea mínima, logrando dicho control a través de métodos mecánicos (chapona y rastreo), culturales (mulch y cultivos de cobertura), químicos (herbicidas y agroquímicos) y biológicos (pastoreo).

Fertilización

Es de gran importancia mantener el cultivo limpio de malas hierbas durante los primeros años de plantación, esto se logra con el uso de maquinaria o la aplicación de plaguicidas; por ende, para la fertilización se recomienda la aplicación de los siguientes productos y dosis, por cada 6 meses (Ramos *et al.*, 2005).

Cuadro 11. Cantidad de fertilizante en gramo por palma por aplicación.

Momento de aplicación	Sulfato de amonio (gr)	Superfosfato de Fosforo de Calcio Triple (gr)	Cloruro de Potasio (gr)
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	1200	750	1,100

Fuente: (INIFAP, 2010).

Es necesario realizar un muestreo y análisis de suelo para poder determinar la cantidad de fertilizante por planta, ya que esta se debe realizar en base al nivel de producción, la edad de la planta, el tipo de cocotero, la densidad de siembra, el tipo de riego, la fuente de fertilizantes disponibles en el mercado y la disponibilidad de nutrientes en el suelo (Lizano, 2001).

Cuadro 12. Rangos de Niveles Críticos de Nutrientes en las hojas para el Cocotero (Mediante Análisis Foliar). "Porcentaje en materia seca".

Macronutrientes	Rango (%)	Micronutrientes	Rango (mg/kg)
Nitrógeno	1.8-2.1	Cobre	5-7
Fosforo	0.11-0.12	Zinc	15-24
Potasio	1.2-1.4	Boro	8-10
Magnesio	0.25-0.35	Magnesio	60-120

Fuente: (CRI, 1998. En: Liyange. 1999).

Cuadro 13. Requerimiento de nutrientes según el nivel de producción en kg/año (Cálculo con base en 200 gr/bruto de copra).

Nivel de producción esperado		N	P	K	Cl	Mg	S	Ca
En toneladas de Copra/Ha.	Número de frutos	Kilogramos por planta						
1	40	0.32	0.0686	0.4531	-	0.072	-	0.1959
3.379 *	119	0.59	0.1005	0.8568	0.036	0.0985	0.036	0.1974
3.713 *	130	0.63	0.1048	1.037	0.0402	0.1026	0.0402	0.1972

Fuente: Con base en Ouvier y Pillai En: (Santos, 1998).

El cocotero en etapa de producción extrae del suelo principalmente los siguientes nutrientes: potasio, cloro, y nitrógeno. La mejor respuesta a la fertilización se obtiene con la aplicación de potasio. Fertilizaciones nitrogenadas producen efectos más visibles en plantas jóvenes que en adultas.

Otros nutrientes como el fósforo, magnesio y azufre, son importantes en situaciones donde el balance de cationes y aniones entran en juego (Taffin, 1998).

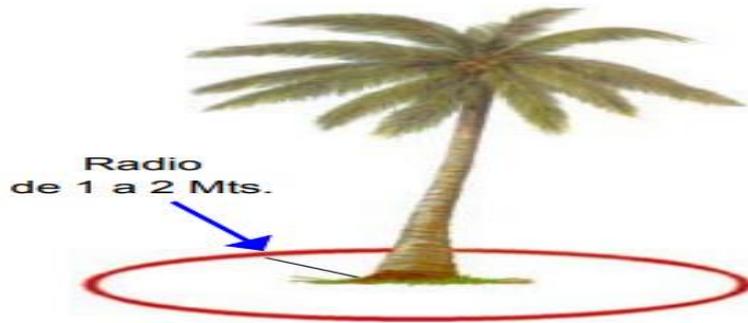


Ilustración 58. Forma adecuada de realizar la fertilización del Cocotero.

Se puede utilizar abono orgánico o abono mineral (Tizapa, 1999).

- Abono orgánico.

Se aporta estiércol de granja descompuesto, a una dosis de 50 a 100 Kg/árbol/año, colocándolo en zanjas situadas entre los surcos; también se pueden utilizar abonos verdes, preferentemente leguminosas, en los entresurcos, que sirven al mismo tiempo de recubrimiento.

- Abono mineral.

Esto varía con la edad del cocotero, y sobre todo con el clima y la naturaleza del suelo, determinando la dosis con el método de diagnóstico foliar (IICA, 1989). Se puede tomar como punto de partida aplicar de 1.5 a 3 kg/árbol, de fórmula 12-12-12, 10-10-10, ó 15-15-15, dos veces por año por planta y observar los resultados de un año a otro; el efecto se manifiesta al tercer año, con el aumento del fruto, mayor número de frutos por racimo y mayor número de inflorescencias por año (Robles, 1985).

Se recomienda evitar colocar los abonos contra el cuello de los árboles de tierna edad (IICA, 1989).

Encalamiento

El encalamiento se debe realizar con cal agrícola, siempre y cuando el suelo contenga aluminio y el pH sea bajo, ya que en estas condiciones algunos elementos se vuelven no disponibles para la planta; cabe destacar que se tiene que realizar un análisis de suelo para saber el modo de aplicar la cal, ya que, si este reporta deficiencia solo de calcio y magnesio, la aplicación debe realizarse en goteo (Santos Ferreira *et al.*, 1998).

Este proceso debe efectuarse 60 días antes de la fertilización, ya que el pH puede elevarse mucho favoreciendo la volatización del nitrógeno, la insolubilidad del fósforo y la lixiviación del potasio (pérdida por lavado hacia el subsuelo), (Santos Ferreira *et al.*, 1998).

Riego

El cocotero puede sobrevivir períodos largos de estrés hídrico, pero la productividad es severamente afectada. Según Nair (1989) citado por Santos Ferreira (1998) el estrés hídrico severo puede afectar la productividad del cocotero de 8 a 24 meses después de cesado el stress.

Estudios de riego realizados en la India con el cocotero tipo gigante, reportan requerimientos de agua mayores cada año, hasta que el cocotero alcanza la fase productiva, donde la demanda hídrica del cocotero adulto presenta valores de Kc de 0.8, reportados tanto en Brasil como en la India como aceptables para el cultivo (Santos Ferreira. *et. al.* 1998).

Los riegos varían de 3 a 8, con intervalos de 20 a 30 días cada uno; estos deben realizarse durante la temporada seca del año. Los tipos de riego utilizados son el riego de Gravedad y de Bombeo, los cuales consisten principalmente en la inundación de una hilera y tendidos largos (Ramos *et al.*, 2005).

La mayoría de lugares donde se cultiva el cocotero cuneta con un sistema de riego bien organizado, en el 75% se riega por gravedad con el agua de los canales,

el 20% usa agua de riego profundo con bombas de 8 a 10 pulgadas, con un gasto de 80 a 120 litros por segundo; y el 5% no necesita riego, por ser terrenos de humedad. En los sistemas de riego se utilizan una o varias regaderas principales, además de piedras, ladrillos o concretos, de las regaderas principales parten las secundarias (Tizapa, 1999).

Tiempo de cosecha

La producción del cocotero varía debido a las condiciones estacionales, la fecundación de las flores y la maduración de las nueces; esa variación va de 11 a 13 meses. Para la cosecha se acostumbra cortar los racimos cercanos a la madurez, con el propósito de tener el mayor número de frutos (Ramos *et al.*, 2005).

La producción se inicia entre los 4 y 6 años ya que la duración de la plantación es de 40 a 60 años (Tapiza, 1999).

La fecha de la cosecha varía según el destino de los cocos:

- a) Para consumo directo (agua y albumen) en estado fresco. Se cosecharán los cocos entre al sexto y octavo mes después de aparecer la flor.
- b) Copra. Se cosechará a partir del décimo primer mes después de la aparición de la flor.
- c) Semilla. Se efectuará la cosecha en plena madurez, es decir entre el décimo segundo y el decimotercer mes después de aparecer la flor (IICA, 1989).

4.12.- Producción

Ramos *et al.*, (2005) nos dice que México es el principal productor de copra a nivel internacional, con 206,000.00 toneladas al año y un valor de producción alrededor de 80 millones de dólares, aunque en los últimos 10 años la superficie de coco ha disminuido de 213, 000.00 a 164, 000.00 hectáreas, lo que como efecto ha originado que la importación de aceite de coco aumentara teniendo un valor de 16 millones de dólares.

En 1995 el volumen exportado fue de 7, 170 toneladas obteniendo en ese entonces un valor de 11.55 millones de pesos, ya que el principal país al que se exportó fue Estados Unidos con el 98%, El Salvador con el 1%, Nicaragua 0.5% y Francia con el 0.1% (Tapiza, 1999).

Según Tapiza (1999) la producción nacional de coco, se destina aproximadamente el 90% a la producción de copra y el 10% restante para fruta fresca y otros usos.

Estadísticas de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA, 2001), indican que en 1990 había, en el estado de Colima, 32,239.00 Ha. Sembradas de cocoteros en los municipios de Tecomán, Armería, Manzanillo, Colima y Coquimatlán, que producían anualmente 54,263.00 toneladas de copra. Sin embargo, para el año 2000, la superficie se redujo a 27,837.00 Ha. Con una producción de 43,222.00 toneladas de copra.

En el caso de Guerrero, primer productor de coco de México y América Latina, hasta antes del último padrón de actualización del cocotero se tenían registradas poco más de 46,000.00 Ha. En producción, principalmente en la Costa Grande (COECOCO, 2003).

Cuadro 14. Encuesta de unidades de producción de coco en el Estado de Guerrero.

Región	Municipio	Localidades	Productores	Hectáreas
Costa chica	11	212	7,226	18,590.69
Costa grande	7	93	7,824	27,465.96
Total	18	305	15,050	46,056.65

Fuente: (FIRCO, Guerrero 1998).

El tercer mejor productor con base a las cifras oficiales, es Tabasco con 25,102 Ha.

Tratando de tener una visión del total de superficie productiva en México, sumando los resultados de los mejores productores del país, Guerrero y Colima, difícilmente se puede considerar que la superficie de cultivo del cocotero en México, se encuentre con más de 90,000.00 Ha. en total (Rogelio, 2006).

El resultado descrito anteriormente se debe a que la región del Golfo y del Sureste mexicano no cuentan con superficies económicamente representativas, dado a que están en un proceso de recuperación, debido a la problemática del amarillamiento letal; y que los Estados de Sinaloa, Nayarit, Jalisco, Michoacán han perdido o abandonado en similares proporciones la superficie económica del cultivo.

Anudando a esto CONACOCO (2012) especifica que ciertamente la producción de cocotero en México se ha desarrollado en las zonas tropicales y subtropicales de la costa localizándose en 12 Estados, dividiéndolos en dos zonas: 5 en el golfo (Tabasco, Veracruz, Campeche, Yucatán y Quintana Roo) y 7 en el pacifico (Guerrero, Colima, Oaxaca, Michoacán, Nayarit, Jalisco y Chiapas).

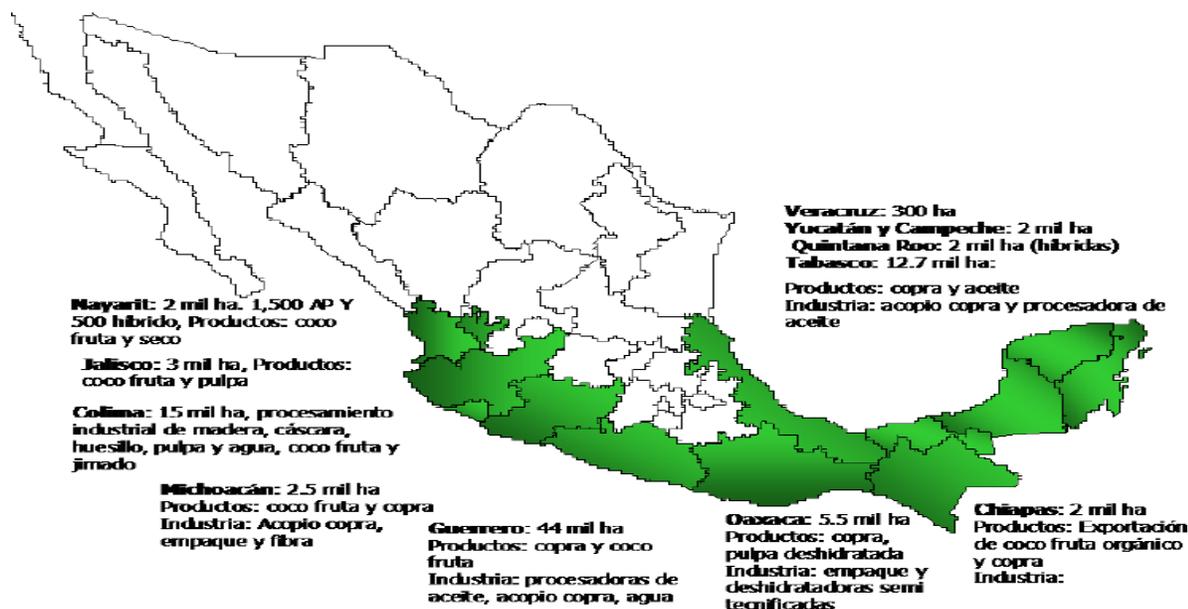


Ilustración 59. Principales zonas costeras productoras de coco en México.

Es importante señalar que el valor de la producción fue en aumento al tener en 2000 un ingreso de \$588.64 millones de pesos comparados con el del 2010 de \$1,294.1 millones de pesos, lo que especifica un aumento de 220% (CONACOCO, 2012).

Según la FAO (2012) México se encuentra en el doceavo lugar a nivel mundial con 80 Ha. en cuanto a superficie cultivada se refiere lo que representa un 0.7% del Área mundial.

País	Área (ha)	% Área mundial
Filipinas	3,401,500	28.6
Indonesia	3,231,710	27.2
India	1,903,000	16.0
Sri Lanka	394,840	3.3
Brasil	284,058	2.4
Tailandia	237,882	1.9
Papúa Nueva Guinea	216,000	1.7
Malasia	166,400	1.4
Vietnam	121,500	1.0
México	80,000	0.7
Total Mundial	11,864,344	

FAO, 2012

Ilustración 60. El cocotero en el Mundo.

4.13.- Marco Legal y Regulación del Cocotero

Una vez emitida la convocatoria del Gobierno Federal, por conducto de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación (SAGARPA), dirigida a todos los productores agropecuarios y acuícolas, para personas física mayor de edad, persona física a través de representante legal o persona moral, conforme a lo establecido en el acuerdo por el que se dan a conocer las Reglas de la Federación, particularmente para el Componente de Desarrollo Productivo del Sur Sureste (COMPONENTE); el productor como futuro beneficiario, de conformidad con el artículo 4 de las Reglas de Operación debe presentar adjuntos a su solicitud de apoyo, en copia simple y original o copia certificada por la autoridad municipal la siguiente documentación (SAGARPA, 2016):

PERSONA FÍSICA MAYOR DE EDAD
<p>a) Identificación oficial vigente (Credencial para votar, pasaporte, cartilla del servicio militar nacional o la cédula profesional);</p> <p>b) CURP; en los casos en que presenten identificación oficial y la misma contenga la CURP, no será necesario presentar esta;</p> <p>c) RFC, en su caso;</p> <p>d) Comprobante de domicilio del solicitante (Luz, teléfono, predial, agua, constancia de residencia expedida por el ayuntamiento), con una vigencia no mayor a tres meses anteriores a la fecha de solicitud.</p> <p>e) En su caso, comprobante de la legal propiedad y/o posesión del predio, mediante documento jurídico fehaciente, con las formalidades que exija el marco legal aplicable en la materia (título de propiedad, contrato de arrendamiento, contrato de comodato, contrato de usufructo, contrato de donación, adjudicación por herencia, certificado parcelario).</p> <p>f) Adicionalmente deberá indicar un número telefónico y cuenta de correo electrónica, en donde pueda ser localizado.</p>

PERSONA FÍSICA A TRAVÉS DE REPRESENTANTE LEGAL O TUTOR
<p>En caso de que la persona física esté representada, el representante o apoderado legal deberá cumplir además con los siguientes requisitos documentales:</p> <p>a) Poder o carta poder firmados por el otorgante y ratificada ante Fedatario Público, para gestionar los incentivos.</p> <p>b) Identificación oficial vigente (Credencial para votar, pasaporte, cartilla del servicio militar nacional o cédula profesional);</p> <p>c) CURP, y</p> <p>d) Comprobante de domicilio (Luz, teléfono, predial, agua), con una vigencia no mayor a tres meses anteriores a la fecha de solicitud.</p> <p>e) Adicionalmente deberá indicar un número telefónico y cuenta de correo electrónica, en donde pueda ser localizado.</p>

PERSONA MORAL

- A) Acta constitutiva y, de las modificaciones a ésta y/o a sus estatutos, que en su caso haya tenido a la fecha de la solicitud, debidamente protocolizada ante Fedatario Público;
- b) Acta de asamblea en la que conste la designación de su representante legal o el poder que otorga las facultades suficientes para realizar actos de administración o de dominio, debidamente protocolizado ante fedatario público;
- c) Comprobante de domicilio fiscal (Luz, teléfono, predial, agua, constancia de residencia expedida por el ayuntamiento), con una vigencia no mayor a tres meses anteriores a la fecha de solicitud;
- d) RFC;
- e) Identificación oficial del representante legal vigente (Credencial para Votar, Pasaporte, Cartilla del Servicio Militar Nacional o Cédula Profesional);
- f) CURP del representante legal;
- g) Acreditar, en su caso, la legal posesión del predio mediante documento jurídico que corresponda, con las formalidades que exija el marco legal aplicable en la materia, y
- h) Listado de productores integrantes de la persona moral solicitante. (Anexo V)
- l) Adicionalmente deberá indicar un número telefónico y cuenta de correo electrónica, en donde pueda ser localizado.

Para otorgar la autorización en materia de Impacto Ambiental, las autoridades inician una evaluación de impacto ambiental con la presentación protocolaria de la MIA, con base en la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente o Leyes Ambientales Estatales, el reglamento de esta Ley en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental y la Ley Federal del Procedimiento Administrativo según corresponda a la competencia jurídica (DS, 2001).

Cuadro 15. Contenido de una MIA Modalidad Particular.

Capitulo	Nombre
1	Datos Generales
2	Descripción del Proyecto
3	Vinculación con los Ordenamientos Jurídicos Aplicables en Materia Ambiental
4	Descripción del Sistema Ambiental
5	Identificación, Descripción y Evaluación de los Impactos Ambientales
6	Medidas Preventivas y de Mitigación de los Impactos Ambientales
7	Pronósticos Ambientales

Fuente: (LFTAIPG, 2006).

Dentro de los Datos Generales del Proyecto se encuentra un apartado referente a la documentación legal que este debe contener para que la MIA sea evaluada y aprobada (LFTAIPG, 2006), esta documentación es la siguiente:

- a) Promovente.
- b) Nombre o razón social.
- c) Registro federal de contribuyentes del promovente.
- d) Dirección del promovente o de su representante legal para recibir u oír especificaciones.
- e) Responsable de la elaboración del estudio de impacto ambiental.

Dentro del cuerpo de la MIA, existe un capitulo que aborda y presenta el análisis de un proyecto en función de los distintos instrumentos de planeación que ordenan la zona donde este se ubica, analizando puntos de distinto nivel de especificidad que van desde ordenamientos generales, como Leyes y Reglamentos Federales, Programas de Ordenamiento Ecológico, Leyes y Reglamentos Estatales, hasta instrumentos de aplicación específica con las Normas Oficiales Mexicanas (LFTAIPG, 2006).

Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente

Esta ley es reglamentaria de las disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos que se refieren a la preservación y restauración del equilibrio ecológico, así como a la protección al ambiente, en el territorio nacional y las zonas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción.

Artículo 28.- La evaluación del impacto ambiental es el procedimiento a través del cual la Secretaría establece las condiciones a que se sujetará la realización de obras y actividades que puedan causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente y preservar y restaurar los ecosistemas, con el fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el medio ambiente.

Reglamento de evaluación en materia de impacto ambiental de la LGEEPA

Indica nuevamente y de manera explícita las obras o actividades que requieren evaluación y autorización en materia de impacto ambiental y de las excepciones, en su artículo 5; las cuales son: obras y actividades en humedales, manglares, lagunas, ríos, lagos y esteros conectados con el mar, así como en sus litorales o zonas federales.

Artículo 9.- Indica que los promoventes deberán presentar ante la Secretaría una manifestación de impacto ambiental, en la modalidad que corresponda, para que ésta realice la evaluación el proyecto de la obra o actividad respecto de la que se solicita autorización.

Artículo 17.- Indica lo que se debe presentar a la SEMARNAT para obtener la autorización en materia de impacto ambiental, para lo cual se entregara lo siguiente:

- a) La manifestación de impacto ambiental.
- b) Resumen del contenido de la manifestación ambiental, presentado en disquete.

- c) Una copia sellada de la constancia del pago de derechos correspondientes.

Normas Oficiales Mexicanas Aplicables al Proyecto

- NOM-059-SEMARNAT-2001. Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestre-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio- Lista de especies en riesgo.

Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado

El modelo de ordenamiento ecológico del territorio es la guía para las autoridades ambientales y la promoción de acciones y nuevos proyectos en la orientación de políticas de manejo y vocación de uso del territorio en el Estado; es decir, es el instrumento que identifica y localiza las políticas generales de ordenamiento ecológico, así como los usos compatibles y los criterios que regulan y limitan dichos usos.

- NOM-067-FITO-2001. Esta Norma Oficial Mexicana tiene por objeto establecer los lineamientos para la producción de semilla, polen y planta híbrida de cocotero resistente al amarillamiento letal y alta producción de copra, para el establecimiento de huertas comerciales y planta ornamental.

Esta Norma Oficial Mexicana es aplicable a:

a) Material reproductivo del cocotero:

- Frutos para semilla
- Plántulas
- Polen

b) Áreas de producción y desarrollo:

- Huertas madre
- Semilleros
- Viveros

- NOM-035-FITO-1995.- La presente Norma Oficial Mexicana es de observancia obligatoria en todo el territorio nacional y tiene por objeto establecer los requisitos y procedimientos que deben satisfacer las personas físicas para ser aprobadas como unidades de verificación en las materias específicas que establezca la Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural, en la prestación de servicios fitosanitarios para cumplir con las normas oficiales mexicanas en materia de sanidad vegetal, así como establecer las bases de operación, atribuciones y responsabilidades de quienes resulten aprobadas. La aplicación de las disposiciones contenidas en esta Norma compete a la Dirección General de Sanidad Vegetal, así como a las delegaciones estatales de la Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural, en el ámbito de sus respectivas atribuciones y circunscripciones territoriales.

4.14.-Costos de producción en vivero.

Cuadro 16. Labores, actividades e insumos para la producción anual de planta híbrida de cocotero en una hectárea de huerta madre intercalada.

#	Conceptos	Unidad de medida	Cantidad	Costo unitario	Costo total
I	Preparación del terreno				
a)	Limpia del terreno	Jornal	13.00	\$200.00	\$2,600.00
II	Semilla				\$2,600.00
a)	Compra de semilla	Pieza	8,132.00	\$2.50	\$20,330.00
b)	Tratamiento nueces germinadas para embolsado	Pieza	5,692.00	\$1.60	\$9,107.20
III	Emasculación				\$29,437.20
a)	Eliminación flores masculinas (50%)	Jornal	216	\$200.00	\$43,200.00
b)	Adquisición escalera	Pieza	2	\$1,500.00	\$3,000.00
c)	Adquisición tijeras y cuchillo	Pieza	4	\$200.00	\$800.00
IV	Cosecha, traslado y almácigo				\$47,000.00
a)	Acopio, traslado y almácigo	Jornal	36	\$200.00	\$7,200.00
b)	Adquisición combustible	Litro	320	\$8.37	\$2,678.40
c)	Adquisición tierra	m2	24	\$190.00	\$4,560.00
V	Mantenimiento plántulas almácigo				\$14,438.40
a)	Adquisición insecticidas	Litro	2	\$150.00	\$300.00
b)	Adquisición fungicidas	Kilogramo	2	\$400.00	\$800.00
c)	Aplicación riego y agroquímicos	Jornal	36	\$200.00	\$7,200.00
VI	Enviverado plántulas				\$8,300.00
a)	Extracción y embolsado	Jornal	72	\$200.00	\$14,400.00
b)	Tierra y material mejora estructura	m2	54	\$190.00	\$10,260.00
c)	Bolsa	Kilogramo	360	\$70.00	\$25,200.00
VII	Mantenimiento plántulas vivero				\$49,860.00
a)	Adquisición insecticidas	Litro	2.5	\$150.00	\$375.00
b)	Adquisición fungicidas	Kilogramo	2	\$400.00	\$800.00
c)	Aplicación agroquímicos	Jornal	36	\$200.00	\$7,200.00
VIII	Fertilización				\$8,375.00
a)	Adquisición fertilizante	Kilogramo	429	\$12.00	\$5,148.00
b)	Aplicación fertilizante	Jornal	8	\$200.00	\$1,600.00
IX	Control fitosanitario				\$6,748.00
a)	Adquisición insecticidas	Litro	9	\$450.00	\$4,050.00
b)	Adquisición fungicidas	Kilogramo	4	\$400.00	\$1,600.00
c)	Aplicación insecticida + fungicida	Jornal	18	\$200.00	\$3,600.00
d)	Adquisición trampas PET	Trampa	2	\$3.50	\$7.00
e)	Adquisición feromona	Sobre	7	\$80.00	\$560.00
f)	Adquisición atrayente	Kilogramo	12	\$18.00	\$216.00
g)	Colocación trampa	Jornal	3	\$200.00	\$600.00
X	Labores culturales				\$10,633.00
a)	Riego pesado	Servicio	1	\$120,000.00	\$120,000.00
b)	Adquisición herbicidas	Litro	15	\$250.00	\$3,750.00
c)	Aplicación herbicidas	Jornal	23	\$200.00	\$4,600.00
d)	Chapeo	Jornal	20	\$200.00	\$4,000.00
e)	Cajeteo	Jornal	8	\$200.00	\$1,600.00
f)	Despalape	Jornal	15	\$200.00	\$3,000.00
g)	Adquisición cal	Kilogramo	38	\$2.00	\$76.00
h)	Aplicación cal	Jornal	6	\$200.00	\$1,200.00
i)	Asesoría técnica especializada y administración	Servicio	1	\$18,837.00	\$18,837.00
					\$157,063.00
Total					\$334,454.60
Producción esperada de plantas híbridas:4,796				Costo de producción/planta: \$70.00	

Fuente: (Cortázar, 2011).

4.15.-Costos de producción para un cultivo de coco, (US \$) Dólares

Cuadro 17. Primer año. Costo total/Ha → **\$1,404.82**

Descripción	Total	Tracción			Mano de obra			Materiales				
		Nº pase	Costo pase	Costo total	Nº jornal	Costo jornal	Costo total	Clase	Cantid utilizada	Unidad medida	Precio unidad	Costo total
								Plantas	180	Unidad	5	900
Insumos	982.2											
Fertilizante								Fórm. 15-15-15	108	kg	0.27	29.16
								Fórm. 0-20-0	81	kg	0.27	21.87
								KCL	33	Kg	0.27	8.91
Funguicida								Folidol 48 EC	1	litro	7.37	7.37
Herbicida								Glifosato	2	litro	7.46	14.92
Labores mecanizadas	112											
Chapodadora		3	28	84								
Rastra		1	28	28								
Labores culturales	76											
Trazo y estaquillado del terreno					3	4	12					
Ahoyado					2	4	8					
Siembra y resiembra (trasplante)					2	4	8					
Acarreo y aplic. fertilizante					2	4	8					
Aplic. plaguicida					2	4	8					
Fertilización					4	4	16					
Placeado					4	4	16					
Cosecha y limpieza de palma												
Transporte interno												
Subtotal	1170.2											
Administración (3%)	35.1											
Subtotal	1205.3											
Imprevistos (5%)	60.3											
Subtotal	1265.6											
Intereses (11%)	139.2											
Total general	1404.82											

Fuente: (García, 2010).

Cuadro 18. Segundo año. Costo total/Ha → **\$290.82**

Descripción	Total	Tracción			Mano de obra			CLASE	Materiales			
		No. pase	Costo pase	Costo total	Num. jorn	Costo jornal	Costo total		Cantid. utilizada	Unidad medida	Precio unidad	Costo total
Insumos	118.3											
Fertilizante								F 15-15-15	260	kg	0.27	70.2
								Muriato de potasio	21.00	kg	0.25	5.3
Fungicida								Counter 10 g.	6	kg	3.42	20.5
Herbicida								Folidol 48 EC	1	Litro	7.37	7.4
Insecticida								Glifosato	2	litro	7.46	14.9
Labores mecanizadas	84.0											
Chapodadora		3.0	28.0	84.0								
Labores culturales	40.0											
Aplic. fertilizante (4)					4	4.0	16.0					
Aplic. plaguicidas					2	4.0	8.0					
Placeo					4	4.0	16.0					
Cosecha y limpieza de palma												
Transporte interno												
Subtotal	242.3											
Administración (3%)	7.3											
Subtotal	249.5											
Imprevistos (5%)	12.5											
Subtotal	262.0											
Intereses 11%	28.8											
TOTAL GENERAL	290.82											

Fuente: (García, 2010).

Cuadro 19. Tercer año. Costo total/Ha → **\$379.50**

Descripción	Total	Tracción			Mano de obra			Materiales				
		No. pase	Costo pase	Costo total	Num. jorn	Costo jornal	Costo total	CLASE	Cantid. utilizada	Unidad medida	Precio Unidad	Costo total
Insumos	92.0											
Fertilizante								F 15-15-15	288	kg	0.27	77.8
								Muriato de potasio	108.00	kg	0.25	27.0
Fungicida								Sulfato de amonio	26	kg	0.19	4.9
Herbicida								Daconil	0.7	kg	13.33	9.3
Insecticida								Glifosato	2	litro	7.46	14.9
								Counter	17.0	kg	3.42	58.1
Labores mecanizadas	84.0											
Chapadora		3	28	84								
Labores culturales	40.0											
Aplic. fertilizante (4)					4	4.0	16.0					
Aplic. plaguicidas					2	4.0	8.0					
Placeo					4	4.0	16.0					
Subtotal	316.0											
Imprevistos (5%)	9.5											
Subtotal	325.6											
Admon (5%)	16.3											
Subtotal	341.9											
Intereses 11%	37.6											
TOTAL GENERAL	379.50											

Fuente: (García, 2010).

Cuadro 20. Cuarto año. Costo total/Ha → **\$618.8**

Descripción	Total	Tracción			Mano de obra			Materiales				
		No. pase	Costo pase	Costo total	Num. Jorn	Costo jornal	Costo total	CLASE	Cantidad utilizada	Unidad medida	Precio unidad	Costo total
Insumos	194.3											
Fertilizante								F 15-15-15	288	kg	0.27	77.8
								Muriato de potasio	198.00	kg	0.25	49.5
Fungicida								Sulfato de amonio	141	kg	0.19	26.8
Herbicida								Daconil	1	kg	13.33	13.3
Insecticida								Glifosato	2	l	7.46	14.9
								Trampas p' picudo	1.0	c/u	12.00	12.0
Labores mecanizadas	84.0											
Chapodadora		3	28	84								
Labores culturales	72.0											
Aplic. fertilizante (4)					8	4.0	32.0					
Aplic. plaguicidas					6	4.0	24.0					
Placco					4	4.0	16.0					
Cosecha y limpieza de palma	114.0				19.0	6.0	114.0					
Transporte interno	51.0											
Subtotal	515.3											
Administración (3%)	15.5											
Subtotal	530.8											
Imprevistos (5%)	26.5											
Subtotal	557.3											
Intereses 11%	61.3											
TOTAL GENERAL	618.6											

Fuente: (García, 2010).

Cuadro 21. Quinto año. Costo total/Ha → **\$1,065.8**

Descripción	Total	Tracción			Mano de obra			Materiales				
		No. pase	Costo pase	Costo total	Num. jorn.	Costo jornal	Costo total	CLASE	Cantidad utilizada	Unidad medida	Precio unidad	Costo total
Insumos	254.8											
Fertilizante								F 15-15-15	288	kg	0.27	77.8
								Muriato de potasio	252.00	kg	0.25	63.0
Fungicida								Sulfato de amonio	141	kg	0.19	26.8
Herbicida								Daconil	1	kg	13.33	13.3
Insecticida								Glifosato	2	litro	7.46	14.9
								Trampas p' picudo	1.0	c/n	12.00	12.0
								Ciflutrin	1.5	litro	13.18	19.8
								Elosal	3.0	litro	9.09	27.3
Labores mecanizadas	84.0											
Chapodadora		3	28	84								
Labores culturales	72.0											
Aplic. fertilizante					8	4.0	32.0					
Aplic. plaguicidas					6	4.0	24.0					
Placeo					4	4.0	16.0					
Cosecha y limpieza de palma	318.0				53.0	6.0	318.0					
Transporte interno	159.0											
Subtotal	887.80											
Administración (3%)	26.6											
Subtotal	914.5											
Imprevistos (5%)	45.7											
Subtotal	960.2											
Intereses 11%	105.6											
TOTAL GENERAL	1,065.8											

Fuente: (García, 2010).

Cuadro 22. Sexto año. Costo total/Ha → \$1,464.2

Descripción	Total	Tracción			Mano de obra			Materiales				
		No. pase	Costo pase	Costo total	Num. Jorn	Costo jornal	Costo total	CLASE	Cantidad utilizada	Unidad medida	Precio unidad	Costo total
Insumos	235.7											
								F 15-15-15	288	kg	0.27	77.8
								Muriato de potasio	252.00	kg	0.25	63.0
								Sulfato de amonio	141	kg	0.19	26.8
								Trampas p/ picudo	1.0	c/u	12.00	12.0
								Ciflutrin	1.5	lt	13.18	19.8
								Elosal	4.0	lt	9.09	36.4
Labores mecanizadas	84.0											
Chapodadora		3	28	84								
Labores culturales	72.0											
Aplic. fertilizante					8	4.0	32.0					
Aplic. plaguicidas					6	4.0	24.0					
Placco					4	4.0	16.0					
Cosecha y limpieza de palma	552.0				92.0	6.0	552.0					
Transporte interno	276.0											
Subtotal	1,219.68											
Administración (3%)	36.6											
Subtotal	1,256.3											
Imprevistos (5%)	62.8											
Subtotal	1,319.1											
Intereses 11%	145.1											
TOTAL GENERAL	1,464.2											

Fuente: (García, 2010).

Cuadro 23. Séptimo año. Costo total/Ha → \$1,597.3

Descripción	Total	Tracción			mano de obra			Materiales				
		No. pase	Costo pase	Costo total	Num. jorn	Costo jornal	Costo total	CLASE	Cantidad utilizada	Unidad medida	Precio unidad	Costo total
Insumos	262.6											
								F 15-15-15	288	kg	0.27	77.8
								Muriato de potasio	268.00	kg	0.25	67.0
								Sulfato de amonio	176	kg	0.19	33.4
								Eliosol	4	litro	9.09	36.4
								Trampas para picudo	4.0	e/ta	12.00	48.0
Labores culturales	84.0											
Chapodadora		3	28	84								
Labores culturales	72.0											
Aplic. fertilizante (4)					8	4.00	32.0					
Aplic. plaguicidas					6	4.00	24.0					
Placeo					4	4.00	16.0					
Cosecha y limpieza de palma	636.0											
Transporte interno	276.0											
Subtotal	1,330.6											
Administración (3%)	39.9											
Subtotal	1,370.5											
Imprevistos (5%)	68.5											
Subtotal	1,439.0											
Intereses 11%	158.3											
TOTAL GENERAL	1,597.3											

Fuente: (García, 2010).

Cuadro 24. Octavo año. Costo total/Ha → \$1,654.9

Descripción	Total	Tracción			Mano de obra			Materiales				
		No. pase	Costo pase	Costo total	Num. Jorn	Costo jornal	Costo total	CLASE	Cantidad utilizada	Unidad medida	Precio unidad	Costo
Insumos	262.6											
								F 15-15-15	288	kg	0.27	7
								Muriato de potasio	268	kg	0.25	6
								Sulfato de amonio	176	kg	0.19	3
								Elosal	4	Litro	9.09	3
								Trampas para picudo	4	c/u	12.00	4
Labores mecanizadas	84.0											
Chapodadora		3	28	84								
Labores culturales	72.0											
Aplic. fertilizante					8	4.00	32.0					
Aplic. plaguicidas					6	4.00	24.0					
Placeo					4	4.00	16.0					
Cosecha y limpieza de palma	660.0											
Transporte interno	300.0											
Subtotal	1,378.6											
Administración (3%)	41.4											
Subtotal	1,419.9											
Imprevistos (5%)	71.0											
Subtotal	1,490.9											
Intereses 11%	164.0											
TOTAL GENERAL	1,654.9											

Fuente: (García, 2010).

Cuadro 25. Noveno año. Costo total/Ha → \$1,654.9

Descripción	Total	Tracción			Mano de obra			Materiales				
		No. pase	Costo pase	Costo total	Num. Jorn	Costo jornal	Costo total	Clase	Cantida utilizada	Unidad medida	Preci unidad	Cost total
Insumos	262.6											
								F 15-15-15	288	kg	0.27	77.8
								Muriato de potasio	268.00	kg	0.25	67.0
								Sulfato de amonio	176	kg	0.19	33.4
								Elosal	4	lt	9.09	36.4
								Trampas p/picudo	4.0	c/u	12.00	48.0
Labores mecanizadas	84.0											
Chapodadora		3	28	84								
Labores culturales	72.0											
Aplic. fertilizante)					8	4.00	32.0					
Aplic. plaguicidas					6	4.00	24.0					
Placeo					4	4.00	16.0					
Cosecha y limpieza de palma	660.0											
Transporte interno	300.0											
Subtotal	1,378.6											
Administración(3%)	41.4											
Subtotal	1,419.9											
Imprevistos (5%)	71.0											
Subtotal	1,490.9											
Intereses 11%	164.0											
TOTAL GENERAL	1,654.9											

Fuente: (García, 2010).

5.- CONCLUSIONES

Dentro de la problemática del cocotero en México se ubica la poca rentabilidad del cultivo en comparación con los costos elevados de producción, el manejo ineficiente, el número limitado de variedades de palma con resistencia a plagas y enfermedades, plantaciones con más de 40 años de antigüedad, tecnología ineficiente y el manejo fitosanitario ineficiente.

En México existen variedades de cocotero que ayudan a minimizar la problemática actual, ya que se han establecido cultivos de variedad Alógama, Autógama e Híbrida, cuyo propósito es aumentar la producción en frutos, eficientar la resistencia contra plagas y enfermedades, minimizar el trabajo en la cosecha y por ende los costos, aumentar la probabilidad de establecer un cultivo asociado, entre otras.

A pesar de que en México existe déficit en el sector primario y el sector agroindustrial, se puede apreciar que es el primer productor de copra a nivel internacional con una producción de 2006,000.00 toneladas al año a la vez que ocupa el doceavo lugar a nivel mundial en cuanto a superficie cultivada se trata contando con 80, 000 Has, representado principalmente por los Estados Guerrero, Colima y Tabasco.

6.- LITERATURA CITADA

- AGUILERA A., G. A. 2012. Estandarización de una metodología para la inducción de callos embriogénicos en genotipos híbridos de coco, *Cocos nucifera* L. (Arecales: Arecaceae) a partir de cultivo In vitro de inflorescencias inmaduras. Facultad de Ciencias Agropecuarias. 85 p.
- AGRIOS, G. 2005. Plant Pathology. 5th ed. Academic, San Diego. pp: 925-948.
- ARANCÓN, R. 1998. Young Tender Coconut. In: Cocoinfo Internacional. Asian Pacific Coconut Community (APCC). Vol. 5 No. 2. (12 – 14). Jakarta, Indonesia. 45 p.
- BARAJAS B., R. 1992. La roña del coco en la región costera de Guerrero. SARH. Secretaria de Agricultura y Recursos. 11 p.
- BOURGOING, R. 1991. Coconut. A Pictorial Technical Guide For Smallholders. CIRAD / IRHO. Paris, France. 301 p.
- CARRILLO R., C., M. CORTAZAR R., A. ALEJO J., E. ORDAZ O., R. A. CASTILLO G. y E. DOMÍNGUEZ C. 2014. Guía técnica para la descripción varietal de cocotero (*Cocos nucifera* L.). SAGARPA y SNICS. Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, y Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas. 37 p.
- CARRILLO R., H. y J. PIÑA R. 1993. Plagas y enfermedades en la península de Yucatán. Centro de investigación regional del sureste. Editorial de la División Agrícola del CIR-sureste. 15 p.
- CARRILLO-RUIZ, H.; H. A. ÁLVAREZ, M. S. CARRILLO-TORRES y S. P. RIVAS-ARANCIVIA. 2015. Dugesiana. Departamento de Botánica y Zoología. 22(2): 153-147.

- CICY. 2001. Curso Teórico Práctico sobre Amarillamiento Letal. CICY/IICA/ZAMORANO/USAID. La Ceiba, Honduras. s.p.
- CICY. 2003. Programa de investigación sobre Cocotero y amarillamiento letal. Mérida, Yucatán.
- CHINCHILLA C., M. y N. DURAN. 1998. Epidemiología y manejo integrado del anillo rojo en palma aceitera. Una perspectiva agronómica. Palmas (CO) 19: 242 - 256.
- COFFEY D., M. 2010. Especies de *Phytophthora* que atacan las palmas: su naturaleza, supervivencia y control. PALMAS 31: 376-382.
- CORTÁZAR R., M. 2011. Programa estratégico para el desarrollo rural sustentable de la región Sur-Sureste de México; Trópico húmedo. Centro de Investigación Regional Sureste Campo Experimental Chetumal, Quintana Roo. 8 p.
- COECOCO. 2003. Consejo Estatal del Coco. Padrón del coco del estado de Colima. Colima.
- DE TAFFIN, G. 1998. Coconut. The Tropical Agriculturalist. Thecnical Center for Agricultural and Rural Cooperation (TCA) and Macmillan Education. London, United Kindown. 101 p.
- DOMÍNGUEZ C., E., J. LÓPEZ A., R. CASTILLO G. y P. RUÍZ B. 1999. El Cocotero *Cocus nucifera* L. Manual para la Producción en México. INIFAP. CIRGOC. Campo Experimental Huimanguillo. Libro Técnico Núm. 6. Tabasco, México. 132 p.
- ESPÍNOLA A., V. 2016. Pudrición del cogollo, *Phytophthora palmivora* (E. J. Butler). Ficha técnica Núm. 51. SENASICA. Servicio Nacional de Sanidad Inocuidad y Calidad Agroalimentaria. 28 p.

- FAO. 1996. La madera de coco, Elaboración y Aprovechamiento. pp: 11-20.
- FREITAS R., M. y A. PINTO de ABREU, F. 2000. Agua de Coco. Métodos de Conservación. EMBRAPA -CNPAT / SEBRAE-CE. Documentos 37. Fortaleza, Brasil. 40 p.
- FREMOND, ET AL. 1981. El Cocotero. Segunda Edición. Ed. Blume. Barcelona, España. 236 p.
- GARCÍA R., J. M. y M. GUERRERO. 2010. Guía técnica cultivo del cocotero. División de comunicaciones CENTA. Primera edición. Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal.
- GARÓFALO J. y R. T. McMILLAN Jr.1999. La pudrición de la yema por *Phytophthora* en palmas del sur de Florida. Hoja informativa Núm. 91. University of Florida Cooperative Extension Service.Miami-Dade. 5 p.
- GENTY P., H., R. DESMIER de CHENON y P. MORIN. J. 1978. Las plagas de la palma aceitera en América Latina. Oleagineux (Francia) Vol.33. Núm.7. pp.324- 420.
- GONZÁLEZ L., V., E. ORTÍZ C., E. SANDOVAL E, A. OLIVEIRA DE LOS S. y E. DOMÍNGUEZ C. 1999. Tecnología para la Producción de Palma de Aceite *Elaeis guineensis* Jacq. en México. INIFAP. Libro Técnico Núm. 4. México, Veracruz. 177p.
- GRANADOS-SANCHEZ D. y LÓPEZ-RIOS G. F. 2002. Manejo de palma de coco (*Cocos nucifera* L.) en México. Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales. 8(1): 39-48.
- HARRISON N., A., I. CORDOVA, P. RICHARDSON, y R. DIBONITO. 1999. Detection and diagnosis of lethal yellowing. In: OROPEZA, C.; VERDEIL, J. L.; ASHBURNER, G. R.; CARDEÑA, R. and SANTAMARIA, J. M. (Eds). Current advances in coconut

biotechnology. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht. The Netherlands. pp: 183-196.

HOWARD F., D. MOORE, R. GLIBIN-DAVIS, R. y R. ABAD. 2001. Insects on Palms. CABI Publishing. New York, USA. 400 p.

HOWARD F., W. y S. Gallo. 2015. El Cixíido Americano de las Palmas, *Myndus crudus* Van Duzee. IFAS Extension University of Florida. 96: 8 p.

IICA. 1989. Compendio de Agronomía Tropical. Tomo II. Primera edición. Ed. IICA. San José, Costa Rica. pp . 552-567.

INIFAP. 2002. Programa de desarrollo integral y fortalecimiento de la cadena productiva del cocotero. México.

LFTIPG. 2006. Cultivo de palma de coco, Manifestación de Impacto Ambiental.

MARTÍNEZ L., G. y G. TORRES A. 2007. Presencia de la Pudrición de Cogollo de la palma de aceite (PC) en plantas de vivero. PALMAS 28(4): 13-20.

MARTÍNEZ L., G. 2008. Avances en la solución de la Pudrición del Cogollo de la palma de aceite en Colombia. PALMAS 29(2): 53-64.

MARTÍNEZ G., N. ARIAS, G. SARRIA, G. TORRES, F. VARÓN, C. NOREÑA, S. SALCEDO, H. ARIZA J., R. ALDANA, L. MARTÍNEZ, O. MOYA y C. A. BURGOS. 2009. Manejo integrado de la Pudrición del cogollo (PC) de la Palma de aceite. Cartilla Técnica Núm. 1. Centro de Investigación en Palma de Aceite (Cenipalma). 24 p.

- MARTÍNEZ G., SARRIA, A.G., TORRES, A. G. y F. VARÓN. 2010. Avances en la investigación de *Phytophthora palmivora*, el agente causal de la pudrición del cogollo de la palma de aceite en Colombia. PALMAS 31(1): 55-63.
- MEDARNO L. 2001. Guía técnica del cultivo de coco. IICA. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. 49 p.
- MORA S. 1993. Insectos diseminadores de *Rhadinaphelenchus cocophilus* (Cobb) Goddey (Tylenchida: Aphelenchoididae) agente causal del anillo rojo hoja corta en palma aceitera en San Carlos de Guaroa-Meta. Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Colombia, Santafé de Bogotá. (Tesis Ing. Agrónomo).
- NOVOA C., M. A. 2005. Tesis: Elaboración y evaluación de tableros aglomerados a base de fibra de coco y cemento. Coquimatlan, Colima.
- PARDO-LOCARNO L., C. 1994. Escarabajos (Coleoptera: Melolonthidae) de importancia agrícola en Colombia. En: Congreso de la Sociedad Colombiana de Entomología, 21°, Medellín, 27-29 de julio, 1994. Memorias. SOCOLEN, Medellín. pp.159-184.
- PORTER E., M. 1998. Estrategia competitiva: técnicas para el análisis de los sectores industriales y de la competencia. México.
- RAMOS S., J., A. ROMERO C., J. FIGUEROA V. y D. MUNRO O. 2005. Paquete tecnológico del cocotero en el estado de Colima. Comité Estatal de Sanidad Vegetal (Cesavecol), Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias (INIFAP). Campo experimental Tecomán, Universidad de Colima (Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias (FCB y A), Centro Nacional de Referencia de Control Biológico (CNRCB-SENASICA) y SAGARPA, Programa de Sanidad Vegetal. 50 p.

- HERNÁNDEZ R., O., A. LAGUNES T., A. B. VILLA S., M. LÓPEZ T., M. DÁVILA G., S. REYES O., E. ZAMUDIO S., R. BONILLA B. y C. E. GONZÁLEZ V. 1989. V Simposio sobre Parasitología Forestal. Ciudad Juarez, Chihuahua. pp: 72-75.
- Red para el Desarrollo Sustentable de México A.C. 2003. Cadena Agroalimentaria del Cocotero: Elaboración del programa estratégico de necesidades de investigación y transferencia de tecnología en el estado de Guerrero. Guerrero.
- ROBLES R., S. 1985. Producción de Oleaginosas y Textiles. Segunda edición. Ed. LIMUSA. México, D.F. pp 396-416.
- ROGELIO F., F. 2006. Alternativas Tecnológicas del Cocotero de Asia-Pacífico, ventaja competitiva para el Cocotero de México. Universidad de Colima. Facultad de Economía centro universitario de estudios e investigaciones sobre la cuenca del pacífico. pp 112-173.
- RUIZ C., J.A., G. MEDINA G., I. J. GONZÁLEZ A., H.E. FLORES L., G. RAMÍREZ O., C. ORTIZ T., K.F. BYERLY M. y R.A. MARTÍNEZ P. 2013. Requerimientos agroecológicos de cultivos. Segunda Edición. Libro Técnico Núm. 3. INIFAP. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias-CIRPAC-Campo Experimental Centro Altos de Jalisco. Tepatitlán de Morelos, Jalisco, México. 564 p.
- SALDERAS P., F. G. 2010. Paquete tecnológico para el cultivo de cocotero (*Cocos Nucifera* L.) en el estado de Nayarit. Primera edición. Campo experimental Santiago Ixcuintla, kilómetro 6. México-Nogales. 33 p.
- SÁNCHEZ R., J.R., R. OCHOA B., F. RODRÍGUEZ C., J. ROQUE Z., C. ORTEGA R., H. PALACIOS F. 2001. De nuestra cosecha. Dr. Omar Musalem López. Primera edición. Revista Claridades Agropecuarias, México, D.F.

- SAGARPA. 2003. Sistema Integral de Información y Estadística Agroalimentaria y Pesquería de SAGARPA. México.
- SILVA G., J.A. 2016. Ficha técnica sobre características tecnológicas y usos de maderas comercializadas en México. Departamento de Madera Celulosa y Papel. Primera edición. Coordinación General de Educación y Desarrollo Tecnológico. Col. San Juan de Ocotlán, Zapopan, Jalisco.
- TIZAPA P., M. 1999. Tesis. Principales plagas y enfermedades del cultivo del cocotero *Cocos nucifera* L. UAAAN. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. 79 p.
- ZIZUMBO, D. 1998. Diversidad del cocotero en México y su evaluación al Amarillamiento letal. En: Boletín Sociedad Botánica, 62. México. pp: 157-170.
- ZIZUMBO, D. 2003. Avances del programa cocotero 1999-2003. Yucatán, México.