

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

DEPARTAMENTO DE PARASITOLOGÍA

M.C. SERGIO HERNÁNDEZ RODRÍGUEZ



Distribución de la enfermedad amarillamiento letal de las palmas (ALP) en el área urbana de Torreón, Coahuila

Por:

Alejandro Orantes Gómez

Tesis

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO

Torreón, Coahuila, México
Diciembre 2019

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

DEPARTAMENTO DE PARASITOLOGÍA

M.C. SERGIO HERNÁNDEZ RODRÍGUEZ

Distribución de la enfermedad amarillamiento letal de las palmas (ALP) en el área urbana de Torreón, Coahuila

Por:

Alejandro Orantes Gómez

Tesis

Que se somete a la consideración del H. Jurado Examinador como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO

Aprobada por:



M.C. Sergio Hernández Rodríguez

Presidente



M.E. Javier López Hernández

Vocal



Dr. Vicente Hernández Hernández

Vocal



M.C. Fabián García Espinoza

Vocal suplente



Dr. Isaías de la Cruz Álvarez

Coordinador interino de la División de Carreras Agronómicas

Torreón, Coahuila, México
Diciembre 2019



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS
DEPARTAMENTO DE PARASITOLOGÍA
M.C. SERGIO HERNÁNDEZ RODRÍGUEZ

Distribución de la enfermedad amarillamiento letal de las palmas (ALP) en el área urbana de Torreón, Coahuila

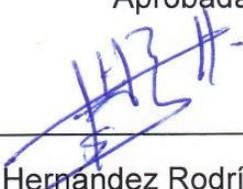
Por:

Alejandro Orantes Gómez

Tesis

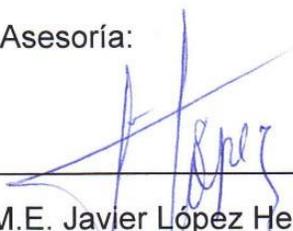
INGENIERO AGRÓNOMO

Aprobada por el Comité de Asesoría:



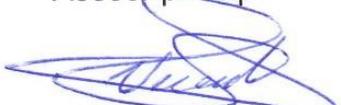
M.C. Sergio Hernández Rodríguez

Asesor principal



M.E. Javier López Hernández

Coasesor



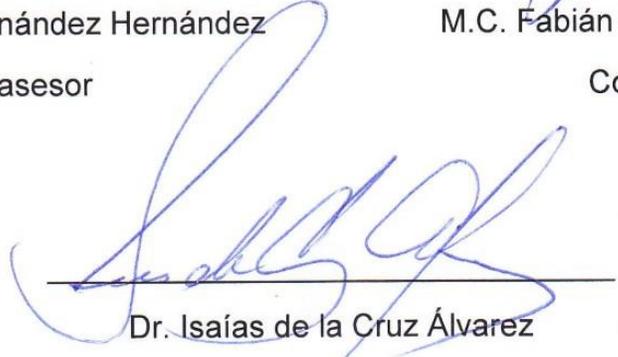
Dr. Vicente Hernández Hernández

Coasesor



M.C. Fabián García Espinoza

Coasesor



Dr. Isaías de la Cruz Álvarez

Coordinador interino de la División de Carreras Agronómicas

Torreón, Coahuila, México
Diciembre 2019



AGRADECIMIENTOS

A mis padres, Sr. Rafael Orantes López y Sra. Estela Gómez Velázquez, por apoyarme en esta etapa de mi vida, por tener siempre su apoyo incondicional, por ser parte de mi vida como inspiración para seguir adelante y perseguir mis sueños.

A mis hermanos, José, Mauricio, Rafael, Esperanza, Jesús, Carlos, Fernando, Horacio; por inculcarme la pasión por el trabajo de campo, gracias a ellos puede decir que tengo las ganas de salir adelante por mis propios medios ya que ellos me otorgaron las herramientas necesarias. En especial a, Mauricio y Rafael por su apoyo emocional y económico que siempre me brindaron a lo largo de esta fase de mi estancia como estudiante, por creer mí. A cada uno de ellos por siempre darme consejos y saberme guiar de la mejor manera posible.

A mi amiga, Silvia Guadalupe López Velázquez, por su hermandad, cariño y paciencia que me brindo, por siempre aconsejarme de la mejor manera, por los cuatro años más divertidos que te he vivido, por hacer de mí una mejor persona y de aprender a valorar lo que uno tiene.

Al M.C. Sergio Hernández Rodríguez por darme la oportunidad de colaborar en el proyecto y por ser pieza clave en mi formación como profesionista.

A mi Alma Mater, por esta fase inolvidable de mi vida en el cual me hizo una personas más responsable y sobre todo por aportarme el conocimiento necesario para hacer de mí una mejor persona.

DEDICATORIAS

A mis padres, Sr. Rafael Orantes López y Sra. Estela Gómez Velázquez, para ellos que fueron los que desde un principio creyeron en este sueño que quería alcanzar y hoy tengo la satisfacción de demostrarle que no se esquivaron en las expectativas que tenían sobre mí.

A mis hermanos, por brindarme sus amistades principalmente y ser parte de esa familia aunque tenga sus altos y bajos siempre están unidos, en las buenas y malas, enseñarme que cada día es valioso para vivirla demostrando que cuando uno tiene las ganas y la fuerza se logran las metas.

A Rafael y Mauricio, por siempre estar pendiente de mí y aun estando lejos facilitándome los recursos necesarios para continuar en esta meta que me había fijado y por sus consejos que trataron de encaminarme en este vástago camino que estoy por recorrer.

A mis sobrinos, Diego, Saúl, Alberto y Sofía, Daniel por inspirarme cada día de mi vida para que un futuro no muy lejano y si dios así mismo me lo permitiera poder apoyarlos como mis hermanos lo han hecho conmigo.

A mi amiga, Silvia Guadalupe López Velázquez por apoyarme desde que comencé la carrera, por ser una persona confiable y regalarme su amistad.

A mis abuelos, Sr. José Orantes+, Sra. Elena Pérez+ y Sra. Mercedes Hernández+, por formar parte de mi familia y aunque ellos se fueron antes de tiempo, sé que ellos deben de estar orgullosos de lo que he logrado. Sr. Horacio Gómez y Sra. Consuelo Velázquez, por ser un ejemplo de lo que es ser buenas personas, por enseñarme las cosas que ahora forma parte de mí ser.

RESUMEN

Con el propósito de conocer la distribución de la enfermedad amarillamiento letal (ALP) en el área urbana de Torreón, Coahuila, durante el periodo comprendido de marzo a junio de 2019, se realizaron muestreos en diez sitios representativos del área de estudio. Dichos sitios fueron seleccionados por su gran longitud y la presencia dominante de palmas. Para el muestreo se consideraron varios grados de la enfermedad ALP: grado 1, Sana o asintomática; grado 2, Caída de frutos o inflorescencia necrótica; grado 3, amarillamiento de hojas inferiores y superiores; grado 4, hoja bandera muerta; grado 5, troncos sin follaje. Se contabilizaron todas las palmas de cada sitio de muestreo y se ubicaron en los grados correspondientes. Los datos obtenidos de cada uno de los sitios de muestreo fueron transformados a porcentajes y ordenados en un cuadro para su interpretación. Se encontró que la enfermedad ALP en el área urbana de Torreón, Coahuila se encuentra ampliamente distribuida, la mayor mortalidad de palmas se presenta en la av. Juárez con 72.09 % de mortalidad, seguida por boulevard. Revolución con 67.12 % de mortalidad. La zona con mayor mortalidad de palmas corresponde a áreas ocupadas por palma datilera *Phoenix dactylifera* L. y en menor proporción por la palma canaria *Phoenix canariensis* Hort. Ex Chabaud y palma coco plumoso, *Cocos nucifera* L. Los porcentajes más elevados de palmas sanas correspondan a áreas donde están establecidas la palma abanico *Washingtonia robusta* H. Wendl., la cual a la fecha ha tolerado más la enfermedad ALP que *P. dactylifera*, *P. Canariensis* y *C. nucifera*.

Palabras claves: Enfermedad, Amarillamiento, Palmas, Grados, Mortalidad

ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS	i
DEDICATORIAS	ii
RESUMEN	iii
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Objetivos	2
1.1.1 Objetivo general	2
1.1.2 Objetivos específicos	2
1.2 Hipótesis	2
II. REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1. Antecedentes	3
2.2. Importancia del ALP	5
2.3. Agente causal	5
2.4. Ubicación taxonómica de fitoplasma (SENASICA, 2016)	6
2.5. Distribución geográfica del ALP a nivel mundial	7
2.6. Distribución geográfica del ALP a nivel nacional	7
2.7. Distribución del fitoplasma en la palma de coco	8
2.8. Síntomas del ALP	9
2.9. Pérdida de palmas causada por el ALP	14
2.10. Formas de dispersión del ALP	14
2.11. Transmisión del ALP	16
2.12. Vector del ALP	17
2.13. Taxonomía de <i>Haplaxius (Myndus) crudus</i> (SENASICA, 2016)	17
2.14. Características de <i>H. crudus</i>	18

2.15. Biología y hábitos de <i>H. crudus</i>	19
2.16. Distribución de <i>H. Crudus</i>	22
2.17. Manejo integrado de <i>H. (Myndus) crudus</i>	23
2.18. Palmas susceptibles a ALP	24
III. MATERIALES Y MÉTODOS	28
3.1 Ubicación geográfica.....	28
3.2. Clima.....	28
3.3. Tipo de suelo y uso	28
3.4. Flora y fauna	29
3.5. Determinación del área de estudio	29
3.6. Muestreo de palmas.....	30
IV. RESULTADOS	32
V. DISCUSIÓN	35
IV. CONCLUSIONES	37
VII. BIBLIOGRAFÍA	38

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.Distribución mundial del ALP (Palma, 2016).	7
Figura 2.Distribución nacional del ALP (SENASICA, 2013)	8
Figura 3.Caída prematura de frutos (SENASICA, 2016)	10
Figura 4.Necrosis de la inflorescencia (SENASICA, 2016)	11
Figura 5.Hojas amarillentas (SENASICA, 2016).....	12
Figura 6.Hojas secas y decaídas (SENASICA, 2016)	13
Figura 7.Palma sin follaje aparentando un poste de teléfono (SENASICA, 2013)	13
Figura 8.Color de ojos (UF, 2013).....	18
Figura 9. Distición por color (UF, 2013)	18
Figura 10. Tipos de alas (UF, 2013)	19
Figura 11.Macho y hembra diferencias (UF, 2013)	19
Figura 12.Ciclo de vida de Haplaxius (Myndus) crudus: (A) Huevecillos, (B) Ninfa, (C) Ninfa en su última etapa, (D) Hembra, (E) Macho (SENASICA, 2013)	20
Figura 13.Ubicación del área de muestreo (INEGI, 2017).	29
Figura 14.Muestreo de palmas.....	31
Figura 15. ALP en diferentes estados de desarrollo.....	33

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1.Hospedantes alternos de Haplaxius Crudus	21
Cuadro 2.Escala de severidad del amarillamiento letal de las palmas (McCoy, 1983)	24
Cuadro 3.Especies de palmas susceptibles al ALP (SENASICA, 2016).	24
Cuadro 4.Sitios de muestreo.....	30
Cuadro 5.Porcentaje de palmas en diferentes estados de desarrollo de la enfermedad (ALP) en el área urbana de torreón, Coahuila.2019.....	32

I. INTRODUCCIÓN

El Amarillamiento Letal del Cocotero (ALC), también conocido como Amarillamiento Letal de las Palmas (ALP) es una enfermedad que mata a las palmas de coco, así como muchas otras especies de palmas. Los síntomas de la enfermedad se pueden observar en la planta por el color amarillento que adquiere el follaje; posteriormente los frutos y ramas van cayendo, hasta quedar sólo el tronco. Conocida desde 1800 en la Región caribeña occidental (Pérez *et al.*, 2013).

El ALP es ocasionado por “*Candidatus Phytoplasma palmae*”, el cual es transmitido por el insecto vector *Haplaxius crudus* Van Duzee, que al estar infestado se mueve a una palma sana y al alimentarse de ésta, transmite el patógeno causante de la enfermedad (Pérez *et al.*, 2004).

En México la enfermedad del ALP se encuentra distribuida actualmente en zonas costeras en los estados de Yucatán, Quintana Roo, Campeche, Tabasco, Oaxaca, Guerrero, Michoacán, Nayarit, Colima, Jalisco, Sinaloa y Veracruz. Sin embargo a pesar que la enfermedad se presenta principalmente en las costas, se ha presentado en otras áreas como; San Luis Potosí, Guanajuato (principalmente en las ciudades de Celaya, Irapuato, Salamanca) y en Torreón, Coahuila donde ha causado la muerte de palmas de diversas variedades ¿o especies?, reportándose preferencia por las palmas datilera y canaria (SENASICA, 2016).

En 2016 el ALP se presentó en el municipio de Torreón, Coahuila, causando una contingencia ambiental. Dicha enfermedad ha ido avanzando a lo largo y ancho del municipio de Torreón, Coahuila ocasionando la muerte de palmas. Además, posiblemente la enfermedad ALP se pueda extender a otros municipios de la Comarca Lagunera de Coahuila y Durango.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo general

Conocer la distribución de la enfermedad Amarillamiento Letal de las Palmas (ALP) en el área urbana de Torreón, Coahuila.

1.1.2 Objetivos específicos

- a) Conocer el patrón de dispersión del ALP
- b) Determinar las zonas con mayor mortalidad de palmas debido al ALP
- c) Determinar las especies de palmas más tolerantes al ALP

1.2 Hipótesis

El patrón de dispersión del (ALP) en el municipio de Torreón, Coahuila es de tipo radial y a saltos.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Antecedentes

En la década de los cincuenta se detectó una enfermedad en las plantas de etiología desconocida, conocida como amarillamiento. Al principio se sospechó que el amarillamiento se debía a algún virus ya que algunas evidencias experimentales apoyaban esta hipótesis, por ejemplo: el amarillamiento era transmisible por injerto, podía ser transmitido por *Cuscuta* spp., o por insectos del orden Homóptera y en algunas ocasiones, los hospedantes infectados con amarillamiento presentaban protección cruzada contra enfermedades virales (Jones *et al.*, 2002).

En 1967 un grupo de investigadores japoneses descubrió en microfotografías electrónicas la presencia de organismos similares a micobacterias (Jones *et al.*, 2002; Lee *et al.*, 2000), un grupo de bacterias pequeñas y difíciles de cultivar. Debido a este descubrimiento se acuñó el término Mycoplasma-like Organisms (MLO), Organismos Similares a micoplasmas) para referirse a estos patógenos. A finales de los 90's se empezó a usar el término fitoplasma para referirse a ellos (Jones *et al.*, 2002).

Esta enfermedad se observó por primera vez en México en la isla de Cozumel, Quintana Roo en 1977, pero su presencia fue confirmada cinco años después mediante microscopía electrónica. El agente causal se descubrió simultáneamente por tres grupos de investigadores en 1972, al observar mediante

el microscopio electrónico, la presencia de fitoplasmas en las células del floema de plantas afectadas (McCoy *et al.*, 1982)

De acuerdo con Camarena y De La Torre (2008), los síntomas ocasionados por fitoplasmas son diversos, tales como:

1. Amarillamiento o clorosis.
2. Enrojecimiento precoz de las hojas.
3. Esterilidad de las flores.
4. Virescencia, donde los pétalos tienen color verde.
5. Enanismo.
6. Desarreglos vegetativos, como proliferación de hojas o flores sin desarrollar, acumulándose generalmente en lugar de las yemas axilares.
7. Enrollamiento de hojas.
8. Decaimiento general
9. Filodio, cuando sucede la transformación de los órganos florales en estructuras foliares.

Los primeros registros de una enfermedad con síntomas similares al ALP provienen de inicios del siglo XIX en las islas occidentales del Caribe. La enfermedad fue diagnosticada como tal en la Florida (Key West) en 1950 y

posteriormente en la región de Miami en 1971, desde donde continúa extendiéndose hacia el norte. En la península de Yucatán apareció a finales de los años setenta, y ha tenido un impacto desastroso sobre la industria del cocotero en México que era el séptimo productor de copra en el mundo (Carias, 2006).

Actualmente, la enfermedad se encuentra en gran parte del Caribe (Jamaica, Gran Caimán, Cuba, República Dominicana, Haití, Bahamas), México, Belice, Florida Texas, y más recientemente en Honduras y Guatemala. Dado que la velocidad de diseminación del agente causal puede ser de 100 km/año, se espera que su llegada a países más hacia el sur en la plataforma continental, sea cuestión de tiempo (Villalobos, 2001).

2.2. Importancia del ALP.

El ALC es una enfermedad devastadora que ha matado a millones de palmas de cocotero en varios países del Caribe y América Central. Ha afectado la economía de todos aquellos países que dependen directa o indirectamente del cultivo y el aprovechamiento de esta especie. También ha afectado el paisaje de los centros turísticos, áreas recreativas y paseos públicos en los que la presencia del cocotero es parte esencial de su encanto; el impacto también ha sido cultural (OIRSA, 2010).

2.3. Agente causal

El patógeno causante del ALC es un fitoplasma (micoplasma llamado así para enfatizar su relación con las plantas) que carece de pared celular, está

rodeado de una membrana unitaria compuesta de tres capas y posee citoplasma, ribosomas y filamentos de material nuclear. Su forma es variada por lo que se les llama pleomórficos; las formas no filamentosas miden en promedio 295 nm de diámetro y las formas filamentosas, 142 nm de diámetro y como mínimo 16 nm en longitud. La falta de pared celular se debe a que los fitoplasmas carecen de la habilidad necesaria para sintetizar las sustancias requeridas para formar esa estructura (Sermeño *et al.*, 2005; Almeyda, 1997). Un fitoplasma es un organismo más parecido a una bacteria que a un virus, pero al igual que muchos virus es transmitido por un insecto vector conocido como chicharrita pálida *Haplaxius crudus*, la cual se alimenta de la savia del follaje de las palmáceas; si la planta está enferma, al alimentarse, el insecto ingiere el patógeno, que posteriormente es inyectado a una planta sana (Carías, 2006).

2.4. Ubicación taxonómica de fitoplasma (SENASICA, 2016)

Dominio: Bacterias

Filo: Tenericutes

Clase: Mollicutes

Orden: Acholeplasmatales

Familia: Acholeplasmataceae

Género: "*Candidatus Phytoplasma*"

Especie: "*Candidatus Phytoplasma palmae*"

2.5. Distribución geográfica del ALP a nivel mundial

Villalobos (2001) reporta al ALP en África: Benín, Camerún, Ghana, Nigeria, Tanzania, Togo, Mozambique y Kenya.

En América: Estados Unidos, México, Bahamas, Belice, Guatemala, Cuba, Guyana, Haití, islas caimán, Jamaica, Honduras (Isla Roatán) y República Dominicana (Figura 1) (Villalobos, 2001).

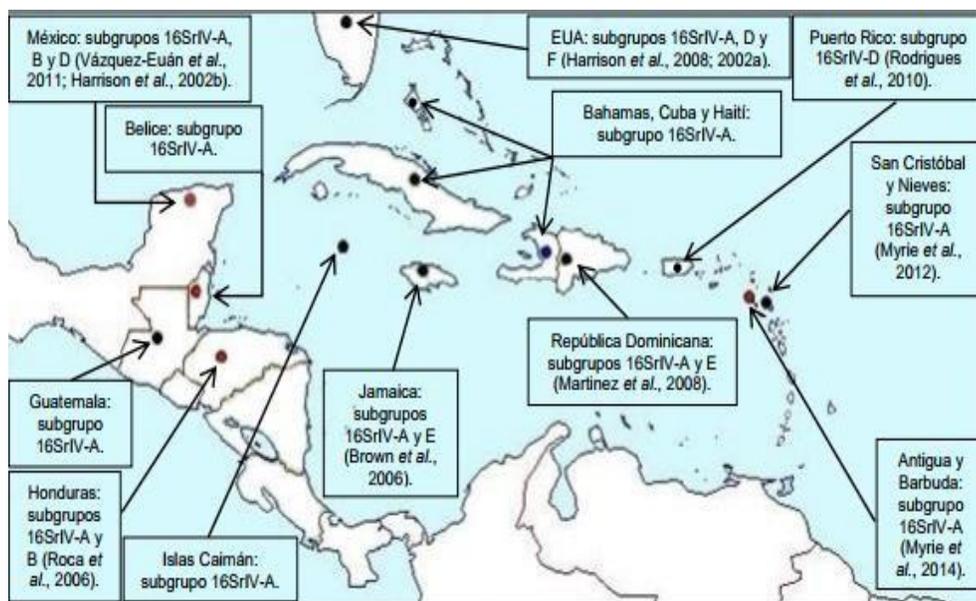


Figura 1. Distribución mundial del ALP (Palma, 2016).

2.6. Distribución geográfica del ALP a nivel nacional

Carías (2006), indica que la enfermedad se presenta muy activa en el Sur de México en Yucatán, Quintana Roo, Tabasco, Campeche, Cancún, Chiapas, Oaxaca, Guerrero, Jalisco, Michoacán entre otros (Figura 2).

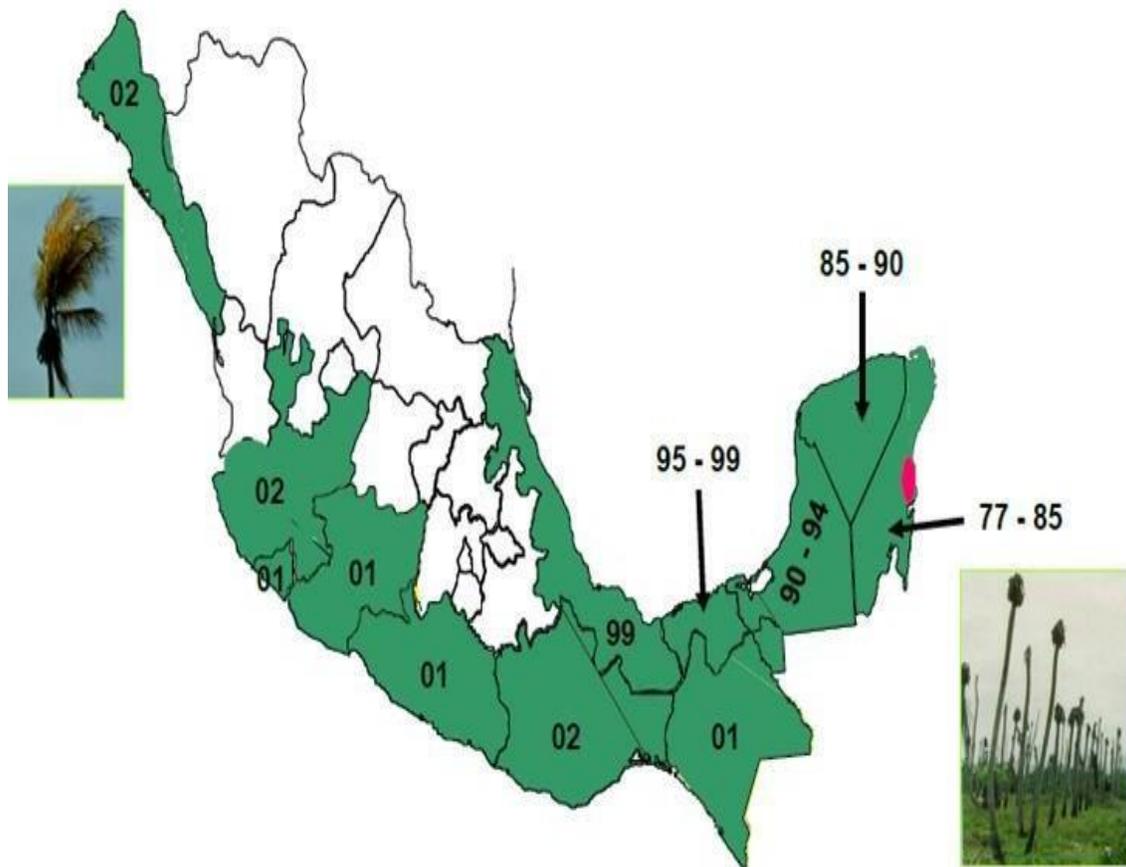


Figura 2. Distribución nacional del ALP (SENASICA, 2013)

2.7. Distribución del fitoplasma en la palma de coco

García (2002), demostró que el fitoplasma del ALC está prácticamente distribuido en ¿el floema de? todos los órganos de la palma, aun cuando ésta todavía no manifieste los síntomas de la enfermedad. Los porcentajes más altos de detección (100%) del fitoplasma se obtuvieron en los tejidos del tronco, las hojas inmaduras, las inflorescencias, el ápice de las raíces, ápice del tallo y los más bajos en las hojas intermedias, y el resto de las raíces. El fitoplasma no se

detectó en las hojas maduras ni aun cuando se utilizó la Reacción en Cadena de la Polimerasa (PCR, por sus siglas en inglés).

El fitoplasma se moviliza siguiendo la dirección del flujo del contenido del floema, es decir desde los sitios de producción como las hojas maduras e intermedias (donde ocurriría la adquisición) hacia los sitios de consumo como serían hojas inmaduras, frutos, ápice del tallo y de las raíces (García, 2002)

2.8. Síntomas del ALP

Almeyda (1997), hace referencia a que las palmas de coco no eran susceptibles al AL hasta que tenían unos tres años de edad, contando el tiempo desde que eran trasplantadas y que en raras ocasiones se habían conocido palmas que se infectaran a los 18 meses. Los síntomas del ALP, pueden confundirse con otros problemas y desórdenes de sintomatología similar. Por esta razón, cuando se trata de casos aislados puede ser fácilmente confundido con ataque de anillo rojo, deficiencias nutricionales, etc. Desde la caída de los frutos hasta que queda el poste o tronco desnudo, transcurren de 120 a 180 días (Carías, 2006). Cuando el fitoplasma está presente, es posible que se produzca o se incremente la concentración de ácido abscísico (ABA) y promueva el cierre de los estomas. Cuando se cierran las estomas la planta no puede intercambiar gases ni nutrientes con el medio externo. La interferencia que ocasionan los patógenos sobre el intercambio de agua y de nutrientes o sobre el movimiento de los metabolitos ocasionará síntomas de la enfermedad (por deficiencia) de las partes de la planta que carezcan de estos nutrientes (García, 2002).

El primer síntoma de la enfermedad es la caída prematura de frutos (Figura 3) en diferentes estados de desarrollo, que van desde pequeños cocos hasta los plenamente desarrollados; el cáliz presenta un color café oscuro con una apariencia húmeda, amarillamiento foliar, el cual inicia en el ápice de los folíolos en las hojas inferiores y progresa hacia la base de las hojas (Baraona y Sancho, 1992; Araus, 1998).



Figura 3. Caída prematura de frutos (SENASICA, 2016)

El segundo síntoma ocurre cuando la caída de los frutos está por finalizar. Se manifiesta con la pudrición de la inflorescencia, necrosis apical de las inflorescencias nuevas (Figura 4), la cual se puede observar al momento de que la inflorescencia emerge. Las flores sanas son color crema claro, amarillentas o doradas; aquellas infectadas con ALP son castaño oscuro a negruzcas. El amarillamiento foliar progresa hacia las hojas superiores. La caída de los frutos y

el ennegrecimiento de las inflorescencias son los síntomas más importantes antes de que el aspecto general de la planta se deteriore (Carías, 2006).



Figura 4. Necrosis de la inflorescencia (SENASICA, 2016)

El nombre de la enfermedad se deriva del tercer síntoma. Las hojas se tornan amarillentas (Figura 5), iniciando con las hojas más viejas a través de la corona. Algunas veces, la hoja central se torna amarilla, aparentando una bandera. Las hojas que se amarillean mueren tornándose de color castaño, permaneciendo colgadas, la hoja nueva, tipo lanza cae observándose colgada dentro de la corona (Almeyda, 1997).



Figura 5. Hojas amarillentas (SENASICA, 2016)

El cuarto síntoma del ALP ocurre cuando el amarillamiento de hojas se ha completado; éstas se secan y cambian a un tono café bronceado, cuelgan y se caen (Figura 6). Al caer el follaje, queda el tronco desnudo con la apariencia típica de un poste de teléfono (figura 7) (Almeyda, 1997).



Figura 6. Hojas secas y decaídas (SENASICA, 2016)



Figura 7. Palma sin follaje aparentando un poste de teléfono (SENASICA, 2013)

2.9. Pérdida de palmas causada por el ALP

La presencia de la enfermedad en América ha causado serios problemas en varios países como Jamaica, donde de 1965 a 1978 se habían perdido cerca de 8 millones de palmas. En el Sur de la Florida se calcula que desde 1971 a 1980 se perdieron medio millón de palmas. En México desde su aparición en 1982 se han afectado un total de 6,450 hectáreas muriendo aproximadamente 600,000 plantas (Carías, 2006).

En 1995 en la isla de Roatán y hasta la fecha ha causado pérdidas de hasta el 95% de la población de cocos de la variedad Altos del Atlántico en toda la costa norte (Mangandi, 2005).

Hasta 1998, la enfermedad había ocasionado en México la pérdida de alrededor de 650 mil palmeras y su dimensión comprendía los estados de Quintana Roo, Yucatán, Campeche y Tabasco (SENSICA, 2013).

En Colombia la enfermedad se registran más de 200 mil palmas erradicadas hasta finales del 2013, con los que se estima las pérdidas superiores 85 millones de dólares (Rairán, 2014).

2.10. Formas de dispersión del ALP

La dispersión natural del ALC puede ocurrir mediante la transmisión por el hemíptero *Haplaxius crudus*, que se moviliza en forma natural (mediante desplazamiento propio), moviendo el fitoplasma de palma a palma durante su alimentación (OIRSA, 2010).

Tomando en cuenta los múltiples trabajos realizados a nivel mundial, se ha observado que en condiciones naturales el fitoplasma causante de la enfermedad se disemina por chicharritas de la especie *H. crudus*, cuyo patrón de dispersión coincide con la dirección de los vientos y del transporte de Palmas de áreas afectadas a zonas libres, el ALP, presenta dos formas de dispersión radial y saltos (Carías, 2006).

La dispersión radial se presenta cuando las palmas que crecen alrededor de una palma enferma, presenta los síntomas típicos de la enfermedad. A esta circunferencia se le conoce como foco de infección, el cual va creciendo con el tiempo y puede acabar con varias hectáreas a la redonda (Carías, 2006).

La dispersión a saltos, ocurre cuando a partir de un foco de infección original aparecen otros focos, pudiéndose encontrar éstos a distancias de 100 m hasta 50 o 100 km del foco original, siendo esta forma de dispersión la más peligrosa, ocasionada principalmente por el ser humano al movilizar pastos y material vegetativo, inclusive hasta los vehículos que transitan por las áreas afectadas pueden diseminar el vector, así mismo el vector se ve beneficiado con la presencia del viento (Domínguez *et al.*, 1999).

También se ha observado que los vehículos que transitan por las áreas afectadas pueden contribuir a diseminar al vector (Carías, 2006).

La propagación del fitoplasma causante del ALP no necesariamente requiere un insecto. Se ha considerado la posibilidad de una transmisión directa mediante embriones infectados en semillas de palmas, ya que mediante el uso de

técnicas moleculares se ha detectado el ADN del fitoplasma en embriones de frutos de palmas de cocotero del ecotipo Alto Atlántico afectadas por el ALP (OIRSA, 2010).

2.11. Transmisión del ALP

Al inicio de los 80's, se sospechó que los insectos estaban asociados con el ALP. Las primeras observaciones en Cuba sugirieron que el ALP posiblemente era causado por toxinas inyectadas a las palmas por ciertos insectos al alimentarse sobre ellas. Se sospechaba que especies de Coleóptera (escarabajos), Heteróptera (chinchas) y Coccoidea eran vectores de la enfermedad. También se llegó a pensar que un hongo o una bacteria asociados con el decaimiento del cogollo de las palmas en estados tardíos de la enfermedad podían ser el organismo causal (Almeyda, 1997).

La velocidad de diseminación de la enfermedad ha sido estimada hasta en 100 km/año, lo cual le da un gran potencial de expandirse a todo el trópico. En América, el vector del organismo causal ha sido identificado como *Haplaxius crudus* Van Duzee, el cual adquiere el fitoplasma durante su alimentación en palmas infectadas. Las formas inmaduras del vector viven asociadas a varias Poáceas, y al alcanzar el estado adulto pasan a alimentarse del follaje de las palmas. No obstante, como una medida de precaución no se recomienda el transporte de plántulas desde áreas infestadas hacia sitios libres de la enfermedad, ya que existe la posibilidad de la ocurrencia de infecciones sin la expresión de síntomas en plantas muy jóvenes (Chinchilla, 2017).

H. crudus es la única especie del suborden Auchenorrhyncha comúnmente encontrada en palmas de cocotero, tanto en Jamaica como en Florida y ha sido extensamente probada como vector del ALP (Almeyda, 1997).

2.12. Vector del ALP

La Chicharrita pálida, *Haplaxius crudus* Van Duzee, pertenece al orden Homóptera y a la familia Cixiidae (Carías, 2006).

H. crudus es el vector confirmado por estudios en Florida, pero no necesariamente el único vector de la enfermedad del ALP en palmas de coco (*Cocos nucifera*), palmas de Manila [*Adonidia merrillii* (Becc.) Becc.] y palmas de abanico (*Pritchardia thurstonii* F. Muell. y Drude) (García, 2002).

Actualmente se cree que existen otros vectores. En Honduras se encontró otra especie, *Myndus simplicatus* asociado con las palmas de cocotero; por esta razón se debería considerar candidato para vector alternativo del ALP (García, 2002).

2.13. Taxonomía de *Haplaxius (Myndus) crudus* (SENASICA, 2016)

Dominio: Eucariota

Reino: Animal

Phylum: Artrópoda

Clase: Insecta

Orden: Homóptera

Suborden: *Auchenorrhyncha*

Superfamilia: *Fulgoroidea*

Familia: *Cixiidae*

Género: *Haplaxius*

Especie: *Haplaxius crudus*

(Van Duzee, 1907)

2.14. Características de *H. crudus*

Las estructuras características de Fulgoroidea incluyen las antenas; el segmento basal de forma de barril, y el flagelo como una seta, las espinas de la tibia agrupadas al final de ésta, contrario a las líneas a lo largo de la tibia, característica común en la familia Cicadellidae. Visto bajo magnificación, tres carinas paralelas dividen el protórax longitudinalmente en cuatro zonas (Howard y Gallo, 2015). Presenta una coloración variable de café a verde en su estado adulto (Figura 8), los ojos son conspicuos, oscuros (Figura 9).



Figura 8. Color de ojos (UF, 2013)



Figura 9. Distinción por color (UF, 2013)

Las alas son prácticamente hialinas (Figura 10). Las hembras son más grandes que los machos (Figura 11), éstos son ligeramente verdes, especialmente en el abdomen. Las hembras son usualmente de color oscuro y miden de 3.6 a 4.1 mm de longitud. Las ninfas son blandas con tergitos ligeramente grises y producen diminutos filamentos cerosos (INIFAP, 2010). La secreción de las glándulas cerosas abdominales protege a las ninfas de la pérdida de humedad, enfermedades y depredadores (Carías, 2006).

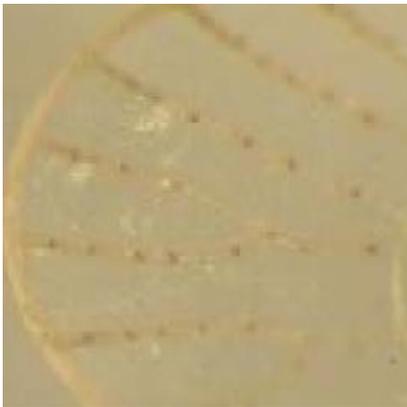


Figura 10. Tipos de alas (UF, 2013)

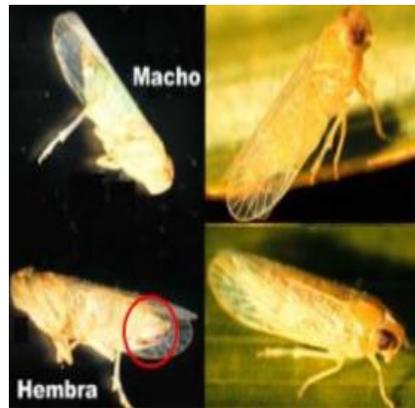


Figura 11. Macho y hembra diferencias (UF, 2013)

La identificación del adulto de *Haplaxius (Myndus)* en el campo es facilitada por el hecho de que es una de las pocas especies de la superfamilia *Fulgoroidea* y la única especie de la familia *Cixiidae* encontrada comúnmente en el follaje de las palmas en la Florida Meridional y la región del Caribe (Howard y Gallo, 2015).

2.15. Biología y hábitos de *H. crudus*.

El ciclo de vida de *H. crudus* (Figura 12) pasa por tres estados: huevo, ninfa y adulto. El huevo es colocado por las hembras en el suelo, cerca de la base

del tallo de Poáceas, y dura en promedio 14 días para que las ninfas emerjan. Estas son muy pequeñas y se desplazan hacia las raíces de Poáceas para alimentarse, pasando por cinco instares ninfales que duran en promedio 39 días para alcanzar su estado adulto (Bustillo y Mauricio, 2016; Sierra, 2014).

Las ninfas se desarrollan en la zona de las raíces de los pastos. Están presentes en la superficie del suelo, a menudo debajo de pequeñas acumulaciones de hojas u otro material orgánico a una profundidad de 3 cm. Los sitios húmedos son más favorables para el desarrollo de las ninfas que los sitios más secos. Los sitios con plantas hospedantes (pastos) y de longitud relativamente larga, pueden soportar gran número de ninfas más que pastos utilizados en áreas verdes que son segados frecuentemente (Cuadro 1) (Howard y Gallo, 2015).

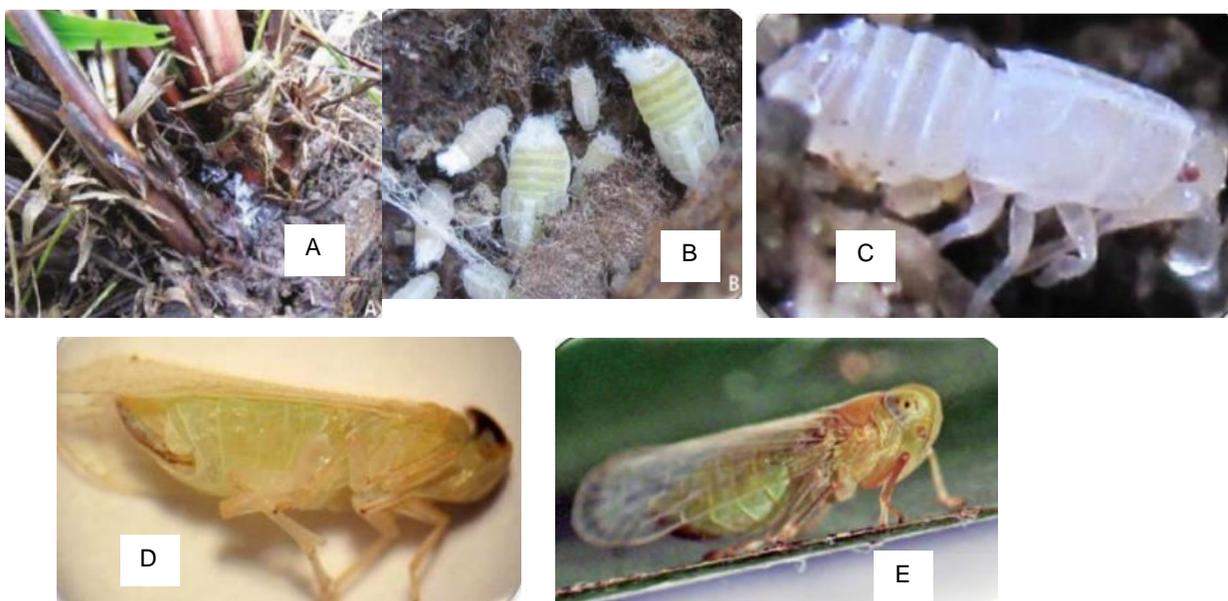


Figura 12. Ciclo de vida de *Haplaxius crudus*: (A) Huevecillos, (B) Ninfa, (C) Ninfa en su última etapa, (D) Hembra, (E) Macho (SENASICA, 2013)

H. crudus puede hospedarse en diversas plantas, principalmente de la familia Poaceae (Cuadro 1) aunque también se pueden desarrollar en Cyperaceae y Verbenaceae (Mangandi, 2005).

Cuadro 1. Hospedantes alternos de *Haplaxius Crudus*

Nombre científico	Nombre común	Familia
<i>Panicum máximum</i> Jacq.	Pasto guinea	Poaceae
<i>Cyperus rotundus</i> L.	Coyolillo	Cyperaceae
<i>Stenotaphrum secundatum</i> (Walt) O. Kuntze	Pasto San Agustín	Poaceae
<i>Cynodon pleytostachyus</i> Pilger	Pasto estrella de África	Poaceae
<i>Brachiaria mutica</i> (Forsk) Stapf.	Pasto pará	Poaceae
<i>Digitaria decumbens</i> Stent.	Pasto pangola	Poaceae
<i>Chloris pétrea</i> Swartz.	Barba de judío	Poaceae
<i>Chloris inflata</i> Link	Paragueta morada	Poaceae
<i>Andropogon bicornis</i> L.	Cola de zorro	Poaceae
<i>Cyperus</i> sp. L.	Coyolillo	Poaceae
<i>Fimbristylis spathaceae</i> Roth	Junquillo, Tule	Poaceae
<i>Paspalum notatum</i> Flugge	Pasto bahía	Poaceae
<i>Cenchrus</i> sp. L.	Mozote	Poaceae
<i>Cynodon dactylon</i> L.	Pasto Bermuda	Poaceae
<i>Verbena scabra</i> Vahl	Verbena	Verbenaceae
<i>Axonocarpus compresus</i> L.	Pasto de alfombra	Poaceae
<i>Cenchrus echinatus</i> L.	Cadillo tigre	Poaceae
<i>Echinochloa colonum</i> L.	Pasto de cuaresma	Poaceae
<i>Leptochloa filiformis</i> (Lam.) Beauv.	Paja de burro	Poaceae
<i>Pandanus utilis</i> Bory	Pandanus	Pandanaceae
<i>Panicum fasciculatum</i> Jacq.	<i>Panicum fasciculatum</i>	Poaceae
<i>Panicum laxum</i> SW.	Pasto	Poaceae
<i>Paspalum paniculatum</i> L.	Paja Brava	Poaceae
<i>Paspalum virgatum</i> L.	Zacatón	Poaceae
<i>Saccharum officinale</i> L.	Caña de azúcar	Poaceae
<i>Setaria geniculata</i> (Lam.) Beauv.	Cetaria	Poaceae
<i>Zea mays</i> L.	Maíz	Poaceae

Al alcanzar el estado adulto, los insectos vuelan al follaje de la palma, donde se alimenta y se aparean. Los adultos se alimentan sobre el follaje de la palma, insertando sus estiletes en el tejido de la hoja chupando la savia de la planta. Como generalidad, las especies de Fulgoroidea, tienden a alimentarse en el floema. Las hembras regresan a los pastos a ovipositar (Howard y Gallo, 2015).

Los adultos son activos durante el día y la noche. En el campo, a veces se puede observar que los ojos de algunos adultos presentan color pajizo (pardo), mientras que otros individuos los presentan color marrón. Esto se debe a que los ojos están adaptados a cambios de luz. Movimientos de pigmentos dentro del ojo compuesto son la respuesta a cambios de luz y son vistos por el observador como cambios en el color de los ojos. Los ojos son de color marrón cuando se adaptan a la oscuridad y cambian al color pajizo en respuesta al incremento de luz (Harrison, 2017).

2.16. Distribución de *H. Crudus*

La distribución de *H. (Myndus) crudus* es Neo tropical; está presente en áreas subtropicales de Estados Unidos (Florida y Texas), México, las Antillas, América Central y Norte de América del Sur (Medardo, 2017).

La enfermedad y su vector han sido reportados desde la Península de Yucatán (México), América Central hasta el Norte de América del Sur, Cuba, Haití, Islas Caimán, Jamaica, Trinidad y Tobago, Las Bahamas, República Dominicana, Florida, Texas y Puerto Rico (Franqui, 2017).

2.17. Manejo integrado de *H. (Myndus) crudus*

Control cultural: Eliminación de maleza para reducir las poblaciones del vector, puede hacerse en forma manual, mecánica o mediante aplicación de herbicidas. Derribar e incinerar las palmas enfermas disminuye la posibilidad de que el vector adquiera el patógeno de plantas enfermas (MAG, 2011). El establecimiento de coberturas vivas, que no son hospedantes del insecto vector, leguminosas como *Pueraria pahaseloides* y *Arachis pintoii*, reduce la posibilidad de transmisión de la enfermedad (SENASICA, 2016).

Control legal: Norma Oficial Mexicana NOM-0015-FITO-1995, por la que establece la cuarentena exterior para prevenir la introducción de plagas del cocotero (SENASICA, 2016).

Control químico: Es posible reducir las poblaciones de *H. 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 (Medardo, 2017) Se ha usado Imidacloprid, Fipronil, Carbosulfan, dependiendo donde se localice el ALP en la clasificación en las diferentes escalas de severidad (Cuadro 3) (SENASICA, 2016).

Cuadro 2. Escala de severidad del amarillamiento letal de las palmas (McCoy, 1983)

Categoría	Grado	Síntomas
Asintomático	0	Sana o asintomática
Primarios	1	Caída de frutos
	2	Una inflorescencia necrótica
	3	Dos o más inflorescencias necróticas
Amarillamiento	4	Amarillamiento de las hojas inferiores
	5	Amarillamiento de las hojas inferiores e intermedias
	6	Amarillamiento de las hojas inferiores e intermedias y superiores
Terminales	7	Hoja espada (bandera) muerta y algunas hojas pueden estar verdes
	8	Hoja bandera muerta, todas las hojas amarillas (muertas)
	9	Tronco sin follaje (Poste de teléfono)

2.18. Palmas susceptibles a ALP

El ALP es una enfermedad que afecta por lo menos 36 especies de palmas (Cuadro 2) (Franqui, 2017; Sierra, 2014).

Cuadro 3. Especies de palmas susceptibles al ALP (SENASICA, 2016).

Nombre científico	Nombre común	Familia
<i>Cocos nucifera</i>	Palma de coco	Arecaceae
<i>Borassus flabellifer</i>	Palma Palmira	Arecaceae
<i>Howeia forsteriana</i>	Palma del paraíso	Arecaceae
<i>Phoenix canariensis</i>	Palma coriana	Arecaceae
<i>Phoenix dactylifera</i>	Palma datilera	Arecaceae
<i>Latania spp</i>	Palmera de china abanico	Arecaceae
<i>Livistona chinensis</i>	Palmera de abanico china	Arecaceae

<i>Phoenix sylvestris</i>	Datilera plateada	Arecaceae
<i>Trachycarpus fortunei</i>	Palmera excelsa	Arecaceae
<i>Arenga engleri</i>	Palmera de Formosa	Arecaceae
<i>Caryota mitis</i>	Cola de pescado	Arecaceae
<i>Chrysalidocarpus</i>	Areca	Arecaceae
<i>Corypha utan</i>	Palma repollo	Arecaceae
<i>Dictyosperma album</i>	Palmera princesa	Arecaceae
<i>Livistona rotundifolia</i>	Palmera de hoja redonda	Arecaceae
<i>Phoenix reclinata</i>	Datilera enana	Arecaceae
<i>Veitchia merrillii</i>	Palma de manila	Arecaceae
<i>Acoelorrhaphe wrightii</i>	Palma Everglade o Tasiste	Arecaceae
<i>Acrocomia spp</i>	Palma coyol	Arecaceae
<i>Adonidia spp</i>	Palma adonidia	Arecaceae
<i>Aiphanes lindeniana</i>	Palma lindeniana o coyor	Arecaceae
<i>Allagoptera arenaria</i>	Palma de la costa	Arecaceae
<i>Areca catechu</i>	Palma areca o catecú	Arecaceae
<i>Arenga engleri</i>	Palma de azúcar	Arecaceae
<i>Arikuryroba schizophilla</i>	Palma arikuri	Arecaceae
<i>Attelea spp.</i>	Palma almendrón o cohume	Arecaceae
<i>Caryota mitis</i>	Palma cola de pescado	Arecaceae
<i>Carluvica spp</i>	Palma chidra o jipa	Arecaceae
<i>Caryota rumphiana</i>	Palma cola de pez gigante	Arecaceae
<i>Caryota urens</i>	Palma cola de pez o kitul	Arecaceae
<i>Chamaedorea elegans</i>	Palma pacaya o bella	Arecaceae
<i>Chamaedorea seifrizii</i>	Palma pacaya	Arecaceae
<i>Chamaedorea spp.</i>	Palma enana o escoba	Arecaceae
<i>Chelyocarpus chuco</i>	Palma chucco	Arecaceae

<i>Chrysalidocarpus cabadae</i>	Palma cabada	Arecaceae
<i>Chrysalidocarpus lutescens</i>	Palma areca	Arecaceae
<i>Copernicia spp.</i>	Palma carbauba o cerca	Arecaceae
<i>Corypha elata</i>	Palma Talipot o Bebang	Arecaceae
<i>Dictyosperma álbum</i>	Palma huracán o princesa	Arecaceae
<i>Elaeis guinensis</i>	Palma de aceite	Arecaceae
<i>Gaussia attenuata</i>	Palma puerto rico	Arecaceae
<i>Gaussia maya</i>	Palma maya	Arecaceae
<i>Howea belmoreana</i>	Palmera centinela	Arecaceae
<i>Hyophorbe verschaffeltii</i>	Palma huso	Arecaceae
<i>Latania loddigesii</i>	Palma latan	Arecaceae
<i>Latania sp.</i>	Palma latan	Arecaceae
<i>Livistona chinensis</i>	Chinese fan-palm	Arecaceae
<i>Livistona rotundifolia</i>	Palma escabel	Arecaceae
<i>Meseforena spp.</i>	Palma meseforena	Arecaceae
<i>Nannorrhops ritchiana</i>	Palma mazari	Arecaceae
<i>Neodypsis decaryi</i>	Palma triangulo	Arecaceae
<i>Phoenix reclinata</i>	Palma dátíl de Senegal	Arecaceae
<i>Phoenix sylvestris</i>	Palma dátíl silvestre o plateada	Arecaceae
<i>Pritchardia affines</i>	Palma abanico Kona	Arecaceae
<i>Pritchardia pacifica</i>	Palma abanico de fiji	Arecaceae
<i>Pritchardia remota</i>	Palma abanico remota	Arecaceae
<i>Pritchardia spp.</i>	Palma abanico	Arecaceae
<i>Pritchardia thurstonii</i>	Palma thuston	Arecaceae
<i>Rayanea hildebrandt</i>	Palma majestuosa	Arecaceae
<i>Roystonea regia</i>	Palma real cubana	Arecaceae
<i>Serenoa repens</i>	Palma serenoa	Arecaceae

<i>Syagrus schizophylla</i>	Palma Arikuy	Arecaceae
<i>Trachycarpus fortunei</i>	Palma molino de viento o de jardín	Arecaceae
<i>Trinax radiata</i>	Palma paja de florida	Arecaceae
<i>Veitchia arcina</i>	Palma arcina	Arecaceae
<i>Veitchia merrilli</i>	Palma manila o de navidad	Arecaceae
<i>Veitchia montgomeryana</i>	Palma de Monterrey	Arecaceae
<i>Veitchia spp.</i>	Palma Sunshine o Manila	Arecaceae
<i>Washintonia felifera</i>	Palma abanico del desierto	Arecaceae
<i>Washintonia robusta</i>	Palma Washington	Arecaceae

El rango de hospedantes de los fitoplasmas depende de la interacción de las plantas con los insectos vectores (García, 2002)

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Ubicación geográfica

El trabajo de investigación se realizó durante el período de marzo a junio del 2019, en el área urbana del municipio de Torreón, Coahuila, México; el municipio se encuentra situado al norte del país, en el estado de Coahuila colindando al norte y al este con un municipio de Matamoros; al sur y al este con el estado de Durango. Se localiza en una distancia aproximada de 265 kilómetros de la capital del estado. Cuenta con una superficie de 1,947.70 kilómetros cuadrados, que representan el 1.29 % del total de la superficie del estado de Coahuila (SOATCM, 2016).

3.2. Clima

El clima en el municipio es de subtipo seco, semicálido; la temperatura media anual es de 20 a 22 °C con una precipitación media anual en el rango de 100 – 200 mm en la parte noroeste, este y suroeste, y 300 mm en la parte centro norte, con régimen de lluvias en los meses de abril , mayo, junio, julio, agosto, septiembre, octubre y escasas en noviembre, diciembre, enero, febrero y marzo; los vientos predominantes tienen dirección sur con velocidades de 27 a 44 km/ h (SOATCM, 2016).

3.3. Tipo de suelo y uso

El tipo de suelo predominante es Xerosol. Suelo de color claro y pobre en materia orgánica y el subsuelo es rico en carbonatos, con baja susceptibilidad a la

erosión. Suelos sin desarrollo con profundidad menor de 10 centímetros, tiene características muy variadas según el material que lo forma. Su susceptibilidad a la erosión depende de la zona donde se encuentre, pudiendo ser desde moderada a alta. Está formada por materiales de depósitos aluviales recientes, está constituido por material suelto que no forma terrones y es poco desarrollado. Se encuentra en zonas cercanas o zonas de acarreo de agua (Moreira *et al.*, 2014).

Respecto al uso del suelo, la mayor parte del territorio municipal es utilizado para producción agrícola, siendo menor de extensión dedicada al desarrollo pecuario y el área urbana (Moreira *et al.*, 2014).

3.4. Flora y fauna

La vegetación está compuesta por especies como mezquite, pinabete, huizache, palmas y gobernadora. La fauna está formada por lagartija, víbora, coyote, liebre, así como diversas especies de aves (EMDM, 2016).

3.5. Determinación del área de estudio

Los muestreos de palmas se realizaron en el área urbana de Torreón, Coahuila (Figura 13).

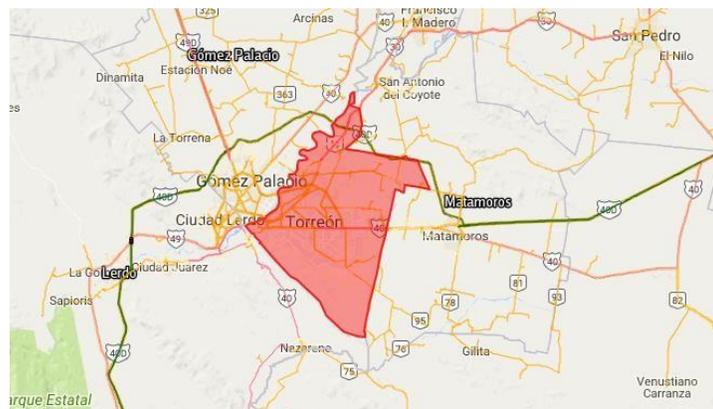


Figura 13. Ubicación del área de muestreo (INEGI, 2017).

3.6. Muestreo de palmas

Se seleccionaron 10 sitios de muestreo (Cuadro 4) representativos del área urbana de Torreón, Coahuila. Dichos sitios correspondieron a calles y avenidas principales, boulevares, y periférico, en los cuales se encuentran establecidas palmas de diferentes especies edades y tamaños. Estos sitios se seleccionaron por su representatividad y longitud.

Cuadro 4. Sitios de muestreo

Sitios de muestreos	
1. Av. Juárez	2. Diagonal Reforma
3. Paseo de la rosita	4. Diagonal las fuentes
5. Av. Colón	6. Boulevard Revolución
7. Boulevard Torreón-Matamoros	8. Periférico Raúl López S.
9. Boulevard Constitución	10. Boulevard independencia

Los muestreos se realizaron de manera dirigida tomando en cuenta la sintomatología del ALP en las plantas, de acuerdo con McCoy (1983) y SENASICA (2016), considerando para este estudio cinco grados de ataque o severidad de la enfermedad: grado 1= Planta sana o asintomática, grado 2= Caída de frutos e inflorescencia necrótica, grado 3= Amarillamiento de hojas inferiores y superiores, grado 4= Hoja bandera muerta y grado 5=Tronco sin follaje. Se contabilizaron todas las palmas de cada sitio de muestreo (Figura 14) y se ubicaron en los grados correspondientes.

Análisis de datos

Los datos obtenidos en cada uno de los sitios de muestreos fueron transformados a porcentajes, ya que el número de plantas por sitio de muestreo, así como la longitud del mismo era variable. Dichos porcentajes obtenidos en cada sitio fueron ordenados en un cuadro para su interpretación.

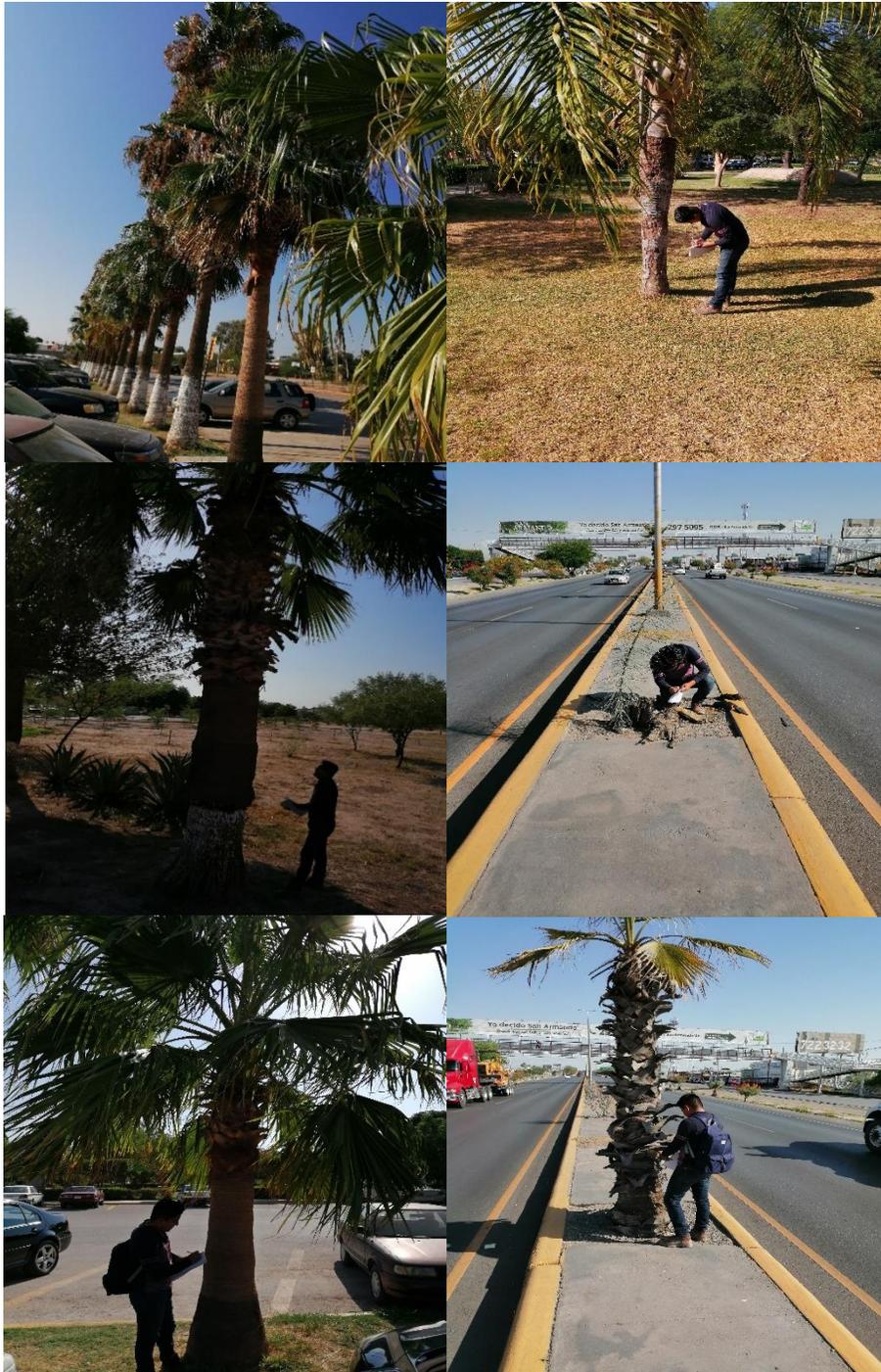


Figura 14. Muestreo de palmas

IV. RESULTADOS

De acuerdo a las condiciones en que se realizó el presente trabajo de investigación, se obtuvieron los siguientes resultados (Cuadro 5).

Cuadro 5. Porcentaje de palmas en diferentes estados de desarrollo de la enfermedad (ALP) en el área urbana de Torreón, Coahuila. 2019.

Sitios	Grado 1	Grado 2	Grado 3	Grado 4	Grado 5
Av. Juárez	13.37	7.56	5.23	1.74	72.09
Diagonal Reforma	52.17	9.32	6.83	5.59	26.08
Paseo de la rosita	85.80	6.17	1.85	2.47	3.70
Diagonal las fuentes	69.23	11.54	9.61	1.92	7.69
Av. Colón	39.68	14.28	7.14	4.76	34.12
Boulevard Revolución	26.35	2.72	1.90	1.90	67.12
Boulevard Torreón-Matamoros	62.75	5.09	11.98	2.66	17.51
Periférico Raúl López Sánchez	25.00	14.55	20.52	2.61	37.31
Boulevard Constitución	70.72	10.49	11.60	3.32	3.86
Boulevard independencia	29.56	27.83	21.74	10.43	10.43

Grado 1= Planta sana o asintomática

Grado 2= Caída de frutos e inflorescencia necrótica

Grado 3= Amarillamiento de hojas inferiores y superiores

Grado 4= Hoja bandera muerta

Grado 5= Tronco sin follaje

En el cuadro 5, se presentan los porcentajes de palmas sanas y enfermas en diferentes estados de desarrollo del ALP, por sitio de muestreo. En dicho cuadro se puede observar que la enfermedad se encuentra ampliamente distribuida en el área urbana de Torreón, Coahuila (Figura 15).



Figura 15. ALP en diferentes estados de desarrollo

Los sitios donde existe mayor mortalidad de palmas es la Av. Juárez con 72.09 %, seguida por Boulevard Revolución con 67.12 %. En dichos sitios predomina la presencia de palma datilera *Phoenix dactylifera* L., seguida por palma canaria *Phoenix canariensis* Hort. ex Chabaud.

Los sitios donde se presentó mayor porcentaje de palmas sanas, correspondió a: Paseo de la Rosita con 85%, Boulevard Constitución con 70.72%, y Diagonal las fuentes con 69.23; en dichos sitios predomina la palma abanico *Washingtonia robusta* H.Wendl.

La dispersión de la enfermedad se dio de manera radial, ya que se encontraron palmas muertas adyacentes dentro de la misma circunferencia. Sin embargo, la dispersión a saltos estuvo presente, ya que se considera como foco de infección original la Col. Torreón Jardín, donde inició el problema del ALP en 2016 y de ahí se dispersó dicha enfermedad a otras áreas de Torreón, Coahuila.

La palma coco plumoso *Cocos nucifera* L., es una especie de palma que está en la región, sin embargo, no predomina en la vía pública, pero se ve muy afectada por la enfermedad.

V. DISCUSIÓN

Desde su aparición en 2016, el ALP se ha ido dispersando a diversos sitios del área urbana de Torreón, Coahuila encontrándose dicha enfermedad en diversos estados de desarrollo y afectando a diversas especies de palmas, consignando lo mencionado por SAGARPA (2016), que la enfermedad se encuentra distribuida actualmente en zonas costeras de México. Sin embargo, el ALP ya está presente en otras áreas del país que son no tropicales.

De acuerdo a los muestreos realizados, se encontraron palmas sanas o asintomáticas, palmas con inflorescencias necróticas, palmas que abortaban los frutos, palmas con hojas inferiores y superiores amarillentas, hoja lanza o bandera de algunas palmas marchita o seca, palmas defoliadas. Dicha sintomatología del ALP, concuerda con lo reportado por Almeyda (1997), Carias (2006), SENASICA (2016).

Se encontró que La palma datilera *P. dactylifera* L. y la palma canaria *P. canariensis* Hort. ex Chabaud, son más susceptibles al ALP, corroborando lo indicado por SENASICA (2016). Sin embargo, se difiere con SENASICA (2016) en la especie *W. robusta* H.Wendl, ya que se indica que es susceptible al ALP y a la fecha *W. robusta*, en La Comarca Lagunera se ha comportado más tolerante al ALP.

La dispersión del ALP fue de tipo radial, tal como lo indica Carias (2006), donde hace referencia que este tipo de dispersión se presenta cuando las palmas que crecen alrededor de una palma enferma presentan los síntomas típicos de la enfermedad. También se presentó la dispersión a saltos, consignando lo reportado por Domínguez *et al.* (1999), quien menciona que dicha dispersión, ocurre cuando a partir de un foco de infección original aparecen otros focos, pudiéndose encontrar éstos a distancias de 100 m hasta 50 o 100 km del foco original.

IV. CONCLUSIONES

De acuerdo a las condiciones en que se realizó el trabajo, se concluye lo siguiente:

- Se acepta la hipótesis planteada, ya que el ALP se encuentra ampliamente distribuido en el área urbana de Torreón, Coahuila afectando a diferentes especies de palmas, presentando dispersión radial y a saltos
- La mayor mortalidad de palmas se representó en sitios ocupados por palma datilera, *P. dactylifera* L., seguida de palma canaria *P. canariensis* Hort. ex Chabaud y palma coco plumoso *C. nucifera* L. Los sitios con mayor mortalidad de palmas fueron: Av. Juárez con un 72.09 % y Boulevard Revolución con 67.12 %.
- Los mayores porcentajes de palmas sanas corresponde a sitios donde predomina la palma abanico *W. robusta* H.Wendl, por tanto dicha especie presenta mayor tolerancia al ALP con respecto a la palma datilera *P. dactylifera* L., palma canaria *P. canariensis* Hort. ex Chabaud y palma coco plumoso *C. nucifera* L.
- Las palmas con síntomas de ALP son más susceptibles al ataque de otros organismos, tales como insectos y hongos.
- Se recomienda continuar con este tipo de estudios en municipios colindantes a Torreón, Coahuila.

VII. BIBLIOGRAFÍA

- Araus, L. 1998. Fitopatología: un enfoque agroecológico. Primera edición. Editorial de la Universidad de Costa Rica. San José C. R. 102 p.
- Almeyda, L., I. H. 1997. Detección molecular de fitoplasmas y su uso en el diagnóstico del amarillamiento letal del cocotero. Tesis. Doctorado. Universidad Autónoma de Nuevo León. San Nicolás de los Garza, Nuevo León, México. 85 P.
- Baraona, M., Sancho. B. E. 1992. Fruticultura especial. Primera Edición. Editorial Universidad Estatal a Distancia San José, Costa Rica. Pp 31. Bello K y Fernández P. 2016. Estamos rompiendo la cadena alimenticia. [En línea]. <http://luisguillermodigital.com/estamos-rompiendo-la-cadena/>. [Fecha de consulta: 09/05/2019].
- Bustillo, P. A. E y Mauricio A., C. 2016. Las mejores prácticas para detener el avance de la marchitez (ML) en plantaciones de palma en Colombia. Revista de palmas Bogotá (Colombia). 37 (4), 75-90.
- Cariás, S. N. 2006. Enfermedad del amarillamiento letal del cocotero (*Cocos nucifera* L.) Agente etiológico y principales variables epidemiológicas en la costa atlántica de Guatemala. Tesis. Licenciatura. Universidad de San Carlos. Guatemala, Guatemala. 53 P.
- Camarena, G., Dela Torre, R. 2008. Fitoplasmas: síntomas y características moleculares. Revista Chapingo serie ciencias forestales y del ambiente. 14(2):81-87.
- Chinchilla, M., C. 2017. El amarillamiento letal del cocotero. [En línea]. <http://apep-cr.tripod.com/Public/yellowing.htm>. [Fecha de consulta: 09/05/2019].

- Domínguez, C. E., López, R. A., Castillo, G. R., Ruiz, 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.
- Enciclopedia de los municipios y Delegaciones de México (EMDM). 2016. Torreón. [En línea]. <http://www.inafed.gob.mx/work/enciclopedia/EMM05coahuila/municipios/05035a.html>. [Fecha de consulta: 08/05/2019].
- Franqui, R. R. 2017. Cixiidae de las palmas *Haplaxius Crudus* (Van Duzee). [En línea] <http://atlas.eea.uprm.edu/sites/default/files/Cixiido%20palmas-haplaxius%20Crudus.pdf>. [Fecha de consulta: 19/08/2019].
- García, A. F. 2002. Detección del amarillamiento letal del cocotero en híbridos resistentes en la plantación (Atlántida, Honduras), comparando sistemas de detección del fitoplasma en dos tipos de tejido y con tres primers para PCR. Tesis. Escuela Agrícola Panamericana. Licenciatura. Zamorano, Honduras. 84P.
- Harrison, N. A. 2017. *Crudus Haplaxius* (Cixiidae o saltón palmera Americana). [En línea] <http://www.cabi.org/isc/datasheet/35465>. [Fecha de consulta: 15/07/2019].
- Howard, W., F., Gallo S. 2015. El Cixiido americano de las palmas, *Myndus crudus* Van Duzee (Insecta: Hemiptera: *Auchenorrhyncha*: Fulgoroidea: Cixiidae) [En línea] <http://edis.ifas.ufl.edu/in707>. [Fecha de consulta: 09/05/2019].
- Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícola y Pecuarias. (INIFAP). 2010. Paquete tecnológico para el cultivo de cocotero (*Cocus nucifera*) en el Estado de Nayarit. [En línea]. <http://www.cofupro.org.mx/cofupro/images/contenidoweb/indice/publicacionesnayarit/PUBLICACIONES%20DEL%20INIFAP/PUBLICACIONES%20EN%20PDF/FOLLETOS%20TECNICOS/folleto%20tecnico%2016%20PAQ>

- UETE%20TECNOLOGICO%20PARA%20EL%20CULTIVO%20DE%20CO. pdf. [Fecha de consulta: 03/06/2019].
- Instituto nacional de estadística y geografía (INEGI). 2017. Dato de México. [En línea].<http://www.beta.inegi.org.mx/app/mapa/espacioydatos/default.aspx?ag=05035>. (Fecha de consulta: 10/10/2019).
- Jones, P., Cronjé, C. P., Warokka, J. S. 2002. Investigations into coconut diseases of uncertain aetiology. *Phytopathology* 89:37.
- Lee, I. M., Davis, R. E., Gundersen, R. 2000. Phytoplasma: phyto-pathogenic mollicutes. *Annu Rev Microbiol* 54: 221-255.
- Mangandi, J. 2005. Evaluación de la situación actual de las variedades resistentes a la enfermedad del Amarillamiento Letal del cocotero (ALC) en Atlántida y colon, honduras. [En línea]. http://www.academia.edu/1368581/Evaluaci%C3%B3n_de_la_situaci%C3%B3n_actual_de_las_variedades_resistentes_a_la_enfermedad_del_Amarillamiento_Letal_del_Cocotero_ALC_en_Atl%C3%A1ntida_y_Col%C3%B3n_Honduras. [Fecha de consulta: 08/05/2019].
- McCoy, R.E., Howard, F. W., Tsai, M., Donselman, H.M., Thomas, D.L., Basham, H.G. 1983. Lethal yellowing of palms. *Univ Florida Agric Exp Sta Tech Bull*. 834.
- Medardo L. 2017. Guía técnica del cultivo de coco [en línea]. <http://repiica.iica.int/docs/B0221e/B0221e.pdf>. [Fecha de consulta: 11/06/2019].
- Moreira V., I. R. Luna C., A y Orozco A., R. 2014. Plan Director de Desarrollo Urbano del Municipio de Torreón, Coahuila. Artículo de segunda clase del 7 Diciembre de 1921. 121(13): 6 – 9.
- Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria (OIRSA). 2010. Plan de contingencia ante un brote de amarillamiento letal del cocotero (ALC) en

- un país región de la región OIRSA. [En línea]. https://www.researchgate.net/profile/Plutarco_Echegoyen/publication/274567269_Plan_de_contingencia_ante_un_brote_de_amarillamiento_letal_del_cocotero_ALC_en_un_pais_de_la_region_del_OIRSA/links/5522d4900cf2f9c130544895/Plan-de-contingencia-ante-un-brote-de-amarillamiento-letal-del-cocotero-ALC-en-un-pais-de-la-region-del-OIRSA.pdf. [Fecha de consulta: 10/06/2019].
- Palma C., P. J. 2016. Evaluación de la incidencia del amarillamiento letal del cocotero en Yucatán. Tesis. Maestría. Centro de investigación Científica de Yucatán, A. C. Mérida Yucatán, México. 123 p.
- Pérez, O., Cecilio, C., Fátima, M., Escamillas, J, A., Mora, G. 2004. Patrón espacio-temporal del amarillamiento letal de en cocotero (*Cocus nucifera*), en Yucatán, México. Revista Mexicana de Fitopatología. Sociedad Mexicana de Fitopatología, A. C. Ciudad Obregón, México, D.F. pp2.
- Pérez, H. O., Góngora, C. C. C., Medina, L. M. F., Oropeza S. C., Escamilla B. J. A., y Mora, A. G. 2013. Patrón espacio- temporal del amarillamiento letal en cocotero (*Cocos nucifera* L.) en Yucatán, México. Revista Mexicana de Fitopatología. 22, (2), 231-238.
- Rairán C. N. Beltrán G., J. A y Arango U. M. 2014. Tecnologías para el manejo de la marchitez letal de la palma de aceite validadas en la zona oriental de Colombia. Artículo de investigación e innovación científica y tecnológica. 36 (1), 55-62.
- Sermeño, J. S., Rivas, A. W., Menjivar, R. A. 2005. Guía técnica de las principales plagas artrópodos y enfermedades de los frutales. Primera edición. Santa Tecla, El Salvador. pp 34 - 52.
- Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (SENASICA). 2013. Problemas fitosanitarios del cocotero en México. [En línea].

- file:///C:/Users/Larry/Downloads/Prob_fitos_cocotero_Colima.pdf. [Fecha de consulta: 10/05/2019].
- Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (SENASICA). 2016. Biología del Amarillamiento Letal del Cocotero. [En línea]. <http://www.cesaveson.com/files/docs/campanas/vigilancia/fichas%20y%20guias/amarillamientoCOCOTERO.pdf>. [Fecha de consulta: 16/08/2019].
- Sierra M., J., L. Bustillo P., A., E. Rosero E., A., G. Julián G., H y Martínez P., A., J. 2014. Plantas hospederas del vector de la marchites letal, *Haplaxius crudus*, en plantaciones de palma de aceite. [En línea]. file:///C:/Users/Larry/Downloads/11010-11560-1-SM%20(3).pdf. [Fecha de consulta 09/05/2019].
- Sitio Oficial del Ayuntamiento de Torreón, Coahuila México (SOATCM). 2016. Ubicación Geográfica de Torreón. [En línea]. http://www.elclima.com.mx/ubicacion_geografica_de_torreon.htm. [Fecha de consulta: 08/05/2019].
- Universidad de Florida (UF). 2013. American palm Cixiid. [En línea]. <http://idtools.org/id/palmas/sap/factseet.php?name=American+palm+cixiid>. [Fecha de consulta: 08/08/2019].
- Villalobos, C. J. 2001. Amarillamiento letal del cocotero. [En línea]. <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/AV-0624.pdf>. [Fecha de consulta: 10/07/2019].