

Amarillamiento Letal del Cocotero (ALC) en el sureste de México

Dr. Eder Ramos Hernández
Campo Experimental Huimanguillo

PROYECTO ESTRATÉGICO PARA FORTALECIMIENTO PRODUCTIVO BILATERAL
MÉXICO - BELICE

18 de octubre de 2022, Huimanguillo, Tabasco



AGRICULTURA
SECRETARÍA DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL

inifap

Instituto Nacional de Investigaciones
Forestales, Agrícolas y Pecuarias



2022 *Ricardo Flores*
Año de Magón

PRECURSOR DE LA REVOLUCIÓN MEXICANA

Colaboraciones

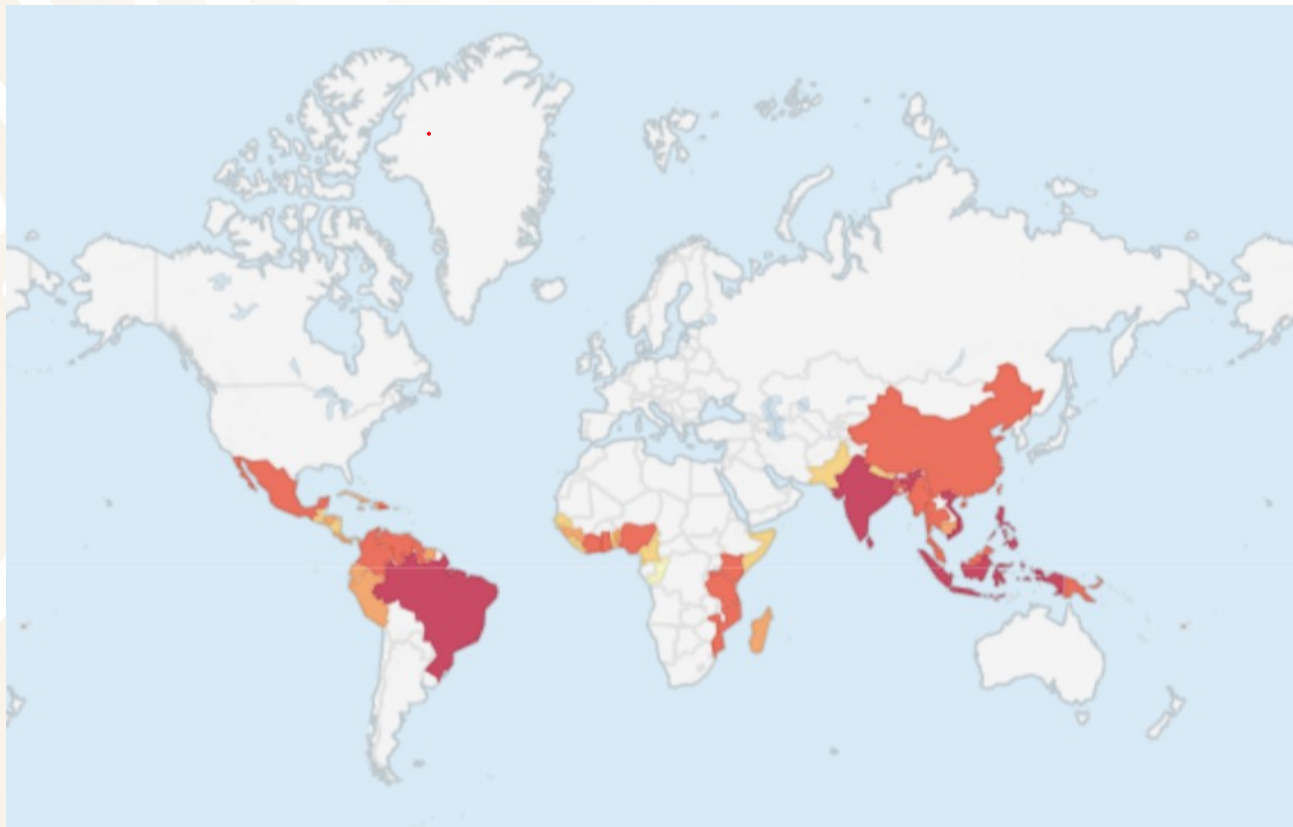


Dr. Carlos Oropeza S.
miembro del Sistema Nacional de Inve



2022 Ricardo Flores
Año de Magón
PRECURSOR DE LA REVOLUCIÓN MEXICANA

Producción mundial del cocotero



2020



Producción mundial del cocotero

	País	Producción (ton)	
1	Indonesia	16,824,848	27.160%
2	India	14,695,000	23.730%
3	Filipinas	14,490,923	23.400%
4	Brasil	2,458,839	3.970%
8	México	895,291	1.450%
13	Republica Dominicana	429,546	0.690%
23	Colombia	153,832	0.250%
32	El Salvador	76,501	0.120%
45	Panamá	15,765	0.030%
47	Costa Rica	15,000	0.020%
48	Honduras	13,898	0.020%
53	Guatemala	11,763	0.020%
63	Nicaragua	5,259	0.010%
78	Belice	1,827	0.000%
86	Singapur	122	0.000%

72.4%

2.6%

61 938, 690 ton



La industria del coco: Factores que obstaculizan la sostenibilidad y la rentabilidad (Folae 2005).

Falta de materiales certificados

Falta de capital

Cambio climático

Plagas y enfermedades

El **amarillamiento letal (AL)**, es una enfermedad destructiva del coco y representa una gran amenaza para la industria del coco donde quiera que ocurra



Identidad



Nombre científico

- ✓ “*Candidatus phytoplasma palmae*”

Otros nombres

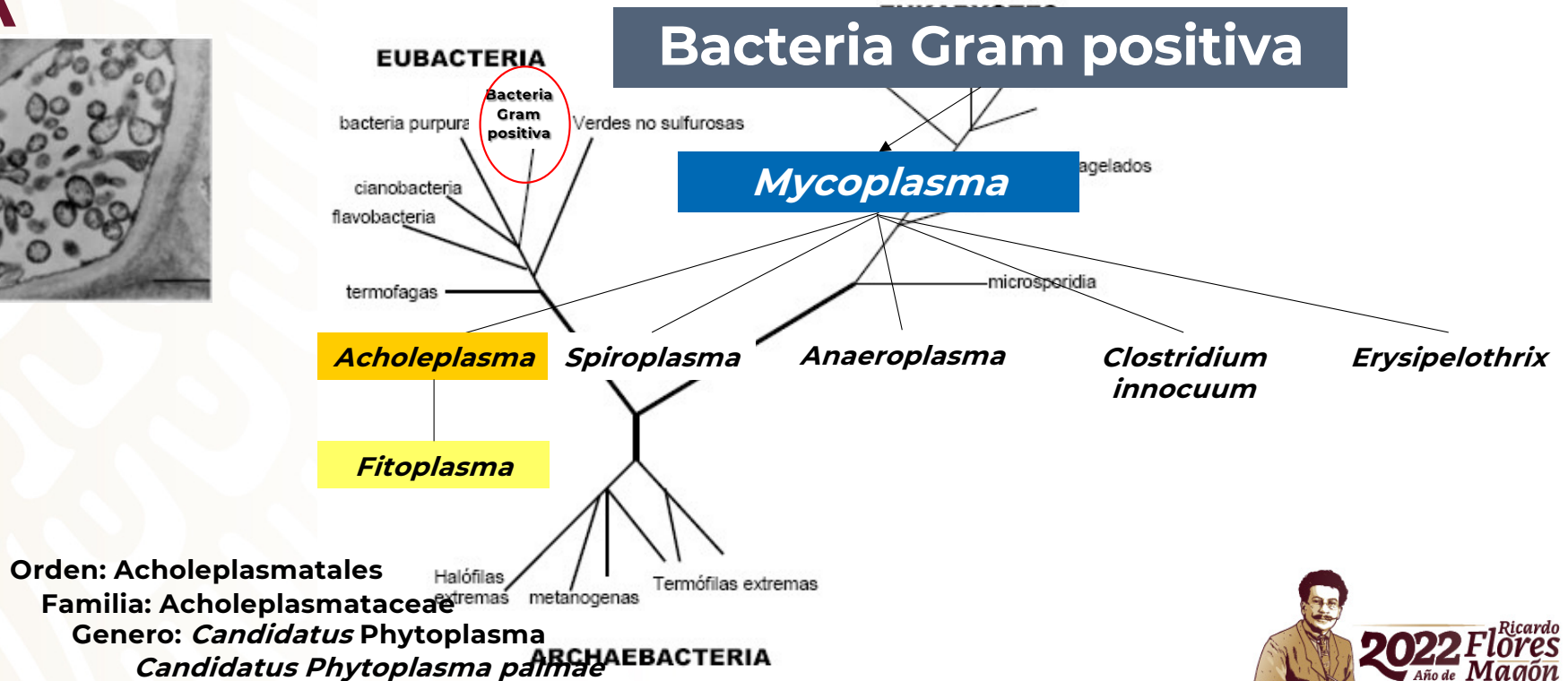
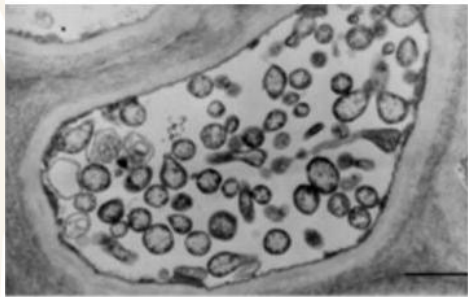
- ✓ 16SrIV-A phytoplasma
- ✓ “*Candidatus phytoplasma palmae*”-related strains
- ✓ Coconut lethal yellowing phytoplasms

Nombre Común

- ✓ Lethal Yellowing (LY)

Taxonomía

Análisis filogenético del gen 16S rRNA



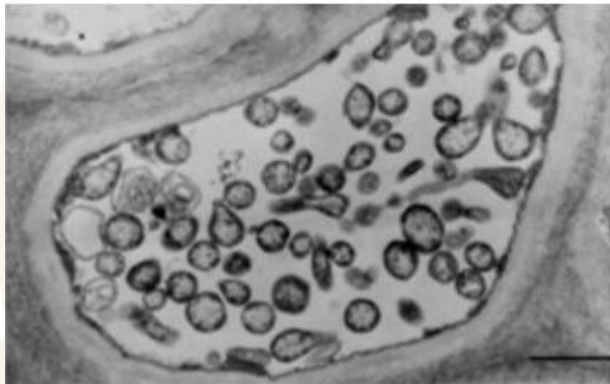
(Harrison y Elliot 2009)



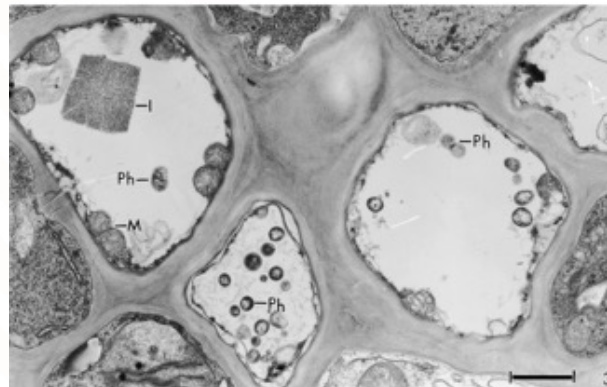
¿Cómo son?



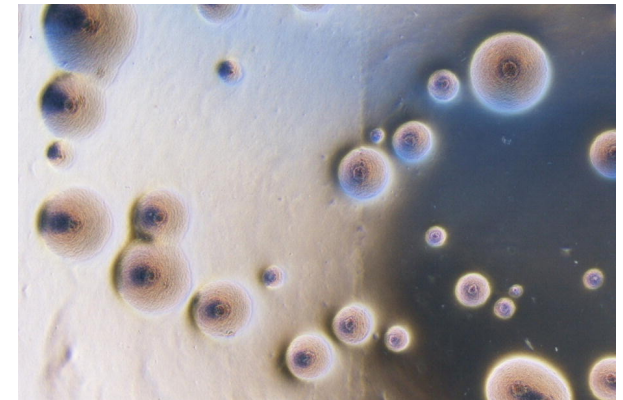
Organismos
autoreplicativos
(fisión binaria)



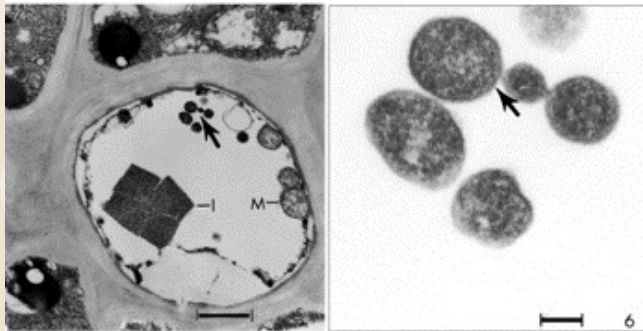
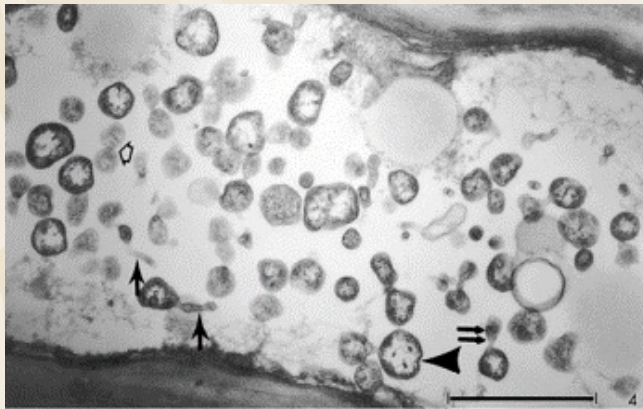
Rodeados
únicamente por una
membrana
plasmática trilaminar



Pleomórficos,
rodeados de
filamentos



¿Cómo son?



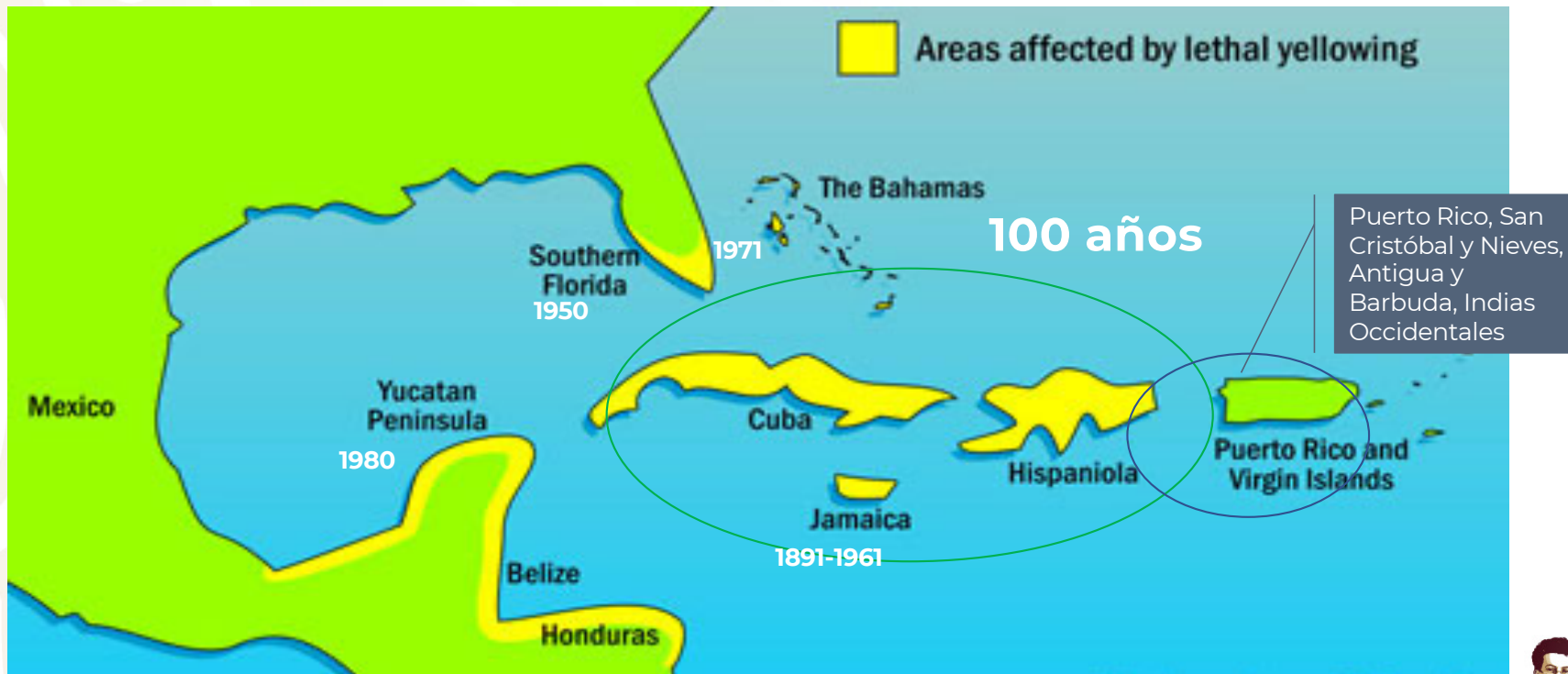
- No pueden ser cultivados *in vitro*, es imposible demostrar su papel etiológico basado en los postulados de Koch
- Microscopio electrónico de barrido, se puede confirmar su presencia en elementos cribosos de inflorescencias jóvenes de cocotero.
- Distribución irregular en la palma.
- Su concentración o título en la palma es muy bajo.

inifap

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias



Distribución del ALC



Distribución del ALC en México



¿El AL afecta otras especies de Palmas?

Adonidia merrillii

Aiphanes lindeniana

Allagoptera arenaria

Arenga engleri

Borassus flabellifer

Caryota mitis

Caryota rumphiana

Chelyocarpus chuco

Cocos nucifera

Corypha utan

Cryosophila warsecewiczii

Cyphophoenix nucele

Dictyosperma álbum

Dypsis cabadae

Dypsis decaryi

Gaussia attenuata

Howea belmoreana

Howea forsteriana

Hyophorbe verschaffeltii

Latania lontaroides

Livistona chinensis

Livistona rotundifolia

Nannorrhops ritchiana

Phoenix canariensis

Phoenix dactylifera

Phoenix reclinata

Phoenix rupicola

Phoenix sylvestris

Pritchardia affinis

Pritchardia pacifica

Pritchardia remota

Pritchardia thurstonii

Ravenea hildebrandtii

Syagrus schizophylla

Trachycarpus fortunei

Veitchia arecina

Grupo 16SrIV- Subgrupos

Subgrupos de fitoplasma	Nombre común de la enfermedad
16SrIV-A “<i>Candidatus Phytoplasma palmae</i>”	Palm lethal yellowing, Coconut lethal yellowing (ALC ó LY en inglés).
16SrIV-B	Yucatan coconut lethal decline (YLD), Coyol palm decline.
16SrIV-C “<i>Candidatus Phytoplasma cocostanzanie</i>”	Coconut lethal disease.
16SrIV-D	Carludovica palmata yellows, Sabal mexicana & Pseudophoenix sargentii decline; Texas Phoenix decline, Texas Phoenix palm decline, date palm lethal decline.
16SrIV-E	Coconut lethal decline.
16SrIV-F	Washingtonia robusta decline.

Grupo	Subgrupo	Nombre cepa/Nombre (s)	País
16SrIV	A	'Candidatus Phytoplasma palmae'/ Coconut Lethal Yellowing (LY)	Cuba; USA (Florida), Jamaica; México, Antigua, West India, Bahamas, Belize, Cayman Islands, Guatemala, Haiti, Honduras, St. Kitts & Nevis and
16SrIV	B	Ca. Phyoplasma cocostanzaniae Yucatan coconut lethal decline (LDY) Tanzanian coconut lethal decline Coconut lethal disease , Mozambique	México (Costa pacífico y Tabasco); Honduras; Tanzania; Mozambique
16SrIV	C	Ca. Phytoplasma cocosnigeriae Kerala Wilt disease of coconut palm (KWD) Lethal Decline Tanzania (LDT) Coconut Lethal disease (CLD)	Kerala, India; Nigeria Tanzania, Kenia Mozambique Togo Camerún
16SrIV	D	Carludovica palmata yellows, Sabal mexicana & Pseudophoenix sargentii decline; Texas Phoenix decline, Texas Phoenix palm decline, date palm lethal decline	Florida, USA; Pacífico, Golfo de México, Peninsular de Yucatán, Torreon México
16SrIV	E	CLY	República Dominicana
16SrIV		Bogia coconut syndrome (BCS)	Papua Nueva Guinea (Villas del Distrito de Bogia: Tobenam, Pupun y Dugumor)

Grupo	Subgrupo	Nombre cepa/Nombre (s)	País
16SrXI	B	'Ca. Phytoplasma oryzae' y Mexican periwinkle virescence phytoplasma (16SrXIII) Kalimantan wilt disease of coconut Weligama coconut leaf wilt diseades phytoplasma (WCLWD) Root (Wilt) Disease of Coconut (RDW)	Indonesia; Sri Lanka y India: Kasaagod; Kayamkulam
16SrXIV		Ca. Phytoplasma cynodontis Coconut yellow decline (CYD)	Malasia
16SrXXII	A	Ca. Phytoplasma palmicola Declinación letal Nigeria (LDN) Awka Wilt disease LY in Mozambique (LYDM)	Mozambique Nigeria Mozambique
16SrXXII	B	Ca. Phytoplasma palmicola Amarillamiento letal de Costa de Marfil (CILY), Cape St. Paul Wilt (CSPW[LDG]) CSPW Costa de Marfil CSPWB phytoplasma	Ghana Costa de Marfil
16SrXXXII	B	Ca. Phytoplasma malaysianum'	Malasia

Síntomas del AL



a. Caída prematura de frutos de todos tamaños

b. Necrosamiento de inflorescencias abiertas



c. Sin abrir

inifap

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias

Síntomas del AL

inifap

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias

d. Amarillamiento de hojas bajas
bajeras



g. Poste telefónico

e. Amarillamiento de hojas intermedia
f. Muerte de la palma



Otros hospederos de fitoplasma del

AL Jamaica



Synedrella nodiflora



Emilia fosbergii,

Macroptilium lathyroides

Stachytarpheta jamaicensis

Senna (Cassia) ligustrina

Pothomorpha umbellata,

Pseudelephantopus spicatus

Sida acuta

Vernonia cinerea

Tabasco



A) *Digitaria abyssinica*, B) *Digitaria insularis*, C) ***Eustachys petraea*** y D) *Portulaca pilosa*



Síntomas del AL

inirap

Instituto Nacional de Investigaciones
Forestales, Agrícolas y Pecuarias



Impacto de AL

inifap

Instituto Nacional de Investigaciones
Forestales, Agrícolas y Pecuarias

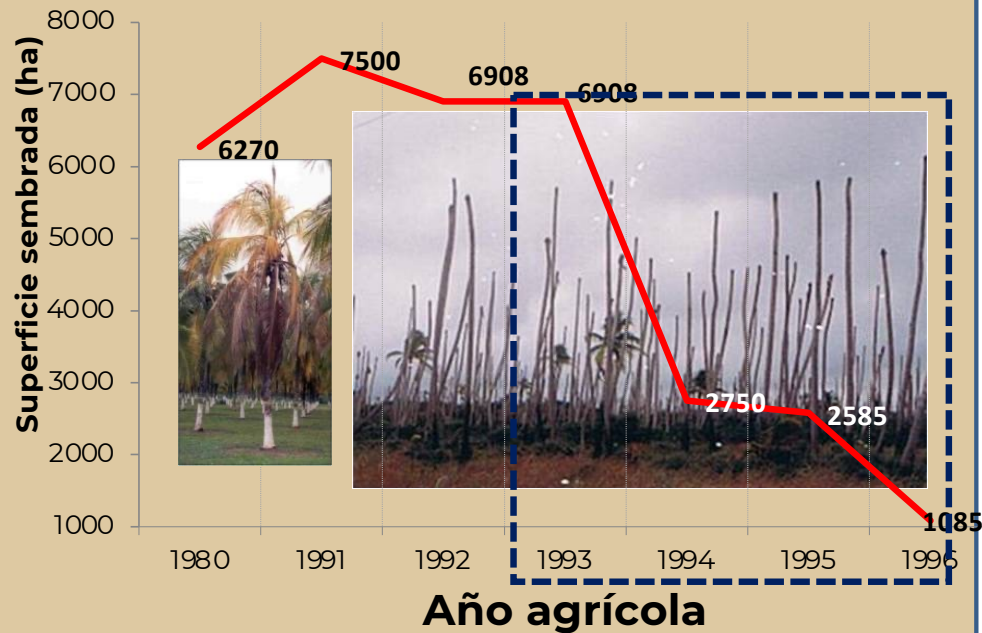


- **85.54 % de cocoteros en Jamaica entre 1963-1983 (Jones 2002).**
- **38 % de cocotero en Tanzania.**
- **Varios millones de cocoteros en Ghana.**
- **Desde la aparición en Cozumel, México en 1977. Quintana Roo, Yucatán y Campeche mueren 850 000 arboles corresponden a 8 500 has. (Sanidad Vegetal, 1993)**



Impacto de AL

Carmén y Champotón, Campeche

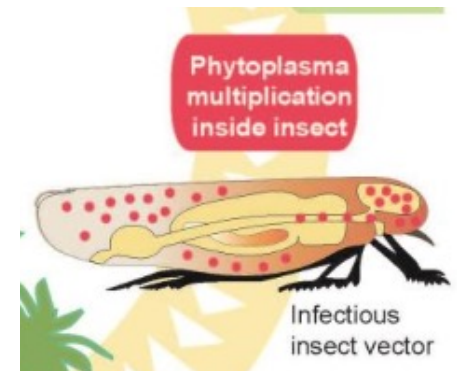
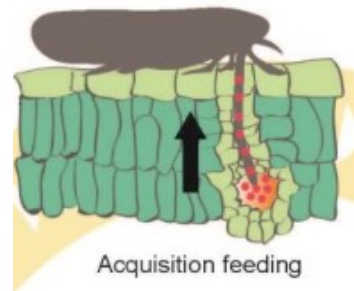


El material genético de la palma de coco cultivado correspondía al coco Alto del Caribe, Alto del Atlántico o “indio”.

Su susceptibilidad alta al amarillamiento Letal, fueron arrasadas en un periodo corto de años –de **1991 a 2000**.

¿Dónde habitan?

Se encuentran en los **tubos cribosos del floema** En **insectos**, se encuentran en los **intestinos, glándulas salivales** y otros órganos



Transmisión

AL:

Es una enfermedad causada por un fitoplasma que ataca muchas especies de palmas

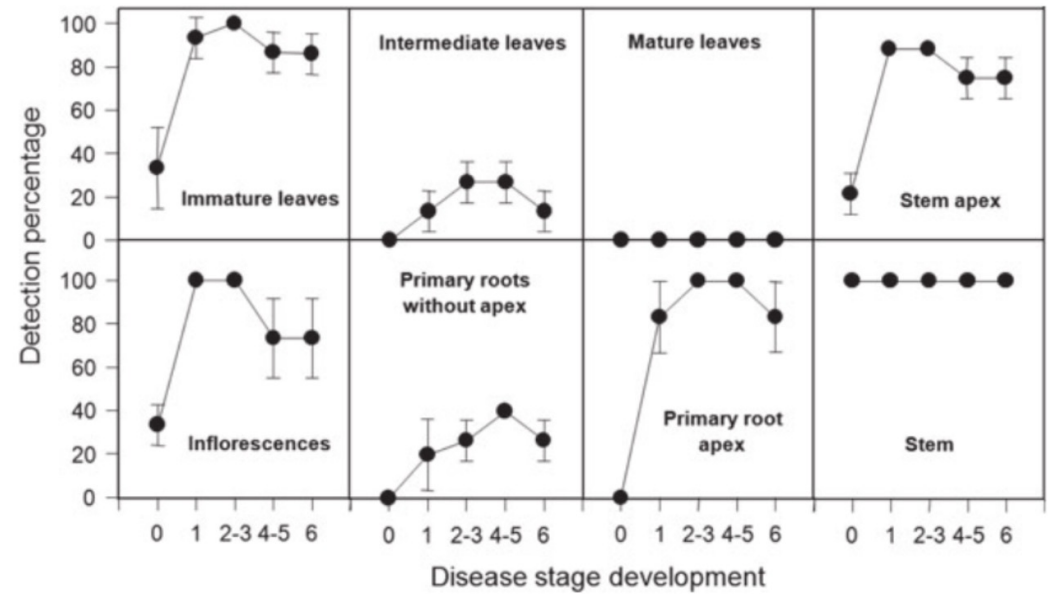
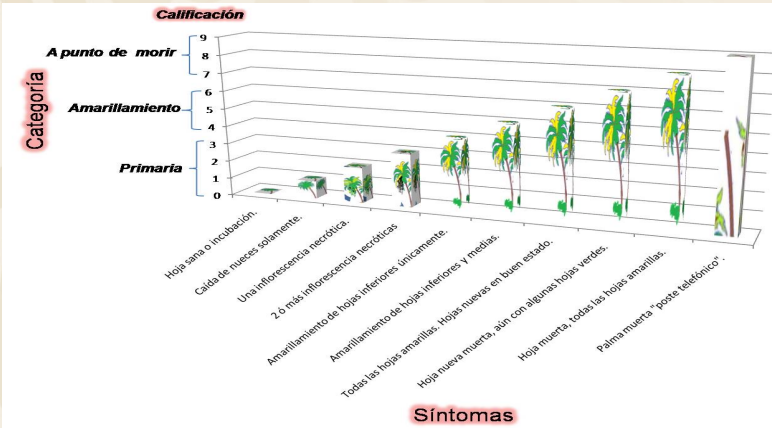


**Fitoplasmas, su
Agente causal**



***Haplaxius crudus*,
su vector**

Donde podemos encontrar el fitoplasma?



Donde podemos encontrar el fitoplasma?



Cape St. Paul wilt disease (CSPWD)

4/19 embriones de West African Tall (WAT)

In situ PCR detection of phytoplasma DNA in 13/72 embryos from fruits of four diseased Atlantic tall coconut



Phoenix canariensis

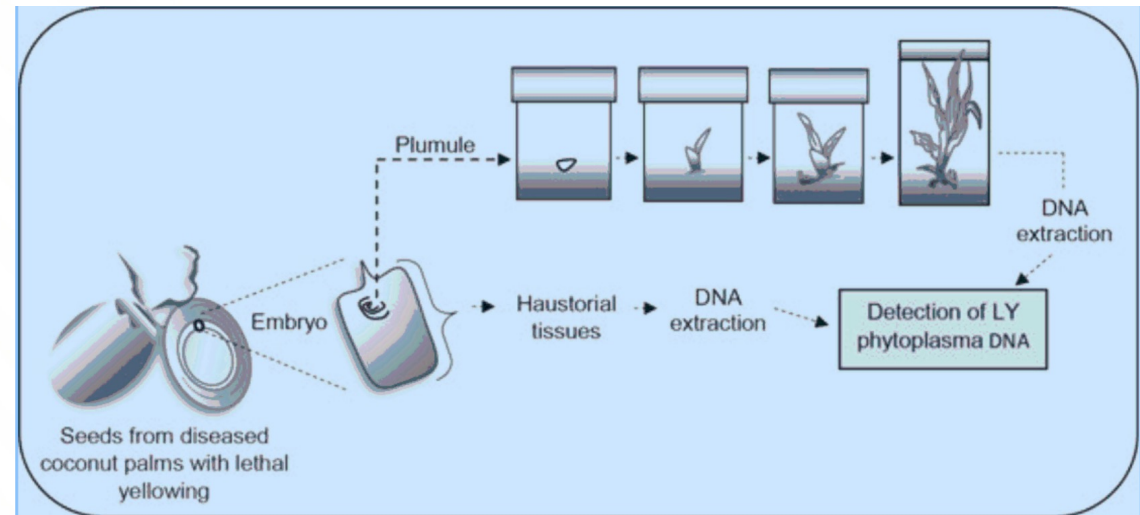
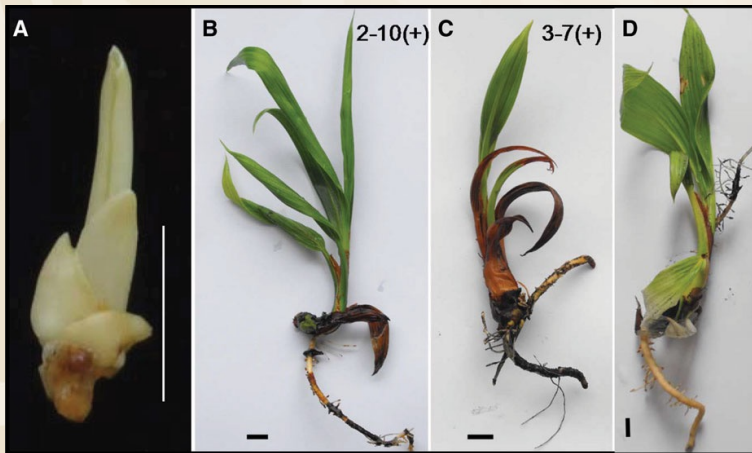


Adonidia merrillii

+ Semillas

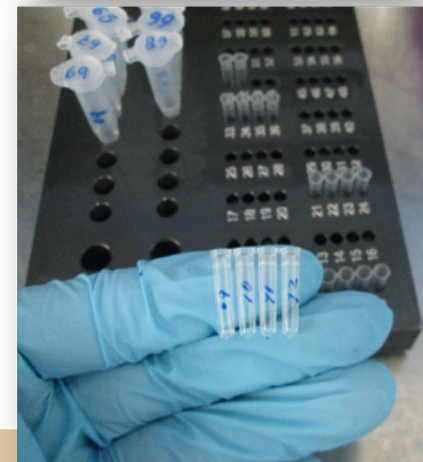
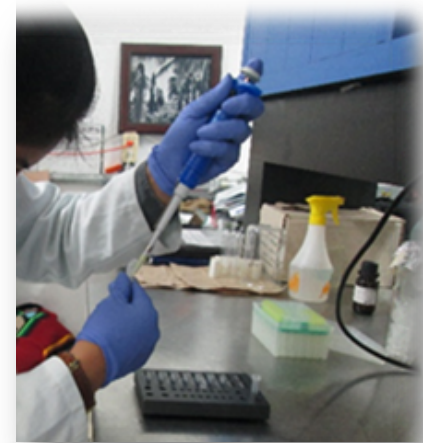
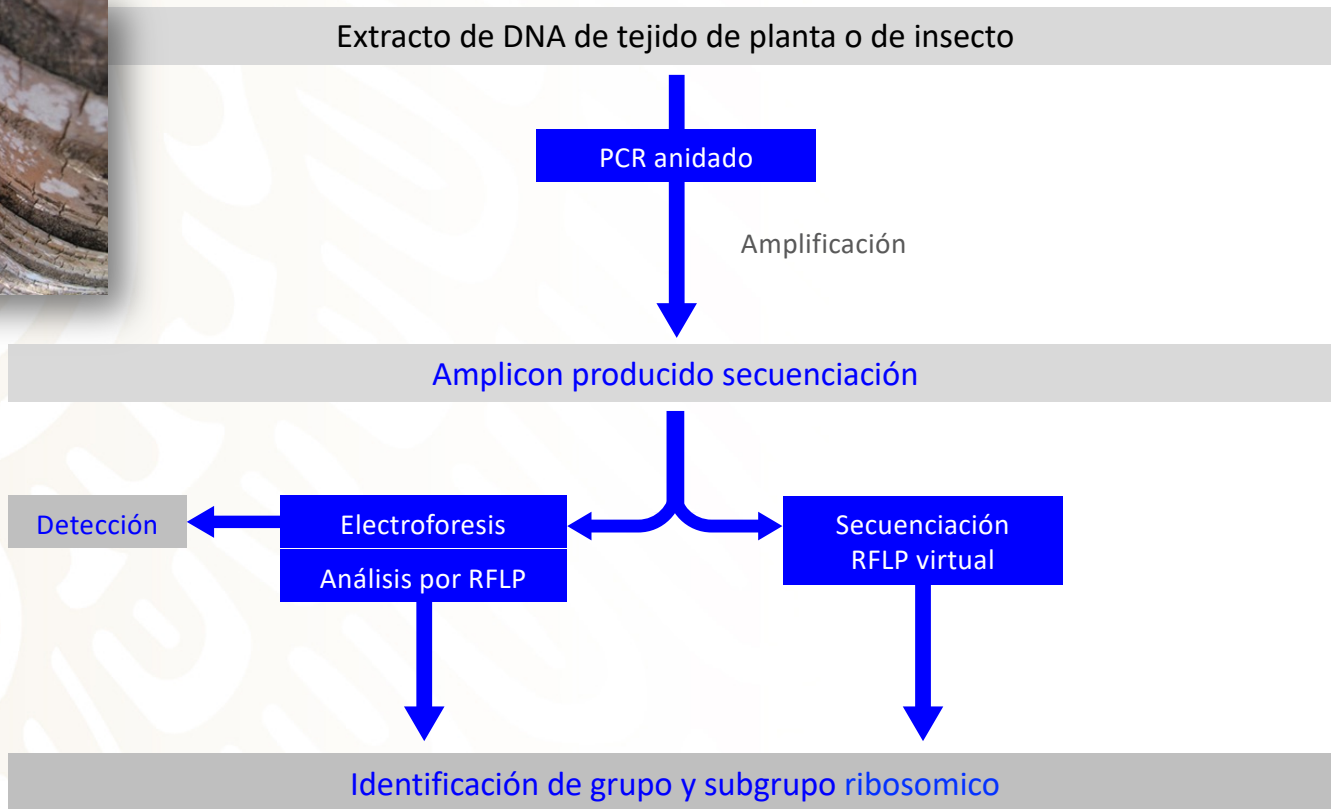


Será posible encontrar el AL en plántulas que provienen de frutos infectados?



Detección de fitoplasmas del AL en embriones cigótico y cultivo in vitro de plántulas de cocotero positivos

Metodología para la detección e identificación de fitoplasmas del ALC y enfermedades similares



Diagnóstico del agente causal del AL

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias



Muestreo de palmas

- *Colecta de tallo (Oropeza et al., 2010)*
- *Extracción de ADN - CTAB*
- *PCR nested (Harrison et al., 2002).*

P1/P7- LY16Sf/ LY16Sr

R16f2n/R16R2

LY16Sf/ LY16-23Sr

- *Electroforesis en geles de agarosa al 1 %*



Cocos nucifera L.

Contaldo N., Bertaccini A. (2019)

Análisis molecular

Purificación y secuenciación

Producto de PCR-LY16SF/R16R2



Unidad de Síntesis y Secuenciación de ADN del Instituto de Biotecnología, UNAM



Análisis de secuencias

Bioedit 7.2.5 → Ensamble

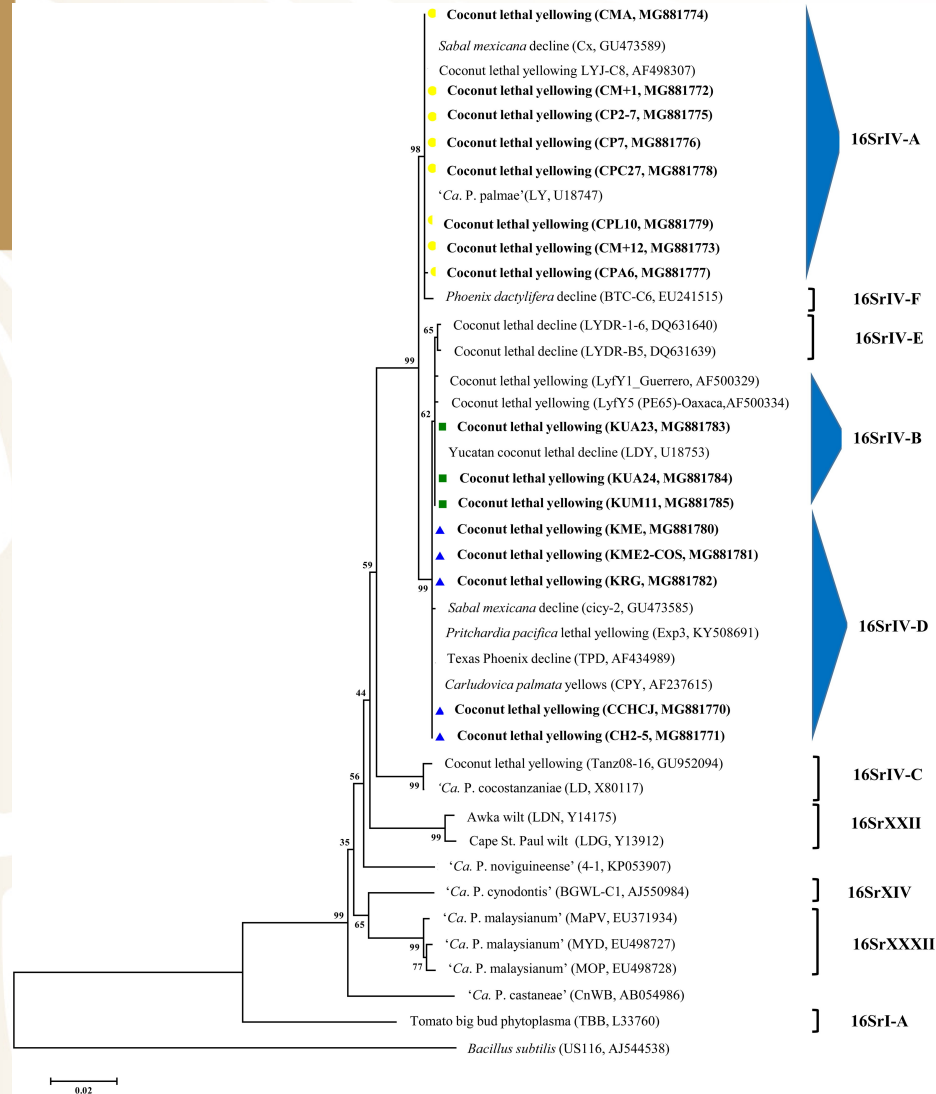
ClustalX 2.1 → Alineación

Molecular Evolutionary Genetics Analysis (MEGA) 11

NCBI

→ Árbol filogenético





Plant Disease • 2020 • 104:2606-2612 • <https://doi.org/10.1094/PDIS-09-18-1488-RE>

Detection and Identification of Phytoplasmas in the 16SrIV-A, -B, and -D Subgroups in Palms in Tabasco, Mexico

Eder Ramos Hernández,¹ Julia M. Lesher Gordillo,² Carlos Oropeza Salín,³ Carlos F. Ortiz García,^{4†} Miguel A. Magaña Alejandro,² Saúl Sánchez Soto,⁴ and Yesenia García Estrada⁴

¹ Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Campo Experimental Huimanguillo, 86400, Huimanguillo, Tabasco, México

² Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, División Académica de Ciencias Biológicas, 86150, Villahermosa, Tabasco, México

³ Centro de Investigación Científica de Yucatán A.C., 97205, Chuburná de Hidalgo, Mérida, Yucatán, México

⁴ Colegio de Postgraduados, 86500, Cárdenas, Tabasco, México



En Tabasco, que hemos encontrado

**Cocotero
16SrIV-A**



Adonidia merrillii

16SrIV-D



Septiembre-2014



Adonidia merrillii

16SrIV-B



Septiembre-2014

Attalea butyracea

16SrIV-D



Carludovica palmata,
(*Cyclanthaceae*)

16SrIV-D

PREVIOUS

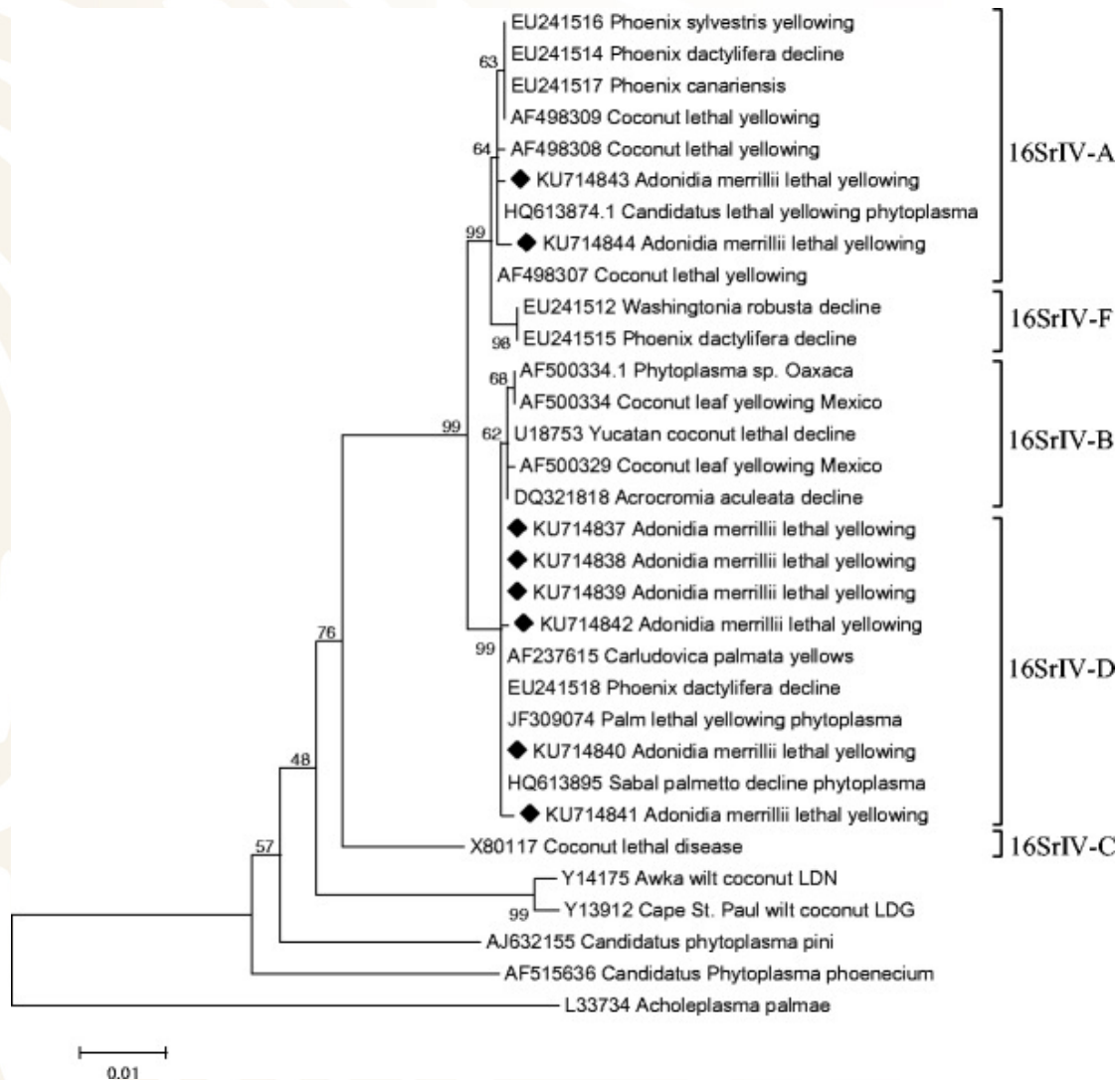
Disease Notes

**First Report of a Phytoplasma-Associated Leaf
Yellowing Syndrome of Palma Jipi Plants in
Southern México**

I. Cordova, C. Oropeza, H. Almeyda, and N. A. Harrison

2000





Detection and identification of lethal yellowing phytoplasma 16SrIV-A and D associated with *Adonidia merrillii* palms in Mexico

Iván Cordova Lara¹ · Luis Mota Narváez¹ · Carlos Puch Hau¹ · Carlos Oropeza¹ · Luis Sáenz¹



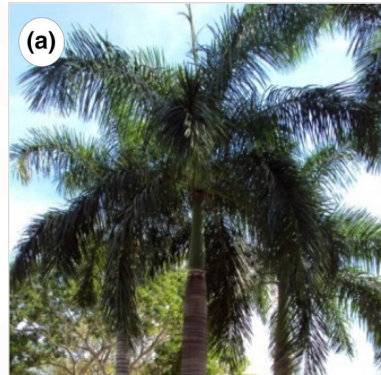
SHORT COMMUNICATION

Occurrence of 16SrIV Subgroup A Phytoplasmas in *Roystonea regia* and *Acrocomia mexicana* Palms with Lethal Yellowing-like Syndromes in Yucatán, Mexico

María Narvaez¹, Iván Córdova-Lara¹, Celso Reyes-Martínez¹, Carlos Puch-Hau¹, Luis Mota-Narvaez¹, Ana Colli¹, Goretti Caamal¹, Nigel Harrison², Luis Sáenz¹ and Carlos Oropeza¹

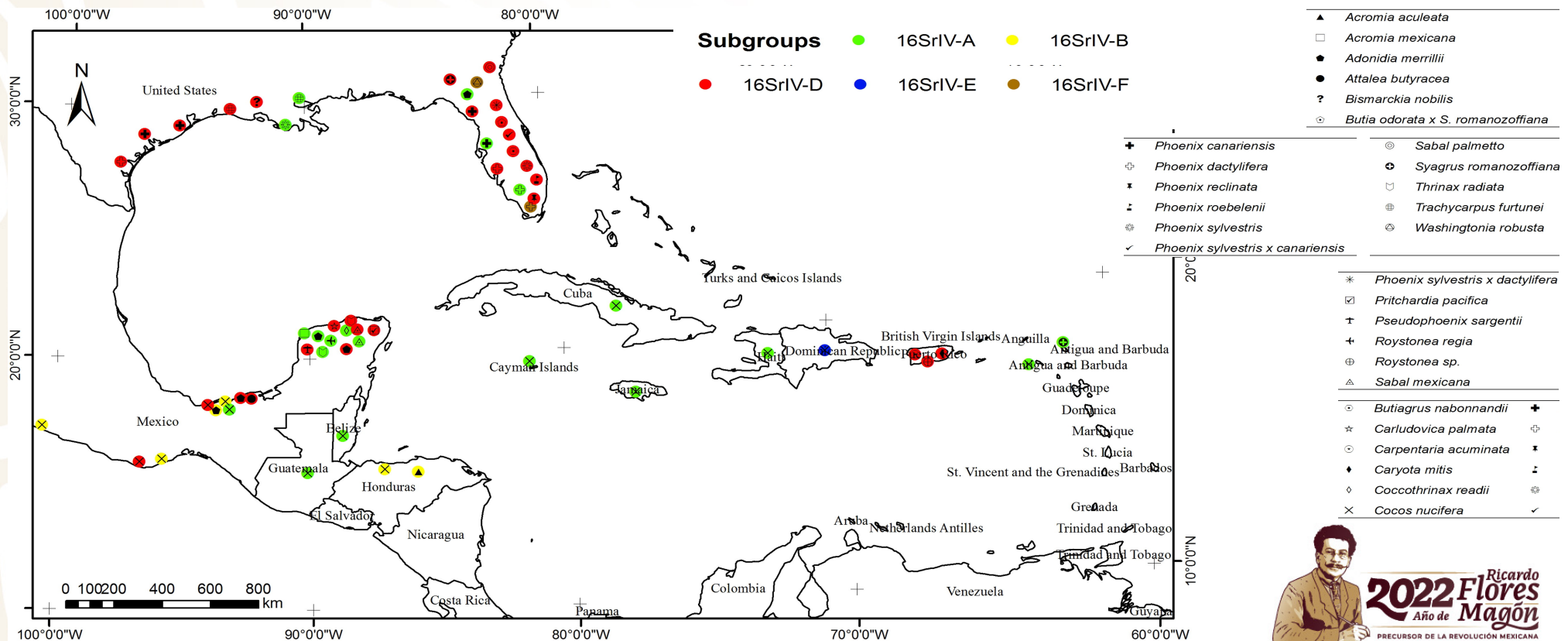
¹ Centro de Investigación Científica (CICY) de Yucatán, Calle 43 No. 130, Colonia Chuburna de Hidalgo, Mérida, Yucatán, México

² Plant Pathology Department, Fort Lauderdale Research and Education Center, University of Florida, 3205 College Avenue, Fort Lauderdale, FL 33314, USA



Roystonea regia: 16SrIV-A

Distribución de fitoplasmas del grupo 16SrIV



¡GRACIAS POR SU ATENCIÓN!

ramos.eder@inifap.gob.mx



AGRICULTURA

SECRETARÍA DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL

inifap

Instituto Nacional de Investigaciones
Forestales, Agrícolas y Pecuarias



2022 *Ricardo Flores*
Año de Magón

PRECURSOR DE LA REVOLUCIÓN MEXICANA