



**PROTOTIPO PARA SOBREVIVENCIA DE PUTATIVOS VECTORES DE FITOPLASMA DEL
AMARILLAMIENTO LETAL DEL COCOTERO (ALC)**

**PROTOTYPE FOR SURVIVAL OF VECTORES PUTATIVE OF LETHAL YELLOWING OF
COCONUT (LY)**

T-126

Ramos HE^{1*}, Ortiz GCF², Oropeza SC³, Sánchez SS², Magaña AMA¹ y Leshner GJM¹

¹División Académica de Ciencias Biológicas. UJAT, 0.5 km carretera Villahermosa–Cárdenas, Villahermosa, Tabasco, México. ² Colegio de Postgraduados Campus Tabasco, Periférico Carlos a Molina Carretera Cárdenas – Huimanguillo km 3.5 s/n H. Cárdenas, Tabasco. ³Centro de Investigación Científica de Yucatán, A.C. Calle 43 No. 130, Colonia Chuburná de Hidalgo, Mérida, Yucatán, México. Autor para correspondencia: cfortiz@colpos.mx.

RESUMEN

Los fitoplasmas son patógenos limitados al floema de la planta y se encuentran principalmente en los elementos cribosos. Los insectos vectores adquieren el fitoplasma a través de su estilete durante su alimentación en plantas infectadas y lo transmiten a plantas sanas, después de un periodo de latencia, en su proceso de alimentación. En el caso del fitoplasma agente causal del Amarillamiento letal del cocotero (ALC; grupo 16SrIV), el único insecto fulgoroideo con el cual se ha demostrado la transmisión del ALC usando plantas adultas, y con ello identificado como el principal vector de la enfermedad, es *Haplaxius crudus*. El objetivo de los presentes ensayos fue evaluar el número de días que pueden sobrevivir algunos insectos adultos putativos vectores de ALC en medio artificial bajo condiciones de laboratorio, para ser considerados en futuros ensayos de transmisión de la enfermedad. Se realizaron un total de seis ensayos de sobrevivencia con las especies putativas vectores del ALC: *Haplaxius crudus*, *H. skarphion*, *Oecclus snowi* y *Derbidae: Persis foveatis* y *Cedusa* (en confirmación) en el periodo comprendido entre mayo y octubre del 2014. La longevidad de los insectos ha sido reportada como una de las limitantes más importantes en las pruebas de transmisión con *H. crudus*. *H. crudus*, mostró una longevidad menor equivalente a 13 días. La especie que presentó la máxima longevidad fue *Cedusa* (54 días), seguida de *H. skarphion* (51 días), *Oecclus snowi* y *P. foveatis* (12 días). Las palmas kerpi (*Veitchia merrillii*) plantadas en las jaulas se comportan como hospederos alternos capaz de proporcionar suficiente alimento a los insectos y así las posibilidades de incrementar su longevidad. El prototipo de jaula (dispositivo) artificial probado en el presente estudio puede ser capaz de mantener el número de días suficiente para hacer estudios de transmisión.

Palabras clave: ALC, fitoplasma del grupo 16SrIV, *Haplaxius*, *Derbidae*

INTRODUCCIÓN

Los fitoplasmas son patógenos limitados al floema de la planta y se encuentran principalmente en los elementos cribosos. Los fitoplasmas aparentemente tienen buena distribución más allá de las regiones donde ellos se originan, especialmente si existe el insecto vector y vegetación similar en el nuevo nicho ecológico (Lee *et al.*, 2000; Marcone *et al.*, 2000). Sin embargo, parece que el nivel de especies de plantas que pueden ser infectadas por un fitoplasma, en la naturaleza es determinado principalmente por el número de especies de insectos que son capaces de transmitir el fitoplasma y por la conducta alimenticia (monofagos, oligofagos y polifagos) de estos vectores (Lee *et al.*, 2000).

En la naturaleza, los principales vectores de fitoplasmas pertenecen a tres principales grupos taxonómicos: Cicadellidae, Cixidae, Psyllidae, Delphacidae y Derbidae (Lee *et al.*, 1998; 2000; Weimtraub y Bealand, 2006). Los insectos vectores adquieren el fitoplasma a través de su estilete durante su alimentación en plantas infectadas y lo transmiten a plantas sanas después de un periodo de latencia, durante el cual el fitoplasma se multiplica en el interior del insecto y persisten en él hasta su muerte (Bosco y Tedeschi, 2013). Los fitoplasmas se mueven a casi todos los órganos del insecto, desde el intestino hasta la hemolinfa y las glándulas salivales, que es donde obligatoriamente deben colonizar para ser transmitidos a una nueva planta (Lee *et al.*, 2000; Hogenhout *et al.*, 2008). El vector



XXVII Reunión Científica Tecnológica, Forestal y Agropecuaria Tabasco 2015
IV Congreso Internacional en Producción Agroalimentaria Tropical

puede contar con un número considerado de especies de vegetales de distintas familias, que le sirven como hospederas, ya sean silvestres, ornamentales, industriales o comestibles (Tsai *et al.*, 1976).

Los insectos vectores son el principal medio de dispersión de enfermedades causadas por fitoplasmas, y para determinar a los vectores de fitoplasmas es básico realizar ensayos de transmisión. Actualmente, no existen más fitoplasmas descritos que sus especies vectores (Weintraub y Beanland, 2006). En el caso del fitoplasma causante del ALC, la determinación de vectores en palmas es difícil, porque uno de los principales limitante es el empleo de palmas adultas en jaulas, de forma segura, para el periodo de incubación de la enfermedad (Howard *et al.*, 1983). Entre todos los síndromes de tipo amarillamiento letal solamente el *H. crudus*, ha sido identificado como vector del AL en Florida (Howard *et al.*, 1983); en este mismo sentido, el Centro de Investigación Científica de Yucatán (CICY) desarrollo un sistema *in vitro* para probar la transmisión del vector (Oropeza, 2009, datos sin publicar). La búsqueda de insecto vectores de síndromes de tipo amarillamiento letal en otros países ha sido infructuosos (Dollet *et al.*, 2011), por ejemplo en Ghana, otro Cixiidae, *Myndus adiopodoumensis*, es el principal sospechoso de ser el vector de Cape St. Paul Wilt Disease (CSPWD), sin embargo en los ensayos de transmisión con duración de 16 meses liberando unos 20 000 individuos por jaulas, además, se realizaron ensayos con otros Homópteros, principalmente, derbidos (Dery *et al.*, 1996) no fue posible lograr la transmisión. El rango de hospederas de insectos vectores y plantas varía con la cepa de fitoplasma. Por ejemplo, en el caso del ALC Brown *et al.*, (2006) capturaron en cocotero 43 individuos de la especie *Cedusa* de la familia Derbidae, encontrando que 13 de estos individuos (30 %) eran portadores de alguna cepa de fitoplasma del grupo 16SrIV; de estos siete presentaron similitud del 97-98% al fitoplasma de ALC encontrados con anterioridad en Jamaica y Florida, los otros seis restantes portaban cepa diferente del grupo de fitoplasma del ALC. Halbert *et al.*, (2014) reportan tres especies abundantes (*Omoclina joi*, *Ormearia rufifascia*) en zonas cercanas a la Florida, donde existen palmas enfermas con cepas de fitoplasmas 16SrIV-D.

Algunas pruebas de transmisiones fueron realizadas en los 80's con el fulgoroide *H. crudus* en Florida (McCoy *et al.*, 1983). El único fulgoroideos con el cual se ha demostrado la transmisión del fitoplasma del AL usando plantas adultas, y con ello identificarlo como el principal vector de la enfermedad es *H. crudus* (Howard *et al.*, 1983), en otras regiones del de América y África se ha intentado repetir estos ensayos, pero sin lograr la transmisión, como son Jamaica (Eden-Green, 1993, Brown *et al.*, 2006) y México (Dzido, 2010, Datos sin publicar), además, en Ghana, se han repetido estos ensayos para identificar el vector del CSPWD, siendo el principal sospechoso *Myndus adiopodoumensis* (Deery *et al.*, 1996). También han utilizado plantas de cocotero en edad no reproductiva y especies de palmas más pequeñas para realizar ensayos de transmisión (Thomas y Norris, 1980), sin embargo, no se ha logrado la transmisión con *H. crudus* en varias regiones del Caribe fuera de la Florida.

La crianza de insectos como putativos vectores del ALC en medio artificial es importante para el desarrollo de pruebas controladas de patogenicidad. Los primeros experimentos controlados de adquisición y transmisión de ALC con *H. crudus* fueron realizados en Florida en los años 70's. La principal característica para utilizar palmas como hospedero de insectos, es que son grandes fuentes de alimentación por ser plantas de hoja perenne y de varias edades, desde jóvenes hasta viejas; algunos insectos prefieren follaje joven de cocotero, mientras otras especies prefieren follaje viejo (Howard, 2001). Por lo anterior, el objetivo de los presentes ensayos fue evaluar el número de días que pueden sobrevivir algunos insectos putativos vectores de ALC en prototipo de dispositivo (medio artificial) bajo condiciones de laboratorio, para ser considerados en futuros ensayos de transmisión de la enfermedad.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los ensayos se realizaron en el laboratorio de fitopatología del Colegio de Posgraduados, Campus Tabasco (COLPOS-CT), ubicado en el municipio de Huimanguillo, Tabasco. Durante el periodo de muestreo se realizaron colectas de especies pertenecientes a las familias: Cixiidae y Derbidae en palmas de cocotero de huertos familiares en las comunidades de los municipios de Cárdenas (Campo experimental KM-21 (COLPOS-CT) y R/a. Habanero 2da secc) y Cunduacán (Ranchería Miahuatlán 2da secc).



XXVII Reunión Científica Tecnológica, Forestal y Agropecuaria Tabasco 2015
IV Congreso Internacional en Producción Agroalimentaria Tropical

Se realizaron un total de seis ensayos en el periodo comprendido entre mayo y octubre del 2014. Los insectos fueron capturados en palmas de cocotero de tres zonas de la Chontalpa, Tabasco. Para los ensayos se diseñó un prototipo de jaulas, que consistió en dos contenedores cerrados con una plántula y un ambiente controlado (Figura 1). Cada jaula se elaboró con dos frascos de plásticos pegados de forma invertida para cerrar el sistema y con ventanas de respiración; los envases fueron de forma circular de Polietileno transparente calibre 0.5 con 15 cm diámetro y una altura de 26 cm. Dentro del encierro se colocaron 200 g de suelo esterilizado, sobre el cual se estableció una palma Kerpi con edad juvenil y de 25 ± 3 cm de altura promedio con tres hojas fotosintéticamente activas, empleada como fuente de alimentación por los insectos. El suelo experimental se prepara mezclando cuidadosamente el suelo presente en la zona de estudio (textura migajón arcilloso).



Figura 1. Prototipo de jaulas (Izquierda) y la parte de abajo del prototipo con palma kerpi (derecha).

A cada jaula se le introdujeron un número variable de insectos colectados en diferentes sitios e identificados como libre de fitoplasma del Amarillamiento Letal (ALC) [Cuadro 1]. El número de insectos introducidos dependió de su disponibilidad en campo. La duración de cada ensayo fue hasta la muerte del último individuo en la jaula correspondiente.

En base a los análisis de insectos realizados en años anteriores por parte del CICY de algunas especies de homópteros como putativos vectores de fitoplasma (datos no publicados) se consideraron evaluar la sobrevivencia de las especies de la familia Cixiidae: *Haplaxius (Myndus) crudus*, *H. skarphion*, *Oeclus snowi* y Derbidae: *Persis foveatis* y Posible *Cedusa*.



XXVII Reunión Científica Tecnológica, Forestal y Agropecuaria Tabasco 2015
IV Congreso Internacional en Producción Agroalimentaria Tropical

Cuadro 1. Insectos putativos vectores de fitoplasma de ALC capturados en la chontal Tabasco.

Ensayo	Especie evaluada	Número de individuos	Lugar de captura
1	<i>H. crudus</i>	1	
	Posible <i>Cedusa</i>	1	
2	Jaula 2-1 <i>Persis foveatis</i>	8	Ranchería Habanero 2da sección, Cárdenas
	Jaula 2-2 <i>Haplaxius skarphion</i>	5	
3	Jaula 3-1 Posible <i>Cedusa</i>	6	
	Jaula 3-2 <i>H. skarphion</i>	2	
	Jaula 3-3 <i>H. crudus</i>	1	
4	Jaula 3-4 <i>Oecclus snowi</i>	4	Ranchería Miahuatlán 2da Ranchería Habanero 2da sección, Cárdenas
	<i>H. skarphion</i>	24	
5	<i>H. crudus</i>	6	Campo experimental Km- 21, COLPOS
6	<i>H. crudus</i>	5	

Captura de Insectos. Los insectos fueron capturados en la superficie de las hojas, para ello, se realizó un diseño propio desarrollado en el laboratorio del CICY (no publicado), el cual consiste en un tubo falcón de 15 ml con una apertura en la parte de abajo, adaptado de manera especial encima de otro tubo de 50 ml. El uso de este sistema ayudo a capturar insectos minimizando el estrés y los daños mecánicos que pudieran ocurrir cuando se les está manejando. El proceso de captura fue de la siguiente manera: primero se coloca la apertura de arriba del tubo menor encima del insecto deseado, cubriéndolo completamente; después, se espera a que el insecto salte y vaya hasta el fondo del tubo grande, lo cual reduce las posibilidades del insecto de escapar cuando el tubo menor tenga que destaparse nuevamente para atrapar a otro individuo. Cada tubo se cerró al término de las capturas de cada especie, previo a su traslado al laboratorio.

Observaciones diarias sobre la mortalidad de individuos fue registrada durante todo el periodo de duración de individuo vivos en los ensayos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La longevidad de los insectos ha sido reportada como una de las limitantes más importantes en las pruebas de transmisión con *H. (Myndus) crudus*. La longevidad de la especie *H. (Myndus) crudus* fue considera en cuatro ensayos (1, 3, 5 y 6) por ser la especie de la cual se ha obtenido evidencia con diferentes enfoques que transmite el ALC, en otras regiones del de América y África se ha intentado repetir estos ensayos, pero sin lograr la transmisión, como son Jamaica (Eden-Green, 1993, Brown *et al.*, 2006) y México (Dzido, 2010, Datos sin publicar). Una segunda especie del mismo género es *H. skarphion*, la cual toma importancia evaluar su sobrevivencia, ya que en el algunas zonas del estado de Tabasco se encuentran altas poblaciones en algunas épocas del año. En orden de importancia se consideraron las especies: *H. skarphion*, *Oecclus snowi* y Derbidae: *Persis foveatis* y Posible *Cedusa*, sus evaluaciones como vector de ALC es actualmente en progreso (Julia *et al.*, 2007).

Ensayo 1: Este ensayo se realizó como una prueba exploratoria el 16 de mayo del 2014. Para ello, se utilizó una jaula en la cual se introdujo un individuo de *H. crudus* y uno de Posible *Cedusa*. El número de días que sobrevivieron fueron 11 (*H. crudus*) y 54 Posible *Cedusa* (Figura 2). Estos resultados nos dan pautas en el número mínimo de días que puede llegar a sobrevivir ambas especies en este sistema.



XXVII Reunión Científica Tecnológica, Forestal y Agropecuaria Tabasco 2015
IV Congreso Internacional en Producción Agroalimentaria Tropical



Figura 2. Posible *Cedusa* sobre foliolos de palma Kerpi en jaula del primer ensayo con una sobrevivencia de 54 días.

Ensayo 2: Se hicieron capturas de cinco individuos de *Persis foveatis* y ocho de *Haplaxius skarphion* en plantas de cocotero ubicadas en la Ranchería Habanero 2da sección, Cárdenas el 20 de junio del 2014. Para este ensayo se utilizaron dos sistemas de kerpi, en los cuales se dividieron para cada especie evaluada. Los insectos fueron liberados en el sistema con Kerpi el mismo día de su captura en campo. La figura 3 muestra el resultado obtenido para ambas especies en número de días transcurridos para que las poblaciones disminuyeran en un 50 %. EL 62.5 % de *P. foveatis* sobrevivieron 12 días, mientras que en la especie *H. skarphion*, un individuo alcanzó una sobrevivencia de 46 días, un segundo alcanzó 26 días y 60 % sobrevivió menos de 12 días.

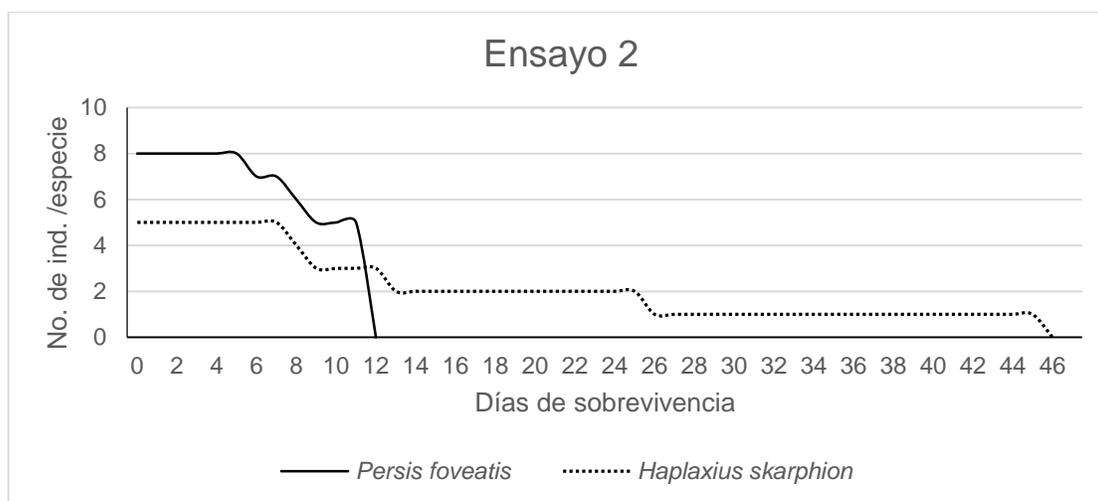


Figura 3. Resultados obtenidos para el segundo ensayo de sobrevivencia de *Persis foveatis* y *Haplaxius skarphion* en cautiverio usando el sistema de alimentación de kerpi.

Ensayo 3: Para este tercer ensayo de sobrevivencia se hicieron capturas de *Posible Cedusa* (seis), *Haplaxius skarphion* (dos), *H. crudus* (uno) y *Oeclis snowi* (cuatro) en cautiverio usando el sistema de alimentación de kerpi en plantas de cocotero ubicadas en la Ranchería Habanero 2da sección, Cárdenas y Ranchería Miahuatlán 2da sección el 7 de agosto del 2014 (Figura 4). El *H. crudus* tuvo una sobrevivencia de seis días, este mismo número de días lo presentó un individuo de la especie *H.*



XXVII Reunión Científica Tecnológica, Forestal y Agropecuaria Tabasco 2015
IV Congreso Internacional en Producción Agroalimentaria Tropical

skarphion y el otro 12 días. El 50 % de los individuos de *Posible Cedusa* y *O. snowi* sobrevivieron seis días (Figura 4).

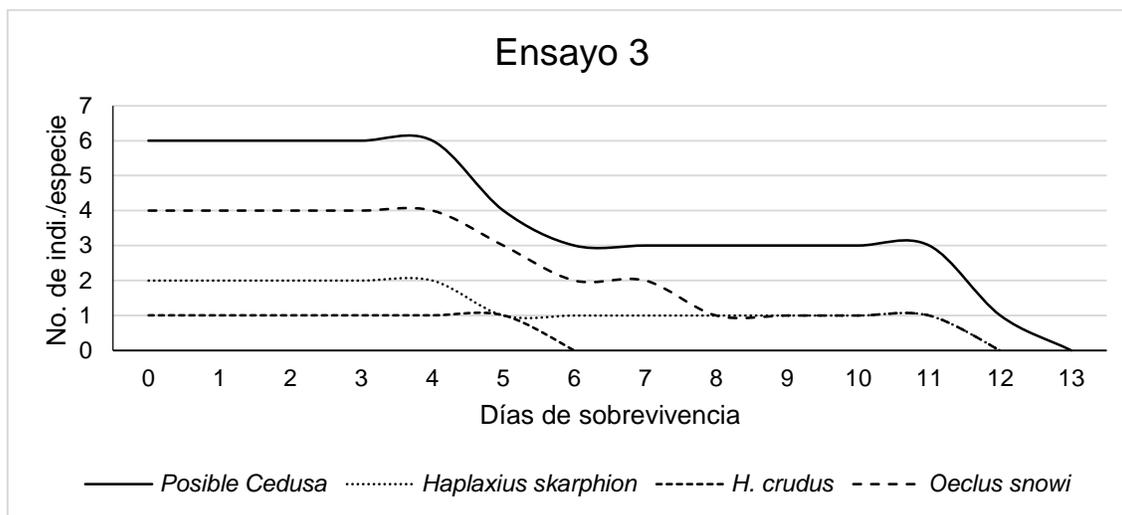


Figura 4.- Resultados obtenidos para el tercer ensayo de sobrevivencia de *Posible Cedusa*, *Haplaxius skarphion*, *H. crudus* y *Oeclus snowi* en cautiverio usando el sistema de alimentación de kerpi.

Ensayos 4, 5 y 6: Para estos ensayos se capturaron especies realizaron capturas de *Haplaxius skarphion* (ensayo cuatro [24 ind.]), *H. crudus* (ensayo cinco [seis ind.] y seis [cinco ind.]), en las fechas: 18 de agosto, 26 de septiembre y 31 de octubre, respectivamente. Los insectos de *H. skarphion* fueron capturados en palmas de cocotero ubicadas en la Ranchería Habanero 2da sección, Cárdenas. Las capturas de insectos *H. crudus* se realizó en plantas de cocotero ubicadas en el Campo experimental 21 del Colegio de Postgraduados-Campus Tabasco (Figura 5). El ensayo de sobrevivencia 4 con *H. skarphion* mostró una amplia variación en el número de sobrevivencia de los individuos; el 50 % sobrevivió cinco días, 33.3 % nueve días, encontrándose sobrevivencia de individuos con duración de 22, 29 y 51 días para esta especie (Figura 5).

En el ensayo cinco, *H. crudus* en el sistema Kerpi presentó una sobrevivencia máxima de 12 días (tres ind.) [Figura 5]. En el ensayo seis, la población total sobrevivió cinco días (Figura 5).

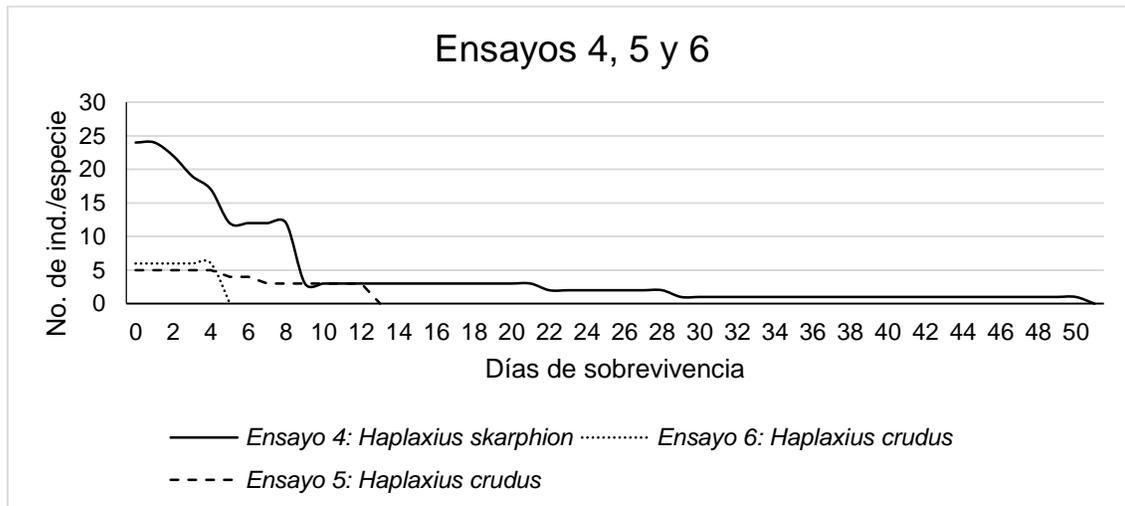


Figura 5.- Resultados obtenidos para el tercer ensayo de sobrevivencia de *Haplaxius skarphion* (ensayo cuatro [24 ind.]), *H. crudus* (ensayo cinco [seis ind.] y seis [cinco ind.] en cautiverio usando el sistema de alimentación de kerpi.

El conocimiento sobre el vector (s) es útil en los intentos para regular la enfermedad a través de control de vectores (Rajan, 2011). En la presente investigación, la especie *H. (Myndus) crudus*, mostró una longevidad menor a los 13 días. En condiciones de Laboratorio en la Florida, USA, Tsai y Kirsch (1978), encontraron para esta misma especie que la sobrevivencia máxima de *H. (Myndus) crudus* en palmas de *Veitchia merrillii* fue de 50 días, 13 días más que en palmas de coco. De 159 adultos probados en palma kerpi, 23.3% vivieron más de 25 días. Sin embargo, solamente 6.1% de 114 insectos probados en palmas de coco sobrevivieron más de 25 días. Por otro lado, en Colombia, Arango et al., (2011), reporta que adultos de *H. (Myndus) crudus* alimentados sobre foliolos de plantas en palma de aceite alcanza la mejor sobrevivencia pasa los 16,3 días en junio, 21.2 días en julio y 22.2 días en agosto; con una sobrevivencia máxima de adultos de 34 días, la cual correspondió a una hembra, mientras que la máxima para un macho fue de 28 días. Sin embargo, se encontró una sobrevivencia máxima de 51 días para *H. skarphion* y 54 días para *Posible Cedusa*.

Algunas de las amenazas en la sobrevivencia de las especies de putativos vectores que se han encontrado es la depredación por parte de algunas especies de arañas y hormigas, Howard (1987) y Tsai y Kirsch (1978) reporta que algunos de los enemigos naturales de *H. (Myndus) crudus*, se encuentran que varias especies de arañas y hormigas como la especie *Solenopsis invicta*, entre otros como hongos y ácaros.

CONCLUSIONES

Las palmas kerpi (*V. merrillii*) plantadas en las jaulas sirven como hospederos alternos capaz de proporcionar suficiente alimento a los insectos y así las posibilidades de incrementar su longevidad. El sistema artificial probado en el presente estudio puede ser capaz de mantener el número de días suficiente para hacer estudios de transmisión con las especies: *Haplaxius (Myndus) crudus*, *H. skarphion*, *Oecclus snowi* y Derbidae: *Persis foveatis* y *Posible Cedusa*.

LITERATURA CITADA

- Arango, M., Ospina, C., Sierra, J., y Martínez, G. 2011. *Myndus crudus*: vector del agente causante de la Marchitez letal en palma de aceite en Colombia. *Revista Palmas* 32:13-25.
- Bosco, D. and Tedeschi, R. 2013. Insect vector transmission assays. Pp. 73-85. In: Dickinson, M. *Phytoplasma: Methods and Protocols*. Humana Press London, UK.



XXVII Reunión Científica Tecnológica, Forestal y Agropecuaria Tabasco 2015
IV Congreso Internacional en Producción Agroalimentaria Tropical

- Brown, S.E.; Been, B.O. y McLaughlin, W.A. 2006. Detection and variability of the lethal yellowing group (16Sr IV) phytoplasmas in the *Cedusa* sp. (Hemiptera: Auchenorrhyncha: Derbidae) in Jamaica. *Annals of Applied Biology* 149:53-62.
- Dery K.S.; Philippe R. y Mariau, D. 1996. Auchenorrhyncha (Homoptera), suspected vectors of Coconut Lethal Yellowing disease in Ghana. *Plantations, recherche, développement*. 3:355-363.
- Dollet, M.; Macome, F.; Vaz, A. y Fabre, S. 2011. Phytoplasmas identical to coconut lethal yellowing phytoplasmas from Zambesia (Mozambique) found in a pentatomid bug in Cabo Delgado province. *Bulletin of insectology (Supplement)* 64:139-140.
- Eden-Green, 1993. Lethal yellowing and related diseases. Pp: 1445152. In: CIRAD (eds). *La recherche européenne au service du cocotier. Europeas Research Working for coconut. Actes du séminaire. 2-6 septembre. Montpellier, France.*
- Julia, J. F.; Sánchez-Soto, S; Narváez, M.; Oropeza, C.; Ortiz, C.F.; Castillo, R. y Dollet, M. 2007. Search for the insect vectors of Lethal Yellowing (LY), a phytoplasma disease in Mexico. *Phytopathology* 98:S199.
- Halbert, S.E.; Wilson, S.W.; Bextine, B. y Youngblood, S.B. 2014. Potential planthopper vectors of palm phytoplasmas in Florida with a description of a new species of the genus *Omoclina* (Hemiptera: Fulgoroidea). *Florida Entomologist* 97:90-97.
- Hogenhout, S.A.; Oshima, K.; Ammar, E.; Kakizawa, S.; Kingdon, H. y Namba, S. 2008. Phytoplasmas: bacteria that manipulate plants and insects. *Molecular Plant Pathology* 9:1-21.
- Howard, F.W. 1987- Myndus crudus (Homoptera: Cixiidae), a vector of Lethal Yellowing of palms. In: M.R. Wilson and L.R. Nault (eds.). *Proceedings of 2nd International Workshop on Leafhoppers and Planthoppers of Economic Importance. Brigham Young University, Provo, Utah, USA, 28th July-1st August 1986. London, CAB International Institute of Entomology. pp. 117-129.*
- Howard F.W. 2001. The animal class insecta and the plant family Palmae. Pp.: 1-32. In: Howard, F.W.; Moore, D.; Giblin-Davis, R.M. and Abad, R.G. (eds) *Insects on palms*. CABI. London, UK.
- Howard, F.W. 1983. World distribution and possible geographic origin of palm lethal yellowing disease and its vectors. *FAO. Plant. Prot. Bull.* 31:101-113.
- Lee, I.; Davis, R. y Gundersen, D. 2000. Phytoplasma: phytopatogenic Mollicutes. *Annual Review of Microbiology*. 54:221-255.
- Lee, I.M.; Dawn, E.; Gundersen, D.E. y Bertaccini, A. 1998. Phytoplasma: ecology and genomic diversity. *Phytopathology* 88:1359-1366.
- Marcone C, Lee IM, RE Davis, A Ragozzino, E Seemüller 2000. Clasificación of aster yellows-group phytoplasmas based on combined analyses of rRNA and tuf gene sequences. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology* 50:1703-1713.
- McCoy, R.E.; Howard, F.W.; Tsai, J.H.; Donselman, H.M.; Thomas, D.L.; Basham, H.G.; Atilano, R.A.; Eskafi, F.M.; Britt, L. and Collins, ME. 1983. Lethal yellowing of palms. *Technical Bulletin No. 834. Gainesville: University of Florida.*
- Rajan, P. 2013. Transmission of coconut root (wilt) disease through plant hopper, *Proutista moesta* Westwood (Homoptera: Derbidae). *Pest Management In Horticultural Ecosystems* 17:1-5.
- Thomas, D.L. y Norris, R.C. 1980. The use of electron microscopy for lethal yellowing diagnosis. *Proc. Fla. State Hort. Soc.* 93:196-199.
- Tsai, J.H., Woodiel, N.L. y Kirsh, O.H. 1976. Rearing techniques for *Haplaxius crudus* (Homoptera: Cixiidae). *Florida Ent.* 59:41-43.
- Weintraub, P.G. y Beanland, L. 2006. Insect vectors of phytoplasmas. *Annu. Rev. Entomol.* 51: 91-111.